

ACADEMIE DE MONTPELLIER

UNIVERSITE MONTPELLIER II

- SCIENCES ET TECHNIQUES DU LANGUEDOC -

T H E S E

présentée à l'Université de Montpellier II Sciences et Techniques du Languedoc
pour obtenir le diplôme de DOCTORAT

SPECIALITE : Physiologie Biologie des Organismes et des Populations

Formation Doctorale : Evolution et Ecologie

**LES MAUVAISES HERBES DANS LA ROTATION
COTONNIERE AU NORD-CAMEROUN (AFRIQUE)**

- Amplitude d'habitat et degré d'infestation
- Phénologie

par

Thomas LE BOURGEOIS

Soutenue le 26 mai 1993 devant le Jury composé de :

| | | | |
|------|----------|-----------|-----------|
| G. | BARRALIS | INRA | |
| J. | CANEILL | INA/PG | |
| M. | DEAT | CIRAD-CA | |
| J.L. | GUILLERM | CEFE/CNRS | |
| F. | HALLE | USTL | Président |
| J. | MAILLET | ENSAM | |

Rapporteurs

| | | |
|------|----------|---------------|
| J.L. | GUILLERM | CEFE/CNRS |
| M. | ROUX | UST ST JERÔME |

Ce document est disponible par ftp sur :

anonymous@amatrop.cirad.fr

(192.134.52.87)

dans

répertoire : **/agroprose/thesis/le_bourgeois**

fichier : **lbg_thesis.tar.Z**

en format PostScript

REMERCIEMENTS

Le travail présenté à travers ce mémoire, a été réalisé dans le cadre du Projet F.A.C. Régional de Malherbologie de Garoua (Cameroun) dont la préparation et la mise en œuvre ont été conduites par Monsieur M. Déat responsable du Laboratoire d'Accueil de Malherbologie Tropicale du CIRAD. Ce Projet, installé au Nord-Cameroun a bénéficié de l'accueil de Messieurs Ayuk Takem Ministre de l'Enseignement Supérieur, de l'Informatique et de la Recherche et Directeur de L'Institut de Recherche Agronomique (I.R.A.) et Z. Boli Chef de Centre de L'I.R.A. Nord.

Le déroulement de cette étude a eu lieu d'abord en France pour la préparation, puis au Cameroun de 1988 à 1992 pour la collecte des données et à nouveau en France pour l'analyse finale et la synthèse des résultats. Aussi, je tiens à exprimer tous mes sincères remerciements et ma profonde reconnaissance à toutes les personnes qui en France et au Cameroun, ont encadré ce travail et apporté leur aide pour son bon déroulement.

En France, le Professeur L. Thaler de l'USTL m'a accueilli au sein de sa Formation Doctorale. Le Professeur F. Hallé de l'Institut de Botanique a dirigé ce travail et m'a beaucoup apporté par ses remarques assidues. Monsieur J.L. Guillerm du CEFE/CNRS a encadré scientifiquement cette étude tout au long de son cheminement. Toute l'équipe du Laboratoire d'Accueil de Malherbologie Tropicale du CIRAD m'a chaleureusement aidé que ce soit P. Grard en informatique, H. Merlier en systématique végétale, P. Marnotte, actuel responsable du Laboratoire ou E. Tailhades secrétaire du laboratoire. E. Gozé du service de biométrie du CIRAD/CA m'a accompagné dans les dédales de l'analyse des données, de même que l'équipe du CEFE/CNRS avec J. D. Lebreton, A. M. Reboulet et P. David. La bonne préparation du Projet a bénéficié des conseils très précis de J. F. Duranton du PRIFAS. De même, les discussions régulières avec J. Maillet de l'ENSAM ont été très fructueuses. Je remercie également les rapporteurs J.L. Guillerm du CEFE/CNRS et M. Roux de l'UST St Jérôme et les membres du jury qui ont accepté d'examiner et de juger ce travail, le Professeur F. Hallé (président du jury) de l'USTL, Messieurs G. Barralis de l'INRA, J. Caneill de l'INA/PG, M. Déat du CIRAD-CA, J. L. Guillerm du CEFE/CNRS et J. Maillet de l'ENSAM.

Au Cameroun, Monsieur L. Gaudard Directeur du Développement Rural de la SODECOTON a permis la mise en place d'une collaboration étroite avec les agents d'encadrement sur le terrain (chefs de régions, chefs de zones et moniteurs). C. Seignobos de l'ORSTOM m'a beaucoup apporté par sa façon d'appréhender le milieu et les hommes lors de tournées communes. Monsieur Abou Bakar Directeur du Projet Nord Est Bénoué et son équipe avec laquelle une collaboration étroite s'est instaurée au cours de séances de formations chez les agriculteurs. Tous ceux qui au sein de l'équipe du CIRAD et de l'IRA Nord m'ont aidé dans ce travail. Mais je tiens à souligner particulièrement le rôle de l'équipe du Projet Malherbologie dans le bon déroulement du travail de terrain. Les techniciens Y. Tchikoua et F. Kamga Tchayé et le chauffeur Soulémanou qui m'ont accompagnés au cours de toutes mes pérégrinations sur le terrain. Ils ont su s'adapter aux multiples nécessités de la malherbologie depuis la nomenclature, le travail d'herbier et la saisie informatique avec un entrain et une bonne humeur défiant les intempéries et les contraintes matérielles. C. Kohm fut une secrétaire d'une grande amabilité et d'une collaboration toujours très appréciée.

En dernier lieu, je tiens à saluer tous les agriculteurs du Nord-Cameroun, leur courage, leur sagesse et leur gentillesse.

SOMMAIRE

| | |
|--|----|
| INTRODUCTION | 9 |
| CHAPITRE 1 : LES MAUVAISES HERBES ET LES ITINERAIRES TECHNIQUES, LA REGION D'ETUDE | 13 |
| 1. NOTIONS DE "MAUVAISE HERBE" | 13 |
| 2. PERTES OCCASIONNEES PAR LES MAUVAISES HERBES | 14 |
| 3. CONTRAINTES IMPOSEES PAR LES MAUVAISES HERBES SUR LE SYSTEME DE CULTURE | 17 |
| 4. EFFET DES TECHNIQUES DE CULTURE SUR LES MAUVAISES HERBES | 21 |
| 4.1. PRESENTATION | 21 |
| 4.2. L'AGE DE LA PARCELLE | 21 |
| 4.3. LA CULTURE ET LE PRECEDENT CULTURAL | 25 |
| 4.4. LA PREPARATION DU SOL | 26 |
| 4.5. LA FERTILISATION | 29 |
| 4.6. LES PRATIQUES CULTURALES D'ENTRETIEN | 29 |
| 4.7. LES HERBICIDES | 33 |
| 4.8. INTERACTION DES ELEMENTS | 36 |
| 5. LA REGION D'ETUDE | 36 |
| 5.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE | 36 |
| 5.2. LE CLIMAT | 38 |
| 5.3. LES SOLS | 43 |
| 5.4. LA VEGETATION NATURELLE | 49 |
| 5.4.1. FLORE DU SECTEUR SAHELO-SOUDANIEN | 49 |
| 5.4.2. FLORE DU SECTEUR SOUDANO-SAHELIEEN | 52 |
| 5.4.3. FLORE DU SECTEUR MEDIO-SOUDANIEN | 53 |
| 5.5. LA POPULATION | 54 |
| 5.5.1. CARACTERISTIQUES | 54 |
| 5.5.2. HISTORIQUE | 54 |
| 5.5.3. ACTIVITES AGRICOLES | 56 |
| 5.6. L'AGRICULTURE | 58 |
| 5.6.1. PRESENTATION | 58 |
| 5.6.2. LE COTONIER | 59 |
| 5.6.3. LES SORGHOS ET LES MILS DE SAISON DES PLUIES | 60 |
| 5.6.4. LE MAIS | 61 |
| 5.6.5. L'ARACHIDE | 62 |
| 5.6.6. LE SYSTEME COTONNIER ET L'ENHERBEMENT AU NORD CAMEROUN | 62 |
| CHAPITRE 2 : LES COMMUNAUTES DE MAUVAISES HERBES AMPLITUDE D'HABITAT ET DEGRE D'INFESTATION | 63 |
| 1. PRESENTATION | 63 |
| 2. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES | 64 |
| 2.1. CHOIX DES STATIONS | 64 |
| 2.2. TECHNIQUE D'INVENTAIRE | 68 |

| | |
|--|--------------------------------|
| 2.2.1 LA FLORE | 68 |
| 2.2.2. LE MILIEU | 72 |
| 2.2.3. LE TEMPS | 73 |
| 2.3 SAISIE ET GESTION DES DONNEES | 74 |
| 2.4. ANALYSE DES DONNEES | 76 |
| 2.4.1 DONNEES FLORISTIQUES | 76 |
| 2.4.1.1. APPROCHE QUALITATIVE | 76 |
| 2.4.1.2. APPROCHE QUANTITATIVE | 76 |
| 2.4.2. ETUDE ECOLOGIQUE | 80 |
| 2.4.2.1. DES METHODES | 80 |
| 2.4.2.2. L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES AVEC VARIABLES INSTRUMENTALES | 81 |
| 2.4.2.3. ANALYSE DES DONNEES DE L'ETUDE | 84 |
| 3. RESULTATS | 89 |
| 3.1. CARACTERISTIQUES DE LA FLORE | 89 |
| 3.1.1. SYSTEMATIQUE | 89 |
| 3.1.2. RICHESSE FLORISTIQUE SAISONNIERE ET REGIONALE | 92 |
| 3.1.3. LA RICHESSE FLORISTIQUE PARCELLAIRE | 92 |
| 3.1.4. SPECTRE BIOLOGIQUE | 94 |
| 3.1.5. FREQUENCE DES ESPECES | 98 |
| 3.1.6. IMPORTANCE AGRONOMIQUE | 103 |
| 3.1.7. CONCLUSION | 106 |
| 3.2. ETUDE PHYTOECOLOGIQUE | 110 |
| 3.2.1 VARIATIONS INTERANNUELLES | 110 |
| 3.2.2. EFFET DE LA NATURE DU SOL | 110 |
| 3.2.3. EFFET DE L'EPOQUE D'OBSERVATION | 124 |
| 3.2.4. EFFET DE L'ITINERAIRE CULTURAL | 132 |
| 3.2.5. DISCUSSION | 138 |
| 3.2.5.1 LES RESULTATS | 138 |
| 3.2.5.2. LA DEMARCHE STATISTIQUE | 141 |
| CHAPITRE 3 : PHENOLOGIE ET ITINERAIRE CULTURAL | 143 |
| 1. PRESENTATION | 143 |
| 2. METHODE D'ETUDE | 145 |
| 2.1. CHOIX DES PARCELLES | 145 |
| 2.2. OBSERVATIONS | 145 |
| 2.3. INTERPRETATION DES DONNEES | 148 |
| 3. RESULTATS | 157 |
| 3.1. DECLENCHEMENT DE LA LEVEE | 157 |
| 3.2. DUREE DE LA PHASE DE LEVEE | 159 |
| 3.3. DE LA LEVEE A LA DISSEMINATION | 162 |
| 3.4. DUREE DE VEGETATION | 163 |
| 4. DISCUSSION | 163 |
| CHAPITRE 4 : DISCUSSION GENERALE | 175 |
| CONCLUSION | 181 |
| REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES | 185 |
| ANNEXES | 205 |
| RESUME | 4 ^{ème} de couverture |
| SUMMARY | 4 ^{ème} de couverture |

TABLE DES ANNEXES

| | | |
|------------|---|-----|
| Annexe 1 | : Principaux herbicides utilisés pour le désherbage chimique des cultures annuelles en Afrique de l'ouest (Déat 1990) | 205 |
| Annexe 2 | : Fiche de relevé floristique | 206 |
| Annexe 3 | : Fiche de relevé des facteurs de milieu | 207 |
| Annexe 4 | : Flore de l'étude | 212 |
| Annexe 5 | : Flore triée par les codes d'espèces | 221 |
| Annexe 6a | : Richesse floristique parcellaire de début de cycle | 227 |
| Annexe 6b | : Richesse floristique parcellaire de milieu de cycle | 228 |
| Annexe 6c | : Richesse floristique parcellaire de fin de cycle | 229 |
| Annexe 7a | : Richesse floristique parcellaire de la région sahélo-soudanienne ... | 230 |
| Annexe 7b | : Richesse floristique parcellaire de la région soudano-sahélienne ... | 231 |
| Annexe 7c | : Richesse floristique parcellaire de la région soudanienne | 232 |
| Annexe 8a | : Relation entropie espèce/fréquence relative en zone sahélo-soudanienne | 233 |
| Annexe 8b | : Relation entropie espèce/fréquence relative en zone soudano-sahélienne | 234 |
| Annexe 8c | : Relation entropie espèce/fréquence relative en zone soudanienne .. | 235 |
| Annexe 9a | : Relation entropie espèce/fréquence relative en début de cycle | 236 |
| Annexe 9b | : Relation entropie espèce/fréquence relative en milieu de cycle | 237 |
| Annexe 9c | : Relation entropie espèce/fréquence relative en fin de cycle | 238 |
| Annexe 10a | : Diagramme d'infestation de début de cycle | 239 |
| Annexe 10b | : Diagramme d'infestation de milieu de cycle | 240 |
| Annexe 10c | : Diagramme d'infestation de fin de cycle | 241 |
| Annexe 11a | : Diagramme d'infestation de la région sahélo-soudanienne | 242 |
| Annexe 11b | : Diagramme d'infestation de la région soudano-sahélienne | 243 |
| Annexe 11c | : Diagramme d'infestation de la région soudanienne | 244 |
| Annexe 12 | : Profil écologique des espèces en fonction de la nature du sol | 245 |
| Annexe 13 | : Profil écologique des espèces en fonction de la saison | 247 |
| Annexe 14 | : Fiche de relevé phénologique | 249 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

TABLEAUX

| | | |
|------------|---|-------|
| Tableau 1 | : Mauvaises herbes hôtes de maladies et de ravageurs (Akobundu 1987) | 15 |
| Tableau 2 | : Temps de sarclage manuel par culture au Mali (Jours de travail/hectare) (Persoons 1988) | 16 |
| Tableau 3 | : Pourcentage de temps consacré au désherbage manuel par rapport au travail total de la culture | 16 |
| Tableau 4 | : Temps consacré au désherbage au Togo en fonction de l'âge de la parcelle et du nombre de sarclages (Faure 1982) | 16 |
| Tableau 5 | : Superficies cultivées par actif permanent (en hectares) suivant le niveau de mécanisation et le pays (d'après *Bigot 1987;** SEDES 1985 in Persoons 1987) | 18 |
| Tableau 6 | : Production de graines / individu représentatif de l'espèce (Akobundu 1987) | 22 |
| Tableau 7 | : Principales mauvaises herbes de la rotation cotonnière en Afrique de l'ouest | 24 |
| Tableau 8 | : Groupes d'espèces suivant leur affinité avec la fertilisation | 28 |
| Tableau 9 | : Enherbement global à la récolte en culture manuelle et en traction animale (Bigot & Raymond 1991) | 30 |
| Tableau 10 | : Données climatologiques du Nord-Cameroun | 37bis |
| Tableau 11 | : Echelles de quantification de l'enherbement | 69 |
| Tableau 12 | : Facteurs du milieu conservés pour l'analyse des données | 71 |
| Tableau 13 | : Différentes étapes de l'analyse des données | 75 |
| Tableau 14 | : Richesse de la flore | 88 |
| Tableau 15 | : Richesse floristique (nb. d'espèces) par époque d'observation et par unité phytogéographique | 91 |
| Tableau 16 | : Représentativité des formes biologiques pluriannuelles | 95 |
| Tableau 17 | : Groupes d'espèces en fonction de leur amplitude écologique | 97 |
| Tableau 18 | : Préférence régionale des espèces les plus fréquentes | 99 |
| Tableau 19 | : Préférences saisonnières des espèces les plus fréquentes | 100 |
| Tableau 20 | : Importance agronomique des principales espèces | 104 |
| Tableau 21 | : Préférence édaphique des espèces | 118 |
| Tableau 21 | : Préférence édaphique des espèces (suite) | 119 |
| Tableau 22 | : Préférence saisonnière des espèces | 127 |
| Tableau 23 | : Itinéraires techniques expérimentés | 168 |
| Tableau 24 | : Synthèse des conditions de développement des principales mauvaises herbes du Nord-Cameroun | 182 |

FIGURES

| | | |
|------------|---|-----|
| Figure 1 | : Schéma directeur de l'étude | 10 |
| Figure 2 | : Classification des herbicides en fonction de leur sélectivité, de leur technique d'application et de leur mode d'action (d'après Akobundu 1987) | 32 |
| Figure 3 | : Comparaison de l'enherbement des parcelles de maïs en culture manuelle et en culture encadrée en Côte d'Ivoire (Bigot & Raymond 1991) . . . | 34 |
| Figure 4 | : Le Cameroun en Afrique | 34 |
| Figure 5 | : Le Nord-Cameroun | 35 |
| Figure 6 | : Carte de pluviosité (d'après Callède 1972 <i>in</i> Brabant & Gavaud 1985) | 37 |
| Figure 7 | : Pluviométrie annuelle depuis 1975 (SODECOTON 1991) | 39 |
| Figure 8a | : Pluviométrie décadaire 1991, moy, mini et maxi (SODECOTON 1991) | 40 |
| Figure 8b | : Pluviométrie décadaire 1991, moy, mini et maxi (SODECOTON 1991) | 41 |
| Figure 9 | : Répartition générale des sols (Brabant & Gavaud 1985) | 44 |
| Figure 10 | : Unités phytogéographiques du Nord-Cameroun selon White (1983) et selon Letouzey (1985) | 48 |
| Figure 11 | : Esquisse des formations végétales (d'après Fotius 1982 & Letouzey 1985 <i>in</i> Brabant & Gavaud 1985) | 50 |
| Figure 12 | : Principales ethnies du Nord-Cameroun (Roupsard 1987) | 55 |
| Figure 13 | : Localisation des 18 zones étudiées au Nord-Cameroun | 65 |
| Figure 14 | : Exhaustivité des différentes méthodes de relevés floristiques (Maillet 1981) | 67 |
| Figure 15 | : Comportement des espèces selon leur fréquence relative et leur entropie (Guillerm 1978) | 77 |
| Figure 16 | : Présentation de l'ACPVI (Y,X) | 82 |
| Figure 17 | : Analyse séquentielle des données par ACPVI successives | 86 |
| Figure 18 | : Richesse floristique parcellaire | 93 |
| Figure 19 | : Entropie des espèces en fonction de leur fréquence relative | 96 |
| Figure 20 | : Diagramme d'infestation | 102 |
| Figure 21a | : Nuage des relevés sur le plan factoriel (1 2) | 108 |
| Figure 21b | : Nuage des relevés sur le plan factoriel (2 3) | 108 |
| Figure 22a | : Corrélation des facteurs du milieu avec les axes (1 2) | 109 |
| Figure 22b | : Corrélation des facteurs du milieu avec les axes (2 3) | 111 |
| Figure 23a | : Mise en évidence des relevés sur vertisol (PE3), fersialitique (PE5), planosol (PE2), cordon dunaire (PE6), hydromorphe (PE4) sur le plan (1 2) | 112 |
| Figure 23b | : Mise en évidence des relevés sur vertisol (PE3), fersialitique (PE5), planosol (PE2), cordon dunaire (PE6), hydromorphe (PE4) sur le plan (2 3) | 112 |
| Figure 24a | : Mise en évidence des relevés sur ferrugineux (PE1) sur le plan (1 2) | 112 |
| Figure 24b | : Mise en évidence des relevés sur ferrugineux (PE1) sur le plan (2 3) | 112 |
| Figure 25a | : Mise en évidence des relevés sur alluvions (PE7) et peu évolués (PE8) sur le plan (1 2) | 112 |
| Figure 25b | : Mise en évidence des relevés sur alluvions (PE7) et peu évolués (PE8) sur le plan (2 3) | 112 |
| Figure 26a | : Covariance des espèces sur le plan (1 2) | 113 |
| Figure 26b | : Covariance des espèces sur le plan (2 3) | 114 |
| Figure 27a | : Corrélation des espèces avec les axes (1 2) | 115 |
| Figure 27b | : Corrélation des espèces avec les axes (2 3) | 116 |

| | | |
|------------|--|-----|
| Figure 28a | : Nuage des relevés sur la plan factoriel (1 2) | 120 |
| Figure 28b | : Nuage des relevés sur la plan factoriel (1 3) | 120 |
| Figure 29a | : Corrélation des facteurs avec les axes factoriels (1 2) | 121 |
| Figure 29b | : Corrélation des facteurs avec les axes factoriels (1 3) | 122 |
| Figure 30a | : Relevés de début de cycle (PA1) sur le plan (1 2) | 123 |
| Figure 30b | : Relevés de début de cycle (PA1) sur le plan (1 3) | 123 |
| Figure 31a | : Relevés de milieu de cycle (PA2) sur le plan (1 2) | 123 |
| Figure 31b | : Relevés de milieu de cycle (PA2) sur le plan (1 3) | 123 |
| Figure 32a | : Relevés de fin de cycle (PA3) sur le plan (1 2) | 123 |
| Figure 32b | : Relevés de fin de cycle (PA3) sur le plan (1 3) | 123 |
| Figure 33 | : Covariance des espèces sur la plan (1 2) | 125 |
| Figure 34 | : Corrélation des espèces avec les axes (1 2) | 126 |
| Figure 35 | : Nuage des relevés sur le plan (1 2) | 129 |
| Figure 36 | : Corrélation des facteurs du milieu avec les axes (1 2) | 130 |
| Figure 37 | : Mise en évidence des parcelles non labourées (TE1) | 131 |
| Figure 38 | : Mise en évidence des parcelles labourées mécaniquement (TE3) | 131 |
| Figure 39 | : Mise en évidence des parcelles jeunes (DF1), (DF2) | 131 |
| Figure 40 | : Mise en évidence des parcelles âgées (DF4), (DF5) | 131 |
| Figure 41 | : Mise en évidence des parcelles herbicides (HE2) | 131 |
| Figure 42 | : Mise en évidence des parcelles herbicides depuis longtemps (AD3), (AD4) | 131 |
| Figure 43 | : Covariance des espèces sur le plan (1 2) | 133 |
| Figure 44 | : Corrélation des espèces avec les axes (1 2) | 134 |
| Figure 45 | : Sites d'observations phénologiques | 144 |
| Figure 46 | : Phénogramme | 146 |
| Figure 47 | : Pluviométrie décadaire des sites d'observation | 147 |
| Figure 48 | : Phénogrammes de <i>Commelina benghalensis</i> | 149 |
| Figure 49 | : Phénogrammes de <i>Launaea chevalieri</i> | 150 |
| Figure 50 | : Phénogrammes de <i>Digitaria horizontalis</i> | 151 |
| Figure 51 | : Phénogrammes d' <i>Ipomoea eriocarpa</i> | 152 |
| Figure 52 | : Phénogrammes d' <i>Oldenlandia corymbosa</i> | 153 |
| Figure 53 | : Phénogrammes de <i>Striga hermonthica</i> | 154 |
| Figure 54 | : Phénogrammes de <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | 155 |
| Figure 55 | : Phénogrammes d' <i>Hyptis spicigera</i> | 156 |
| Figure 56 | : <i>Launaea chevalieri</i> O. Hoffmann & Muschler (Kamga, Le Bourgeois) | 164 |
| Figure 57 | : <i>Commelina benghalensis</i> Linnaeus (Kamga, Le Bourgeois) | 167 |
| Figure 58 | : Densité de <i>Commelina benghalensis</i> | 170 |
| Figure 59 | : Hauteur de <i>Commelina benghalensis</i> | 170 |
| Figure 60 | : Recouvrement de <i>Commelina benghalensis</i> | 171 |

PHOTOGRAPHIES

| | | |
|---------|---|-----|
| Photo 1 | : <i>Commelina benghalensis</i> , réinfestation à partir des andains de sarclage (Le Bourgeois) | 30 |
| Photo 2 | : <i>Launaea chevalieri</i> , infestation en tâches (Le Bourgeois) | 161 |
| Photo 3 | : Premiers symptômes de <i>Septoria</i> sp. sur <i>Launaea chevalieri</i> (Le Bourgeois) | 165 |
| Photo 4 | : Symptômes étendus de <i>Septoria</i> sp. sur <i>Launaea chevalieri</i> (Le Bourgeois) | 165 |

INTRODUCTION

Les mauvaises herbes, "ces plantes qui poussent de façon indésirable là où elles n'ont pas été intentionnellement plantées" (Okigbo 1978), sont plus dommageables aux cultures des pays en voie de développement et les agriculteurs de ces régions consacrent plus de temps à les combattre que dans toute autre partie du monde (Akobundu 1987). C'est aussi dans ces régions, ajoute cet auteur, que se trouve le plus petit nombre de malherbologues se consacrant à l'étude des mauvaises herbes et aux moyens de lutter contre elles.

Face à cette situation très préoccupante dans les pays en voie de développement, ces dernières décennies ont vu la promotion, de la part des organisations nationales et internationales, de l'utilisation des herbicides pour moderniser et intensifier la production agricole (Liebman & Altieri 1987, Déat 1978b, Déat 1981a).

Les systèmes de cultures développés actuellement dans les pays d'Afrique soudano-sahélienne sont orientés principalement dans un but de productivité accrue souvent au détriment de l'équilibre écologique. Les mauvaises herbes, par leur présence et leur degré d'infestation jouent un rôle prépondérant dans le calendrier de travail au niveau de l'exploitation, l'itinéraire technique de chaque culture et le choix de la rotation. La gestion de l'enherbement devient l'un des principaux facteurs permettant l'intensification des cultures et la valorisation de nouvelles techniques. Pourtant, la lutte contre les mauvaises herbes se résume trop souvent à une action défensive visant à protéger une culture, plutôt qu'à une action offensive visant à maîtriser le développement d'un organisme suffisamment connu pour utiliser les méthodes les plus appropriées à une situation donnée. Aussi la pratique générale consiste-t-elle à essayer de lutter contre "les mauvaises herbes" d'une culture donnée à l'aide de techniques mécaniques ou chimiques sélectives de la culture et globalement efficace contre l'enherbement. Cet enherbement demeure une entité peu précise au comportement variable d'une situation à une autre. Aussi, le maintien de l'enherbement en dessous d'un "seuil de nuisibilité"¹ (Caussanel 1989), n'est pas toujours obtenu. De plus, l'utilisation répétée d'herbicides favorise la sélection d'espèces non sensibles devenant de plus en plus dommageables aux cultures (Déat *et al.* 1983). Cet état des choses est en grande partie dû à une méconnaissance de ces enherbements, quant à leur composition et leur diversité spécifique et quant à l'écologie et la biologie des espèces qui les composent.

Or la connaissance de la composition de cette flore et de son évolution sous l'effet des facteurs environnementaux ou phytotechniques est un préalable indispensable à toute amélioration des techniques de lutte contre les mauvaises herbes (Barralis & Chadoeuf 1980). L'acquisition de ces connaissances nécessite d'aborder l'étude des mauvaises herbes en amont des études appliquées concernant la lutte proprement dite (Maillet 1992).

¹Le seuil de nuisibilité biologique correspond à la densité de mauvaises herbes à partir de laquelle une perte de rendement est statistiquement décelable (Caussanel 1989).

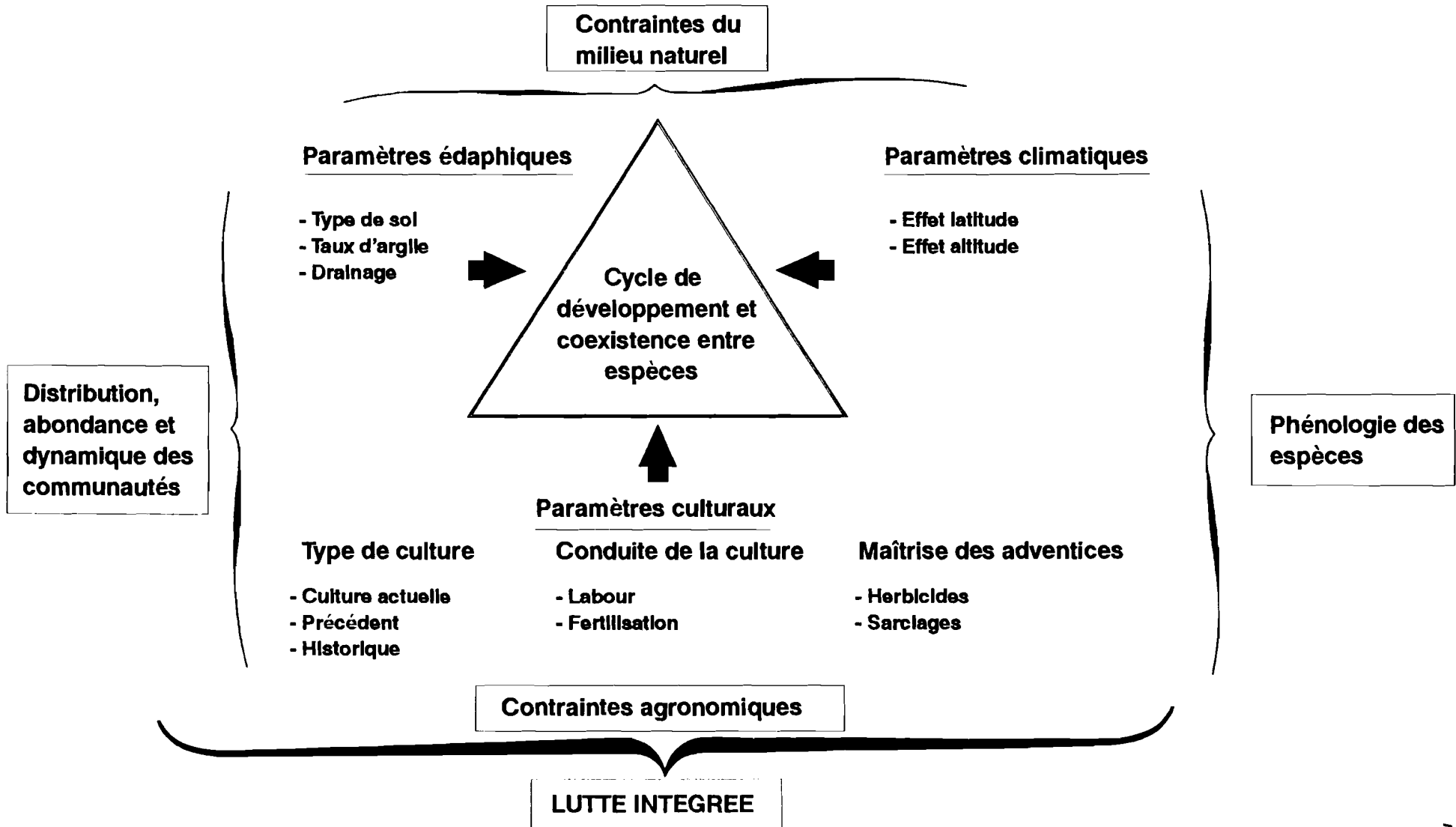


Figure 1 : Schéma directeur de l'étude

Les préconisations visant à améliorer les systèmes de culture, doivent concilier l'aménagement durable de l'espace rural et le maintien des potentialités du système de production, ce que les anglo-saxons appellent "sustainability" (Plucknett 1990, Russel & Dowswell 1990, Dekker 1991). Aussi la mise en oeuvre d'une gestion à long terme des enherbements doit-elle intégrer différents niveaux d'études dans le cadre de recherches pluridisciplinaires, depuis les individus, les populations, les communautés jusqu'aux biocénoses dans les systèmes de culture (Barbault 1984, Maillet 1992). C'est par cette approche intégrant les différents niveaux de perception des communautés de mauvaises herbes que j'ai souhaité développer cette étude, pour essayer d'apporter de nouvelles connaissances sur les processus mis en jeu dans le développement des mauvaises herbes, de façon à permettre l'évolution des techniques de culture vers une plus grande stabilisation des systèmes de production.

Pour cela, ce travail tentera de répondre à une série de questions qui sont à la base de la compréhension du développement des communautés de mauvaises herbes (figure 1) :

- quelle est la composition floristique de ces communautés et leur diversité régionale et saisonnière ?
- quels sont les facteurs écologiques (naturels et agronomiques) responsables du développement et de l'évolution de ces communautés ?
- quels sont les caractéristiques biologiques et physiologiques (cycle de développement) de ces espèces qui leur permettent de s'adapter aux conditions écologiques de l'environnement agricole ?
- comment l'acquisition de ces connaissances peut-elle nous amener à faire évoluer les pratiques culturales vers une meilleur gestion de l'enherbement ?

Si Maillet (1981) situe les premières études de groupements végétaux caractéristiques des milieux cultivés, dans les années 50 avec les travaux de phytosociologues tels que Braun-Blanquet *et al.* 1951, Gounot 1958, elles se sont beaucoup développées à partir des années 60 avec Aymonin 1965 1973, Guillerm 1969, Guillerm *et al.* 1975, Brauri-Blanquet 1970, Barralis & Salin 1973, Montégut 1974, Montégut 1979, Barralis 1976, Rouyer 1977, Fort 1979, Delpech 1980, Sutisna 1980, Maillet 1981, 1992, Loudyi 1985, Debaeke 1987... Dans le même sens, Akobundu (1987) montre l'intérêt croissant porté à l'écologie des mauvaises herbes et à l'étude des relations mauvaises herbes / culture, depuis les années 1980.

Parmi tous ces travaux, peu de références concernent l'Afrique soudano-sahélienne. Les premières études de communautés de mauvaises herbes dans cette région remontent à la fin des années 1980 avec les travaux d'Hoffmann (1986) et de Fontanel (1987a) qui

portaient sur la comparaison de flores de terroir. Les premières études à vocation régionale ont débuté en 1988 au Burkina Faso dans les principales cultures céréalières (Traoré 1991) et au Nord-Cameroun dans les systèmes de culture à base de cotonnier, travail qui est à la base de la présente analyse.

L'étude présentée, porte sur les mauvaises herbes des cultures annuelles des systèmes de culture à base de cotonnier, dans la partie septentrionale du Cameroun. La région cotonnière du Nord-Cameroun a été choisie pour sa grande diversité et sa bonne représentativité des situations pédo-climatologiques et agronomiques des zones de savanes à une saison des pluies. Elle est apparue comme un lieu d'investigation tout à fait approprié, pour cette étude de phyto-écologie des communautés de mauvaises herbes, en vue de l'extrapolation des résultats aux autres pays de la zone de savanes.

Le chapitre 1 fait le point sur la notion de "mauvaise herbe" pas toujours très précise et situe l'importance du problème en Afrique soudano-sahélienne. Si peu d'études ont été réalisées sur les communautés de mauvaises herbes de cette région selon une approche phyto-écologique, différents travaux expérimentaux ont mis en évidence des relations existant entre le développement de certaines espèces et différentes pratiques culturales, dans cette région. Afin de bien cerner l'environnement agricole dans lequel le travail a été effectué, la fin de ce chapitre est consacrée à la présentation de la région cotonnière du Cameroun.

Le chapitre 2 aborde l'étude des communautés de mauvaises herbes, par la caractérisation de la flore adventice régionale et l'analyse des facteurs écologiques (naturels et agronomiques) qui contribuent au développement de ces communautés. Cette analyse permettra de comprendre comment le développement des communautés est lié à l'amplitude d'habitat et au degré d'infestation des principales espèces.

Le chapitre 3 concerne l'étude du développement phénologique de quelques espèces dans les conditions de cultures et l'impact des pratiques culturales sur cette phénologie. Il met en évidence l'intérêt de ces connaissances pour l'élaboration de nouveaux itinéraires techniques visant à mieux maîtriser l'enherbement.

Le chapitre 4 est une discussion générale présentant les principales régions pédo-climatiques et agricoles du Nord-Cameroun et leur flore de base, établies à partir des résultats de l'étude. Elle aborde également la façon dont les agriculteurs connaissent et perçoivent les mauvaises herbes.

Cette démarche s'inscrit comme un des éléments d'une approche pluridisciplinaire qui devrait amener les agriculteurs, les encadreurs et les chercheurs vers une meilleure appréhension des mauvaises herbes et une meilleure maîtrise des enherbements et de l'environnement agricole.

CHAPITRE 1

LES MAUVAISES HERBES ET LES ITINERAIRES TECHNIQUES, LA REGION D'ETUDE

1. NOTIONS DE "MAUVAISE HERBE"

"Mauvaises herbes" et "adventices" en français, "weeds" en anglais et "unkraut" en allemand sont peut-être les termes les plus importants de la malherbologie et cependant leurs définitions posent des difficultés insurmontables (Godinho 1984). Si le terme adventice a un sens écologique (plante introduite accidentellement dans des milieux modifiés par l'homme), le terme mauvaise herbe a un sens malherbologique (plante indésirable là où elle se trouve) (AFNOR¹ 1977). Par contre les termes anglais et allemand véhiculent les deux notions et ne sont pas toujours faciles à définir clairement : "weeds are familiar objects ; yet, they are not always easy to define" (Anderson 1977 in Godinho 1984).

Pourtant même en français le terme de "mauvaise herbe" n'est pas toujours satisfaisant. En effet, la définition un peu directe et brutale de l'AFNOR (1977) peut susciter des ambiguïtés dans sa compréhension. En la suivant au sens strict, on peut penser que les arbres de la forêt amazonienne sont des "mauvaises herbes" pour les personnes chargées de tracer la route trans-amazonienne (Hallé, c. p.). Aussi, il est nécessaire de préciser que le statut de "mauvaise herbe" ne devrait être attribué qu'à une plante installée postérieurement à une activité humaine et ayant un effet nuisible direct ou indirect.

Cette notion de "mauvaise" n'a pas une valeur absolue, d'ailleurs Aymonin (1973) de façon plus objective, qualifie les "mauvaises herbes" d'éléments "commensaux" du cultivar, sans préjuger d'effet positif ou négatif. Koch *et al.* (1982) précise qu'il s'agit de plantes plus nuisibles qu'utiles, même après que leur effet bénéfique (maintien du sol, apport d'azote des légumineuses, nourriture...), ait été pris en compte. Dans le même sens, Altieri (1987) montre que dans les agroécosystèmes traditionnels, notamment au Mexique, les paysans maintiennent en association avec la culture, certaines espèces qu'ils appellent "buen monte" (good weeds) et n'éliminent que les "mal monte" (bad weeds). En effet, dans de nombreux systèmes traditionnels en région tropicale, différentes "mauvaises herbes" sont maintenues dans les champs et utilisées à des fins diverses (nourriture, médecine, cérémonies religieuses, amélioration du sol...) (Ruthenberg 1976, Chacon & Gliessman 1982, Gliessman 1988).

Aussi le terme général de "Mauvaise" herbe, utilisé en France pour nommer les espèces végétales croissant dans les parcelles cultivées, sans y avoir été intentionnellement plantées est assurément peu adéquat, mais la langue française n'en possède pas encore d'autre. Dans le cadre de cette étude, le terme de "mauvaise herbe" sera utilisé pour désigner l'ensemble des espèces appartenant à la flore des parcelles cultivées, sans préjuger de leur action sur la culture.

¹AFNOR : Agence Française de Normalisation

2. PERTES OCCASIONNÉES PAR LES MAUVAISES HERBES

Les mauvaises herbes sont une des principales contraintes biologiques qui affectent la production alimentaire mondiale et plus particulièrement celle des pays en voie de développement (Orkwor 1983). Zimdhal (1980) dans son livre "Crop Weed Competition", cite 586 références sur les pertes de rendement dues aux mauvaises herbes. Mais c'est en effet en zone tropicale que l'estimation des pertes de production est la plus élevée, avec 25 % contre 5 % dans les pays développés (Parker & Fryer 1975). Déjà, la première analyse sur les pertes mondiales de production dues aux mauvaises herbes (Cramer 1967) montrait qu'en Afrique ces pertes étaient de l'ordre de 10 à 56 % .

En premier lieu, les mauvaises herbes peuvent avoir un effet négatif direct par compétition avec la culture vis à vis des éléments nécessaires à la croissance (eau, nutriments, lumière, espace de développement) (Longchamp 1977, Barralis 1977, Koch *et al.* 1982). Cette compétition est d'autant plus importante en début de culture, qu'aux premiers stades de développement, les mauvaises herbes absorbent plus vite les nutriments que la culture (Sankaran & Mani 1975 *in* Okafor & Zitta 1991).

Différentes estimations de perte de production ont été recensées, concernant les cultures de la rotation cotonnière en Afrique soudano-sahélienne.

Les pertes pour une culture de cotonnier sont évaluées à 35 % si les mauvaises herbes ne sont pas contrôlées pendant le premier mois après le semis (Déat 1977b). Elles peuvent s'élever à 90 % dans le cas d'une compétition avec *Cyperus rotundus* en culture irriguée au Soudan (Salt 1961).

Au Togo, une culture de maïs sarclée à deux reprises présente des pertes de rendement de 15 % tandis que la même culture non sarclée accuse 85 % de pertes (Schmidt *et al.* 1983).

En culture d'arachide pluviale au Soudan, des pertes de 63 à 88 % peuvent être enregistrées (Hamdoun 1977, Hamdoun & El Tigani 1977).

Toutes ces valeurs ne sont qu'indicatrices. En effet, Koch *et al.* (1982) montrent qu'une même culture peut réagir différemment à la compétition des mauvaises herbes en fonction des conditions écologiques du site et des conditions climatologiques de l'année.

Un cas particulier de dégât direct occasionné par les mauvaises herbes à une culture est le parasitisme. Le principal problème dans ce domaine, en Afrique tropicale, est dû au genre *Striga* et plus particulièrement à trois espèces de ce genre (*S. hermonthica*, *S. asiatica*, *S. gesnerioides*) (FAO 1993). Le genre *Striga* est présent dans 40 % des terres arables subsahariennes et occasionne des pertes moyennes de production céréalière (maïs, sorgho, mil) de 48 % (Mboob 1989). *S. asiatica* induit des pertes de récolte en maïs de 15 à 65 % (Agboblí & Huguenin 1987), tandis que les pertes de production de sorgho dues à

| ESPECES | MALADIES | ARTHROPODES | NEMATODES |
|-----------------------------|----------|-------------|-----------|
| <i>Amaranthus spinosus</i> | - | 9 | 8 |
| <i>Brachiaria deflexa</i> | - | - | 1 |
| <i>Cyperus distans</i> | - | 1 | - |
| <i>Cyperus esculentus</i> | - | 7 | 6 |
| <i>Cyperus rotundus</i> | 1 | 4 | 19 |
| <i>Cynodon dactylon</i> | - | 11 | 12 |
| <i>Echinochloa colona</i> | 1 | 14 | 3 |
| <i>Eleusine indica</i> | 3 | 5 | 7 |
| <i>Imperata cylindrica</i> | - | 5 | - |
| <i>Leersia spp.</i> | 1 | - | - |
| <i>Panicum maximum</i> | - | 1 | 2 |
| <i>Paspalum orbiculare</i> | - | 1 | 1 |
| <i>Pennisetum purpureum</i> | - | 1 | - |
| <i>Portulaca oleracea</i> | - | 3 | 6 |
| <i>Setaria barbata</i> | - | - | 1 |

Tableau 1: Mauvaises herbes hôtes de maladies et de ravageurs (d'après Akobundu 1987)

| CULTURE | TEMPS |
|-----------|-------|
| COTONNIER | 33 |
| MAIS | 13 |
| SORGHO | 23 |
| ARACHIDE | 16 |

Tableau 2 : Temps de sarclage manuel par culture au Mali (jours de travail / hectare) (Persoons 1988)

| CULTURE | TEMPS EN % | REFERENCE | |
|-----------|-----------------------|-------------------------|--|
| COTONNIER | 23-32 % 29% | Togo Mali | Faure 1982 Raymond <i>et al.</i> 1990b |
| MAIS | 6 % 19-46 % 13% | Togo Nigeria Mali | Faure 1982 Orkwor 1983 Raymond <i>et al.</i> 1990b |
| SORGHO | 20-30 % 37% 41% | Togo Nigeria Mali | Faure 1982 Orkwor 1983 Raymond <i>et al.</i> 1990b |
| ARACHIDE | 23 % 15% | Togo Mali | Faure 1982 Raymond <i>et al.</i> 1990b |

Tableau 3 : Pourcentage de temps consacré au désherbage manuel par rapport au travail total de la culture

| CULTURE | MAIS | | | | SORGHO | | ARACHI-DE | COTON | |
|-------------|------|----|----|----|--------|-----|-----------|-------|-----|
| AGE | 2 | 2 | <5 | <5 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 | 3-4 |
| nbr. sarcl. | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 | 2 | 2 | 2 | 3 |
| temps j/ha | 14 | 24 | 30 | 52 | 14 | 26 | 26 | 26 | 40 |

Tableau 4 : Temps consacré au désherbage au Togo en fonction de l'âge de la parcelle et du nombre de sarclage (Faure 1982).

S. hermonthica au Nigéria s'échelonnent entre 10 et 90 % (Gworgwor & Weber 1991). Globalement les attaques de *Striga* en Afrique se traduisent par une perte directe de revenus estimée à 2,9 milliards \$US (Sauernborn 1991).

Les phénomènes d'allélopathie entre les mauvaises herbes et les cultures interviennent également dans les pertes de rendement, cependant ils sont rarement différenciés des phénomènes de compétition (Rice 1984) car au champ, il est impossible de dissocier les deux mécanismes (Putman & Weston 1986). Fontar & Thomas (1992) en synthétisant différentes études ont répertorié les différentes espèces reconnues pour avoir un effet allélopathique sur les cultures. Par exemple, *Cyperus esculentus* a un effet dépressif sur le maïs et le soja, par émission de substances allélopathiques (Drost & Doll 1980).

Les mauvaises herbes peuvent également jouer un rôle négatif indirect sur la production agricole. La présence de semences ou de débris végétaux peut réduire la qualité de la récolte et en diminuer la valeur commerciale (Orkwor 1983). La présence de graines de *Rottboellia cochinchinensis* dans une récolte de maïs ou de riz, en réduit le prix ou peut empêcher son utilisation pour la semence (Akobundu 1987). Le prix du coton graine au Cameroun est fonction de sa propreté (SODECOTON 1991). D'autre part, les mauvaises herbes peuvent servir d'hôtes secondaires pour différents ravageurs des cultures, insectes ou maladies. Au Soudan, Gameel (1965) a répertorié un cinquantaine de mauvaises herbes donnant refuge à *Bemisia tabaci* ravageur du cotonnier. Shetty (1987) a identifié 14 *Poaceae* servant d'hôte intermédiaire au mildiou du mil. Le tableau 1 extrait de Akobundu (1987) donnent un aperçu du rôle de certaines espèces comme hôtes secondaires de ravageurs des cultures.

3. CONTRAINTES IMPOSEES PAR LES MAUVAISES HERBES SUR LE SYSTEME DE CULTURE

Dans les systèmes traditionnels d'Afrique soudano-sahélienne, les surfaces cultivées sont fonction du potentiel de main d'oeuvre nécessaire à la maîtrise de l'enherbement. Le désherbage manuel absorbe couramment 20 à 50 % du travail total, de la préparation du terrain à la récolte (Scalla 1991). Dans une étude sur 5 villages au Togo, Faure (1990) montre que sarclage et buttage représentent 18 à 42 % du temps de travail passé au champ. Les tableaux 2 et 3 indiquent quelques valeurs -absolues et relatives- du temps consacré au désherbage dans différentes situations (culture, pays). Ce temps varie beaucoup en fonction de l'âge de la parcelle et du nombre de sarclages effectués (Faure 1982) (tableau 4). Ce même auteur montre que le temps de sarclage varie de 10 à 16 j/ha en fonction du degré d'enherbement. Les observations faites au Togo depuis 1982 montrent que si le nombre de sarclages n'augmente pas de façon significative avec le nombre des années de culture d'une

| PAYS | COTE D'IVOIRE* | BURKINA FASO* | MALI** |
|---------------------|-----------------------|----------------------|------------------|
| C. MANUELLE | 0,42 | 0,43 | 0,50-0,60 |
| C. ATTELEE | 0,59 | 0,65 | 0,80 |
| C. MOTORISEE | 1,16 | 1,05 | 0,75-0,85 |

Tableau 5 : Superficies cultivées par actif permanent (en hectares) suivant le niveau de mécanisation et le pays (d'après *Bigot 1987,**SEDES 1985 in Persoons 1987)

parcelle, par contre la durée du sarclage augmente (Raymond *et al.* 1990b). Ducros (1983) précise que le sarclage est d'autant plus long qu'il est effectué tardivement. Au Sénégal, il enregistre des temps de sarclage de 40 heures/ha lorsque celui ci intervient moins de 30 jours après la préparation du sol, tandis qu'il passent à 80 heures/ha au delà de 40 jours.

En culture attelée ou motorisée, l'utilisation du corps sarcler permet de réduire considérablement les temps de travaux. Le sarclage ne nécessite que 1,5 j/ha auquel s'ajoutent 3 à 6 j/ha de sarclage manuel sur la ligne (Faure 1982). Cette technique est utilisée essentiellement pour le premier sarclage et le buttage (Sigrist 1992), par la suite la culture est trop développée pour permettre le passage des outils. La mécanisation de l'exploitation se traduit généralement par une augmentation des surfaces cultivées. Le tableau 5 donne une idée des surfaces cultivées dans différents pays, par actif permanent, en fonction du niveau de mécanisation (Persoons 1987).

Le désherbage chimique de pré-levée permet un gain de temps important en éliminant ou en retardant le premier sarclage ou tout au moins en le facilitant considérablement. Il permet ainsi d'améliorer le calendrier agricole en dégageant du temps au moment des sarclages, qui peut être reporté sur d'autres activités. Gaborel (1987), Cousinié & Djagni (1990) montrent en culture cotonnière au Bénin et au Togo des gains de temps de 15 à 17 journées de 6 heures par hectare et un gain de rendement de 35 % par rapport à un travail manuel. Pourtant le traitement herbicide n'est pas toujours valorisé lorsque pour des raisons de démarrage ou d'apport d'engrais l'agriculteur doit travailler manuellement son champ ce qui a pour effet de détruire le film d'herbicide et d'annihiler l'action du produit (Sigrist 1992).

Le coût réel du désherbage dans les petites exploitations traditionnelles est difficile à chiffrer dans la mesure où la main d'oeuvre est essentiellement familiale ou organisée en travaux collectifs villageois, donc non rémunérée. Par contre, dès qu'il s'agit de main d'oeuvre salariée le coût du désherbage manuel est très élevé, de 280 FF/ha (Sigrist 1992) à 580 FF/ha (Gérardeaux, 1991).

En culture attelée ou motorisée chaque passage, lorsqu'il nécessite la location du matériel, revient à 240 ou 360 FF/ha selon qu'il s'agit d'un attelage ou d'une petite motorisation. L'utilisation d'herbicide de prélevée revient de 200 à 280 FF/ha (Sigrist 1992, Chabrier 1986) auquel il convient d'ajouter le prix du sarclage complémentaire (80 à 300 FF/ha d'après Gérardeaux 1991)

Dans le calendrier de travail de l'exploitation, les premiers sarclages des cultures vivrières précoces entrent en "concurrence" avec la préparation des sols et les semis des cultures cotonnières et vivrières tardives (Raymond *et al.* 1990b, Le Bourgeois *et al.* 1992). Ainsi, en culture traditionnelle, il est fréquent que l'un ou l'autre de ces travaux soit mal réalisé du fait de l'enherbement trop développé. Au Togo, Lamboni *et al.* (1992) montrent que le

sarclage est l'activité la plus consommatrice de temps pendant la saison de culture, notamment à une période où certains labours et semis sont encore à réaliser. La priorité est donnée à ces derniers au détriment des sarclages ce qui se traduit par de forts enherbements donc un travail ultérieur plus pénible et plus exigeant en temps. Le problème du manque de main d'oeuvre potentielle au moment de la mise en place des cultures a amené les structures de recherches et les sociétés de développement à expérimenter et à préconiser la mécanisation qui permet d'accélérer le travail et l'utilisation d'herbicides afin de différer et de faciliter le premier sarclage.

L'intensification des cultures et la valorisation des intrants (engrais, pesticides...) nécessitent une bonne maîtrise de l'enherbement. De nombreuses études montrent que la fertilisation est d'autant plus efficace que la maîtrise de l'enherbement est meilleure (Alkamper & Do van Long 1978, Ampong-Nyarko 1983, Okafor & Zitta 1991).

Le choix des itinéraires techniques et des rotations doivent parfois être élaborés en fonction de certaines contraintes d'ordre malherbologique. C'est ainsi qu'au Bénin, l'apport de fumure organique (terre de parcage des zébus) n'est plus préconisé sur le cotonnier mais sur le maïs désherbé chimiquement car les infestations d'*Ipomoea eriocarpa*, liées à l'apport de ce type de fumure, sont mieux maîtrisées par l'atrazine (Gaborel 1987).

La rotation des cultures et des pratiques qui leur sont associées prennent alors toute leur signification pour une gestion des enherbements. Ces rotations sont pourtant encore assez peu pratiquées (Akobundu 1987), mais de plus en plus préconisées par la recherche et les sociétés de développement.

Par exemple, la culture continue de sorgho est proscrite sur les parcelles très infestées de *Striga* spp.. On préconise alors une rotation avec des plantes pièges "faux hôtes" (cotonnier, arachide,...) qui permettent la germination mais pas la croissance complète du parasite et l'utilisation de variété tolérantes voire résistantes (Sallé & Raynal-Roques 1989).

4. EFFET DES TECHNIQUES DE CULTURE SUR LES MAUVAISES HERBES

4.1. PRESENTATION

En plus des facteurs naturels d'ordre écologique (climat, sol, ...) qui permettent ou non le développement de certaines espèces végétales, l'enherbement d'une parcelle est soumis aux effets combinés des différents éléments du système de culture que sont l'âge de la parcelle, la rotation et les différentes étapes des itinéraires techniques employés. De nombreuses études ont été entreprises en région soudano-sahélienne pour essayer de mesurer l'impact des différents éléments du système cultural sur les mauvaises herbes, la diversité de la flore et son évolution, le développement des espèces. La plupart de ces travaux portent sur l'effet d'un facteur : le travail du sol (Ayeni *et al.*, 1984a), le précédent cultural (Déat *et al.* 1977), la lutte chimique (très nombreuses publications depuis les années 70, parmi lesquelles : Deuse & Jan 1974, Déat 1974 1978b, Sanogo 1978, Déat & Touré 1983, Marnotte 1984, Martin & Gérardeaux 1990...) ; d'autres font intervenir l'effet combiné de plusieurs facteurs : fumure et travail du sol (Marnotte 1984), rotation, fumure et travail du sol (Fontanel 1987a), herbicide et travail du sol (Chase & Appleby 1979)... Ces travaux s'appuient généralement sur des expérimentations en milieu contrôlé, afin de bien cerner l'action du ou des facteurs mis en jeu.

Plus récemment, des études sur la flore adventice en milieu réel -enquêtes et suivis d'enherbement sur des parcelles d'agriculteurs- ont commencé à se développer au Togo (Schmid *et al.* 1983), en Côte d'Ivoire (Hoffmann 1986), au Sénégal (Fontanel 1987), au Burkina-Faso (Traoré 1991), afin de caractériser les flores en fonction des systèmes de culture.

De l'ensemble de ces travaux, j'ai extrait quelques principes généraux concernant les relations existant entre le développement des mauvaises herbes et les systèmes de culture à base de cotonnier en Afrique soudano-sahélienne.

4.2. L'AGE DE LA PARCELLE

Dans les systèmes de culture traditionnels encore majoritaires en Afrique francophone surtout dans les régions à faible densité de population, l'agriculture est généralement extensive et itinérante (Schmid *et al.* 1983, Hoffmann 1986). Après défrichement du milieu naturel ou d'une jachère ancienne, la parcelle est cultivée durant quelques années (5 à 20 ans) puis laissée en jachère. Cet abandon à deux raisons principales, l'une est la baisse de fertilité des sols, l'autre est l'impossibilité pour l'agriculteur de maîtriser un enherbement devenu de plus en plus abondant au cours des années de cultures (Akobundu 1987,

| Espèces | Graines / Plante | Source |
|-------------------------------|------------------|----------------------------|
| <i>Bidens pilosa</i> | 3 000 - 6 000 | Holm <i>et al.</i> 1977 |
| <i>Digitaria horizontalis</i> | 12 000 | Akobundu 1987 |
| <i>Ageratum conizoides</i> | 40 000 | Holm <i>et al.</i> 1977 |
| <i>Echinochloa colonum</i> | 42 000 | Mercado & Talatala, 1977 |
| <i>Striga hermonthica</i> | 40 000 - 100 000 | Salle & Raynal-Roques 1989 |
| <i>Eleusine indica</i> | 50 000 - 135 000 | Holm <i>et al.</i> 1977 |
| <i>Striga lutea</i> | 90 000 | Holm <i>et al.</i> 1977 |
| <i>Amaranthus spinosus</i> | 235 000 | Holm <i>et al.</i> 1977 |

Tableau 6 : Production de graines / individu représentatif de l'espèce (d'après Akobundu 1987)

Raymond *et al.* 1990b, Faure 1990). Au Togo, une parcelle de plus de 5 ans nécessite 20 % de travail supplémentaire par rapport à une parcelle issue de défriche, pour un même niveau d'enherbement (Faure 1990). Par ailleurs, Schmid *et al.* (1983) montrent qu'à partir de la 5^{ème} année de culture continue, la diversité floristique globale diminue et qu'il se produit des changements de flore. Cela se traduit par une disparition d'espèces originaires des milieux naturels et un développement d'espèces adaptées aux conditions de culture (*Digitaria horizontalis*, *Acalypha segetalis*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Tridax procumbens*...). On assiste à une spécialisation de la flore au cours du temps par sélection des espèces caractérisées par les propriétés suivantes :

- cycle court : 46 jours pour *Tridax procumbens* (Koffi Niéré 1981)
- production importante de graines : tableau 6
- capacité de régénération après sarclage *Imperata cylindrica*, *Cyperus rotundus*,... (Akobundu 1987)

Par exemple, au Ghana, *Cyperus rotundus* devient un problème majeur après 3 à 4 saisons de culture intensive de maïs (Ampong-Nyarko 1983).

Les jachères jouent un rôle très important dans les processus d'élimination des mauvaises herbes potentielles et plus particulièrement les espèces annuelles et les espèces pérennes favorisées par les systèmes de culture (*Commelina benghalensis*, *Cyperus rotundus*, *Imperata cylindrica*...). De nos jours, les exploitations agricoles ont de plus en plus tendance à se fixer dans la plupart des régions de la zone cotonnière d'Afrique de l'ouest et du centre (Raymond 1990). Dans la zone soudanienne du Tchad, en 1989 seulement 15 % des parcelles de cotonnier étaient mises en place après 4 ans de jachère au moins alors qu'en 1960, la quasi totalité des parcelles cotonnières étaient installées après une jachère longue (7 à 10 ans) ou une défriche (Raymond *et al.* 1990a). La raréfaction de ces jachères et la diminution de leur durée liée à l'évolution démographique et à la demande croissante en production vivrière, ont favorisé le développement d'espèces particulièrement nuisibles telles que *Striga hermonthica* (Sallé & Raynal-Roques 1989).

Dans les parcelles en culture continue, le temps permet une évolution variable de la flore adventice en fonction du mode de culture et des capacités d'adaptation des différentes espèces aux nouvelles conditions écologiques.

Pourtant, certains exemples existent de systèmes de culture permettant d'utiliser des parcelles pendant plusieurs générations sans aboutir à des niveaux d'enherbement incontrôlables. Le cas se rencontre au Nord-Cameroun dans les zones de montagnes (Monts Mandara) où les densités de population sont très fortes (250 habitants/km²) et les terres cultivables peu étendues. Les agriculteurs ont su élaborer un système de culture parfaitement en équilibre avec les conditions environnementales. Il est fondé sur une connaissance parfaite

| COTONNIER | MAIS | SORGHO | ARACHIDE |
|---|---|--|---|
| <i>Acanthospermum hispidum</i> <i>Amaranthus viridis</i> <i>Ageratum conyzoides</i> <i>Bidens pilosa</i> <i>Boerhavia diffusa</i> <i>B. repens</i> <i>Brachiaria deflexa</i> | <i>Bidens pilosa</i> | | |
| <i>B. lata</i> | <i>Brachiaria deflexa</i> | <i>Brachiaria fasciculata</i> | |
| <i>Cassia obtusifolia</i> <i>C. occidentalis</i> <i>Celosia argentea</i> <i>C. trigyna</i> <i>Chloris pilosa</i> <i>Commelina benghalensis</i> | <i>Commelina benghalensis</i> <i>C. forskalæi</i> | <i>B. plantaginea</i> | <i>Cassia obtusifolia*</i> |
| <i>C. nudiflora</i> <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus esculentus</i> <i>C. rotundus</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> <i>Digitaria ciliaris</i> | <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus esculentus</i> <i>C. rotundus</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | <i>Cynodon dactylon</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Dactyloctenium aegyptium</i> |
| <i>D. horizontalis</i> <i>Echinochloa colona</i> ² <i>Eleusine indica</i> <i>Euphorbia heterophylla</i> <i>E. hirta</i> | <i>Digitaria horizontalis</i> <i>Echinochloa colona*</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Euphorbia heterophylla</i> <i>E. hirta</i> | <i>Digitaria spp.</i> <i>Eleusine indica</i> <i>Euphorbia spp.</i> <i>Eragrostis ciliaris</i> | <i>Digitaria debilis</i> <i>D. horizontalis</i> <i>Echinochloa colona*</i> <i>Eleusine indica</i> |
| <i>Hibiscus asper</i> | <i>Hyptis spicigera</i> <i>Imperata cylindrica</i> | | <i>Hackelochloa granularis</i> |
| <i>Kyllinga bulbosa</i> <i>Mariscus cylindristachius*</i> <i>Oldenlandia corymbosa</i> <i>O. herbacea</i> | <i>Oldenlandia herbacea</i> <i>Panicum maximum</i> <i>Paspalum paniculatum</i> <i>P. scrobiculatum*</i> | | <i>Imperata cylindrica</i> |
| <i>Paspalum scrobiculatum*</i> | <i>Pennisetum polystachion</i> | | <i>Paspalum scrobiculatum</i> |
| <i>Phyllanthus amarus</i> <i>Physalis angulata</i> <i>P. micrantha</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>P. quadrifida</i> <i>Rottboellia cochinchinensis</i> <i>Setaria pumila*</i> | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> <i>Setaria pumila*</i> <i>S. verticillata</i> | <i>Portulaca oleracea</i> <i>Setaria pumila*</i> | <i>Pennisetum pedicellatum</i> <i>Portulaca oleracea</i> <i>Rottboellia cochinchinensis</i> <i>Setaria pumila*</i> |
| <i>Sida urens</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Sorghum halepense</i> | <i>Spermacoce ruelliae*</i> |
| <i>Trianthema portulacastrum</i> | <i>Striga asiatica</i> <i>Striga hermonthica</i> | <i>Striga asiatica</i> <i>S. hermonthica</i> | <i>Tribulus terrestris</i> <i>Tridax procumbens</i> |
| <i>Tridax procumbens</i> <i>Vernonia galamensis*</i> | <i>Tridax procumbens</i> | | |

Tableau 7 : Principales mauvaises herbes de la rotation cotonnière en Afrique de l'ouest

² Les noms munis du signe "*" correspondent à la nomenclature actuelle d'après Merier 1992

des sols et de leurs potentialités agronomiques, l'aménagement du terroir en terrasses pour éviter l'érosion et favoriser le stockage de l'eau, une grande diversité de variétés cultivées, l'association de céréales et de légumineuses permettant une occupation presque totale du sol sans compétition et un entretien de type jardinage avec apport de fumure organique (bétail) et minérale (cendres de feu) (Hallaire 1984). Ce système a permis aux populations des montagnes de se maintenir en place en assurant complètement leur autonomie vivrière.

L'efficacité d'un tel système repose sur le maintien de l'équilibre des différents éléments qui le composent, lié à une parfaite connaissance de chacun d'entre eux. Dans les cultures extensives et intensives développées en plaines dans des milieux moins contraignants en densité de populations et en surface de terres disponibles les préoccupations de conservation de l'équilibre du système ont vite disparu face à celles de la production. C'est ce déséquilibre qui permet le développement de plus en plus fort chaque année, des peuplements de mauvaises herbes, auquel on a pu pallier jusqu'à maintenant par la culture itinérante, la défriche et la jachère. Ces pratiques, nous l'avons vu, tendent à disparaître, mais le déséquilibre reste et les mauvaises herbes abondent. Ce déséquilibre est lié à une méconnaissance des différents éléments du système.

4.3. LA CULTURE ET LE PRECEDENT CULTURAL

En dehors des espèces parasites ou hémiparasites inféodées à un type de culture particulier comme *Striga hermonthica* sur les céréales (mil, sorgho, maïs) ou *Alectra vogelii* sur l'arachide et le niébé, les auteurs sont partagés quant à la spécialisation des flores en fonction de la plante cultivée. Déat (1977a), Ogunyemi (1977), Walter (1982) pensent qu'il n'y a pas de spécialisation proprement dite, mais certaines études mettent en évidence des flores caractéristiques de cultures dans une région donnée (Traoré 1991). En fait, il apparaît que les liaisons signalées entre des mauvaises herbes et une espèce cultivée sont surtout fonction des conditions pédo-climatiques et agronomiques affectées à la culture et non de la culture elle-même. La littérature parle donc plus fréquemment des principales mauvaises herbes -au sens des plus dommageables- d'une culture donnée sans que ce soit exclusif d'une autre culture.

Par la synthèse de différents travaux, j'ai dressé dans le tableau 7, la liste des principales mauvaises herbes inventoriées pour chaque culture : le **cotonnier** (Déat 1977a, Holm *et al.* 1977, Hawtree 1979, Choudhary 1980), le **maïs** (Akobundu 1987, Traoré 1991, Maillet 1991), le **sorgho** (Holm *et al.* 1977, Ogborn 1980, Shetty & Krantz 1980, Traoré 1991, Maillet 1991) et l'**arachide** (Holm *et al.* 1977, Roussel & Djigma 1978, Mamotte & Busnardo 1983).

Si l'espèce cultivée semble avoir peu d'effet sur la spécialisation floristique - en dehors de la sélection des espèces parasites- elle peut agir sur le niveau d'enherbement et le potentiel d'infestation des années futures. D'une façon générale, plus la couverture végétale de la culture précédente est importante, moins il y a de mauvaises herbes dans la culture subséquente. Ceci est particulièrement vrai pour les dicotylédones. Déat *et al.* (1977) citent l'exemple de l'association maïs-niébé comme précédent du cotonnier, Fontanel (1987a) cite l'exemple du précédent arachide. Burgos-Léon *et al.* (1980), Fontanel (1987a) ont mis en évidence des phénomènes d'allélopathie entre le sorgho et les mauvaises herbes qui tendrait à limiter le développement de certaines espèces comme *Pennisetum pedicellatum*, *Datylactenium aegyptium*, *Cenchrus biflorus*.

La jachère constitue un précédent cultural particulier et très nettoyant dans la mesure où elle élimine la plupart des espèces annuelles et certaines pérennes liées au système de culture (cf. Chap.2.4.2) .

4.4. LA PREPARATION DU SOL

Parallèlement aux effets d'ordre purement agronomiques - pénétration de l'eau, pénétration racinaire,... - la préparation du sol avant le semis joue un rôle important sur l'enherbement de la parcelle. Le retournement du sol enfouit les graines qui se trouvent en surface, à des profondeurs variables. De ce fait certaines se trouvent placées dans des conditions d'oxygénation ou d'éclairement incompatibles momentanément ou définitivement avec leur germination. Dans le même temps les semences plus anciennes, précédemment enfouies remontent à la surface ou très près de cette dernière. Parmi elles, celles qui ont conservé leur viabilité se trouvent rétablies dans des conditions favorables à la germination (Montégut 1975). Les espèces annuelles déjà développées au moment du labour, sont éliminées par l'enfouissement des parties aériennes. Mais une bonne destruction de ces mauvaises herbes nécessite un labour fermé et un enfouissement profond des herbes retournées et de leurs graines pour éviter leur germination (Sébillote 1969).

Dans le cas des espèces pérennes à multiplication végétative importante -*Imperata cylindrica*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus rotundus*, ...- un labour à la charrue en conditions pédo-climatiques sèches a un effet nettoyant par enfouissement des parties aériennes et dessèchement en surface des parties souterraines (Deuse et Lavabre 1979, ICAC 1987, Brook 1989). Par contre, un travail réalisé en période pluvieuse avec un outil coupant tel que le disque a un effet de multiplication par sectionnement et diffusion des organes de multiplication végétative (rhizomes, stolons, tubercules,...).

Deux éléments interviennent dans l'effet de la préparation de sol sur les mauvaises herbes, **la technique employée et l'époque de réalisation.**

le non labour consiste à ne pas travailler le sol avant le semis. Cette

technique se traduit par des enherbements plus diversifiés où les espèces pérennes sont favorisées. Globalement la croissance des mauvaises herbes est inférieure de 50 % à celle en sol labouré (Ayeni *et al.* 1984a).

le travail manuel superficiel affecte les 3 à 5 premiers centimètres du sol. Il n'a pas d'action d'enfouissement des semences en profondeur, par contre, il place les semences présentes en surface dans les premiers centimètres, dans d'excellentes conditions de germination. Fontanel (1987a), Traoré (1991) montrent que dans cette situation la biomasse de l'enherbement est deux fois plus importante que dans un labour à 12 ou 20 cm.

le labour attelé peu profond (12 cm) et le labour motorisé profond (20 cm) sont ceux qui offrent le meilleur enfouissement mais inversement remontent le plus de semences profondes. Lorsqu'ils sont réalisés dans de bonnes conditions (humidité suffisante et niveau d'enherbement initial faible) leur action de nettoyage est importante (Nicou 1980). A long terme et en l'absence de désherbage chimique, le labour profond réduit de 50 % le potentiel de semence de la parcelle, par rapport à un travail superficiel (Dessaint *et al.* 1990). Il permet d'éliminer la plupart des espèces pérennes (Déat 1978a) et des espèces annuelles dont la dormance a été levée par les fortes chaleurs de la saison sèche et qui vont germer en profondeur, sans pouvoir émerger (Fontanel 1987a) ; ces semences constituent le **potentiel semencier transitoire** (Grime 1979). Par contre il sélectionne les espèces annuelles dont les semences restent dormantes et ainsi ne perdent pas leur viabilité en profondeur comme *Rottboellia cochinchinensis* (Bridgemohan *et al.* 1991), celles-ci constituent le **potentiel semencier persistant** (Grime 1979).

L'époque de réalisation joue un rôle majeur dans la qualité d'un labour car celle-ci dépend de l'humidité du sol et du niveau d'enherbement de la parcelle. Deuse & Lavabre, (1979) préconisent le labour en début de saison sèche pour éliminer au mieux les espèces vivaces. Par contre Fontanel (1987a) pense que les labours de début de saison sèche n'ont pas un effet aussi nettoyant sur les espèces annuelles, que les labours de début de saison des pluies car ils enfouissent des semences encore dormantes qui restent donc viables dans le sol, mais latentes. Déat (1985), Le Bourgeois *et al.* (1992) signalent le problème

| SANS FERTILISATION | AVEC FERTILISATION |
|---------------------------------------|---------------------------------|
| <i>Bracharia villosa</i> ² | <i>Ageratum conyzoides</i> |
| <i>Bulbostylis barbata</i> | <i>Alysicarpus ovalifolius</i> |
| <i>B. hispidula</i> * | <i>Amaranthus graecisans</i> |
| <i>Chloris pilosa</i> | <i>Amaranthus hybridus</i> |
| <i>Chrysanthellum americanum</i> | <i>Bracharia xantholeuca</i> |
| <i>Corchorus tridens</i> | <i>Cassia obtusifolia</i> |
| <i>Enteropogon prierii</i> * | <i>Celosia trigyna</i> |
| <i>Eragrostis tremula</i> | <i>Cenchrus biflorus</i> |
| <i>Evolvulus alsinoides</i> | <i>Centaurea perrottetii</i> |
| <i>Indigofera astragalina</i> | <i>Centrosema pubescens</i> |
| <i>Oldenlandia herbacea</i> | <i>Chrozophora senegalensis</i> |
| <i>Mitracarpus villosus</i> * | <i>Cleome monophylla</i> |
| <i>Rothia hirsuta</i> | <i>Commelina benghalensis</i> |
| <i>Schizachirium exile</i> | <i>Crotalaria perrottetii</i> |
| <i>Spermacoce radiata</i> * | <i>C. atrorubens</i> |
| <i>Striga asiatica</i> | <i>Cucumis melo agrestis</i> |
| <i>Striga hermonthica</i> | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> |
| <i>Tephrosia bracteolata</i> | <i>Digitaria ciliaris</i> |
| <i>Waltheria indica</i> | <i>D. velutina</i> |
| <i>Zornia glochidiata</i> | <i>Eleusine indica</i> |
| | <i>Eragrostis pilosa</i> |
| | <i>Euphorbia heterophylla</i> |
| | <i>Hibiscus asper</i> |
| | <i>Ipomoea eriocarpa</i> |
| | <i>I. pes-tigridis</i> |
| | <i>Jacquemontia tamnifolia</i> |
| | <i>Kyllinga squamulata</i> |
| | <i>Merremia aegyptia</i> * |
| | <i>Pennisetum pedicellatum</i> |
| | <i>P. violaceum</i> |
| | <i>Spermacoce stachydea</i> |

Tableau 8 : Groupes d'espèces suivant leur affinité avec la fertilisation

² Les noms munis du signe *** correspondent à la nomenclature actuelle d'après Merlier 1992

du mauvais enfouissement des herbes lorsque le labour est réalisé trop tardivement après le début de la saison des pluies sur de parcelles où l'enherbement atteint déjà 30 à 40 cm de hauteur. Il s'en suit un redémarrage de la végétation mal enfouie et une réinfestation rapide de la parcelle.

4.5. LA FERTILISATION

La fertilisation, outre son effet bénéfique pour les cultures, sélectionne certaines espèces de mauvaises herbes en fonction de leur affinité pour les différents niveaux de fertilisation. Merlier (1972b), Marnotte (1984), Fontanel (1987a), Traoré (1991) ont mis en évidence des groupes d'espèces liées au niveau de fertilisation (Tableau 8). L'utilisation de fumure organique, provenant de la terre de parc d'élevages bovins, dans différents pays comme le Bénin ou le Mali, pose le cas particulier des espèces dont la germination est favorisée par le transit intestinal. L'exemple le plus frappant est celui d'*Ipomoea eriocarpa* qui s'est propagée de façon très préoccupante dans les champs de cotonnier recevant ce type de fumure organique au Bénin (Gaborel 1983).

Inversement, il est des situations où la fertilisation permet de limiter l'infestation de certaines mauvaises herbes. De nombreux travaux ont montré l'effet dépressif de la fertilisation organique et minérale (azotée) sur le développement de *Striga hermonthica* (Agabawi & Younis 1965, Marthur & Marthur 1967, Sallé & Raynal-Roques 1989) et de *Striga asiatica* (Yaduraju *et al.* 1979, Farina *et al.* 1985).

4.6. LES PRATIQUES CULTURALES D'ENTRETIEN

Les pratiques culturales d'entretien (sarclage et buttage) ont une vocation primordiale de désherbage. Elles sont réalisées manuellement ou mécaniquement. Les sarclages manuels par arrachage ou à l'aide d'un outil (houe, machette,...) constituent la plus ancienne méthode de lutte contre les mauvaises herbes et encore la plus employée en Afrique (Déat 1978a). Akobundu (1987) parviendrait même à situer vers "1000 ans avant J. C." l'époque d'introduction de cette technique dans le domaine agricole. Les sarclages mécaniques font appel à des outils attelés ou tractés. Si la technique de l'attelage est connue depuis très longtemps, elle n'est pas toujours très utilisée bien qu'elle permette un travail plus rapide et par conséquent un potentiel d'exploitation plus grand. C'est notamment le cas au Nord-Cameroun. Dans le village de Pomla, Sigrist (1992) montre que les exploitations mécanisées cultivent en moyenne 2,5 ha soit le double des exploitations manuelles. Pourtant seulement

| | TOUTES CULTURES | MAIS | COTONNIER | ARACHIDE |
|------------------|-----------------|------|-----------|----------|
| CULTURE MANUELLE | 1,18 | 1,40 | 1,04 | 1,64 |
| TRACTION ANIMALE | 1,48 | 1,84 | 1,17 | 1,87 |
| DIFFERENCE | 0,30 | 0,44 | ns | ns |

Tableau 9 : Enherbement global à la récolte en culture manuelle et en traction animale selon une échelle de recouvrement de 1=0% à 5=100% (Bigot & Raymond 1991)



Photo 1 : *Commelina benghalensis* , réinfestation à partir des andains de sarclage (Photo T. Le Bourgeois)

33 % des surfaces cotonnières sont sarclées mécaniquement (SODECOTON² 1992), les cultures vivrières étant pratiquement toutes sarclées manuellement.

Les sarclages ont une double action sur la flore adventice :

- éliminer les mauvaises herbes qui se sont développées avant qu'elles ne nuisent à la culture.
- éliminer les individus avant qu'ils ne libèrent leurs semences et contribuent à l'augmentation du potentiel semencier de la parcelle.

Ces deux actions sont liées à un facteur temps qui n'est pas souvent respecté. L'enquête de Faure (1982) au Togo, montre que les champs en milieu paysan sont sarclés trop tardivement pour empêcher nuisance et multiplication.

Par ailleurs, l'effet de bouleversement de l'horizon superficiel du sol et le mode de réalisation des sarclages ne sont pas sans conséquences sur le développement futur de l'enherbement de la parcelle. Comme le labour, le sarclage induit une vague de germinations. Le Bourgeois (1992) expose le cas des germinations massives de *Commelina benghalensis* après chaque travail du sol. Le sarclage mécanique est rapide, mais il nécessite un sarclage manuel de la ligne sans lequel la parcelle est très vite réinfestée par le développement des espèces présentes sur la ligne (Tonato Houmey 1988). Or, il semble que cette nécessité du sarclage manuel de la ligne ne soit mal perçue. Bigot & Raymond (1991) montrent, à partir d'une enquête réalisée sur deux villages de Côte d'Ivoire, que l'enherbement de fin de cycle est souvent plus abondant en traction animale qu'en culture manuelle ; surtout dans une culture pure de maïs (Tableau 9).

D'autre part, s'il est précoce, le sarclage est antagoniste de l'utilisation d'herbicide de pré-levée. En fragmentant la surface du sol, il détruit le film d'herbicide situé dans les premiers millimètres sous la surface et permet ainsi la levée des mauvaises herbes. Un autre paramètre important du sarclage par temps humide, est la nécessité d'évacuer du champ les résidus de sarclage de certaines espèces qui possèdent une grande capacité de réimplantation comme *Panicum maximum*, *Eleusine indica* (Ayeni *et al.* 1984b). Faute de cette évacuation, on assiste à une réinfestation de la parcelle à partir des andains de sarclage. La photo 1 montre l'exemple d'une reprise de *Commelina benghalensis* à partir d'andains de sarclage, susceptible d'être un point de départ de réinfestation.

²SODECOTON : Société de Développement du Cotonnier au Cameroun.

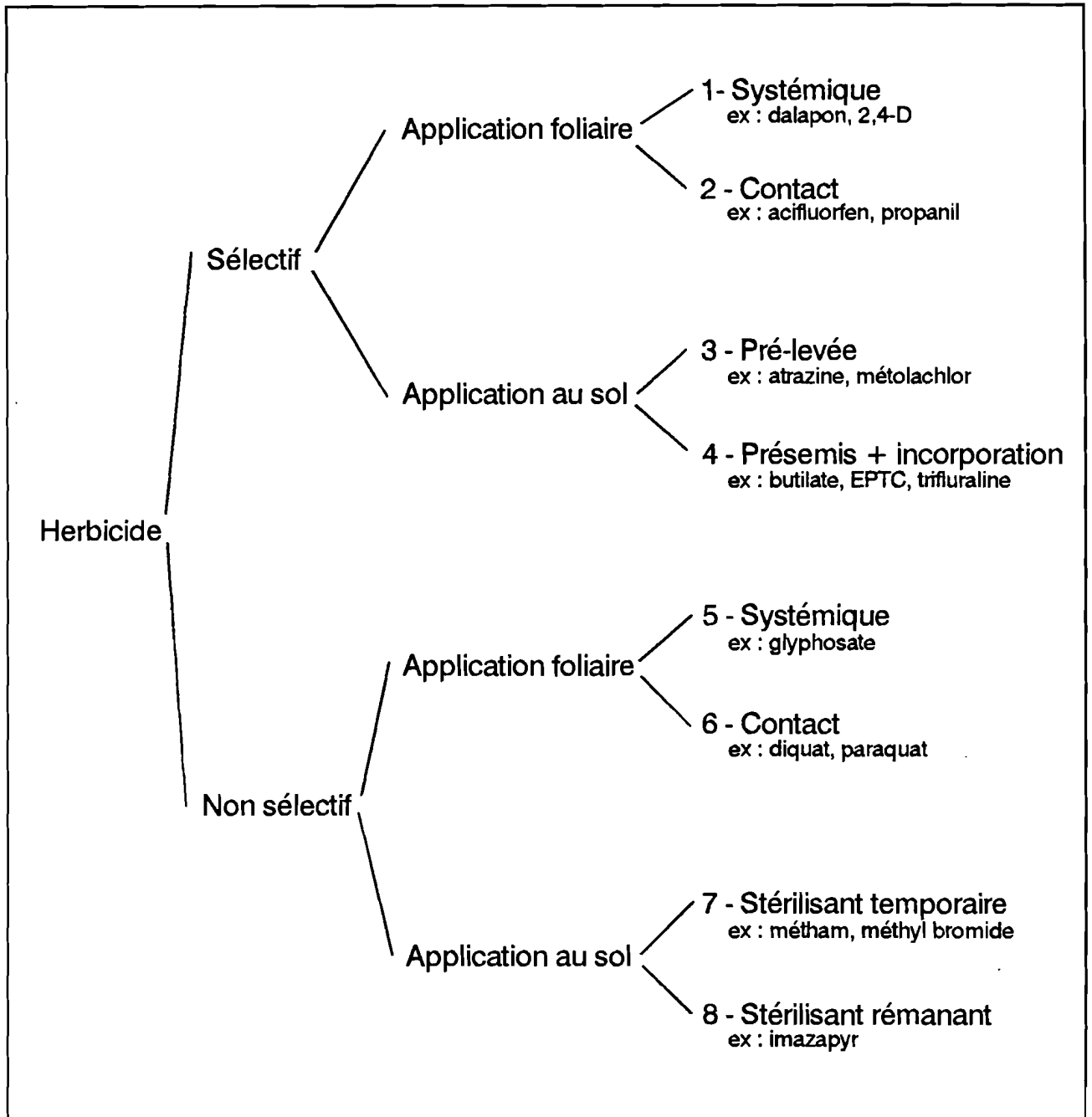


Figure 2 : Classification des herbicides en fonction de leur sélectivité, de leur technique d'application et de leur mode d'action (d'après Akobundu, 1987)

4.7. LES HERBICIDES

Les herbicides sont définis par l'AFNOR (1977) comme des substances ou des préparations permettant de lutter contre les mauvaises herbes. Sans entrer dans les détails de la multitude des publications traitant de la lutte chimique contre les mauvaises herbes des cultures en zone soudano-sahélienne, la figure 2 présente une classification des herbicides en fonction de leur sélectivité, de leur mode d'application et de leur mode d'action (Akobundu 1987). Parmi les huit classes d'herbicides ainsi définies, les herbicides des classes 3, 5 et 6 sont les plus fréquemment employés, dans les cultures de la rotation cotonnière. Déat (1990) a répertorié les principaux herbicides utilisés pour le désherbage chimique des cultures annuelles en Afrique de l'ouest (Annexe 1). Leur impact sur la flore varie en fonction de leur sélectivité et de leur mode d'action.

Les herbicides de la classe 3 sont sélectifs de la culture. Ils sont utilisés en pré-levée des mauvaises herbes et généralement de la culture. Ils n'ont pas d'action sur des plantes déjà levées- sauf, par exemple, dans le cas de l'atrazine - aussi le sol doit être propre au moment de leur application.

Les herbicides de la classe 5 (non sélectifs, de contact), ne sont généralement pas efficaces contre les espèces pérennes. Ils sont utilisés avant le semis ou la levée de la culture pour éliminer l'enherbement déjà développé. Dans le cas de semis tardifs ou en présence de repousses après un labour mal réalisé, l'association d'un produit de pré-levée et d'un produit de contact en mélange extemporané est conseillé (Chabrier 1986, Le Bourgeois *et al.* 1992)

Les herbicides de la classe 6 sont systémiques, et, donc particulièrement efficaces contre les espèces pérennes à rhizomes ou tubercules, mais à condition que le flux de sève parvienne à l'ensemble des organes de réserve, ce qui n'est pas toujours le cas pour des organes en dormance comme les tubercules profonds de *Cyperus rotundus* (Terry 1974).

Le spectre d'activité des herbicides n'est jamais complet aussi l'élimination ou la raréfaction de certaines espèces permet le développement privilégié d'autres espèces épargnées. La répétition de ce processus au cours des années entraîne une diminution de la diversité spécifique de la parcelle (Dessaint *et al.* 1990) allant jusqu'à favoriser ce que l'on appelle communément des "inversions" de flore (Séverin & Tissut 1991). Déat & Touré (1983) signalent cette préoccupation pour le développement du désherbage chimique du cotonnier en Afrique de l'ouest. Ce problème est apparu au Bénin où l'utilisation répétée d'herbicides de pré-levée du cotonnier associée à un apport de fumure organique sur cette culture a favorisé le développement d'importantes populations d'*Ipomoea eriocarpa* insensible à ce type de produit (Gaborel 1983). D'autres espèces ont ainsi été favorisées par l'utilisation répétée d'une même famille d'herbicide, comme par exemple *Commelina benghalensis* en culture d'arachide au Cameroun (Chabrier 1986), ou *Rottboellia cochinchinensis* en culture industrielle de maïs au Cameroun (Rousset 1990 c. p.).

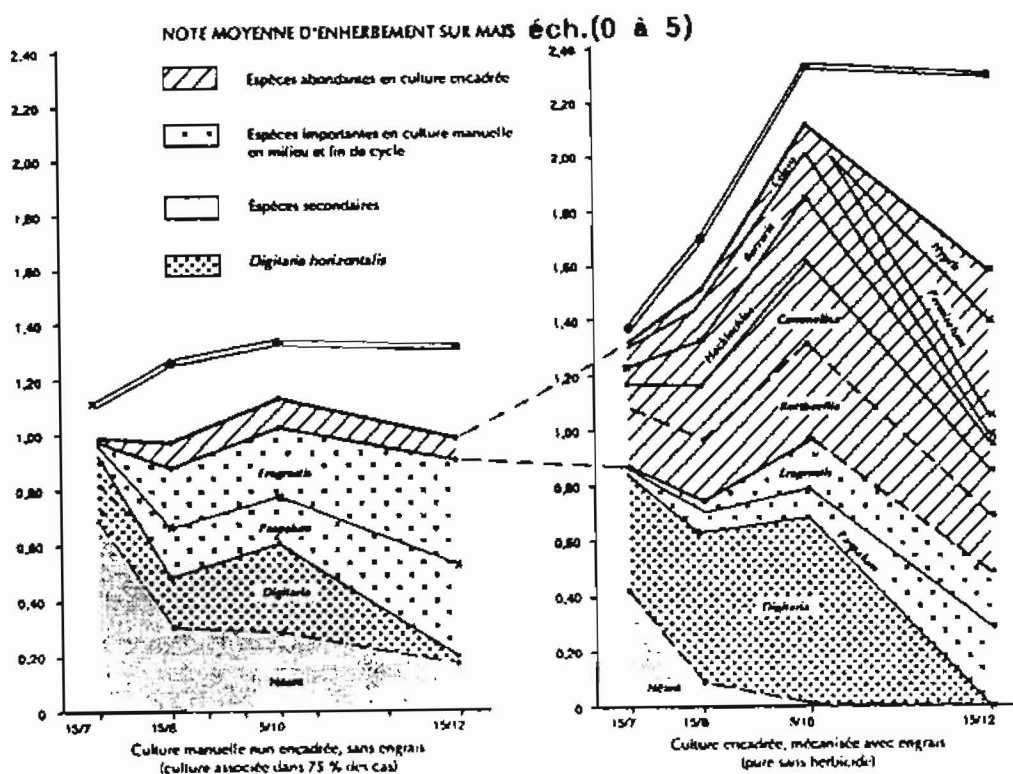


Figure 3 : Comparaison de l'enherbement des parcelles de maïs en culture manuelle et en culture encadrée (Bigot & Raymond 1991).

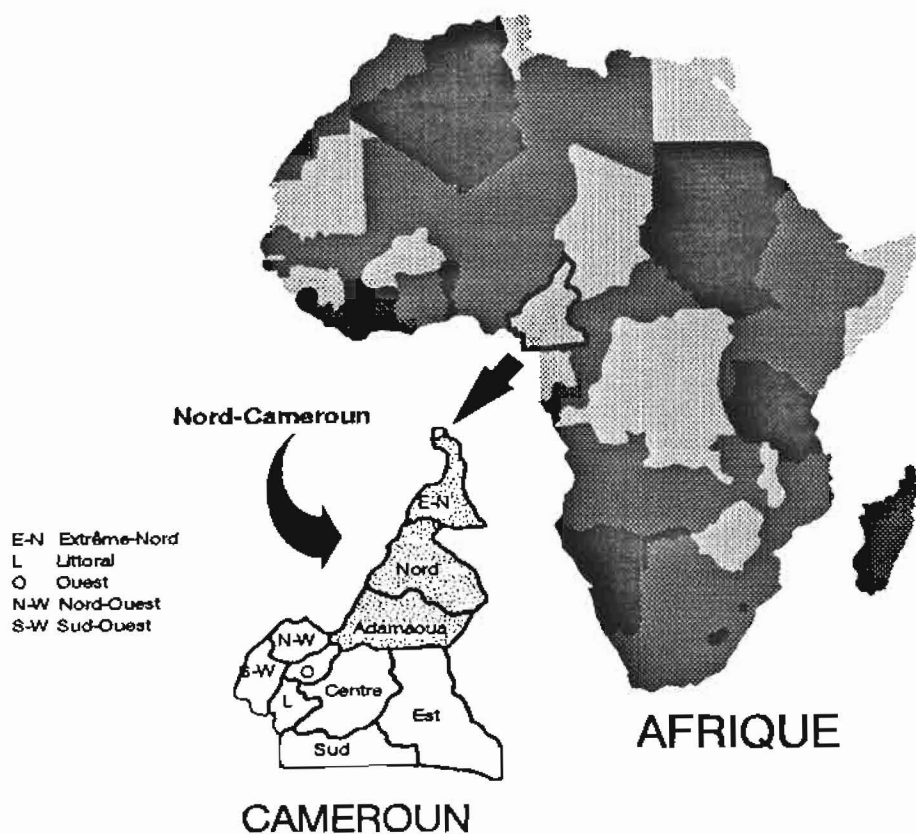


Figure 4 : le Cameroun en Afrique

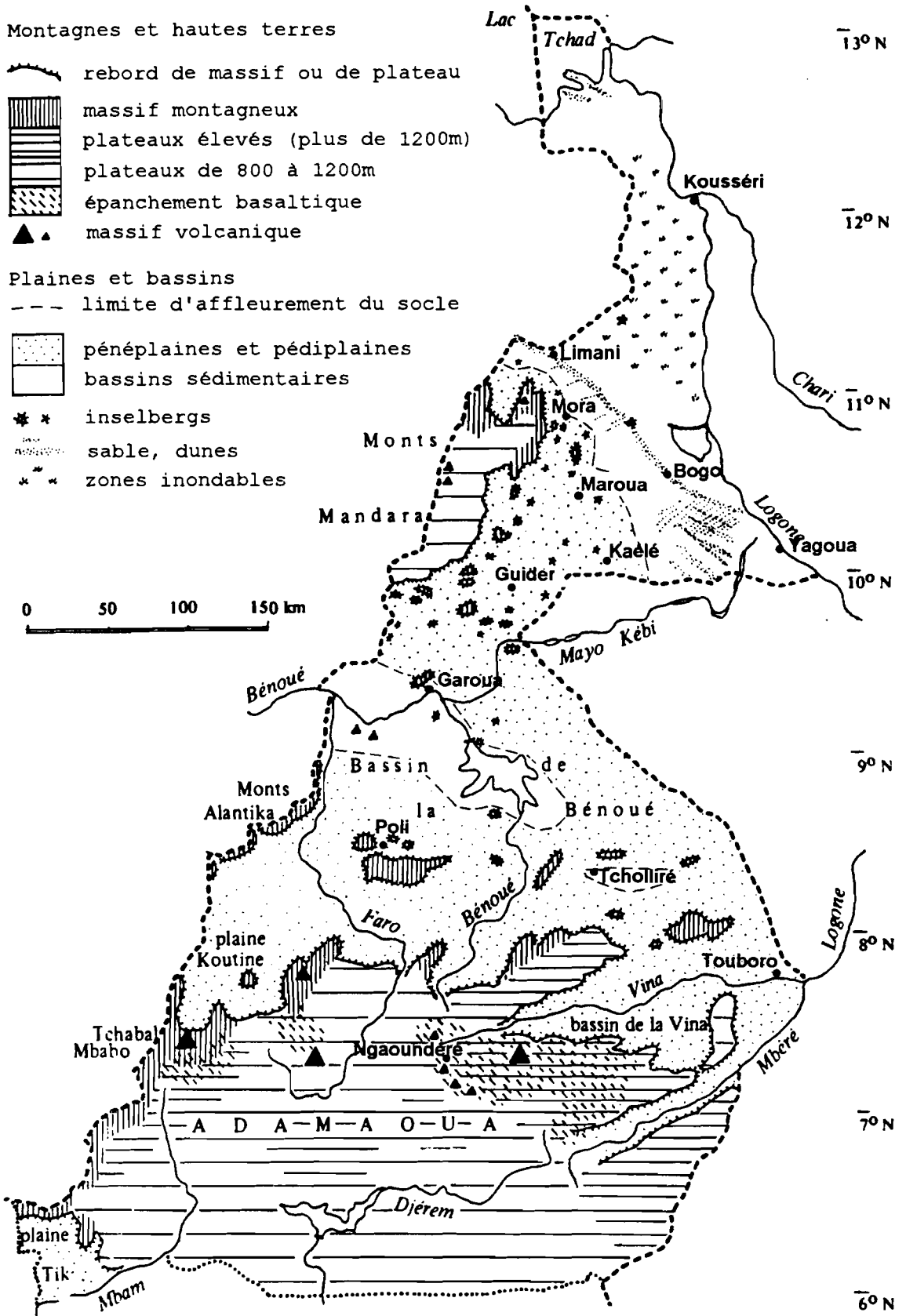


Figure 5 : Le Nord-Cameroun (d'après Roupsard 1987)

4.8. INTERACTION DES ELEMENTS

Nous avons vu que chaque élément du système de culture peut avoir des effets favorables ou défavorables sur l'enherbement d'une parcelle, sa diversité, son abondance et sa dynamique. Cet enherbement ne réagit pas à l'effet d'une succession d'éléments indépendants, mais au contraire à l'interaction d'un ensemble d'éléments interdépendants. L'ensemble du système est lui-même en étroite dépendance avec les facteurs du milieu que sont le sol et le climat. Aussi l'étude de l'enherbement des cultures nécessite la prise en compte de l'ensemble du contexte agro-écologique. La figure 3, extraite de Bigot & Raymond (1991), met bien en évidence la différence d'enherbement entre une culture traditionnelle de maïs (manuelle, sans engrais) et une culture encadrée (mécanisée, avec engrais) en Côte d'Ivoire. Il en ressort notamment l'importance des espèces telles que *Commelina sp.*, *Rottboellia sp.* et *Digitaria horizontalis* dans les cultures encadrées. Aldrich (1984) abonde dans ce sens et précise que dans une culture mécanisée répétée pendant plusieurs années, la flore adventice est rapidement dominée par les *Poaceae* qui représentent 68 % de la flore contre 32 % pour les espèces à feuilles larges. Cet auteur suggère donc de regarder les relations mauvaise herbe/agro-écosystème avec les yeux de la mauvaise herbe "**weed's eye view**" pour comprendre la complexité et l'hétérogénéité de l'environnement et les réponses de chaque individu à cet écosystème.

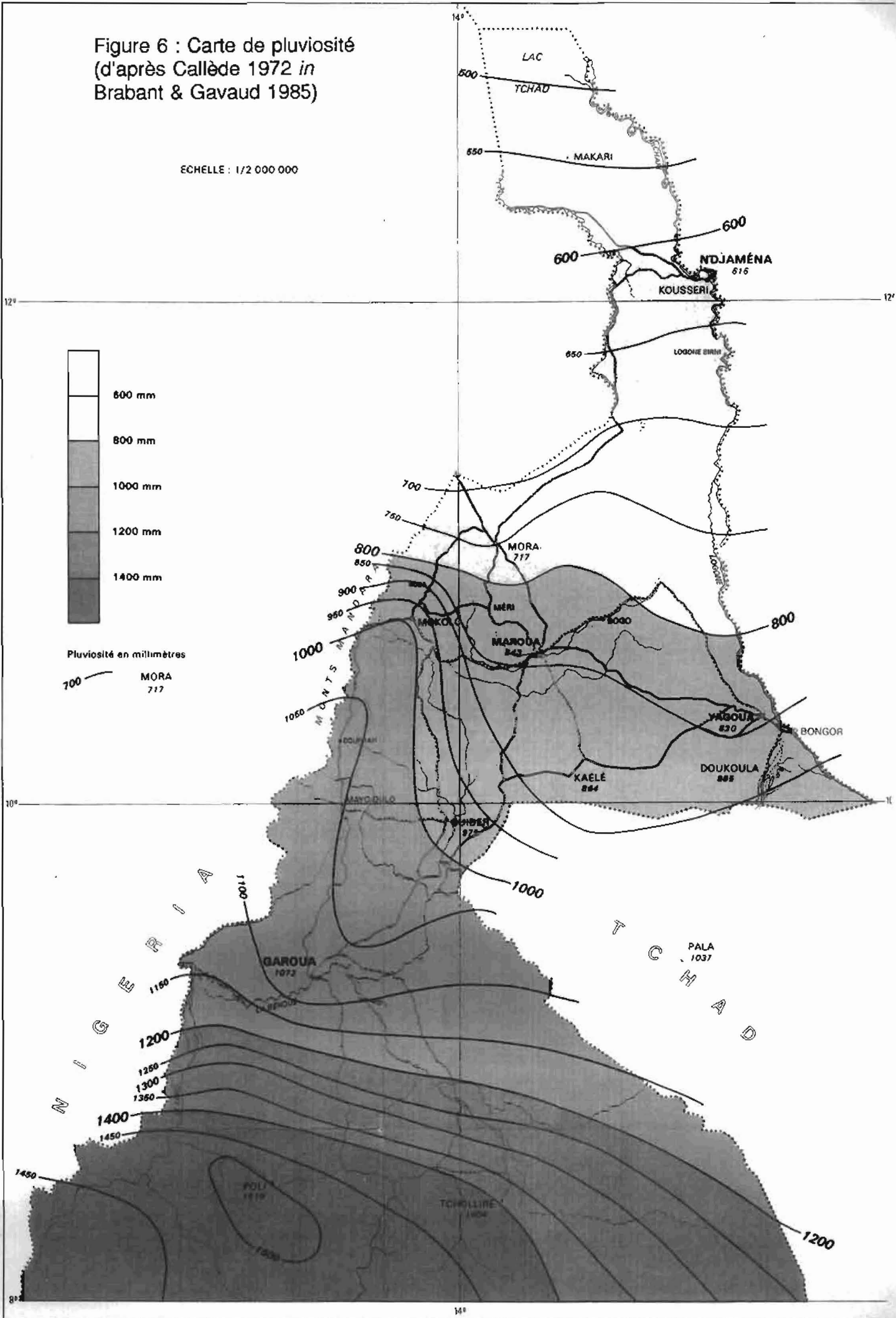
5. LA REGION D'ETUDE

5.1. SITUATION GEOGRAPHIQUE

En Afrique Centrale, la République du Cameroun (figure 4), s'étend du 2^{ème} au 13^{ème} parallèle, sur 475 442 km², soit à peu près la surface de la France. La partie septentrionale du pays appelée communément "Nord-Cameroun" (Seghieri 1990) comprend du sud vers le nord les trois provinces de l'Adamaoua, du Nord et de l'Extrême-Nord (figure 5), soit le tiers de la surface du Cameroun. C'est dans cette partie du pays que se situe l'aire d'extension de la culture cotonnière qui constitue la région d'étude. Celle-ci commence au pied des contreforts de l'Adamaoua, par 7,5 degré nord puis s'étend sur les provinces du Nord et de l'Extrême-Nord jusqu'à la plaine de Mora par 11 degré nord, ce qui représente un transect latitudinal de 400 km. Elle exclue les régions montagneuses de l'ouest (Monts Alantica), du nord-ouest (Monts Mandara), de même que les plaines inondables du nord-est en bordure du Logone, en raison de leur altitude, de leur pente ou de leur inondation temporaire.

Figure 6 : Carte de pluviosité
(d'après Callède 1972 in
Brabant & Gavaud 1985)

ECHELLE : 1/2 000 000



| STATION | LATITUDE | PLUVIOMETRIE en mm | SAISON SECHE en mois |
|------------------------|----------|-----------------------|-------------------------|
| TOUBORO ¹ | 7° 40' | 1221 | 5 |
| TCHOLLIRE ² | 8° 20' | 1276 | 5 |
| POLI ³ | 8° 30' | 1455 | 5 |
| GAROUA ³ | 9° 20' | 1002 | 6 |
| GUIDER ¹ | 10° | 916 | 6 |
| MAROUA ⁴ | 10° 30' | 875 | 7 |
| MORA ¹ | 11° | 647 | 7 |

1 (LETOUZEY, 1968) ; 2 (SODECOTON, 1990) ; 3 (BOULET, 1975) ; 4 (SEGHERI, 1990)

Tableau 10 : Données climatologiques du Nord-Cameroun

5.2. LE CLIMAT

Le climat du Cameroun résulte de l'action simultanée de deux centres d'action principaux : l'un méridional, l'anticyclone de Sainte Hélène, l'autre septentrional situé sur le Sahara et qui change de nature suivant la saison. De nature dépressive l'été, il se transforme en anticyclone puissant l'hiver (Génieux 1958). Ainsi deux masses d'air s'opposent : l'une maritime humide, l'autre continentale sèche. A l'interface de ces deux masses d'air se trouve le front inter-tropical (F.I.T.). Ce front se déplace au cours de l'année depuis le 20^{ème} parallèle nord en juillet, jusqu'au 4^{ème} parallèle nord en janvier. Cette oscillation saisonnière du F.I.T. se traduit au Nord-Cameroun par trois types de temps :

- ▶ Lorsque le F.I.T. se trouve tout à fait au nord, de juin à septembre, le ciel est couvert ou très nuageux, avec des orages de grains ou en lignes de grains. Ce sont les pluies zénithales.
- ▶ Lorsque le F.I.T. se situe vers le 10^{ème} parallèle en avril-mai et en octobre-novembre, le ciel est peu nuageux avec quelques cumulus peu développés.
- ▶ Lorsque le front est tout à fait au sud de sa trajectoire, de décembre à mars, le ciel est clair ou peu nuageux avec de rares cirrus. A cette époque souffle l'harmattan du nord-est, chaud, sec et chargé de poussière.

Le Nord-Cameroun se trouve, par le jeu des oscillations annuelles du F.I.T., sous un climat tropical à une saison des pluies. L'étirement en latitude de la région induit un gradient important tant dans la durée de la saison des pluies que dans l'importance des précipitations et inversement de la saison sèche (figure 6 et tableau 10). En même temps que les précipitations diminuent, les contrastes thermiques s'accroissent. Les amplitudes assez faibles dans l'Adamaoua, s'élèvent progressivement vers le nord ; limitées à 3°C entre les moyennes mensuelles à Ngaoundéré, elles atteignent 6°C à Garoua et Maroua, 9°C à Kousséri. Les variations sont plus sensibles encore en considérant les moyennes des maxima et des minima (Roupsard 1987).

Ainsi, suivant les auteurs, la région peut être découpée en 2, 3 ou 4 zones climatiques:

Génieux (1958) considère deux zones climatiques:

- ▶ une zone de climat tropical de transition ou soudanien, comprenant toute la vallée de la Bénoué et remontant jusqu'à la ligne Mokolo, Guider, Kaélé;
- ▶ une zone de climat tropical typique ou sahélien, au nord de cette ligne.

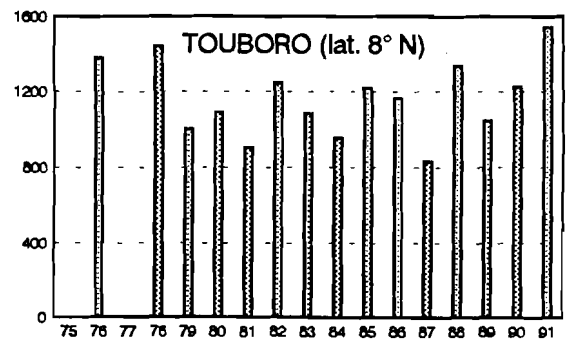
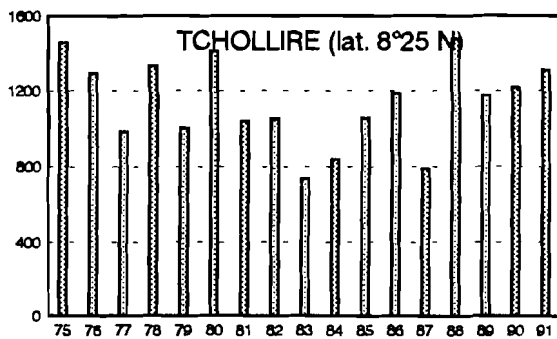
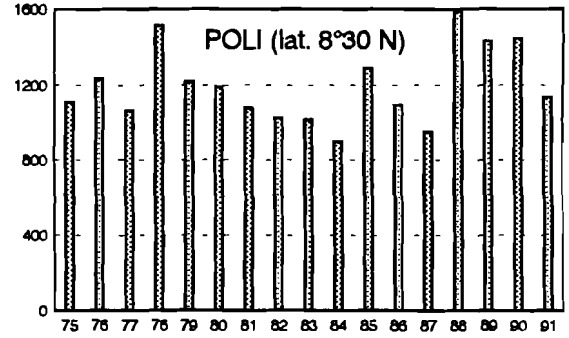
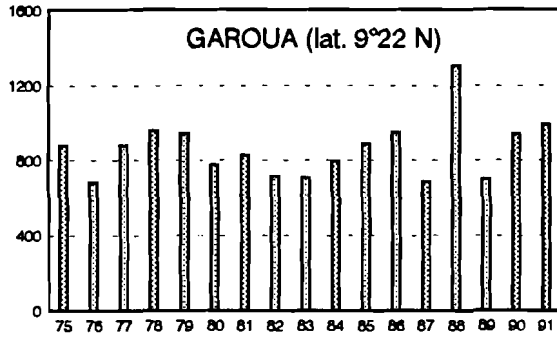
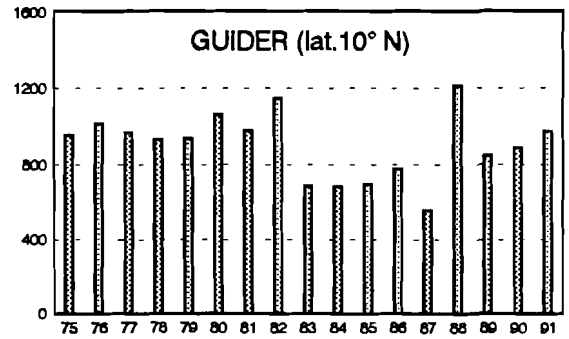
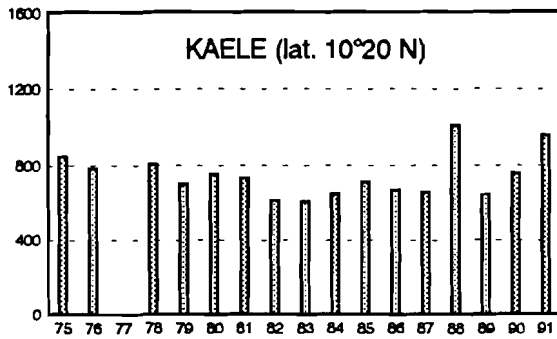
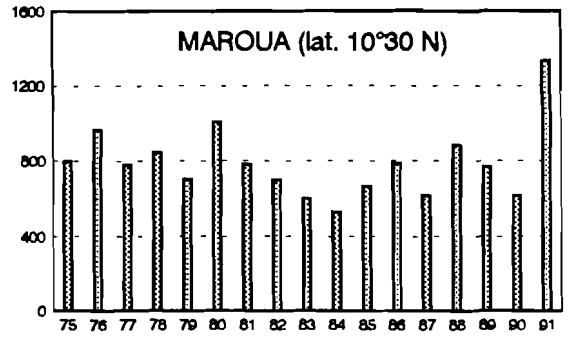
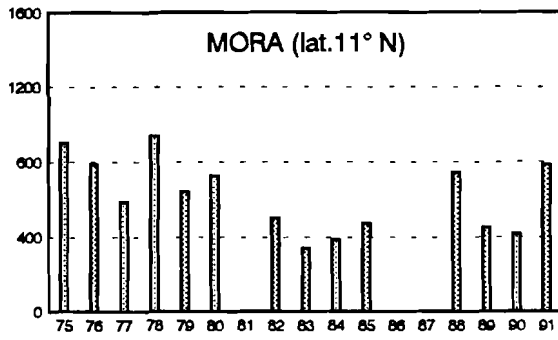


Figure 7 : Pluviométrie annuelle depuis 1975 (SODECOTON 1991)

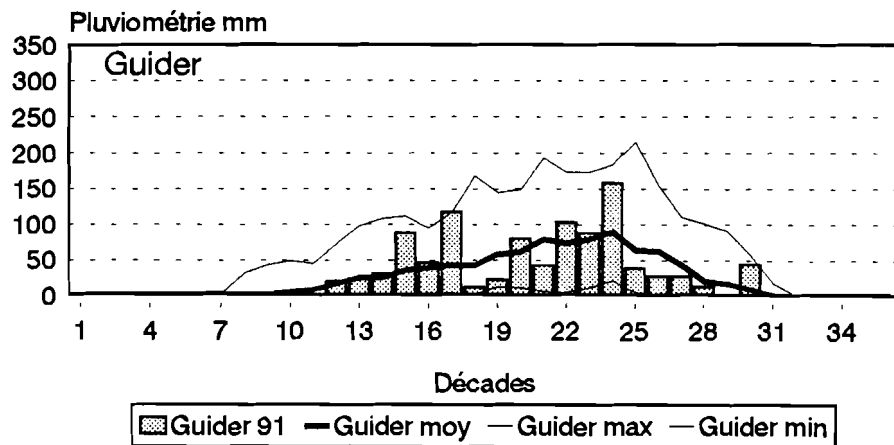
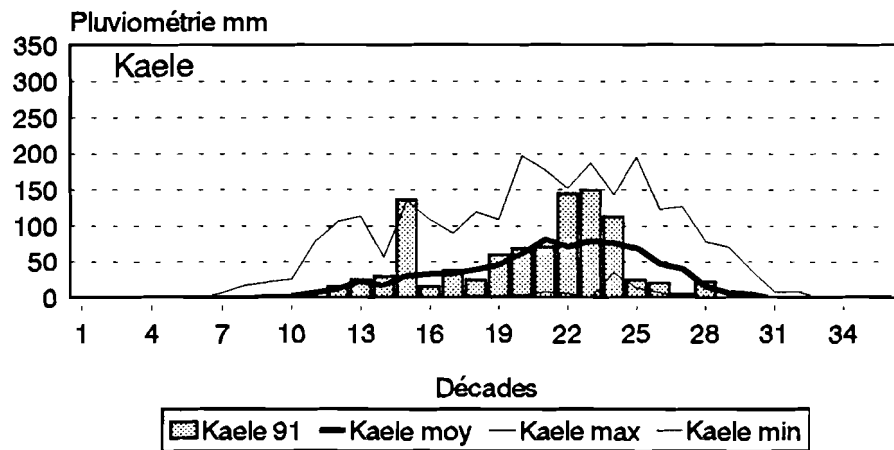
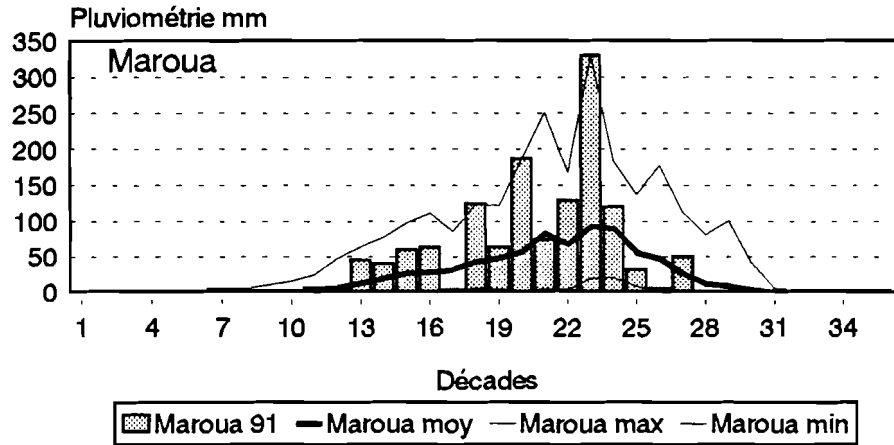
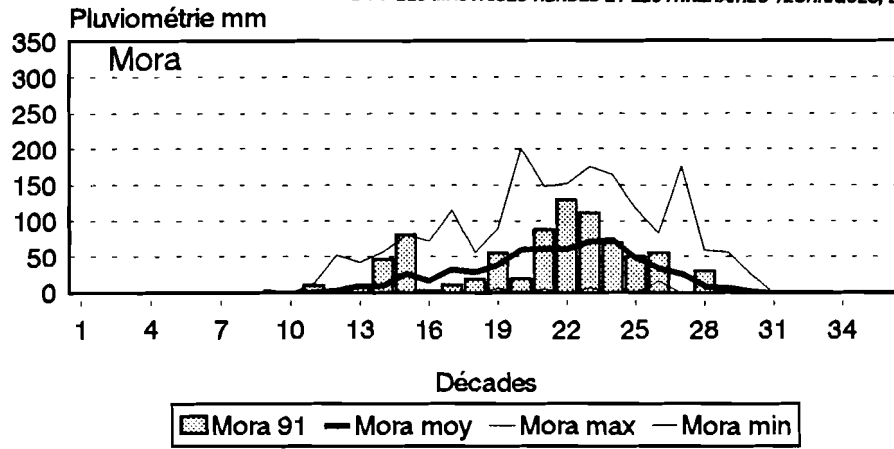


Figure 8a : Pluviométrie décadaire 1991, moy, mini et maxi (SODECOTON 1991)

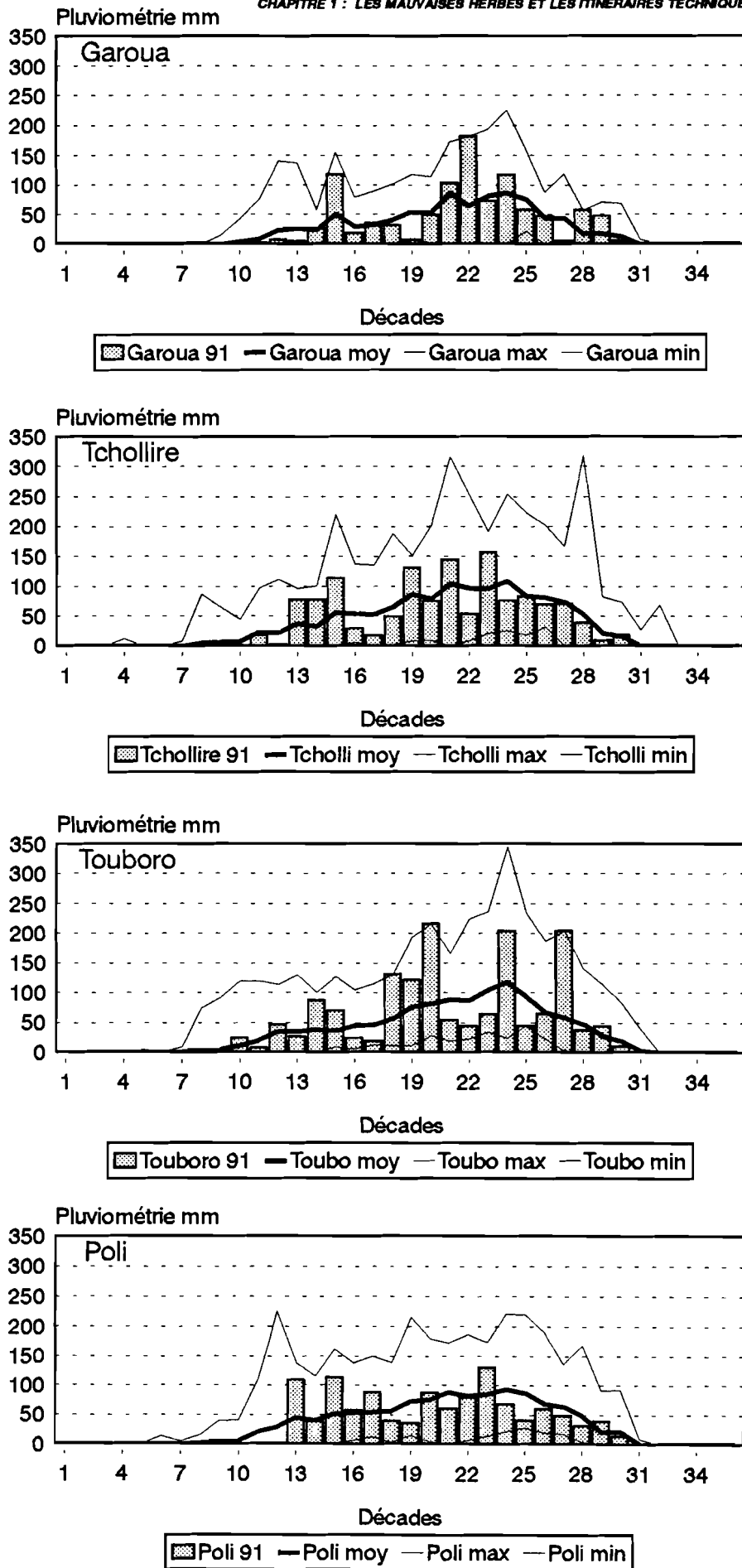


Figure 8b : Pluviométrie décadaire 1991, moy., mini et maxi (SODECOTON 1991)

Letouzey (1968) délimite également trois zones:

- le bassin de la Bénoué, de climat soudanien ;
- la région de Guider, de climat soudano-sahélien ;
- la région au nord de Maroua, de climat sahélien.

Suchel(1972) et Olivry (1986) distinguent quatre zones climatiques:

- une zone soudanienne à tendance humide au sud de Tcholliré ;
- une zone soudanienne franche de Tcholliré à Garoua ;
- une zone soudanienne à tendance sèche de Garoua à Maroua ;
- une zone sahélienne au delà de Maroua.

Boulet (1975) prend en compte trois zones climatiques:

- une zone soudanienne à tendance guinéenne au sud de Tcholliré ;
- une zone soudanienne de Tcholliré jusqu'au 11^{ème} parallèle (Mora) ;
- une zone soudano-sahélienne au nord du 11^{ème} parallèle.

J'ai adopté dans cette étude la zonation climatique de Letouzey, en raison de la correspondance qui existe entre les zones climatiques et les unités phytogéographiques.

Les variations saisonnières de la photopériodes sont faibles par 9°22 de latitude (Garoua). La durée d'insolation de 12h 12 en juin diminue à 11h en décembre, soit une variation de 72 m d'insolation (Chamayou 1984). Les variations interannuelles de température sont peu sensibles et de faible influence sur les activités rurales. Il en est tout autrement des fluctuations interannuelles (figure 7) et saisonnières (figure 8a et 8b) de la pluviométrie, surtout marquées dans la partie septentrionale de la zone. Les déficits pluviométriques enregistrés en 1983 et en 1990 étaient de 45 % et 35 % à Mora alors qu'ils n'étaient que de 17 % et 0 % à Touboro. Leur impact sur les activités agricoles est d'autant plus fort que l'on se trouve dans des régions où la pluviométrie est limitée. Les irrégularités saisonnières ont des effets très importants surtout en début de saison où des arrêts de la pluviométrie se traduisent par de mauvaises levées impliquant un à plusieurs re-semis ou des semis différés. En 1991, un tel arrêt des pluies s'est produit durant une vingtaine de jours entre la 16^{ème} et la 17^{ème} décade. Inversement des pluies trop violentes comme cela s'est produit à Maroua durant la 25^{ème} décade produisent d'importants dégâts sur les cultures et les constructions villageoises. A Maroua, l'addition des quatre journées les plus arrosées de la saison représentent en moyenne 25 % du total annuel ; le même calcul donne environ 20 % à Garoua et 15 % à Ngaoundéré (Roupsard 1987). Plus que l'abondance des précipitations ou la durée de la saison des pluies, la régularité des apports en eau garantit un bon niveau de production agricole. L'irrégularité dans la répartition de la pluviométrie s'ajoute au facteur quantitatif pour désavantager les régions septentrionales par rapport au bassin de la Bénoué.

5.3. LES SOLS

La région cotonnière du Nord-Cameroun est constituée de deux grandes unités morphopédologiques :

- au sud, le bassin de la Bénoué s'étend du pied de la falaise de l'Adamaoua jusqu'au pied des Monts Mandara. Il s'agit d'un ensemble déprimé de pédiplaines, formé sur un bassin sédimentaire crétacé, parsemé d'inselbergs et dominé par des massifs gréseux, granitiques ou volcaniques. Son soubassement est constitué de roches cristallines ou métamorphiques (Ségalen 1967). Plus récemment se sont déposés d'importants apports alluviaux le long du réseau hydrographique, composé essentiellement par la Bénoué, le mayo Kébi, le mayo Rey et le Faro. La pente générale du bassin est orientée du sud vers le nord avec un assez faible pendage (0,2 %).

- au Nord, les plaines du Diamaré, de Mora et de Kaélé font la transition entre le bassin de la Bénoué et la grande cuvette du bassin du lac Tchad. Ce sont des plaines de comblement récent qui s'étalent du piémont des Monts Mandara au grand cordon dunaire (rive d'un ancien lac Tchad qui passe par Limani, Bogo et Yagoua). Au delà de ce cordon dunaire se trouve la plaine inondable du Logone. Un caractère important de ces trois plaines est la planité générale du relief (Boutrais 1984)

Le passage entre le bassin de la Bénoué et la plaine du Diamaré est matérialisé par un seuil collinaire au nord de Guider et de Figuil.

Sur l'ensemble de la région, les principaux types de sols rencontrés, par ordre d'importance agronomique, sont les suivants (figure 9) :

Les sols ferrugineux tropicaux sont de très loin les mieux représentés de la région et les plus utilisés en agriculture, tant pour les cultures vivrières (maïs, sorgho, arachide, niébé) que pour les cultures de rente (cotonnier). Ils occupent 1 940 000 ha soit 20 % du Nord-Cameroun et 60 % des terres cultivées (Brabant & Gavaud 1985). Ils sont caractérisés par une individualisation des oxydes et hydroxydes de fer, qui leur confèrent leur teinte rouge-vif, un faible taux d'argile et un lessivage important (Humbel & Barbery 1974). Ils ont une structure peu développée en surface. La texture est à dominance sableuse en surface, avec un horizon sablo-argileux en profondeur. Le taux de matière organique de 1,45 % en surface diminue rapidement en profondeur et en fonction du degré de dégradation. Le pH est acide (5,5) et la réserve utile (R.U.) faible (73mm / 80cm). Ils présentent parfois une induration, notamment dans le sud de la zone, plus humide (Touboro, Tcholliré, Poli). La faible teneur en argile et en matière organique de l'horizon de surface, expose ces sols à la battance, au lessivage et à la compaction.

Figure 9 : Répartition générale des sols
(Brabant & Gavaud 1985)

ECHELLE : 1/2 000 000




























| | | | | | |
|---|-------------------|--|---|---------------|---|
|  | <i>I</i> | LITHOSOLS |  | <i>Qi</i> | ARÉNOSOLS luviques |
|  | <i>I-Re</i> | LITHOSOLS et RÉGOSOLS eutriques |  | <i>Qf</i> | ARÉNOSOLS ferralliques |
|  | <i>Vp</i> | VERTISOLS pelliques (Karals) |  | <i>Re</i> | RÉGOSOLS eutriques psammitiques |
|  | <i>Vp-g</i> | VERTISOLS pelliques, hydromorphes (Yaérés) |  | <i>Ws-Sg</i> | PLANOSOLS solodiques et SOLONETZ gleyiques localement phase lithique |
|  | <i>Vc</i> | VERTISOLS chromiques |  | <i>Wm</i> | PLANOSOLS molliques |
|  | <i>Vc-l</i> | VERTISOLS chromiques, phase lithique |  | <i>We</i> | PLANOSOLS eutriques localement hydromorphe (g) ou lithique (l) |
|  | <i>Vc-Bc</i> | VERTISOLS chromiques, CAMBISOLS chromiques |  | <i>Wm Lp</i> | PLANOSOLS molliques et LUVISOLS plinthyques |
|  | <i>Vc-Je</i> | VERTISOLS pelliques, FLUVISOLS eutriques |  | <i>Lp</i> | LUVISOLS plinthyques Ferrugineux |
|  | <i>Je</i> | FLUVISOLS eutriques Alluvions récentes |  | <i>Lc</i> | LUVISOLS chromiques localement phase lithique |
|  | <i>Je-Vc</i> | FLUVISOLS eutriques, VERTISOLS pelliques |  | <i>Lc-s</i> | LUVISOLS chromiques, psammitiques "Rouges (r) ou Jaunes (j)" |
|  | <i>Je-Ws Sg</i> | FLUVISOLS eutriques, PLANOSOLS solodiques et SOLONETZ gleyiques |  | <i>Lc-p-g</i> | LUVISOLS chromiques, plinthyques, gleyiques (LUVISOLS albiques) cordon dunaire |
|  | <i>Je-g La-We</i> | FLUVISOLS eutriques hydromorphes, LUVISOLS albiques, PLANOSOLS eutriques |  | <i>La-We</i> | LUVISOLS albiques, PLANOSOLS eutriques |
| | | |  | <i>Bc</i> | CAMBISOLS chromiques Fersiallitiques |

Figure 9 : Répartition générale des sols (légendes)
(Brabant & Gavaud 1985)

Les vertisols couvrent 1 200 000 ha au Nord-Cameroun. Ils se caractérisent par une teinte brun-foncé et par une forte teneur en argiles (40 à 45 %), un pH neutre (7-7,5). Le calcium est un élément important du complexe absorbant. Leur état physique subit d'importantes variations saisonnières, liées aux argiles gonflantes (smectinites) : larges fentes de retrait en réseau polygonal pendant la saison sèche, gonflement pendant la période pluvieuse. Leur grande profondeur et la présence d'argiles gonflantes leur confèrent une capacité d'absorption et de rétention d'eau élevée (R.U. 180mm / 80cm). Situés généralement en position topographique basse dans les plaines où ils sont utilisés pour les cultures de contre saison (notamment le "mouskwari", sorgho de décrue), on les rencontre parfois dans des cuvettes de moyenne altitude (Hamakoussou) où ils sont alors utilisés pour les cultures vivrières et cotonnière de saison des pluies.

Les sols fersiallitiques, appelés sols rouges tropicaux (Humbel & Barbery 1974), sont caractérisés par une teneur en argile voisine de 25 %, accompagnée par les oxydes de fer. Le pH est neutre à basique (7,6-8) et la teneur en matière organique varie de 1,5 à 2,5 %. Le calcium et le magnésium jouent un rôle très important. Ces sols occupent les sommets d'interfluves et sont souvent très caillouteux.

Les planosols molliques sont des sols hydromorphes à pseudo-gley, dont l'hydromorphie est provoquée par la présence d'une nappe perchée mais présentant un drainage externe correct assuré par une pente faible régulière ou un réseau de collecteurs secondaires. Ils occupent de grandes superficies au sud de Garoua (600 000 ha) sur de vastes interfluves (région de Bocki). Ils présentent un horizon de surface biologique très épais caractérisé par de nombreux turricules. L'horizon superficiel de couleur foncée a une teneur en argile voisine de 10 % et un taux de matière organique de 1,2 % (Brabant & Humbel 1974). Lorsqu'ils sont bien drainés, ces sols constituent d'excellentes terres de culture (Brabant & Gavaud 1985).

Les sols alluviaux s'observent dans les vallées fluviales en bordure des mayos (rivières intermittentes). Ils sont souvent associés à des sols hydromorphes ou vertiques. Leur texture est variable, sableuse, sablo-argileuse argilo-sableuse (Sieffermann 1964), avec des variations importantes et une stratification liées à l'alluvionnement. Leur teneur en matière organique varie de 1 à 2,5 %, le pH est voisin de 7.

Les sols hydromorphes ont une évolution dominée par l'effet d'un excès d'eau, dû soit à la présence ou à la remontée d'une nappe phréatique soit à la stagnation d'eau en surface (Brabant & Humbel 1974). L'hydromorphie se traduit par la présence d'un horizon à gley ou à pseudo-gley et une couleur gris-foncé. L'activité biologique y est très importante et les turricules des vers très nombreux. La teneur en argile varie de 15 % en surface à 45 % en profondeur. La teneur en matière organique est de 1,5 % et le pH légèrement basique est

voisin de 7,8. Lorsqu'ils sont bien drainés, ils conviennent aux cultures de maïs, de sorgho et de cotonnier.

Les sols ferrugineux de cordon dunaires sont présents dans l'Extrême-Nord le long du cordon dunaire Yagoua Limani. Ils présentent une texture particulièrement sableuse en surface, plus argileuse en profondeur ou en bas de pente. Leur teneur en matière organique est faible (0,6 %) et leur pH légèrement acide (6) (Barbery & Gavaud 1980). Ils conviennent aux cultures de sorgho ou d'arachide, mais la culture du cotonnier y est plus aléatoire.

Du fait de l'action du climat mais surtout de l'anthropisation, les sols de culture se dégradent suivant deux processus principaux, la "**hardéisation**" et la "**squelettisation**".

La "**hardéisation**" est le processus qui conduit des sols de différentes origines pédologiques (vertisols, sols rouges tropicaux, ...) aux sols dits "**hardés**"³, caractérisés par leur stérilité ou leur improductivité (Guis 1976) et que Gavaud (1971) définit comme **des sols improductifs dans le système agronomique traditionnel, à aspect de surface particulier, présentant une végétation arbustive contractée avec des plages nues et localement des touffes d'herbacées antérieures ou postérieures à une accumulation de sable éolien, une érosion aréolaire, une surface dure et de couleur claire.**

Ces sols sont caractérisés dans les vingt premiers centimètres par une structure détruite (massive), l'absence de pores et d'activité biologique, un pH acide (5-6), la présence de sodium et de calcium. Ils présentent généralement un contact planique avec l'horizon sous-jacent. L'érosion en nappe y est très importante.

Le processus de dégradation en "hardé", serait selon Gavaud (1971) d'abord d'origine anthropique puis relayé par l'érosion hydrique. L'action de l'homme a pour effet de transformer la structure prismatique grossière, en structure polyédrique fine puis en structure massive, avec baisse de la teneur en matière organique et lessivage des argiles. Il y a alors apparition de phénomènes de battance, avec formation d'une pellicule superficielle étanche et d'érosion. Ceci se traduit par l'accentuation des contraintes hydriques pour la végétation. Ces sols couvrent actuellement 250 000 ha au Nord-Cameroun.

La "**squelettisation**" des sols ferrugineux tropicaux se traduit par un ensablement de l'horizon superficiel et une baisse de la fertilité. Cette accumulation de sable est liée à la diminution de la teneur en matière organique qui se minéralise de façon continue sans renouvellement suffisant et au lessivage des argiles. Contrairement au "hardé" ces sols ne présentent pas de contact planique, de prise en masse de la structure ni de battance

³ "**hardé**" est un terme fulfuldé (langue peuhl) communément utilisé par les pédologues du Nord-Cameroun (Seghieri 1990), correspondant à des planosols halomorphes selon Brabant & Gavaud (1985).

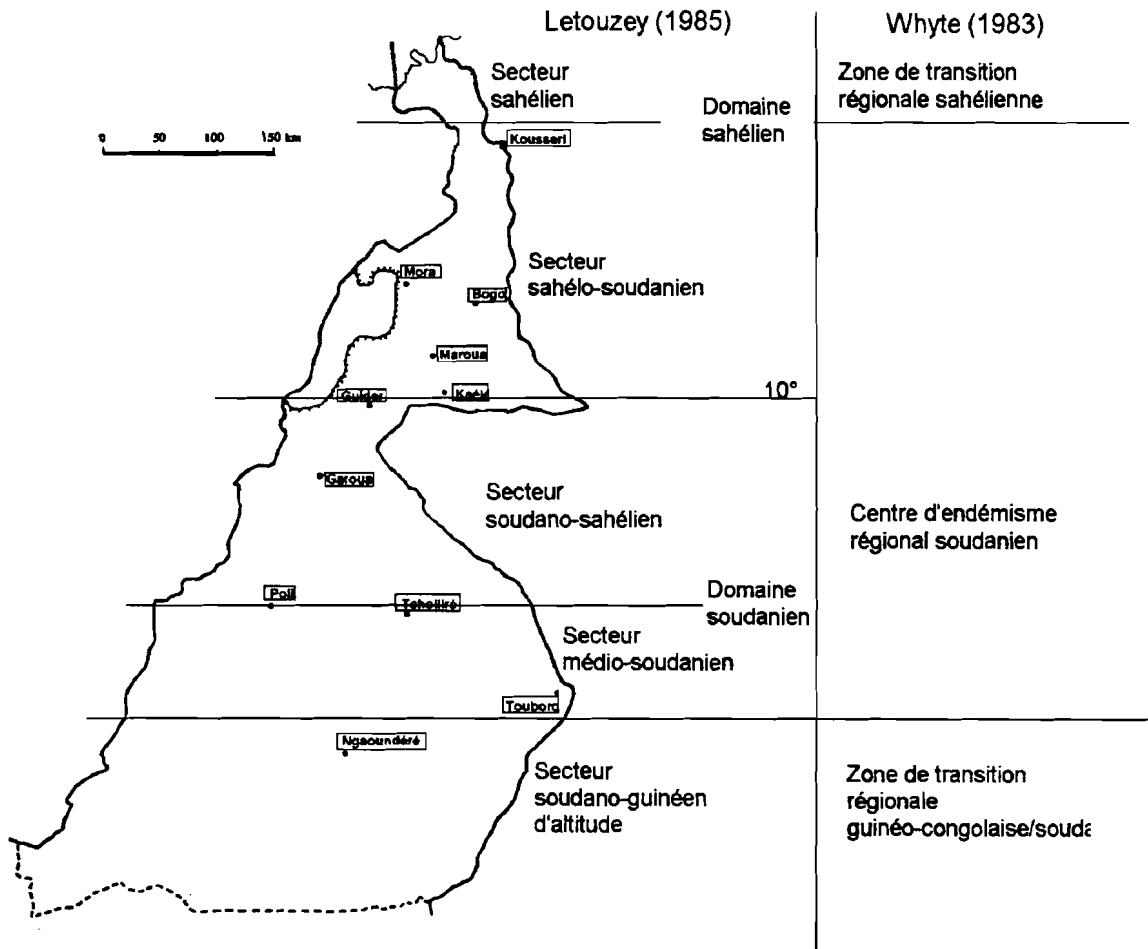


Figure 10 : Unités phyto-géographiques du Nord-Cameroun (d'après Whyte 1983, Letouzey 1985)

empêchant toute pénétration de l'eau. Le ruissellement a ensuite tendance à décaper l'horizon superficiel ainsi fragilisé. Les pratiques culturales superficielles répétées et la non restitution de matière organique (exportation presque totale des résidus de récolte) sont en grande partie responsables de la dégradation de ces sols avant que l'érosion proprement dite n'intervienne - ruissellement, décapage de l'horizon humifère, ravinement,... - (Roose 1992).

5.4. LA VEGETATION NATURELLE

Les grandes divisions phytogéographiques de la région d'étude, correspondent incontestablement aux divisions climatologiques. Elles sont localement modifiées par la topographie, l'hydrologie, l'édaphisme ou l'anthropisation passée et actuelle (Letouzey 1985). Cette région correspond exactement au centre d'endémisme régional soudanien identifié par White (1983). Par contre, suivant la classification de Letouzey (1985), elle fait partie de la région soudano-zambésienne, à cheval sur les domaines soudaniens et sahéliens dont la séparation a lieu vers le 10^{ème} parallèle. Ainsi du nord au sud, trois secteurs sont représentés : sahélo-soudanien, soudano-sahélien et médio-soudanien (figure 10 et figure 11).

5.4.1. FLORE DU SECTEUR SAHELO-SOUDANIEN

Les limites nord et sud de ce secteur sont floues en raison de la présence de nombreuses espèces de type sahélien, liées aux influences anthropiques agricoles et pastorales qui ont contribué à leur propagation (CCE 1988) et d'éléments soudaniens, espèces reliques d'un ancien climat plus soudanien (Chevalier 1951). Letouzey (1985) place la limite septentrionale avec le secteur sahélien à 25 km des abords du lac Tchad et la limite méridionale avec le domaine soudanien à la ligne formée par le rebord oriental des Monts Mandara, Guider, Kaélé et Yagoua.

Letouzey (1985) et Fotius (à paraître) distinguent deux ensembles végétaux:








- Les prairies périodiquement inondées de Kousséri à Yagoua, bordées au sud-est par le cordon dunaire ;
- Les steppes à épineux de Mora à Guider et Yagoua.

Le domaine d'étude s'étend essentiellement sur la zone des steppes à épineux. Cette zone a la physionomie générale d'une savane. La forte densité de population de cette partie du Nord-Cameroun conduit à une certaine uniformisation des paysages végétaux (Fotius, à paraître), de plus, les activités agricoles et pastorales représentent un facteur écologique biodynamique très important (Gaston 1981). Cette occupation se traduit par l'isolement d'arbres domestiqués au milieu des cultures: *Faidherbia albida*, *Adansonia digitata*, *Balanites aegyptiaca*, *Bombax costatum*, *Celtis integrifolia*, *Daniellia oliveri*, *Ficus platyphylla*, *F.*







Figure 11 : Esquisse des formations végétales
(d'après Fotius 1982 & Letouzey 1985
in Brabant & Gavaud 1985)

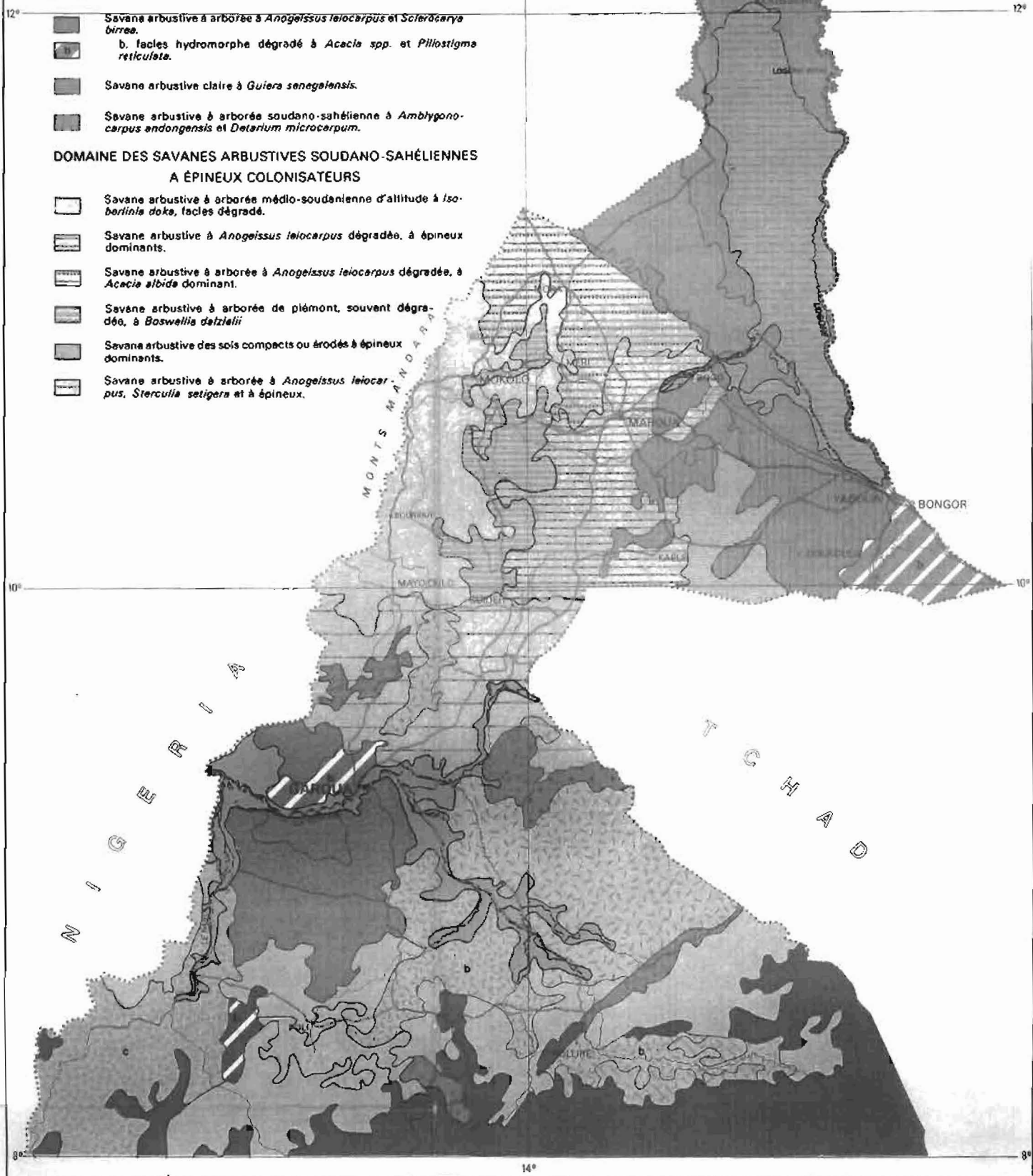
ECHELLE : 1/2 000 000

DOMAINE DES SAVANES ARBUSTIVES SAHÉLO-SOUDANIENNES
A ÉPINEUX IN SITU






-  Steppe arbustive sahélienne très claire à épineux.
-  Mosaïque de savane claire arbustive à épineux et de fourrés de mares à *Acacia nilotica*.
-  Savane arbustive à épineux (*Acacia seyal*) des vertisols.
-  Savane arbustive à arborée à *Anogeissus leiocarpus* et *Sclerocarya birrea*.
-  b. facies hydromorphe dégradé à *Acacia spp.* et *Ptilostigma reticulata*.
-  Savane arbustive claire à *Guiera senegalensis*.
-  Savane arbustive à arborée soudano-sahélienne à *Amblygonocarpus andongensis* et *Detarium microcarpum*.

DOMAINE DES SAVANES ARBUSTIVES SOUDANO-SAHÉLIENNES
A ÉPINEUX COLONISATEURS









-  Savane arbustive à arborée médio-soudanienne d'altitude à *Isobertinia doka*, facies dégradé.
-  Savane arbustive à *Anogeissus leiocarpus* dégradée, à épineux dominants.
-  Savane arbustive à arborée à *Anogeissus leiocarpus* dégradée, à *Acacia albida* dominant.
-  Savane arbustive à arborée de piémont, souvent dégradée, à *Boswellia datzielii*.
-  Savane arbustive des sols compacts ou érodés à épineux dominants.
-  Savane arbustive à arborée à *Anogeissus leiocarpus*, *Sterculia setigera* et à épineux.





DOMAINE DES SAVANES ARBUSTIVES SOUDANO-SAHÉLIENNES
- localement arborées - DÉGRADÉES A ÉPINEUX

-  Savane arbustive à combrétacées.
-  b. à *Terminalia spp.* dominants.
-  c. à *Hymenocardia acida* et *Maytenus senegalensis* associés avec des forêts galeries.
-  Savane arbustive, parfois arborée à *Burkea africana* des cuirasses ferrugineuses : faciès souvent dégradé à *Combretum spp.*, *Hymenocardia acida*, *Anogeissus leiocarpus*, *Gardenia triacantha*.
-  Mosaïque de savane arbustive et arborée à *Combretum spp.* et *Terminalia spp.* dominants, à *Isobertinia doka* et *Burkea africana*.

DOMAINE DES SAVANES ARBORÉES SOUDANO-SAHÉLIENNES

-  Savane arborée claire à *Anogeissus leiocarpus*, *Boswellia dalzielii* et combrétacées.
-  Savane arborée dense à *Burkea africana* et *Detarium microcarpum*.
-  b. faciès très dégradé à épineux.
-  Savane arborée à *Anogeissus leiocarpus* et à grands épineux.
-  Savane arborée à *Boswellia odorata* et *Boswellia dalzielii*.
-  Savane arborée à *Burkea africana*, *Daniellia oliveri*, *Anogeissus leiocarpus* et *Vitellaria paradoxa*.
-  Savane arborée à *Anogeissus leiocarpus* et *Pterocarpus lucens*.
-  Savane arborée à *Azalia africana*.

DOMAINE DES SAVANES FORESTIÈRES MÉDIO-SOUDANIENNE

-  Savane forestière à *Isobertinia doka*, *Monotes kerstingii* *Uapaca togoensis* et *Terminalia spp.*
-  b. faciès arbustif dégradé à *Hymenocardia acida*, combrétacées et *Vitellaria paradoxa*.

DOMAINE DES PRAIRIES HERBEUSES




-  Prairie herbeuse des plaines inondables.
-  Prairie herbeuse hygrophile et forêts galeries de lit majeur associées à une mosaïque de savane arborée et arbustive des terrasses.
-  Savane herbeuse claire d'altitude à *Isobertinia doka* et à forêts galeries.

Figure 11 : Esquisse des formations végétales, légendes (d'après Fotius 1982 & Letouzey 1985 in Brabant & Gavaud 1985)

sycomorus spp. *gnaphalocarpa*, *Khaya senegalensis*, *Kigelia africana*, *Parkia africana*, *Tamarindus indica*, *Zizyphus spina-christi*... Plusieurs de ces espèces appartiennent au domaine soudanien.

Le paysage est une mosaïque de cultures, de villages et de jachères jeunes ou anciennes. Dans ces jachères, les éléments sahéliens notamment épineux, font largement leur apparition, groupés en fourrés autour d'un arbre relictuel représentant un élément soudanien. Parmi ces épineux peuvent être cités: *Acacia ataxacantha*, *A. hockii*, *A. seyal*, *A. sieberana*, *Albizia chevalieri*, *Balanites aegyptiaca*, *Bauhinia rufescens*, *Boscia angustifolia*, *B. salicifolia*, *B. senegalensis*, *Cadaba farinosa*, *Capparis decidua*, *C. fascicularis*, *C. sepiaria* var. *fisheri*, *C. tomentosa*, *Cassia occidentalis*, *C. tora*, *Combretum aculeatum*, *Dichrostachys cinerea*, *Grewia flavescens*, *Maerua angolensis*, *M. crassifolia*, *M. oblongifolia*, *M. pseudopetalosa*, *Piliostigma reticulatum*, *Strychnos spinosa*, *Ximenia americana*, *Zizyphus abyssinica*, *Z. mauritiana*...

Le tapis herbacé - absent par taches autour des termitières à *Odontotermes magdalenae* - est constitué essentiellement de *Schoenefeldia gracilis*, *Loudetia togoensis*, *Schizachyrium exile* et de diverses espèces d'*Aristida*. En zone de pâturage, les espèces de dégradation les plus fréquentes sont : *Brachiaria stigmatifera*, *Chloris lamproparia*, *Chloris prieuri*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria longiflora*, *Eragrostis ciliaris*, *E. namaquensis*, *Panicum laetum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Setaria barbata*, *Sporobolus microprotus*, *Zornia glochidiata*, ...

Différents travaux ont été effectués dans cette région concernant la dynamique saisonnière de la végétation (Seghieri 1990), les jachères et les terroirs (Seignobos & Iyebi Mandjeck 1991) et la dynamique de la végétation après abandon de culture (Donfack 1993).

5.4.2. FLORE DU SECTEUR SOUDANO-SAHELIEN

Le secteur soudano-sahélien appartient au domaine soudanien. Il est la prolongation vers le sud, jusque vers la latitude 8°30' (Poli, Tcholliré), du secteur sahélo-soudanien vu précédemment, mais avec une nette dominance des éléments floristiques soudanien. Le caractère steppique du secteur précédent disparaît au profit de boisements non épineux et à tapis herbacés continus, constituant une savane arbustive à feuillus. Deux ensembles phytogéographiques de ce secteur ne seront pas détaillés car ils ne concernent pas directement la zone d'étude. Ce sont les formations hydromorphes et les prairies périodiquement inondées des vallées de la Bénoué et de ses grands affluents, et les formations d'altitude des Monts Mandara.

Les boisements sont très clairsemés particulièrement au nord du secteur. Ceci est accentué par les activités anthropiques agro-pastorales de plus en plus intenses dans cette

région. D'après Letouzey (1985), en dehors des éléments intrusifs sahéliens, la flore soudanienne comporte dans ce secteur des éléments ligneux caractéristiques tels que : *Acacia sieberana*, *Anona arenaria*, *Bombax costatum*, *Boswellia* spp., *Burkea africana*, *Cassia sieberana*, *Cochlospermum planchonii*, *Commiphora* spp., *Dalbergia melanoxylon*, *Detarium microcarpum*, *Diospyros mespiliformis*, *Ficus* spp., *Grewia* spp., *Haematostaphis barteri*, *Hexalobus monopetalus*, *Khaya senegalensis*, *Lannea* spp., *Parkia africana*, *Piliostigma reticulatum*, *Prosopis africana*, *Pseudocedrela kotschyi*, *Pterocarpus erinaceus*, *Sclerocarya birrea*, *Steganotaenia araliacea*, *Sterculia setigera*, *Tamarindus indica*, ...

En ce qui concerne les herbacées, bien qu'il soit difficile de considérer de véritables caractéristiques, on peut citer : *Actinopterys radiata*, *Andropogon canaliculatus*, *Aristida kerstingii*, *Borreria stachydea*, *Brachiria comata*, *Elionurus hirtifolius*, *Lippia chevalieri*, *Panicum nigerense*, *Tephrosia linearis*, *Trichodesma africanum*, ...

Divers éléments soudaniens, trouvent leur limite septentrionale au nord de Garoua, tels *Amblygonocarpus andongensis*, *Daniellia oliveri*, *Entada africana*, *Lophira lanceolata*, *Maytenus senegalensis*, *Nauclea latifolia*, *Securidaca longipedunculata*, *Stereospermum kunthianum*, *Terminalia macroptera*, *Vitellaria paradoxa*... et ne dépassent guère le 10^{ème} parallèle.

5.4.3. FLORE DU SECTEUR MEDIO-SOUDANIEN

Ce secteur s'étend entre la latitude 8°30' (Poli, Tcholliré) et la falaise septentrionale du plateau de l'Adamaoua. Il correspond aux savanes boisées et aux forêts claires sèches, avec des influences anthropiques agricoles (cultures vivrières et cotonnières) bien marquées dans les plaines et les vallées. Dans ce secteur Letouzey (1985) distingue deux parties:

- la partie septentrionale proprement dite qui s'étend sur les hauts bassins du Faro, de la Bénoué, du mayo Rey, de la Vina et de la Mbéré, jusqu'à la rupture de pente qui, entre 1200 et 900 m, amorce la descente du plateau de l'Adamaoua vers la Bénoué.
- la partie méridionale qui se situe au sud de la précédente.

Seule la partie septentrionale du secteur médio-soudanien concerne la région d'étude. Le principal composant des savanes boisées est *Isobertinia doka*, accompagné d'au moins cinq autres espèces ligneuses caractéristiques : *Anogeissus leiocarpus*, *Monotes kerstingii*, *Oxytenanthera abyssinica*, *Parinari curatellifolia*, *Uapaca togoensis* qui paraissent trouver ici leur optimum écologique. Les formes de dégradation de ces savanes boisées sont encore

dominées par les *Combretaceae* (*Combretum spp.* et *Terminalia spp.*). Parmi les herbacées peuvent être citées: *Cymbopogon giganteus*, *Diheteropogon hagerupii*, *Elymandra androphila*, *Thelepogon elegans*.

5.5. LA POPULATION

5.5.1. CARACTERISTIQUES

Le recensement de 1987 a permis d'établir à 2 687 860 habitants la population des provinces du Nord (832 165 habitants) et de l'Extrême-Nord (1 855 695 habitants). Cela représente 25 % de la population nationale pour 20 % de la superficie du territoire national. La grande majorité de cette population est rurale ; seules deux villes, Garoua et Maroua ont plus de 100 000 habitants. Si la densité moyenne est de 28 hab./km², elle masque une très grande disparité dans l'occupation du territoire, qui va décroissante depuis le nord vers la sud, avec en 1976 (Roupsard 1987) 65,5 hab./km² pour le département du Margui-Wandala (Mora) à 6,8 hab./km² pour la Bénoué. Localement ces disparités peuvent être encore plus fortes. Les disparités de cette population tiennent à l'histoire de la région.

5.5.2. HISTORIQUE

La population du Cameroun septentrional comprend une soixantaine de groupes ethniques principaux, sur les 135 que compte le pays (Podlowski 1971, Breton 1979). Sa mise en place depuis le X^{ème} siècle résulte de mouvements complexes dont la dominante principale s'oriente du nord au sud (Boulet & al. 1972, Bassoro & Mohamadou 1980, Roupsard 1987, Seignobos, c. p.).

Tout d'abord les Bantou, originaires du bassin de la Bénoué, vont migrer vers les forêts du sud. Les Mboum et les Bayas partis du royaume du Bornou viennent peupler l'Adamaoua et dominent cette région au XVIII^{ème} siècle. Ils soumettent les Dourou venus de la cuvette tchadienne et fondent le royaume du Kororafa. Ils sont repoussés par les Tchamba venant des piedmonts Alantica et par les Bata qui en remontant vers le nord, refoulent les Dohayo sur les monts de Poli et les Fali sur le Tinguélin. Simultanément Toupouri et Massa venant de la bordure du Logone ont amorcé une remonté vers le nord-ouest. Un autre groupe "tchadique" (Mafa, Mofou, Kapsiki, Guidar, Giziga, Mandara) s'installent sur les massifs et les plateaux des monts Mandara.

Au XIX^{ème} siècle les derniers mouvements concernent deux ethnies pratiquant le nomadisme pastoral. Les Arabes Choa venant du nord-est occupent les plaines inondables du Logone et du Chari. Les Peuhl "Foulbé" venant de l'ouest et du nord-ouest essaient sur

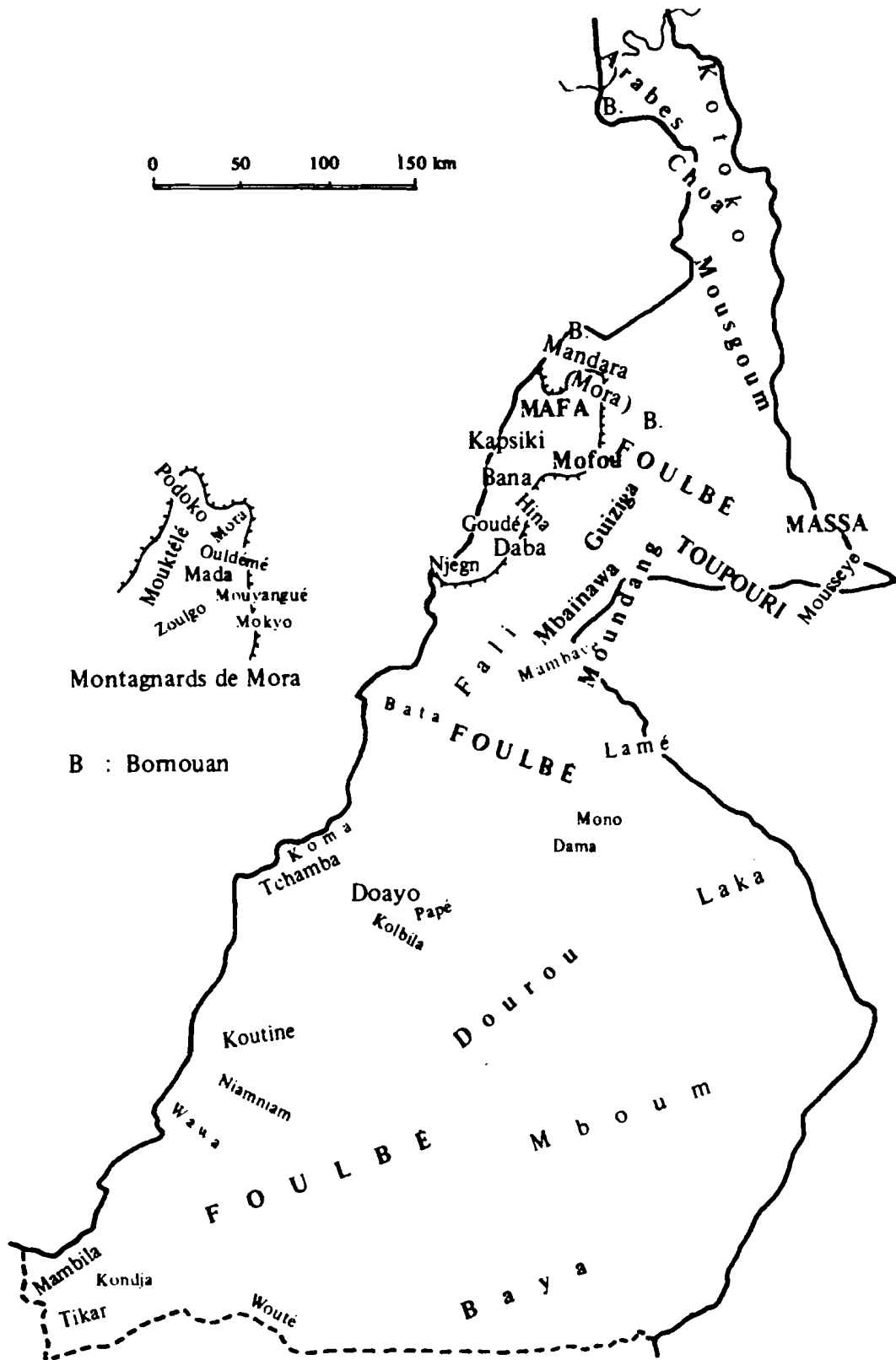


Figure 12 : Répartition des principales ethnies (d'après Roupsard 1987)

les plaines du Diamaré et de la Bénoué jusqu'aux plateaux de l'Adamaoua. Cette dernière migration accompagnée d'un "dijihad" assure la suprématie des Foulbé et se traduit par une mise sur la défensive des populations initiales et l'accentuation du reflux vers les montagnes.

Au XX^{ème} siècle, la colonisation d'abord allemande (1901-1921) puis française (1921-1960) structure la région en s'appuyant sur les lamidats (chefferie foulbée) et en augmentant leurs responsabilités administratives.

Depuis 1955, des flux migratoires spontanés ou organisés se sont opérés depuis les montagnes vers les plaines, d'abord du Diamaré puis à partir de 1975 de la Bénoué, jusque là peu peuplées et inexploitées (Roupsard 1987). La figure 12 montre le répartition des principales ethnies du Nord-Cameroun

5.5.3. ACTIVITES AGRICOLES

Dans les régions de montagne, notamment dans les monts Mandara, la grande densité de population (à Podokwo-sud (Mora) on a recensé 240 hab/km² en 1976) a engendré un système de culture intensive en terrasses, parfaitement en équilibre avec le milieu, où chaque culture est mise en place en fonction des potentialités agronomiques et hydriques du sol même s'il s'agit de quelques mètres carrés. C'est le secteur privilégié des cultures intercalaires (Hallaire 1984). Cette agriculture est complétée par un élevage de case, composé essentiellement par du petit bétail (caprins). Les bovins sont élevés à l'unité dans une case fermée, technique dite du "boeuf emmuré" (Fréchou 1984).

Dans les montagnes autour de Poli (de 600 à 1200 m d'altitude), la densité de population est très faible soit 5,3 hab/km² (Boulet 1975). L'agriculture est uniquement vivrière associée à un élevage de petit bétail et de taurins.

Du fait des contraintes de la vie montagnarde, les jeunes ont de plus en plus tendance à descendre vers les plaines.

Dans les régions de plaine, l'agriculture est de plus en plus sédentarisée, surtout dans les plaines du nord où les densités de populations sont les plus élevées. Depuis 1974, les contraintes climatiques ont induit la descente des cultures les plus exigeantes (cotonnier, maïs) vers les zones sud mieux arrosées. De 1970 à 1991, les surfaces cotonnières de la province de l'extrême-Nord sont passées de 82 000 ha à 44 000 ha (Roupsard 1987, SODECOTON 1991). Les sorghos, le mil et le niébé, plus rustiques, sont ainsi devenus les éléments majeurs de l'agriculture du nord, tandis que le cotonnier, les sorghos et le maïs sont devenus les cultures majeures du bassin de la Bénoué. La riziculture est limitée aux zones aménagées sur les bords du Logone entre Yagoua et Kousséri.

L'agriculture de saison des pluies est complétée par une agriculture de contre saison très importante, mise en oeuvre sur les vertisols des plaines fluviales temporairement

inondées. Elle concerne particulièrement le sorgho de contre saison appelé "mouskwari" cultivé sur près de 100 000 ha et les cultures légumières irriguées, parmi lesquelles l'oignon prend une place tout à fait particulière par les revenus qu'il procure (de 10 000 à 40 000 FF/ha).

Parmi les structure agraires, nous distinguerons les structures **traditionnelles** et les structures **encadrées** (Chabrier 1986).

Les structures **traditionnelles** se retrouvent intactes dans les zones très peuplées des montagnes et dans les exploitations non cotonnières de l'Extrême-nord. L'agriculture intensive en montagne ou extensive en plaine se caractérisent par l'absence d'intrants et de mécanisation et se traduisent par des rendements faibles.

Les structures **encadrées** sont suivies par trois sociétés de développement :

- La SODECOTON est une société d'économie mixte, basée à Garoua qui encadre la culture cotonnière et les cultures vivrières entrant dans la rotation. Cet encadrement est assuré par un réseau de chefs de régions, chefs de secteurs et chefs de zones relayés dans les villages par les moniteurs. Son rôle consiste à vulgariser des techniques de culture intensives (calendrier cultural, semis en ligne, mécanisation, utilisation d'intrants -fumure, insecticides, herbicides-) et à assurer l'achat de la récolte de coton et l'approvisionnement en intrants et matériels.
- La SEMRY⁴ encadre la riziculture sur les casiers installés en bordure du Logone. Elle a une action d'entreprise agricole réalisant des travaux à façon (labour, irrigation,...) et une action de formation, d'approvisionnement et de commercialisation des récoltes.
- La M.E.A.V.S.B.⁵ dont l'activité principale est l'aménagement de la région Nord-Est-Bénoué par la construction d'infrastructures (routes, écoles, dispensaires,...) alliée à l'encadrement des agriculteurs migrants venus des montagnes, ou des bords du Logone.

Elles se caractérisent par une agriculture intensive en fonction d'itinéraires techniques adaptés régionalement aux différentes cultures pour une meilleure production.

Parallèlement à l'agriculture, l'élevage est le deuxième pôle d'activité rurale. Si ovins

⁴SEMRY : Société d'Etude et de Mécanisation de la Riziculture de Yagoua.

⁵M.E.A.V.S.B. : Mission d'Etude et d'Aménagement de la Vallée Supérieure de la Bénoué.

et caprins sont élevés par toutes les ethnies à proximité des villages, les bovins (zébus) sont élevés de façon extensive en troupeaux itinérants essentiellement par les pasteurs Arabes Choa et Mbororo et de façon plus sédentaire par les éleveurs Foulbé. L'élevage bovin chez les agriculteurs est essentiellement lié aux nécessités de la culture attelée. En 1985, le cheptel bovin des provinces du Nord et de l'Extrême-Nord représentait environ 1 400 000 têtes de bétail (Roupsard 1987).

Les activités de pêche ne concernent que les populations riveraines des fleuves, comme le Logone (Massa, Mousgoum et Kotoko) et la Bénoué (Bata et Dama) ou des lacs comme le barrage de Lagdo qui attire des populations de pêcheurs de l'Extrême-Nord et du Nigéria.

5.6. L'AGRICULTURE

5.6.1. PRESENTATION

Le paysage agricole de la zone cotonnière du Nord-Cameroun présente une grande diversité liée à la variabilité des facteurs pédologiques, accentuée par un gradient climatique important du sud au nord de la zone.

A ces composantes naturelles viennent s'ajouter les composantes sociologiques liées à la variabilité des densités de population d'une région à l'autre et aux mouvements migratoires récents des hautes terres du nord vers les plaines et la région sud pour la mise en valeur de nouvelles terres. Cette composante sociale intervient fortement sur les potentialités d'occupation des terres et la gestion de celles-ci (Roupsard 1987).

Ainsi, dans la province de l'Extrême-Nord, l'agriculture est peu intensive ; ceci est lié au risque de mauvaise valorisation des intrants par une climatologie incertaine. La rotation cotonnière se fait sur trois ans, incluant une à deux années de sorgho pluvial et une année de niébé ou d'arachide. Les jachères sont de moins en moins pratiquées - 8 % des surfaces cultivables sont laissées en jachère .

Les possibilités de défrichement deviennent de plus en plus réduites - 3 % des surfaces cultivées sont issues de défrichement. Les agriculteurs, faute de pouvoir se déplacer, par manque de nouvelles terres disponibles, sont de plus en plus contraints d'utiliser des terres marginales peu productives.

Dans la province du Nord la densité de population est faible. La pluviométrie abondante (1000 à 1500 mm / an) autorise une agriculture plus intensive (forte fumure, utilisation répétée d'herbicide...). La culture cotonnière revient tous les 2 à 3 ans en alternance avec le sorgho, le maïs ou l'arachide.

Les jachères représentent 20 % des surfaces cultivables.

Le défrichement est encore fréquent - 11% des surfaces cultivées sont issues de défrichement - surtout dans les zones de migrations récentes (sud-est Bénoué).

La pression agricole et la répétition de la culture de sorgho dans le nord, l'intensification et la courte rotation cotonnière dans le sud, se traduisent parallèlement aux problèmes de dégradation des sols, par des problèmes d'infestation de mauvaises herbes de plus en plus difficiles à combattre.

5.6.2. LE COTONNIER

Le cotonnier est la principale culture de rente du Nord-Cameroun, suivie par l'oignon et les céréales. Son développement a commencé au début des années cinquante dans la province de l'Extrême-Nord, avec la mise en place de la "C. F. D. T.⁶" puis en 1974 de la SODECOTON. Depuis cette époque, les surfaces cultivées en cotonnier ont progressé jusqu'en 1970 pour atteindre 110 000 ha. Les mauvaises conditions climatiques des années suivantes et les mauvais rendements ont désintéressé les agriculteurs de la culture cotonnière. Les surfacesensemencées ont alors chuté jusqu'en 1978, n'atteignant plus cette année là que 47 000 ha. A partir de cette période, l'extension des techniques d'intensification de la culture (engrais, insecticides) et l'aménagement du bassin de la Bénoué accompagné d'un afflux de migrants en provenance du nord ont permis l'extension de la culture. Les surfaces se sont ainsi stabilisées depuis 1985 autour de 100 000 ha, répartis pour moitié dans les deux provinces ; pour une production globale d'environ 100 000 tonnes de coton graine (Roupsard 1987, SODECOTON 1990 , SODECOTON 1991).

L'itinéraire - différentes étapes - de la culture cotonnière est établi en fonction de trois paramètres : les potentialités du sol, la pluviométrie de la région et le calendrier de l'agriculteur. Seules 3 % des surfaces sont conduites de façon traditionnelle ; pourtant le degré d'intensification varie beaucoup suivant la région. Généralement élevé au sud de Garoua, il est d'autant plus faible que l'on remonte vers le nord où l'arrivée tardive des pluies et leur irrégularité conjuguées à des sols souvent "fatigués" ne permettent pas une bonne valorisation des intrants (fumure, pesticides).

La mise en place de la culture a lieu après celle des cultures vivrières précoces (sorgho, maïs, arachide), généralement un sorgho (70 %). La préparation du sol se fait dans le courant du mois de juin après les premières pluies importantes (10 mm). Les semis interviennent quelques jours plus tard, après une autre pluie, pouvant s'étaler jusqu'à fin juillet. La préparation du sol est réalisée principalement en culture attelée (72 %) ; la préparation manuelle à la houe ne représente que 11 % des surfaces et est généralement pratiquée par

⁶C. F. D. T. : Compagnie Française Des Textiles

des migrants récemment installés et n'ayant pas encore les moyens d'utiliser un attelage. 10 % des surfaces ne sont pas préparées avant le semis. Cette méthode pratiquée essentiellement dans la partie septentrionale de la zone, permet d'utiliser les toutes premières pluies importantes au profit de la culture. Ce semis direct devient dans cette région de plus en plus fréquent, mais pose le problème du désherbage en tout début de cycle.

La fumure est presque exclusivement minérale. La charrette attelée n'étant pratiquement pas utilisée au Nord-Cameroun, tous les déplacements de charges en milieu rural se font sur la tête ou à l'aide de petites carrioles tirées à la main. Il n'est donc pas possible d'apporter de fumure organique issue de la terre de parc, surtout dans les champs éloignés du village. Au Nord-Cameroun la seule fumure organique est issue des fèces laissés par les zébus lors du pâturage des résidus de culture en fin de saison.

L'apport de fumure minérale concerne 92 % des surfaces semées. Elle est apportée sous la forme d'engrais complet (N P K S B) à raison de 100 à 200 kg/ha en fonction de la précocité du semis, éventuellement complété, dans le bassin de la Bénoué, par 50 kg/ha d'urée au moment du buttage.

L'utilisation des herbicides concerne 14 % des surfaces dont l'essentiel se trouve dans la région de Touboro. Ces produits sont soit des produits de pré-levée de la culture et des adventices (dipropétrine, métolachlore), soit un herbicide de contact (paraquat) employé contre les repousses de labour trop précoce ou les mauvais enfouissements de labour trop tardif. Dans la moitié des cas les herbicides de pré-levée et de contact sont employés en mélange extemporané.

Dans cette région de Touboro, grande utilisatrice d'herbicides, le faible choix de matières actives pour les herbicides de pré-levée sélectifs du cotonnier et leur utilisation répétée ne va pas sans engendrer des évolutions de flores et sélectionner des espèces qui au cours du temps deviennent particulièrement nuisibles comme *Commelina benghalensis* (Le Bourgeois 1991).

Les pratiques culturales d'entretien sont effectuées à raison d'un à deux sarclages manuel (65 %) ou mécanique (35 %) suivis dans 70 % des cas d'un buttage essentiellement mécanique, effectué environ cinquante jours après le semis. Le buttage est rarement suivi d'un sarclage supplémentaire.

La lutte chimique contre les ravageurs est réalisée sur la quasi-totalité des surfaces.

5.6.3. LES SORGHOS ET LES MILS DE SAISON DES PLUIES

Au Nord-Cameroun le terme "mil" désigne dans le langage courant aussi bien le mil pénicillaire (*Pennisetum typhoides*) que le sorgho (*Sorghum vulgare*). Le premier est cultivé principalement dans les Monts Mandara et en bordure du Logone (pays Toupouri) et plus récemment de façon dispersée par les migrants d'origine tchadienne ; soit, pour les régions de plaines 20 000 ha. Le second étend son domaine à toute la région. La diversité des variétés cultivées est très grande - Marathe (1970) cité par Hallaire (1984) en dénombreait

1530 pour les trois départements de Margui-Wandala, du Diamaré et du Mayo-Danaï - permettant une grande adaptation aux diverses situations pédo-climatiques. Cette culture représente près de 400 000 ha (Roupsard 1987) dont 120 000 ha entrent dans la rotation cotonnière (SODECOTON 1991). Il s'agit de la culture prédominante de la province de l'Extrême-Nord, alors qu'au sud de Garoua elle est de plus en plus remplacée par le maïs. Le "mil" fournit la base alimentaire de la grande majorité de la population rurale et urbaine de la région.

Les techniques culturales utilisées pour la culture du sorgho sont restées traditionnelles. Les sorghos à cycle court ("djigari" en fulfuldé), sont les mieux représentés. Les semis ont lieu dès les premières pluies importantes de mai à juin, pour une récolte en septembre, octobre. Si dans le sud les parcelles sont très généralement labourées, ce n'est pas le cas dans le nord où les semis directs (sans travail du sol) sont fréquents afin de bénéficier des premières pluies. L'irrégularité des pluies en début de saison amène souvent les agriculteurs à effectuer un ou plusieurs re-semis. Deux à trois sarclages manuels sont réalisés en cours de culture.

Seulement 40 000 ha de sorgho dit "amélioré", bénéficient des quelques pratiques de culture un peu plus intensives que sont l'utilisation du précédent cotonnier (40 000 ha), le traitement de semences (25 000 ha), le sarclage et le buttage mécanique (2 000 ha), l'apport d'une fumure azotée (2 000 ha) (SODECOTON 1991).

Le principal ennemi du sorgho au Nord-Cameroun est une mauvaise herbe parasite, *Striga hermonthica*. Cette espèce a pris un essor particulier ces dernières années, en particulier à cause de la dégradation des sols et à la sécheresse, surtout dans le nord (Ngoumou Nga, 1991).

5.6.4. LE MAIS

Jusqu'au début des années soixante dix, la culture du maïs occupe une place importante sur les bords du Logone. A partir de 1978, elle se développe en bordure du lac Tchad. Les surfaces concernées atteignent alors entre 10 000 et 18 000 ha suivant les années. Dans le bassin de la Bénoué, elle est encore faible en 1970 (3000 ha) mais progresse rapidement à partir de 1980. Dans l'ensemble de la zone cotonnière (bordure du lac Tchad non comprise), 32 000 ha ont été emblavés en maïs durant l'année 1991. Seuls 15 % de cette surface sont conduits de manière intensive (apport d'une fumure minérale, traitement herbicide pour 50 % d'entre elles, buttage). Les 85 % restant sont cultivés de façon traditionnelle soit en culture pure soit en culture associée avec un sorgho. La culture intensive est limitée aux zones climatiques favorables du bassin de la Bénoué.

5.6.5. L'ARACHIDE

La culture arachidière a été développée très tôt (1928) comme une culture de rente. De 1950 à 1972 les surfaces cultivées ont progressé de 50 000 ha à 80 000 ha, situés pour moitié dans les Monts Mandara et leurs piedmonts. Depuis, les surfaces cultivées sont restées à peu près stables, mais le statut de production de rente à destination du marché international a été remplacé dès 1976 par une production vivrière dont les excédents sont vendus sur les marchés locaux (Roupsard 1987). A l'heure actuelle, la production arachidière impliquée dans l'assolement cotonnier représente 49 000 ha en culture traditionnelle et 2 300 ha en culture améliorée (précédent cotonnier, fumure minérale phosphatée, traitement des semences, utilisation ponctuelle d'herbicide). 50 % des surfaces sont cultivées en association avec une céréale.

L'arachide est cultivée essentiellement sur des sols légers et sableux (ferrugineux). La préparation de sol et le semis ont lieu en juin, pour une récolte effectuée en octobre. Un à deux sarclages manuels sont réalisés durant la culture.

5.6.6. LE SYSTEME COTONNIER ET L'ENHERBEMENT AU NORD CAMEROUN

La diversité des situations pédo-climatiques rencontrées dans l'ensemble de la région cotonnière du Nord-Cameroun, se traduit par de nombreuses variations des systèmes de cultures pratiqués dans le cadre de la rotation à base de cotonnier. La fréquence des céréales et les semis directs dans l'Extrême-Nord, les cultures intensives et l'emploi répété d'herbicides de même famille dans le Nord, la dégradation générale des sols, sont autant de paramètres influant de différentes manières sur le développement des communautés de mauvaises herbes et sur le degré d'infestation des principales espèces. A cela, s'ajoutent les difficultés de l'agriculteur à respecter son calendrier d'exploitation, pour concilier un bon entretien des cultures vivrières précoces et une bonne mise en place du cotonnier. Ceci se traduit alors soit par un mauvais sarclage des cultures vivrières soit par une mise en place du cotonnier trop tardive qui signifie un labour mal réalisé sur un enherbement déjà trop développé. Il s'en suit un mauvais enfouissement des herbes, de nombreuses repousses et une levée du cotonnier dans des conditions défavorables.

Une perception fine des processus de développement des communautés de mauvaises herbes et d'infestation des espèces est indispensable pour mettre en oeuvre une maîtrise efficace des enherbements. Cette perception nécessite une connaissance approfondie de la composition des communautés végétales, de leurs conditions écologiques de développement, de la biologie et de la phénologie des espèces, des systèmes culturaux à base de cotonnier.

CHAPITRE 2

LES COMMUNAUTES DE MAUVAISES HERBES

AMPLITUDE D'HABITAT ET DEGRE D'INFESTATION

1. PRESENTATION

La compréhension du fonctionnement d'une communauté végétale nécessite de la décomposer dans ses éléments de base que sont les espèces. Le présent chapitre aborde une première étape dans la connaissance du fonctionnement des communautés de mauvaises herbes au Nord-Cameroun. Par une analyse descriptive et écologique de la flore adventice de la région, j'aborderai les principales questions suivantes :

- ▶ Quelle est la richesse floristique de la région ?
- ▶ Quelles sont les principales mauvaises herbes ?
- ▶ Quelle est l'évolution de la composition floristique au cours du cycle cultural ?
- ▶ Comment les facteurs écologiques naturels et agronomiques permettent-ils d'expliquer la formation de ces communautés et le développement des principales mauvaises herbes (fréquence d'apparition, amplitude d'habitat, degré d'infestation) ?
- ▶ Comment ces espèces se regroupent-elles en communautés ?

La principale particularité de l'environnement agricole des systèmes cotonniers en Afrique soudano-sahélienne est son instabilité dans le temps aussi bien au cours des années qu'au cours de la saison de culture elle-même. La présence, la composition et l'importance d'une communauté de mauvaises herbes dans une parcelle en un instant "T", dépendent des conditions pédo-climatiques et de l'effet combiné de l'histoire de la parcelle et des événements survenus depuis le début de la saison culturale. Cet état de la communauté à l'instant "T" est un état transitoire, sujet à modifications à l'occasion de chaque intervention sur la parcelle. Il s'agit donc d'un écosystème dynamique en perpétuelle évolution soumis à une pression de sélection dont l'amplitude est d'autant plus forte que l'on se trouve dans des systèmes de culture plus intensifs où l'utilisation des herbicides est fréquente (Akobundu 1987). La taille de l'aire étudiée et la vision momentanée de la communauté ne permettent que d'avoir un aperçu limité des processus en cause (Wiens *et al.* 1986).

Il convient dès le départ de ne pas minimiser les problèmes relatifs à ce genre d'étude qui comporte un certain nombre de faiblesses et de risques dont il faut être conscient (Maillet 1992) :

- ▶ problème d'acquisition de données représentatives ;
- ▶ relativité des informations à chaque station et limitées dans l'espace et le temps ;
- ▶ nombre important de paramètres explicatifs à prendre en compte ;
- ▶ risque de ne pas prendre en compte un paramètre explicatif important ;
- ▶ difficultés de comparer les situations.

2. COLLECTE ET ANALYSE DES DONNEES

Au cours de l'année 1988, une étude préliminaire portant sur 60 relevés de fin de cycle (Le Bourgeois 1991a) a permis d'élaborer une démarche de travail depuis l'échantillonnage des parcelles, le travail de terrain, jusqu'à l'analyse des données. La principale contrainte qui ressortait de cette étude préliminaire était la difficulté à prendre en compte le degré d'abondance des espèces dans les analyses ce qui se traduisait par une perte d'information importante sur les espèces très infestantes comme *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Launaea chevalieri*...

2.1. CHOIX DES STATIONS

Au Nord-Cameroun, L'agriculture est uniquement paysanne (cf. Chap. 1.5.6.) et il n'existe pas d'entreprise agricole à caractère industriel, cultivant de grandes surfaces de façon très intensive. L'I.R.A.¹ dispose d'un réseau de 11 sites d'expérimentation, "les antennes", répartis sur l'ensemble de la zone cotonnière et permettant aux chercheurs de travailler en milieu contrôlé (Gouthière 1988).

Dans cette situation, trois possibilités s'offraient pour choisir un milieu d'investigation :

- étude sur antenne ;
- étude en milieu réel, en parcelle paysanne et sur antennes;
- étude en milieu réel, en parcelle paysanne.

Traoré (1991), au Burkina Faso, a choisi de travailler sur ferme expérimentale et en milieu paysan. J'ai préféré travailler en milieu réel, sur parcelles paysannes, car les parcelles situées sur antennes présentent une trop grande hétérogénéité floristique liée à la superposition de plans expérimentaux successifs, surtout lorsqu'il s'agit d'essais se rapportant à la fumure, au travail du sol ou aux herbicides. Du fait d'un historique complexe de chaque parcelle, de sarclages très fréquents dans les essais précédents, afin de minimiser l'enherbement, les situations floristiques des parcelles sur antenne sont difficilement extrapolables aux conditions agricoles du milieu réel. *Dun*

Au cours des années 1989 à 1991, des observations phyto-écologiques (au sens de Gounot 1961, 1969) ont porté sur 180 parcelles paysannes réparties sur 18 zones suivant un échantillonnage stratifié en grappes de 10 parcelles, sur l'ensemble de la région. La figure 13 présente la répartition de ces 18 zones sur l'ensemble de la région cotonnière du Nord-Cameroun. Différentes contraintes matérielles liées aux temps de déplacements durant la saison des pluies, m'ont amené à répartir l'étude des 180 parcelles au cours des trois années,

¹I.R.A.: Institut de la Recherche Agronomique, structure nationale au Cameroun.

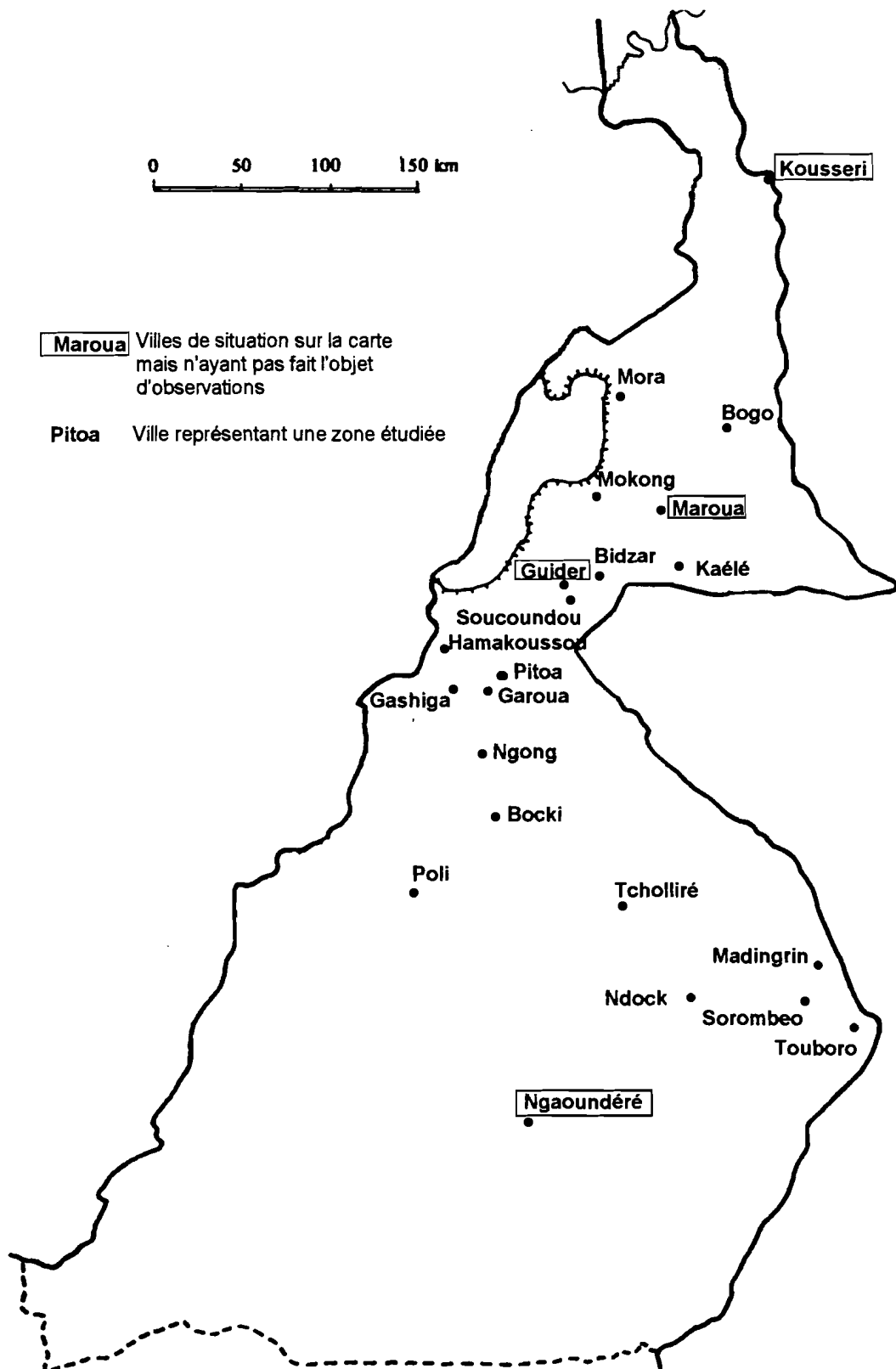


Figure 13 : Localisation des 18 zones étudiées au Nord-Cameroun

à raison de 110 parcelles en 1989, 50 parcelles en 1990 et 20 parcelles en 1991. Cette répartition sur trois ans a permis d'affiner l'échantillonnage, notamment pour certaines conditions de sol insuffisamment inventoriées, de façon à obtenir une meilleure représentativité de la région.

L'étude préliminaire réalisée en fin de campagne 1988 (Le Bourgeois 1991a), a servi de référence pour l'élaboration de ce plan d'échantillonnage à partir des principales zones pédo-climatiques mises en évidence dans la région.

La zone concernant les contreforts de l'Adamaoua et présentant une flore adventice assez particulière, liée à une altitude située entre 600 et 900 m, n'a pu être reprise en 1989 à cause de gros problèmes de communication dans cette zone.

Dans chacune des zones, 10 parcelles sont choisies en fonction de considérations agronomiques telles que la culture, l'âge de la parcelle, le degré d'intensification, l'utilisation d'herbicide... Etant donné le nombre important de paramètres pris en compte et la régionalisation de certains d'entre eux, il n'est pas possible d'équilibrer l'échantillonnage sur 10 parcelles. En effet, la distribution d'échantillonnage d'un facteur tel que la culture est souvent déséquilibré localement dans la mesure où, à cause du gradient pluviométrique, la culture du maïs se rencontre principalement au sud, tandis que le sorgho est cultivé majoritairement au nord. Il en est de même de l'utilisation d'herbicide que l'on rencontre essentiellement au sud de la région d'étude.

Ces différences locales participent à la caractérisation de la flore en fonction de l'environnement. Dans la mesure du possible, je me suis efforcé d'obtenir un certain équilibre d'échantillonnage des principaux facteurs sur l'ensemble des 180 parcelles.

Une étude diachronique des mêmes parcelles au cours des trois années eût été intéressante afin d'étudier la stabilité de la flore ou sa variabilité dans le temps. Ceci s'est avéré impossible, en raison du calendrier de déplacement. Une même grappe de 10 parcelles devait être observée dans la même journée. Or, d'une année sur l'autre, chacune des 10 parcelles peut être cultivée ou abandonnée, recevoir une culture précoce ou une culture tardive, ce qui rend impossible une observation concomitante à un stade donné du cycle cultural. D'autre part, étudier l'évolution de la flore, nécessiterait le suivi d'une même parcelle pendant de nombreuses années. J'ai préféré utiliser une approche synchronique en retraçant l'évolution de la flore à partir d'observations simultanées de nombreuses situations pouvant être considérées comme différentes étapes temporelles d'une même évolution.

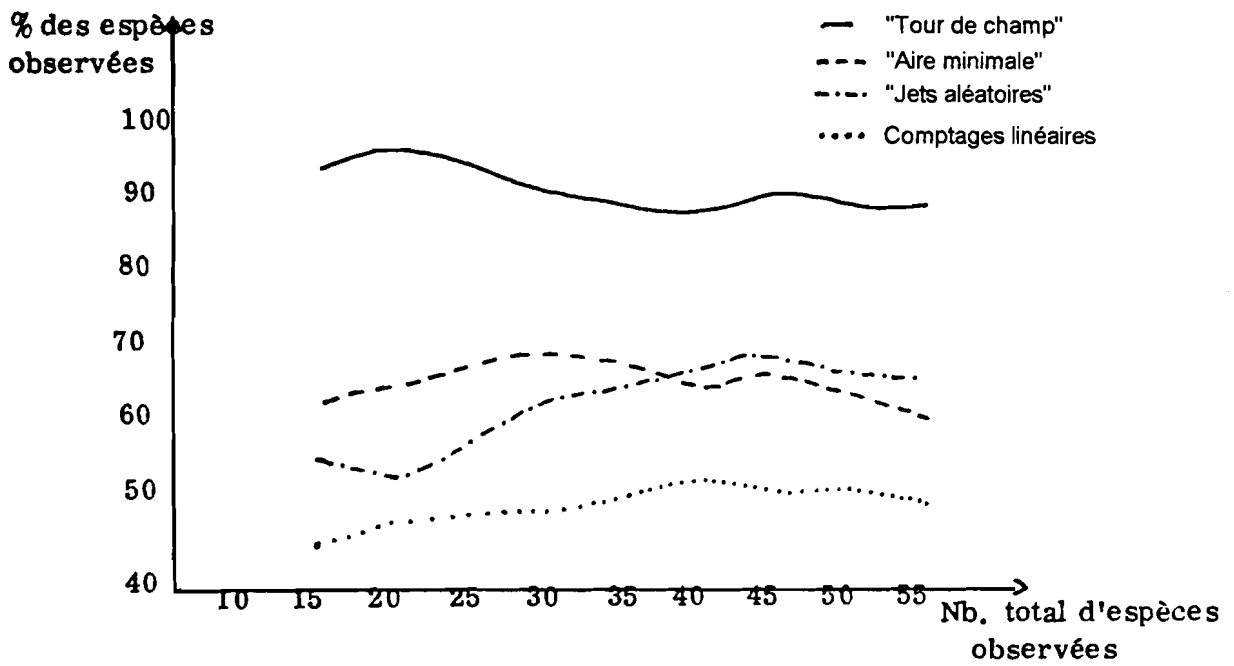


Figure 14 : Exhaustivité de différentes méthodes de relevés floristiques (Maillet 1981)

2.2 TECHNIQUE D'INVENTAIRE

Un relevé phyto-écologique comprend l'observation simultanée de la végétation et du milieu (Daget & Godron 1982). Pour ce faire, de formulaires de relevés floristiques et de relevés mésologiques, ont été mis au point en s'inspirant de la démarche de Duranton (1983) et en tenant compte des impératifs du logiciel BASEFLO (Grard & Le Bourgeois 1988, Le Bourgeois & Grard 1988) pour la saisie des données (annexe 2).

2.2.1 LA FLORE

La définition d'une communauté floristique n'est pas possible sans un choix arbitraire de l'échelle d'observation (Gounot 1969). Dans le cas présent, l'unité de surface qui préoccupe à la fois l'agriculteur qui la désherbe et le malherbologue qui en étudie l'enherbement, est la parcelle agricole.

En milieu naturel, l'unité de surface d'investigation est souvent liée à la notion d'aire minimale (Gounot 1969). En milieu cultivé, on peut considérer, dans le cas de cultures annuelles, qu'en dehors de discontinuités d'ordre édaphique, une parcelle pas trop grande représente une unité relativement homogène quant aux facteurs de milieu, notamment d'ordre agronomique, pouvant influencer sur le développement des espèces. Godron (1968) précise **"qu'une station est considérée comme homogène lorsque chaque espèce peut y trouver des conditions de vie équivalentes d'une extrémité à l'autre et non pas en tous points de la station"**. Maillet (1981) montre qu'en fonction des surfaces d'investigation liées aux méthodes de relevés floristiques (comptage linéaire, jets aléatoires, aire minimale, tour de champ...), le tour de champ est le plus exhaustif (figure 14). Il consiste à parcourir la parcelle dans différentes directions jusqu'à ce que la découverte d'une espèce nouvelle nécessite un parcours important.

En France, Guillermin (1969) établit l'aire optimale d'observation à 100 m² dans les terres cultivées du Bas-Languedoc, Barralis (1976) préconise des surfaces d'observation de 1000 à 2000 m², tandis que Maillet (1981) réduit cette surface à 100 m² en culture annuelle mais maintient 1000 à 2000 m² dans le cas de cultures pérennes dont le milieu est plus hétérogène. Les études de ce type réalisées en Afrique soudano-sahélienne prennent en compte des surfaces d'observation variables. Hoffmann (1986) observe des stations de 100 m², Fontanel (1987b) utilise des aires minimales de 90 m² tandis que Traoré (1991), en fonction du milieu étudié (ferme expérimentale, essai agronomique, parcelle paysanne), prospecte des parcelles élémentaires de 120 m² à 1/2 ha. Loudyi (1985) effectue ses observations au Maroc selon le principe du tour de champ.

Au Nord-Cameroun, l'unité de surface cultivée est de 0,25 ha quelle que soit la région et la culture (système de mesure hérité de l'époque coloniale où l'unité d'arpentage était la "corde" mesurant 50m). Il s'agit là d'une surface relativement réduite, généralement peu

Indice d'abondance-dominance (Braun-Blanquet 1932)

- + Individus rares ou très rares, recouvrement très faible
- 1 Individus assez abondants, mais recouvrement faible
- 2 Individus très abondants ou recouvrant de 1/20 de la surface
- 3 Individus recouvrant 1/4 à 1/2 de la surface
- 4 Individus recouvrant 1/2 à 3/4 de la surface
- 5 Individus recouvrant plus des 3/4 de la surface

Echelle CEPE-CNRS (Godron *et al.* 1968)

- 0 1 seul individu présent dans le relevé
- 1 2 à 4 "
- 2 5 à 9 "
- 3 10 à 19 "
- 4 20 à 49 "
- 5 50 à 99 "
- 6 100 à 199 "
- 7 200 à 499 "
- 8 500 à 999 "
- 9 > à 1000

Indice d'abondance (Montégut *S. D. in* Maillet 1981)

- + très rare
- 1 rare, densité faible
- 2 peu abondant, densité moyenne
- 3 assez abondant, densité forte
- 4 abondant, densité forte
- 5 très abondant, densité forte

Indice d'abondance (Barralis 1976)

- 1 < à 1 individu/m²
- 2 1 à 2 "
- 3 3 à 20 "
- 4 21 à 50 "
- 5 > à 50 "

Echelle de la Commission des Essais Biologiques revue par Marnotte (1984)

- 1 1% de recouvrement (rare)
- 2 7% de recouvrement (< à 1 individu/m²)
- 3 15% de recouvrement (> à 1 individu /m²)
- 4 30% de recouvrement
- 5 50% "
- 6 70% "
- 7 85% "
- 8 93% "
- 9 100% "

Tableau 11 : Echelles de quantification de l'enherbement

hétérogène et facile à parcourir. Il est à préciser que les parcelles présentant une discontinuité évidente de la végétation liée à un facteur édaphique (affleurement rocheux, bas fond humide...) ou à la présence d'une termitière ou d'un arbre important ont été évitées.

Une de mes préoccupations essentielles était de recueillir les informations les plus exhaustives possibles sur la composition floristique des parcelles. J'ai donc opté pour la technique du tour de champ. Toutefois, seules les espèces herbacées ont été prises en compte. Les rejets de ligneux sont généralement indicateurs de parcelles nouvellement défrichées mais leur identification est parfois difficile au stade juvénile du fait d'un polymorphisme entre ce stade et le stade adulte. De plus, la présence de certains arbres tels que *Vitellaria paradoxa* relève d'une volonté consciente de l'agriculteur (Seignobos 1982), aussi leur signification phyto-écologique n'est pas la même que celle des espèces spontanées.

Une première observation permet d'effectuer un relevé exhaustif qualitatif de la flore parcellaire. Une deuxième observation, plus rapide, est réalisée pour affecter un indice d'abondance à chaque espèce.

La quantification de l'enherbement peut être abordée de façons très différentes en fonction du milieu étudié, de la méthode d'observation et des objectifs de l'étude. Gounot (1969) précise à ce sujet que "toute mesure implique que nous mettons l'accent sur un aspect au détriment des autres".

Les principales mesures utilisées habituellement pour évaluer l'abondance des espèces concernent :

- ▶ la phytomasse produite sur une surface donnée (Gounot 1969, Grouzis 1988) ;
- ▶ la densité, que ce soit par rapport à une surface ou une longueur (Barralis 1976, Maillet 1981, Traoré 1991) ;
- ▶ le taux de recouvrement (Merlier 1972b, Marnotte 1984, Hoffmann 1986, Fontanel 1987b).

Différentes échelles de quantification de l'enherbement, recensées dans la littérature sont présentées dans le tableau 11.

L'indice d'abondance choisi doit refléter un même degré de nuisibilité, quelles que soient les espèces, vis à vis de la culture. Or, ce degré de nuisibilité intègre différentes caractéristiques de l'espèce (forme biologique, abondance, mode de développement et de dissémination...) (Maillet 1981). Ce degré de nuisibilité reste pourtant un paramètre subjectif, compte tenu du manque d'information sur les phénomènes de concurrence entre les mauvaises herbes et la culture dans les modèles multispécifiques (McWorther 1984).

La présente étude porte sur une flore régionale très diversifiée dont les espèces

VARIABLES QUANTITATIVES :

| | | | |
|-----|---------------------|-----|---------------------------------------|
| ALT | : ALTITUDE | LIM | : LIMON |
| PRF | : PROFONDEUR | SAB | : SABLE |
| pH | : pH | PAO | : PLUVIOMETRIE JUSQU'A OBSERVATION |
| MOR | : MATIERE ORGANIQUE | PAT | : PLUVIOMETRIE TOTALE |
| C | : CARBONE | DS | : DATE DE SEMIS |
| ARG | : ARGILE | | |

VARIABLES QUALITATIVES :

| | | | |
|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| NATURE DU SOL | | STADE DE LA CULTURE | |
| PE1 | : Ferrugineux | SC1 | : levée |
| PE2 | : Planosols | SC2 | : Début végétation |
| PE3 | : Vertisols | SC3 | : Végétation |
| PE4 | : Ferrugineux de cordon dunaire | SC4 | : Floraison |
| PE5 | : Fersialitiques | SC5 | : Fructification |
| PE6 | : Hydromorphes | SC6 | : Récolte |
| PE7 | : Peu évolués | | |
| PE8 | : Alluvions récentes | HERBICIDE | |
| CULTURE ACTUELLE | | HE1 | : Sans herbicide de pré-levée |
| CA1 | : Cotonnier | HE2 | : Avec herbicide de pré-levée |
| CA2 | : Maïs | TECHNIQUE DE SARCLAGE | |
| CA3 | : Sorgho | NP1 | : Aucun |
| CA4 | : Arachide | NP2 | : Manuel |
| PRECEDENT | | NP3 | : Mécanique interligne |
| CP1 | : Cotonnier | NP4 | : Mécanique + manuel (ligne) |
| CP2 | : Maïs | TECHNIQUE DE BUTTAGE | |
| CP3 | : Sorgho | NB1 | : Aucun |
| CP4 | : Arachide | NB2 | : Manuel |
| CP5 | : Friche/Jachère | NB3 | : Mécanique |
| AGE DE LA PARCELLE | | ANCIENNETE DES HERBICIDES | |
| DF1 | : 1 à 2 ans | AD1 | : Jamais |
| DF2 | : 3 à 4 ans | AD2 | : 1 à 3 ans |
| DF3 | : 5 à 10 ans | AD3 | : 4 à 10 ans |
| DF4 | : 10 à 20 ans | AD4 | : plus de 10ans |
| DF5 | : plus de 20 ans | TYPE D'HERBICIDE | |
| TECHNIQUE DE LABOUR | | DC1 | : Aucun ou Paraquat |
| TE1 | : Non labour | DC2 | : Cotodon, Callifor, (Cotonnier) |
| TE2 | : Manuel | DC3 | : Primextra (Maïs) |
| TE3 | : Attelé/Motorisé | EPOQUE D'OBSERVATION | |
| FUMURE | | PA1 | : Début de cycle (juin) |
| FM1 | : Nulle | PA2 | : Milieu de cycle (Aout) |
| FM2 | : 100 kg NPK + 50 ou 100 Urée | PA3 | : Fin de cycle (Octobre) |
| FM3 | : 200 kg NPK + 50 ou 100 Urée | | |
| FM4 | : 100 Urée | | |

Tableau 12 : Facteurs du milieu conservés pour l'analyse des données

peuvent présenter des types biologiques et des modes de développement et de multiplication variés. J'ai préféré opter, comme Duranton (1983) le propose pour ce genre d'étude au Sénégal, pour l'indice d'abondance-dominance (Braun-Blanquet 1932, Braun-Blanquet & Pavillard 1928). Cet indice présente l'avantage d'intégrer les notions de densité et de recouvrement et apparait comme un bon critère pour comparer des espèces n'ayant pas le même type de comportement. Toutefois, j'ai associé les indices + et 1 dans la même classe 1 de façon à affecter d'un même coefficient les espèces qui, par leur faible densité, ou leur faible recouvrement, ne présentent pas de nuisibilité directe pour la culture.

2.2.2. LE MILIEU

Comme le précisent Legendre & Legendre (1984), "Toute étude écologique est fondée sur des descripteurs écologiques (attributs, variables ou caractères au moyen desquels sont comparés ou décrits les objets de l'étude)". Lors de chaque observation, un relevé mésologique est réalisé. Il porte sur les principaux descripteurs permettant de caractériser l'environnement et susceptibles d'expliquer la présence et l'abondance des mauvaises herbes de la parcelle. Maillet (1992) souligne que le nombre de descripteurs est généralement important et que tous les descripteurs à prendre en compte ne sont pas toujours connus a priori. Ainsi, une fiche de relevé mésologique a été élaborée concernant 97 descripteurs du milieu (annexe 2) permettant de caractériser :

- la géomorphologie
- le sol (pédologie, structure, texture, analyse physico-chimique)
- la climatologie
- la culture et ses antécédents
- l'ensemble des pratiques agro-culturelles
- la structure et la physionomie de l'enherbement

Sur l'ensemble de ces descripteurs, 24 ont été conservés pour l'analyse des données ; ils sont présentés dans le tableau 12. Ces descripteurs peuvent être scindés en deux groupes principaux au sens de Zaragoza-Larios & Maillet (1980) :

- variables naturelles (descripteurs géomorphologiques, édaphiques et climatologiques),
- variables agrotechniques (culture, antécédents, itinéraires techniques, enherbement).

Le type pédologique des sols a été caractérisé sur le terrain à partir des différentes cartes pédologiques de la région (Brabant & Humbel 1974, Humbel & Barbery 1974, Brabant 1976, Barbery & Gavaud 1980, Brabant & Gavaud 1985). Par contre, toutes les analyses physico-chimiques de sols ont été réalisées par le laboratoire d'analyse de sols du CIRAD à Montpellier.

Les données pluviométriques proviennent des stations de la SODECOTON les plus proches des parcelles d'observation.

Les variables agro-techniques ont été enregistrées à partir des informations données par les agents d'encadrement de la SODECOTON (chefs de zones et moniteurs) et les agriculteurs.

2.2.3. LE TEMPS

Nous avons vu au Chapitre 1 (§ 5.6.) que les itinéraires techniques des différentes cultures de la rotation cotonnière présentent tous une ou plusieurs interventions, chimiques ou mécaniques contre les mauvaises herbes. Ces différentes interventions, en éliminant les espèces en place, remettent en cause plusieurs fois par cycle cultural, la composition floristique de la communauté (Maillet 1992) et l'abondance de chacune des espèces. Par ailleurs, différentes études en France (Barralis & Chadoeuf 1980) et en zone tropicale (Merlier 1972a, C.C.E. 1988, Seghieri 1990) ont montré l'évolution de la composition floristique au cours du cycle cultural. Afin de suivre l'évolution de la flore parcellaire au cours de la saison, chaque parcelle a été observée à trois reprises :

1^{ère} observation : avant le premier sarclage (du 20 juin au 07 juillet)

2^{ème} observation : avant le buttage (du 18 juillet au 4 août)

3^{ème} observation : en fin de cycle (septembre)

Les pluies accompagnant la remontée du front inter-tropical abordent en premier lieu les zones de basse latitude. Le calendrier cultural est donc plus précoce dans la partie méridionale de la région cotonnière que dans la partie septentrionale. En conséquence, chaque campagne d'observation a débuté par la région S.E.B.², puis est remonté vers le nord de façon à faire coïncider les observations avec les stades culturaux définis.

² S.E.B.: Sud Est Bénoué.

2.3. SAISIE ET GESTION DES DONNEES

Une fois identifiés, les taxons sont codés de façon à faciliter la saisie et l'interprétation des données. Parmi les différents types de codages utilisables - numérique à 5 chiffres (Godron *et al.* 1968), mnémotechnique personnel à 4 lettres (Fontanel 1987a) ou mnémotechnique international à 5 lettres (BAYER 1986, BAYER 1992) - j'ai opté pour le code publié par BAYER et approuvé par la W.S.SA./W.S.S.J.³. Il présente l'avantage d'être facile à interpréter et son caractère international lui permet d'être utilisé par un large public, sans ambiguïté possible. Cependant, un certain nombre d'espèces non encore codées ont reçu un code temporaire soumis à Bayer, pour être définitivement validé.

La détermination des espèces est conforme aux différentes flores d'Afrique et du Cameroun (Aubréville 1970, Bérhault 1967, Cavaco 1974, Hutchinson *et al.* 1963, Keraudren 1967, Kers 1986, Merlier & Montégut 1982, Nordal *et al.* 1987). La détermination des espèces au stade végétatif, parfois très jeune, est une difficulté caractéristique de l'étude des mauvaises herbes. Seuls les ouvrages de Bérhault (1967) et de Merlier & Montégut (1982) offrent des clés de détermination aux stades juvéniles. Cette situation m'a amené à élaborer sur certains genres, tel *Eragrostis* spp., des clés d'identification utilisables dès les premiers stades de la plante (Le Bourgeois & Kamga 1991).

Les variables de milieu de type quantitatif (10) ont été saisies de façon exacte sans reclassement préalable, afin de conserver toute l'information ; par contre les variables qualitatives (17) ont été classées en modalités.

La saisie et la gestion des données correspondant aux 540 relevés phytoécologiques ont été effectuées sur micro-ordinateur à l'aide du logiciel BASEFLO (Grard & Le Bourgeois 1988, Le Bourgeois & Grard 1988), mis au point spécifiquement pour les études d'écologie dans lesquelles interviennent des espèces et des facteurs d'environnement. Le Bourgeois (1991) a montré l'évolution des procédures de saisie et de gestion de données en malherbologie, depuis les années 60 avec les cartes mécanographiques, puis sur disque (Gounot, 58, Guillerm 1969, Maillet 1981), les années 80 avec les saisies sous éditeur de texte (Loudyi 1985). Enfin ces dernières années ont vu l'utilisation de bases de données telles que BASEFLO (Le Bourgeois 1991, Traoré 1991) et depuis lors les travaux de Maillet 1992, Donfack 1993...

³ W.S.S.A. : Weed Science Society of America.
W.S.S.J. : Weed Science Society of Japan.

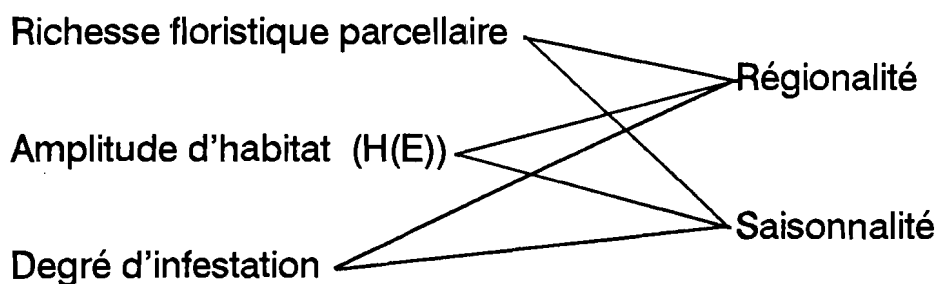
DONNEES FLORISTIQUES

ETUDE QUALITATIVE

Systematique ————— Flore de l'étude

Biologie ————— Spectre biologique

ETUDE QUANTITATIVE



DONNEES ECOLOGIQUES

ETUDE GLOBALE : ACPVI ————— Groupes
coenologiques

ETUDE ANALYTIQUE : Profils écologiques Espèces
indicatrices

Tableau 13 : Différentes étapes de l'analyse des données

2.4. ANALYSE DES DONNEES

Depuis plus de vingt ans, des procédures de calcul et des logiciels permettant d'analyser des relevés floristiques et écologiques ont été développés (Mucina & Van der Maarel 1989). Le choix de l'une ou l'autre de ces démarches dépend des objectifs principaux que l'on s'est fixé au départ (Maillet 1981). Dans le cadre de cette étude régionale sur les communautés de mauvaises herbes d'un système de culture, l'un des objectifs est de caractériser la flore des champs cultivés et de comprendre comment cette flore se développe et évolue sous l'effet des facteurs d'environnement naturels et phytotechniques. Deux démarches complémentaires ont été utilisées, dont les différentes étapes sont présentées dans le tableau 13 :

- La première est une approche floristique dont le but est de décrire les composantes de la flore.
- La deuxième est une approche phytoécologique qui permet d'expliquer le développement des espèces, la formation et l'évolution des communautés en fonction de l'environnement écologique et phyto-technique.

2.4.1. DONNEES FLORISTIQUES

2.4.1.1. APPROCHE QUALITATIVE

L'analyse floristique est descriptive plutôt qu'explicative. L'approche qualitative a pour but de caractériser la richesse de la flore adventice de la région et la diversité des types biologiques rencontrés. Réalisée aux différentes époques d'observation elle permet de décrire l'évolution de cette richesse, au cours du cycle cultural. Une analyse comparative des espèces recensées dans les trois régions phytogéographiques de Letouzey (1985) (sahélo-soudanienne au nord, soudano-sahélienne au centre et médio-soudanienne au sud) apporte une première discrimination des espèces suivant leurs préférences écologiques régionales. Cette analyse est réalisée à partir des listes floristiques extraites de la base de donnée de BASEFLO.

2.4.1.2. APPROCHE QUANTITATIVE

L'approche quantitative concerne l'étude de l'amplitude d'habitat et le degré d'infestation des espèces, ainsi que la richesse floristique parcellaire. De même, l'analyse fractionnée des données permet de caractériser les variations régionales et saisonnières de ces différents paramètres. Elle s'appuie sur l'interprétation de différents diagrammes élaborés à partir de la version 2.0 du logiciel BASEFLO (Le Bourgeois & Grard 1993) programmé sous l'environnement WINDOWS 3.1 (Microsoft 1992).

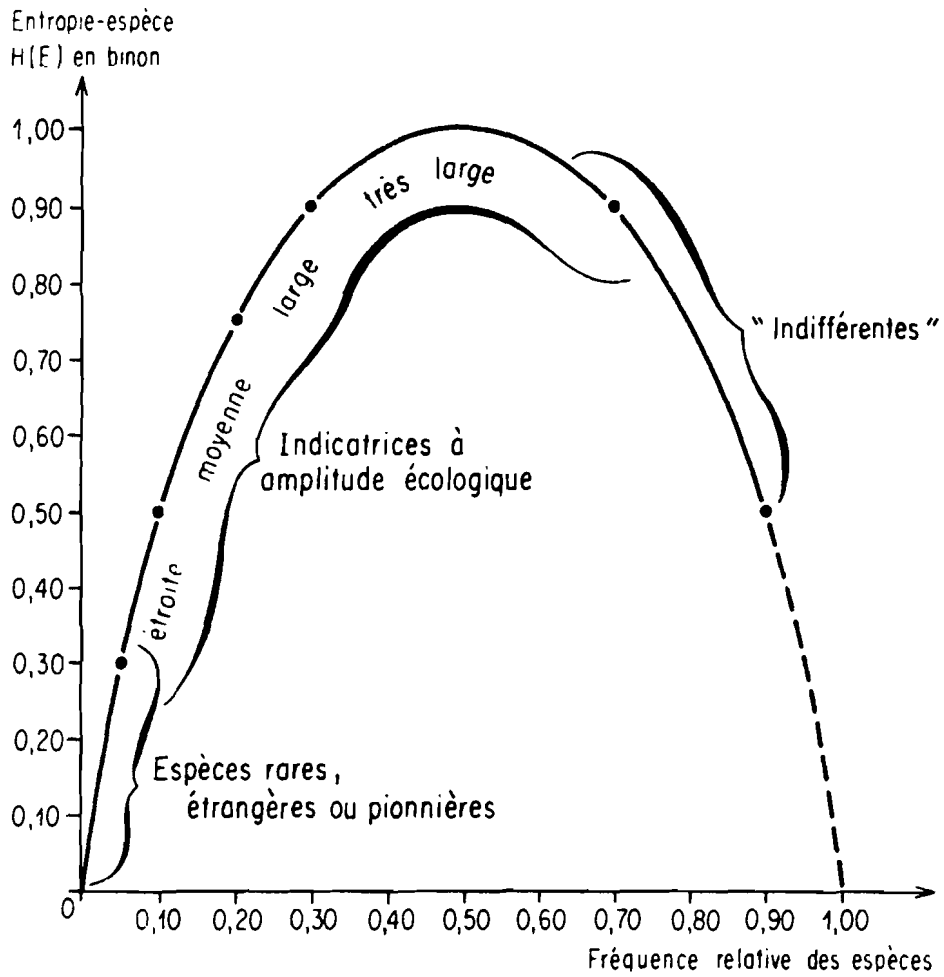


Figure 15 : Comportement des espèces selon leur fréquence relative et leur entropie (Guillerm 1978)

- Diagramme Fréquence / Entropie-espèce

Le degré d'ubiquité ou de spécificité écologique des espèces peut se déduire de la relation fréquence relative / entropie-espèce (Guillerm 1978).

L'analyse de ces diagrammes (figure 15) nous informe sur l'amplitude d'habitat des espèces. L'entropie d'une espèce $H(E)$ est fonction du nombre de présence et du nombre d'absence de l'espèce dans un ensemble de relevés. Cette notion issue des principes de la thermodynamique (Shannon 1948 *in* Godron 1984) est utilisée en écologie végétale pour évaluer la quantité d'information que peut apporter la fréquence d'une espèce (Godron 1968) et la signification écologique de cette espèce (Guillerm 1969, 1971).

Une espèce présente dans tous les relevés est caractérisée par une faible entropie, de même qu'une espèce très peu fréquente. Si une espèce est présente dans un relevé sur deux, l'indétermination relative à sa présence est très élevée, la présence ou l'absence de cette espèce dans un relevé est équiprobable, son entropie est maximale (égale à 1). Une espèce présente dans la moitié des relevés est susceptible d'apporter le maximum d'"information écologique". Au contraire, une espèce présente dans presque tous les relevés apporte peu d'"information écologique", de même qu'une espèce très peu fréquente. Mais cette dernière fournit une grande information sur les quelques relevés où elle est présente (ou absente).

La signification qui en résulte sur le comportement de ces espèces est schématisée sur la figure 15.

Le diagramme fréquence relative / entropie-espèce est réalisé sur l'ensemble de la flore inventoriée ou en tenant compte des trois régions phytogéographiques ou des saisons d'inventaire.

- Diagramme d'infestation

Le positionnement des espèces sur un graphique où sont portés en abscisse la fréquence relative des espèces dans un ensemble de relevés et en ordonnée leur abondance permet de différencier des groupes d'espèces selon leur degré d'infestation, donc de leur importance agronomique (Sutisna & Guillerm 1984, Loudyi 1985, Guillerm *et al.* 1989, Traoré & Maillet 1992). L'indice d'abondance utilisé est l'indice d'abondance/dominance moyen (calculé par rapport au nombre de relevés dans lesquels l'espèce est présente) qui confère aux espèces un poids semblable au niveau du graphique et permet de délimiter aisément les secteurs correspondant aux différents groupes.

Traoré (1991) établit ces diagrammes à partir de la fréquence absolue et des recouvrements cumulés. Ses résultats montrent que les espèces les plus fréquentes sont également les plus recouvrantes. Ce résultat paraît lié à la méthode de représentation dans la mesure où les cumuls de recouvrement des espèces fréquentes sont calculés sur plus d'occurrences que les cumuls des espèces peu fréquentes. Les valeurs de recouvrement n'ont

donc pas le même poids.

Différents auteurs ont montré qu'il existait une bonne corrélation entre la fréquence et l'abondance des espèces (Brown 1984, Maillet 1992). En région tropicale, Hoffmann (1986) trouve des résultats similaires en Côte d'Ivoire, de même que Traoré (1991) au Burkina-Faso. Si cette corrélation est fiable dans des milieux homogènes tels que les vignobles français (Maillet 1991) ou dans des terroirs villageois ivoiriens (Hoffmann 1986), je pense qu'elle l'est moins dans le cas d'études régionales prenant en compte des milieux très diversifiés. Certaines espèces particulièrement inféodées à des conditions écologiques peu représentées peuvent être très abondantes localement et constituer une gène importante pour la culture.

Par référence aux "major and minor weeds" de Baker (1974) et aux catégories identifiées par Hanski (1982), Guillermin (1990), différentes situations ont été envisagées:

- les espèces à la fois fréquentes (fréquence $>$ à 0,5) et abondantes (A/D moy. $>$ 1,5) qui constituent ce que j'appellerai les **"mauvaises herbes majeures générales"** ;
- les espèces fréquentes, d'abondance moyenne ($1,25 < A/D$ moy. $<$ 1,5), mais non dominantes, dites **"mauvaises herbes potentielles générales"** ;

Remarque : Ces deux premiers groupes constituent pour le Nord-Cameroun ce que Guillermin (1990) appelle le "noyau floristique de base"

- les espèces fréquentes mais jamais abondantes (A/D moy. $<$ 1,25), très ubiquistes mais ne posant pas de problème particulier dans le contexte phyto-technique actuel. Ce sont des espèces à surveiller, du fait de leur grande distribution, lors de modifications du contexte par une évolution du système de culture qui pourrait se traduire par un bouleversement dans les relations de compétition inter-spécifiques. J'appellerai ces espèces des **"mauvaises herbes générales"** ;
- les espèces moyennement fréquentes ($0,2 <$ fréquence $<$ 0,5) à amplitude écologique large dont la présence est liée à un facteur écologique d'ordre régional (culture sol climat) et abondantes, que j'appellerai **"mauvaises herbes majeures régionales"**.
- les espèces peu fréquentes mais localement très abondantes ayant une amplitude écologique étroite et que je qualifierai de **"mauvaises herbes majeures locales"** ;
- les espèces peu fréquentes et peu abondantes, sont des espèces rares, étrangères ou pionnières que je qualifierai de **"mauvaises herbes mineures"** ;
- entre les espèces **"mineures"** et les différents groupes d'espèces **"majeures"** ou **"générales"** "se rencontrent différents niveaux intermédiaires en fonction de la fréquence et de l'abondance moyenne : **"potentielles régionales"**, **"régionales"** et **"potentielles locales"**.

- Diagramme de richesse floristique

Ces diagrammes sont élaborés à partir du nombre d'espèces présentes par relevé. Ils permettent d'évaluer la richesse floristique des parcelles soit en fonction des zones phytogéographiques définies par Letouzey (1985), soit en fonction des époques d'observation.

2.4.2. ETUDE ECOLOGIQUE

2.4.2.1. DES METHODES

Au cours des quinze dernières années, deux démarches d'analyses ont prévalu pour les études phyto-écologiques :

- La première, est une méthode analytique qui, par l'élaboration de profils écologiques, met en évidence les relations existant entre un facteur de l'environnement et les différentes espèces de la flore (Godron 1968, Guillermin 1969, 1971).
- La deuxième est une approche globale réalisée à partir d'analyses multivariées (analyse factorielle de correspondance) (Cordier 1965, Romane 1972, Benzecri 1964, 1973), où l'ensemble des relations interspécifiques ou des relations entre espèces et facteurs du milieu sont prises en compte simultanément.

* Les profils écologiques et l'information mutuelle

L'élaboration du profil écologique d'un facteur du milieu consiste à regrouper les espèces suivant leur affinité pour les différentes modalités du facteur (profils en écailles, Godron 1967). Gauthier *et al.* (1977) ont élaboré un test de signification qui met en évidence le degré de liaison positive ou négative d'une espèce avec les modalités du facteur (profils indicés). Ce test facilite la détection des espèces indicatrices. Cette méthode a été élaborée à partir de la théorie de l'information (Godron 1966). Elle permet de calculer l'information mutuelle existant entre les espèces et les facteurs de l'environnement à partir des fréquences de présence et d'absence de ces espèces et de ces facteurs dans un ensemble de relevés phytoécologiques (Guillermin 1969, 1971, Daget *et al.* 1970, Gauthier *et al.* 1977, Daget & Godron 1982).

Le calcul de l'information mutuelle entre une espèce et un facteur permet d'estimer la liaison entre cette espèce et ce facteur.

* L'analyse factorielle de correspondance

Celle ci s'est avérée très adaptée aux études phytosociologiques et phytoécologiques (Romane 1972) car elle permet d'obtenir une vision synthétique des liaisons entre espèces ou entre espèces et facteurs du milieu.

Je ne détaillerai pas ici le principe de cette analyse, que l'on trouvera exposé dans les ouvrages de Benzecri (1963, 1973) et Legendre & Legendre (1984). Cette méthode donne la possibilité de résumer en quelques dimensions importantes la plus grande variabilité de la matrice de données. On peut alors représenter variables et individus dans un même espace de dispersion et connaître la quantité d'information expliquée par ces quelques axes factoriels indépendants (Legendre & Legendre 1984). On rend compte ainsi du maximum de covariance entre les descripteurs. Il s'agit donc d'une approche globale qui dégage les relations essentielles entre la végétation et le milieu.

2.4.2.2. L'ANALYSE EN COMPOSANTES PRINCIPALES AVEC VARIABLES INSTRUMENTALES (ACPVI)

Les profils écologiques sont élaborés pour chaque facteur indépendamment des autres facteurs. Or, certaines variables peuvent être liées entre elles ou avoir un effet redondant ; aussi une relation forte entre une espèce et une variable peut être due à cette liaison sans que l'on en ait directement conscience (c'est par exemple le cas de l'altitude et de la pluviométrie au sud de la région d'étude).

L'analyse factorielle des correspondances, en intégrant l'ensemble des éléments (espèces et facteurs) dans un espace à n dimensions, permet de palier cet inconvénient en mettant en évidence les corrélations entre espèces et variables.

Aussi, ces deux approches sont-elles complémentaires et souvent utilisées simultanément pour l'analyse d'un même lot de données phytoécologiques (Bottlikova *et al.* 1976, Maillet 1981, Loudyi 1985, Traoré 1991, Le Bourgeois 1991).

Pourtant, dans ces deux méthodes, l'indice d'abondance des espèces ne peut être pris en compte. Même si d'une façon générale la fréquence d'une espèce et son abondance sont corrélées (Brown 1984), il ressort que l'abondance est un indicateur plus sensible que la fréquence, de l'effet des changements de techniques culturales (Maillet 1992). Il est donc très important pour le malherbologue de savoir dans quelles conditions les espèces fréquentes (notamment les "espèces majeurs régionales") se trouvent abondantes ou non, afin de pouvoir prédire les risques d'infestation (Forcella & Harvey 1983).

Par ailleurs, tant dans les profils écologiques que dans l'AFC, les variables de milieu doivent toutes être qualitatives. Aussi, les variables initialement quantitatives telles que

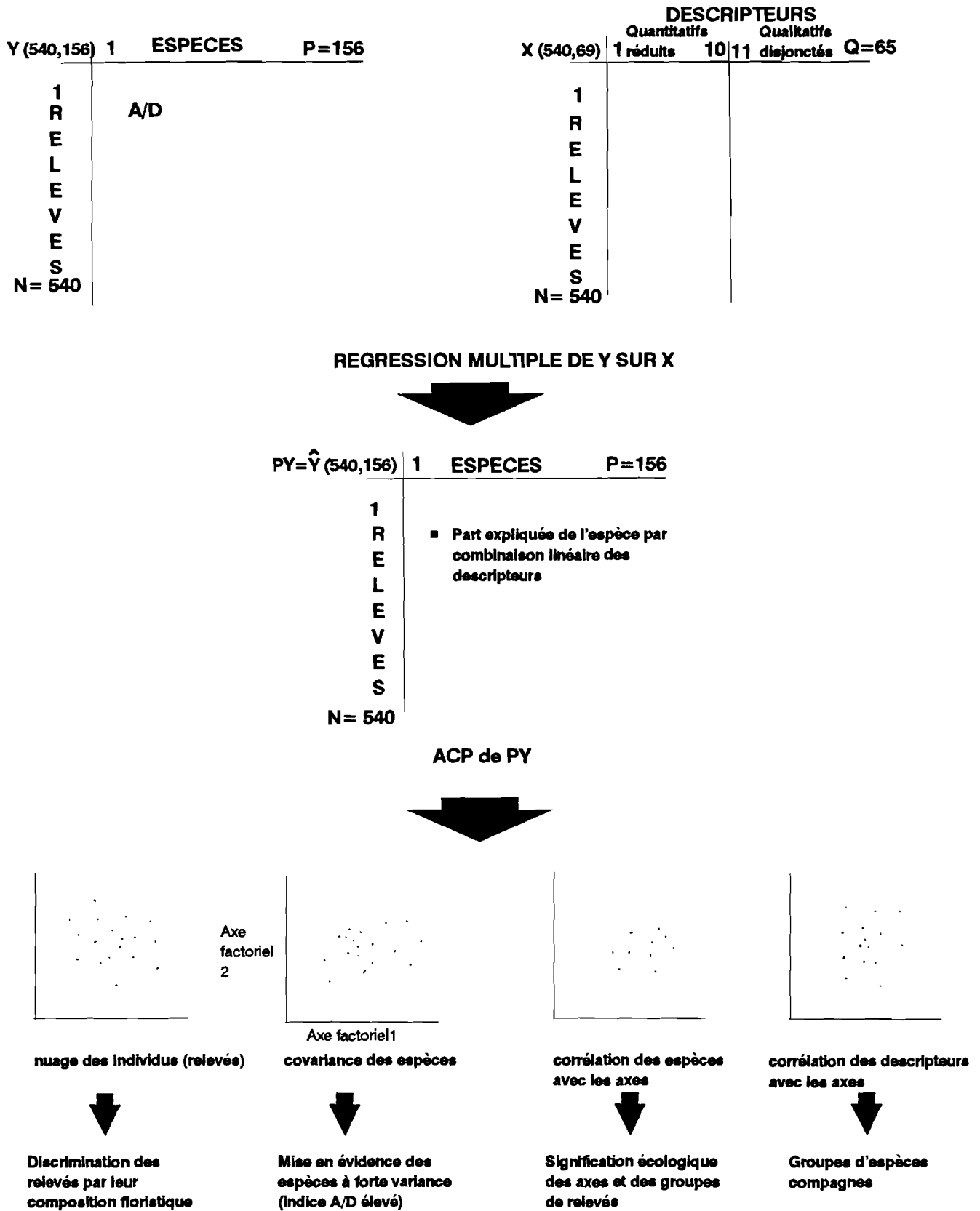


Figure 16 : Présentation de l'ACPVI (Y,X)

La deuxième étape revient à faire une ACP sur la matrice PY des estimations des yi.

En ACPVI, les axes factoriels étant des combinaisons linéaires des estimations des espèces et donc des descripteurs, les covariances sont maximisées :

En utilisant une mesure moyenne des relations entre les espèces et les descripteurs, l'ACPVI amplifie la naturelle dissymétrie de ces relations inhérente aux études Structure de la végétation/Environnement. Dans le même temps, cette caractéristique augmente la robustesse de l'analyse et sa validité (Lebreton *et al.* 1991).

L'ACPVI a été réalisée à l'aide des logiciels BIOMECO (Lebreton *et al.* 1990) et SAS/Insight (SAS Institut Inc., 1990).

2.4.2.3. ANALYSE DES DONNEES DE L'ETUDE

Pour réaliser l'ACPVI, les matrices Y(n,p) des espèces et X(n,q) des descripteurs de milieu ont été préparées de la façon suivante :

La matrice Y(n,p) des espèces comprend :

n = 540 relevés (180 parcelles à 3 observations)
p = 156 espèces.

La matrice initiale des données comportait 280 espèces. J'ai éliminé de cette matrice les espèces dont la fréquence absolue était inférieure à 8 car les espèces très rares sont généralement des espèces satellites n'apportant pas d'information, d'autre part, parce que le logiciel BIOMECO ne peut accepter que 160 espèces pour des raisons d'allocation de mémoire.

La matrice X(n,q) des descripteurs comprend :

n = 540 relevés
q = 69 descripteurs (tableau 12) dont :
10 sont des descripteurs quantitatifs réduits (divisés par leur écart type afin de leur donner un poids comparable).
59 sont les modalités de 14 facteurs de milieu qualitatifs disjonctés.

Le découpage en classes des descripteurs quantitatifs permettrait d'augmenter la validité interne de l'analyse par plus de précisions dans les relations entre les espèces et les différentes classes de la variable. Par contre chaque fois que le nombre de descripteurs de

la matrice X augmente, on perd de la validité externe globale de l'ACPVI. Ce découpage en classes n'est possible que si le rapport **nbre de descripteurs indépendants / nbre de relevés** est inférieur à 1/10. Compte tenu du nombre important de descripteurs il s'est avéré plus intéressant de conserver les variables quantitatives.

Ces 69 descripteurs représentent $q'=55$ descripteurs linéairement indépendants ($69 - 14 = 55$). Le rapport q'/n est voisin de 10 % ce qui confère à l'ACPVI le maximum de validité externe.

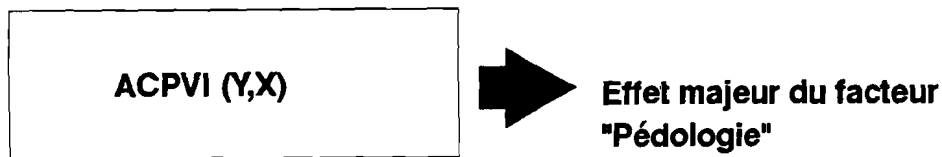
L'analyse a été effectuée sur la matrice Y des espèces, **non réduite**. Cette ACPVI sur les valeurs brutes d'abondance/dominance des espèces, maximise la covariance des espèces, aussi leur contribution à la construction des axes factoriels est d'autant plus forte que leur variance est grande, c'est à dire qu'elles ont fréquemment une note d'abondance/dominance élevée. De cette façon, les espèces "majeures" (générales, régionales ou locales) ayant un poids plus fort que les autres, sont mieux représentées sur les plans factoriels. Il est ainsi possible de comprendre quels sont les facteurs environnementaux responsables de leur prolifération (graphique des covariances des espèces).

Par contre, les espèces toujours présentes avec un indice faible, se trouvent regroupées autour de l'origine des axes. Afin de bien discerner les espèces compagnes, liées aux espèces dominantes, dans un deuxième temps, j'ai représenté les espèces en fonction de leur corrélation avec les axes factoriels de l'ACPVI. Ainsi les espèces fortement corrélées aux espèces "majeures" se trouvent écartées de l'origine en direction des espèces aux quelles elles sont corrélées.

L'interprétation de l'analyse (figure 16) consiste en :

- ▶ L'étude de la pertinence de L'ACPVI en comparant le rapport des trace d'une ACP normale et de l'ACPVI. Ce rapport permet d'évaluer le niveau d'explication apporté par les descripteur de milieu sur la structure de la végétation.
- ▶ L'étude de la distribution des relevés dans l'espace factoriel a partir des principaux plans factoriels.
- ▶ La mise en évidence des espèces et des descripteurs de milieu responsables de la distribution des relevés par l'analyse des graphiques représentant les covariances des espèces dans les plans factoriels, les corrélations des espèces et des descripteurs avec les axes factoriels.

Etape 1 : Analyse globale

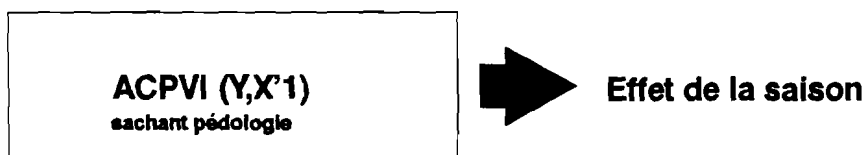


Etape 2 : Analyse orthogonale au facteur "Pédologie"

| P | | X1 | |
|--------------------------|--|-----------|---------------|
| Descripteurs - Pédologie | | Pédologie | |
| RELEVES | | 1 | 2 3 4 5 6 7 8 |

REGRESSION MULTIPLE DE X1 SUR P
EXTRACTION DES RESIDUS

| X'1 | |
|--------------------------|--------------------------|
| Descripteurs - Pédologie | |
| RELEVES | Résidus de la régression |



Etape 3 : Analyse orthogonale au facteur "Pédologie" et "saison"

Idem Etape 2 : REGRESSION MULTIPLE X2 (descripteurs -(pédologie, saison) sur P2 (pédologie, saison)
EXTRACTION DES RESIDUS

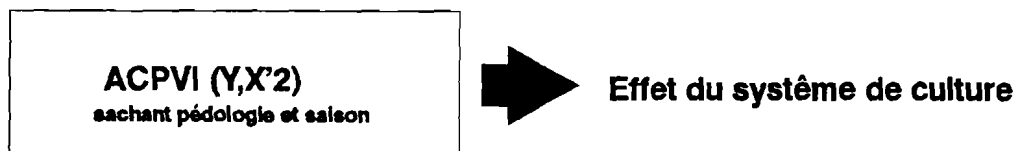


Figure 17 : Analyse séquentielle des données par ACPVI successives

- ▶ La constitution de groupes d'espèces indicatrices des modalités des facteurs de milieu les plus discriminants vis à vis de la flore. Pour certains facteurs ayant un effet majeur sur la discrimination de la flore, les groupes d'espèces indicatrices ont été affinés par l'analyse du profil écologique de ces facteurs. Ceci permet de montrer les passages de flore sur plusieurs modalités.

L'analyse des résultats de l'ACPVI a montré une hiérarchie dans l'effet des principaux facteurs responsables de la distribution de la flore. Une fois le premier facteur mis en évidence (facteur "sol"), une deuxième ACPVI a été réalisée "sachant l'effet du premier facteur" (Lebreton *et al.* 1991), c'est à dire orthogonalement à ce facteur, de façon à recalculer l'ACPVI sur la partie d'information des autres facteurs, indépendante du premier facteur. Cela revient à calculer les résidus de la régression multiple des autres variables de milieu sur les 8 types de sol (PE1 à PE8), puis à calculer l'ACPVI sur les résidus des variables de milieu après régression. Ainsi seule la partie d'information indépendante du facteur sol est conservée. Une troisième ACPVI a été calculée orthogonalement aux deux premiers facteurs ("sol" et "époque d'observation"). Les différentes étapes de cette analyse sont schématisées sur la figure 17. Cette approche a permis de décomposer pas à pas l'effet des principaux facteurs de l'environnement sur la flore.

| FAMILLE | Nb. Genres | Nb. Espèces |
|----------------------------|------------|-------------|
| ACANTHACEAE | 5 | 5 |
| AIZOACEAE | 3 | 4 |
| AMARANTHACEAE | 5 | 8 |
| AMARYLLIDACEAE | 1 | 1 |
| ARACEAE | 1 | 1 |
| ASCLEPIADACEAE | 1 | 1 |
| ASTERACEAE | 14 | 20 |
| BORAGINACEAE | 1 | 3 |
| CAESALPINIACEAE | 1 | 5 |
| CAPPARACEAE | 1 | 4 |
| CARYOPHYLLACEAE | 1 | 1 |
| COMMELINACEAE | 4 | 12 |
| CONVOLVULACEAE | 3 | 10 |
| CUCURBITACEAE | 3 | 3 |
| CYPERACEAE | 9 | 22 |
| ELATINACEAE | 1 | 1 |
| EUPHORBIACEAE | 6 | 16 |
| FABACEAE | 10 | 43 |
| GENTIANACEAE | 1 | 1 |
| HYPOXYDACEAE | 1 | 1 |
| IRIDACEAE | 1 | 1 |
| LAMIACEAE | 5 | 6 |
| LILIACEAE | 4 | 4 |
| LYTHRACEAE | 1 | 1 |
| MALVACEAE | 2 | 9 |
| NYCTAGINACEAE | 1 | 2 |
| ONAGRACEAE | 1 | 2 |
| OXALIDACEAE | 1 | 1 |
| PEDALIACEAE | 2 | 2 |
| POACEAE | 28 | 52 |
| POLYGALACEAE | 1 | 2 |
| PORTULACACEAE | 1 | 3 |
| RUBIACEAE | 5 | 11 |
| SCROPHULARIACEAE | 5 | 7 |
| SOLANACEAE | 3 | 5 |
| STERCULIACEAE | 1 | 1 |
| TACCACEAE | 1 | 1 |
| TILIACEAE | 2 | 4 |
| TURNERACEAE | 1 | 1 |
| VERBENACEAE | 1 | 1 |
| ZINGIBERACEAE | 1 | 1 |
| ZYGOPHYLLACEAE | 1 | 1 |
| TOTAL : 42 Familles | 141 | 280 |

Tableau 14 : Richesse de la flore

3. RESULTATS

3.1. CARACTERISTIQUES DE LA FLORE

3.1.1. SYSTEMATIQUE

La richesse floristique de la zone d'étude, est évaluée à partir des 3 observations successives réalisées sur les 180 parcelles agricoles suivies. La flore correspondant à ces 540 relevés floristiques est présentée en annexe 4 triée par ordre de familles et en annexe 5 triée par ordre de codes WSSA/WSSJ pour une meilleur lecture des graphiques qui vont suivre. Cette flore compte 280 espèces réparties en 141 genres appartenant à 42 familles botaniques (Tableau 14).

Les 8 familles botaniques les mieux représentées constituent 66 % de cette flore :

| | |
|-------------------------|------------|
| - <i>Poaceae</i> | 52 espèces |
| - <i>Fabaceae</i> | 43 " |
| - <i>Cyperaceae</i> | 22 " |
| - <i>Asteraceae</i> | 20 " |
| - <i>Euphorbiaceae</i> | 16 " |
| - <i>Commelinaceae</i> | 12 " |
| - <i>Rubiaceae</i> | 11 " |
| - <i>Convolvulaceae</i> | 10 " |

Les monocotylédones sont représentées par 10 familles et 96 espèces, soit 1/3 de la flore, tandis que les dicotylédones comptent 32 familles et 184 espèces, soit les 2/3 de la flore.

Parmi les 8 familles les plus riches en espèces, 5 (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae*, *Euphorbiaceae*) font partie des 10 familles contenant le plus d'espèces considérées comme des mauvaises herbes majeures mondiales (*Poaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*, *Polygonaceae*, *Amaranthaceae*, *Fabaceae*, *Convolvulaceae*, *Euphorbiaceae*, *Malvaceae*, *Solanaceae*) (Akobundu 1987).

Remarque :

Parmi les 280 taxa inventoriés, 17 d'entre eux n'ont pu être identifiés que jusqu'au genre et 2 jusqu'à la famille. L'identification des espèces au stade végétatif n'est jamais aisée. La majorité des flores utilisent dans leurs clés de détermination des critères portant sur l'appareil reproducteur et l'appareil végétatif, ce qui nécessite de posséder des échantillons végétaux complets. L'identification des espèces aux stades juvéniles est la première difficulté rencontrée par le malherbologue et non la moindre (Merlier & Montégut 1982).

Au sein de cette flore, trois couples d'espèces ont fait l'objet de confusions d'identification. Il s'agit de :

- *Pennisetum pedicellatum* et *P. polystachion* dont la différenciation ne peut se faire avec certitude qu'au moment de l'épiaison. Des observations de fin de cycle m'ont permis de constater que *P. pedicellatum* se rencontre en peuplements purs en région sahélo-soudanienne et en association avec *P. polystachion* dans la région soudano-sahélienne. *P. polystachion* est pratiquement pur dans les zones plus soudaniennes. Ces observations sont en accord avec celles de Letouzey (1985), Donfack (1993) au nord-Cameroun et avec celles de Merlier & Montégut (1982) en Afrique de l'ouest. Dans cette étude les deux espèces seront donc confondues sous le nom de *P. pedicellatum*, mais pourront être dissociées dans la discussion.

- *Cucumis melo* et *Mukia maderaspatana* seront confondus sous le nom de *C. melo*. Ces deux espèces se rencontrent souvent en association dans les mêmes milieux.

- *Spermacoce stachydea* et *S. ruelliae* sont très semblables particulièrement aux stades végétatifs. Ecologiquement on les rencontre dans des milieux similaires bien que *S. stachydea* puisse accepter des climats plus arides (Merlier & Montégut 1982). Les deux espèces seront confondues sous le nom de *S. stachydea*.

Au Burkina-Faso, dans une zone phytogéographique semblable, Traoré (1991) a relevé au cours d'une étude similaire portant sur 403 parcelles une flore d'une richesse identique à celle du Nord-Cameroun (272 espèces, 145 genres, 45 familles). Si les richesses floristiques sont semblables, il n'en est pas de même de la composition proprement dite. Les 2/3 des espèces sont communes aux deux études. 1/3 des espèces soit une centaine, sont propres à chaque région. Ce sont en général des espèces très peu fréquentes. Concernant les familles botaniques, seulement 1/4 d'entre elles sont différentes. Ce sont des familles très peu représentées ou, dans le cas de l'étude de Traoré des familles d'espèces ligneuses qui n'ont pas été prises en compte au Cameroun. En Côte d'Ivoire, dans une région à pluviométrie équivalente à celle du nord-Cameroun, Hoffmann (1986), avec 372 relevés floristiques, met en évidence une flore de mauvaises herbes comprenant 230 espèces appartenant à 53 familles.

On retrouve la même hiérarchisation dans la représentativité des familles au Burkina-Faso (Traoré 1991), à la famille près des *Commelinaceae* qui est mieux représentée au nord-Cameroun. Le niveau de similitude de 2/3 de la composition floristique du centre-nord Burkina-Faso et du nord-Cameroun, de même que la hiérarchisation des familles et la répartition des monocotylédones et des dicotylédones, montrent une certaine monotonie dans la diversité floristique et la composition des communautés de mauvaises herbes des régions soudano-sahéliennes d'Afrique à une saison des pluies. D'autre part la comparaison de la richesse

| FAMILLE | Pas. 1 | Pas. 2 | Pas. 3 | Nord | Centre | Sud |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| ACANTHACEAE | 4 | 5 | 4 | 1 | 4 | 3 |
| AIZOACEAE | 3 | 4 | 2 | 4 | 2 | 1 |
| AMARANTHACEAE | 7 | 7 | 6 | 6 | 8 | 6 |
| AMARYLLIDACEAE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ARACEAE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ASCLEPIADACEAE | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| ASTERACEAE | 15 | 17 | 18 | 11 | 15 | 15 |
| BORAGINACEAE | 3 | 1 | 1 | 3 | 1 | 1 |
| CAESALPINIACEAE | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 |
| CAPPARACEAE | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| CARYOPHYLLACEAE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| COMMELINACEAE | 9 | 9 | 12 | 5 | 7 | 12 |
| CONVOLVULACEAE | 10 | 8 | 8 | 6 | 6 | 3 |
| CUCURBITACEAE | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 |
| CYPERACEAE | 14 | 14 | 21 | 8 | 10 | 21 |
| ELATINACEAE | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| EUPHORBIACEAE | 15 | 11 | 13 | 9 | 9 | 12 |
| FABACEAE | 37 | 23 | 20 | 25 | 34 | 19 |
| GENTIANACEAE | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| HYPOXYDACEAE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| IRIDACEAE | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| LAMIACEAE | 4 | 4 | 6 | 3 | 4 | 5 |
| LILIACEAE | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 2 |
| LYTHRACEAE | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| MALVACEAE | 9 | 5 | 5 | 5 | 5 | 3 |
| NYCTAGINACEAE | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| ONAGRACEAE | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 2 |
| OXALIDACEAE | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| PEDALIACEAE | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 | 1 |
| POACEAE | 40 | 42 | 49 | 36 | 38 | 36 |
| POLYGALACEAE | 1 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| PORTULACACEAE | 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 |
| RUBIACEAE | 10 | 6 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| SCROPHULARIACEAE | 2 | 4 | 6 | 6 | 4 | 3 |
| SOLANACEAE | 5 | 4 | 4 | 3 | 5 | 3 |
| STERCULIACEAE | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| TACCACEAE | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| TILIACEAE | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| TURNERACEAE | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| VERBENACEAE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| ZINGIBERACEAE | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| ZYGOPHYLLACEAE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| TOTAL : 42 Familles | 224 | 203 | 231 | 173 | 199 | 183 |

Tableau 15 : Richesse floristique (nb. d'espèces) par époque d'observation et par unité phytogéographique.

floristique régionale du nord-Cameroun avec celle du Burkina-Faso et du centre Côte d'Ivoire montre que cette richesse est assez stable dans toute la région soudano-sahélienne et fluctue entre 200 et 300 espèces en fonction du degré de l'homogénéité de la région d'étude. Cette situation devrait permettre d'extrapoler à une région des résultats acquis dans une autre région, sans trop de risques, sauf en ce qui concerne des problèmes malherbologiques locaux et à condition de rester à la même latitude.

3.1.2. RICHESSE FLORISTIQUE SAISONNIERE ET REGIONALE

Le tableau 15 présente le spectre floristique en fonction des trois saisons d'observation (début de cycle fin juin : Pas.1 - milieu de cycle fin juillet : Pas.2 - fin de cycle fin septembre : Pas.3) et des trois régions phytogéographiques définies par Letouzey (1968, 1985) (Nord, Centre, Sud) (cf. figure 10).

L'analyse de la flore, ne montre que peu de variations de la composition floristique d'une saison à l'autre ou d'une région à l'autre. L'étude de la fréquence des espèces et de leur abondance donnera des informations sur leur affinité pour une saison ou pour une région donnée.

Le nombre d'espèces des *Fabaceae* décroît au cours de la saison, par contre celui des *Commelinaceae*, les *Cyperaceae*, les *Poaceae* et les *Scrofulariaceae* augmente en fin de cycle.

D'une région phytogéographique à l'autre, le nombre d'espèces de *Convolvulaceae* et de *Fabaceae* augmente vers les zones sahéliennes tandis que celui des *Asteraceae*, des *Commelinaceae*, des *Cyperaceae* et des *Euphorbiaceae* augmente vers les régions soudaniennes plus humides. Le nombre de *Poaceae* reste semblable des régions sahéliennes aux régions soudaniennes bien que la composition floristique se modifie au passage d'une région à l'autre. Par exemple les *Aristida* spp., *Chloris lamproparia*, *Enteropogon prieuri*, *Schoenefeldia* sp. sont typiquement des espèces de zone sahélienne tandis que les *Brachiaria* spp., *Sporobolus africanus* sont préférentiellement soudaniennes.

3.1.3. LA RICHESSE FLORISTIQUE PARCELLAIRE

Le diagramme de la figure 18, réalisé sur les 540 relevés montre que le nombre d'espèces rencontré sur une parcelle varie de 7 à 41 autour d'une moyenne de 22 espèces/relevé. La distribution est très homogène, avec un seul pic situé à 23 espèces/relevé soit très proche de la moyenne, ce qui traduit une répartition équilibrée des espèces dans l'ensemble des relevés. En Côte d'Ivoire, Hoffmann (1986) trouve une diversité parcellaire moyenne de 20 espèces/relevé.

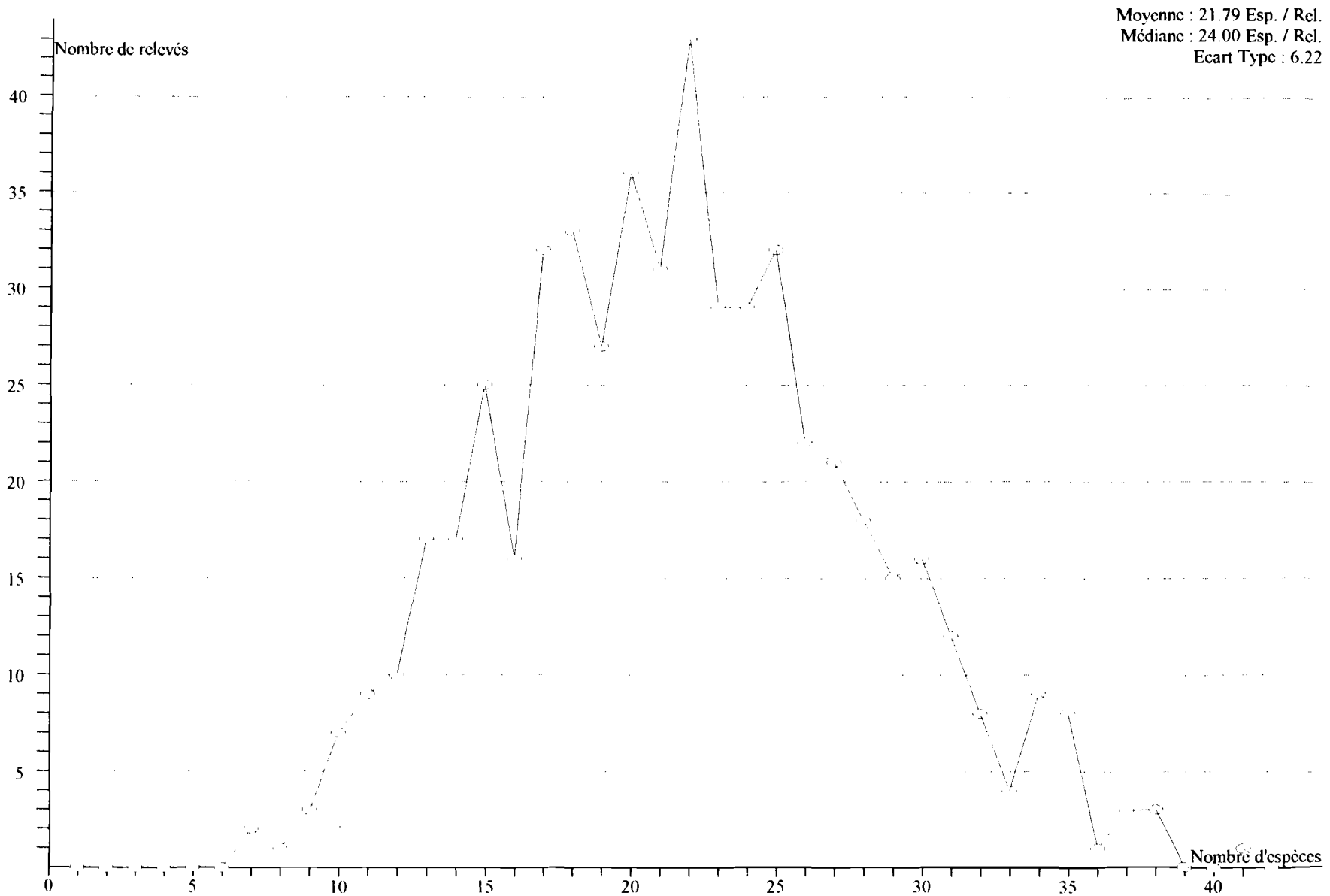


Figure 18 : Richesse floristique parcellaire

La richesse floristique parcellaire croit de 20,71 à 23,14 espèces par relevé au cours de la saison de culture (annexes 6a, 6b, 6c). Ceci est en accord avec les résultats obtenus par Hoffmann (1986). Cette augmentation de la richesse floristique dans le temps est due à la capacité d'un plus grand nombre d'espèces à germer en liaison avec le cumul des pluies.

La richesse floristique parcellaire est inférieure en secteur médio-soudanien (20,57 espèce/relevé) (sud de la région d'étude) à celle des secteurs soudano-sahélien (22,89 espèces/relevé) (centre) et sahélo-soudanien (22,17 espèces/relevés)(nord) (annexes 7a, 7b, 7c). Hoffmann (1986) et Traoré (1991) montrent également que la richesse est plus grande en zone de savane qu'en zone de forêt claire. Ceci est lié à une plus grande ouverture des milieux de savanes ce qui favorise la dissémination et les mélanges de flore. Traoré citant Newman (1973) et Grime (1973) attribue cette plus grande richesse des zones sahéliennes à la moindre compétition qui s'exerce entre les espèces car l'environnement sahélien est plus limitant que l'environnement soudanien, principalement à cause du déficit pluviométrique. D'autre part l'intensification plus grande des cultures en région médio-soudanienne (labour, engrais, herbicides...) -grâce à une meilleure pluviosité- exerce une sélection plus forte sur la flore parcellaire.

La richesse floristique des parcelles cultivées peut fluctuer de 7 à 40 espèces par relevé mais la moyenne de 22 espèces/relevé semble une valeur stable en Afrique soudano-sahélienne. Cette richesse augmente en cours de saison mais à tendance à diminuer depuis les régions sahéliennes vers les régions soudaniennes.

3.1.4 SPECTRE BIOLOGIQUE

Afin d'éviter toute confusion entre les formes ou types biologiques et les formes de croissance, ces dernières sont réservées aux seules dispositions physiologiques globales manifestées par les végétaux (Lebrun 1966). Les types biologiques selon le système de Raunkiaer (1905, 1933) est fondé sur le degré de protection des méristèmes pérennants durant la période défavorable à la vie végétative. "L'hiver écologique" (Lebrun 1966) en zone intertropicale est représenté par la saison sèche. Il est d'autant plus intense que l'on s'écarte de l'équateur, pour se rapprocher des tropiques.

La flore est composée à 93 % d'espèces thérophytes. A l'exception des espèces ligneuses non prises en compte, les autres formes biologiques (tableau 16) sont représentées par des hémicryptophytes et des géophytes.

La prédominance très forte des thérophytes est due à deux raisons :

La première raison tient à la durée et à l'intensité de la saison sèche (de 5 à 7 mois) au Nord-Cameroun. Nègre (1966) montre que le pourcentage d'espèces thérophytes en zone

| FORMES BIOLOGIQUES | ESPECES | | |
|---------------------------------------|---|---|---|
| HEMICRYPTOPHYTES | ANOGB IMPCA ISCAF SPZAF SPZCF SPZFE SPZX1 | <i>Andropogon gayanus</i> <i>Imperata cylindrica</i> <i>Ischaemum afrum</i> <i>Sporobolus africanus</i> <i>Sporobolus cordofanus</i> <i>Sporobolus festivus</i> <i>Sporobolus sp.</i> | POACEAE POACEAE POACEAE POACEAE POACEAE POACEAE POACEAE |
| GEOPHYTES (BULBE- CORMUS) | CRNSA CUGPI GLANA GLOSI IPGLE LILXX TCCLE | <i>Crinum sanderianum</i> <i>Curculigo pilosa</i> <i>Gladiolus natalensis</i> <i>Gloriosa simplex</i> <i>Iphigenia ledermanii</i> <i>Liliaceae sp.</i> <i>Tacca leontopetaloides</i> | AMARYLLIDACEAE HYPOXIDACEAE IRIDACEAE LILIACEAE LILIACEAE LILIACEAE TACCACEAE |
| GEOPHYTES (RHYZOME-STOLON) | ANELA CYPES CYPRO LNECH SIAHE SYIXX | <i>Aneilema lanceolatum</i> <i>Cyperus esculentus</i> <i>Cyperus rotundus</i> <i>Launaea chevalieri</i> <i>Siphonochilus aethiopicus</i> <i>Stylochiton sp.</i> | COMMELINACEAE CYPERACEAE CYPERACEAE ASTERACEAE ZINGIBERACEAE ARACEAE |

Tableau 16 : Représentativité des formes biologiques pluriannuelles

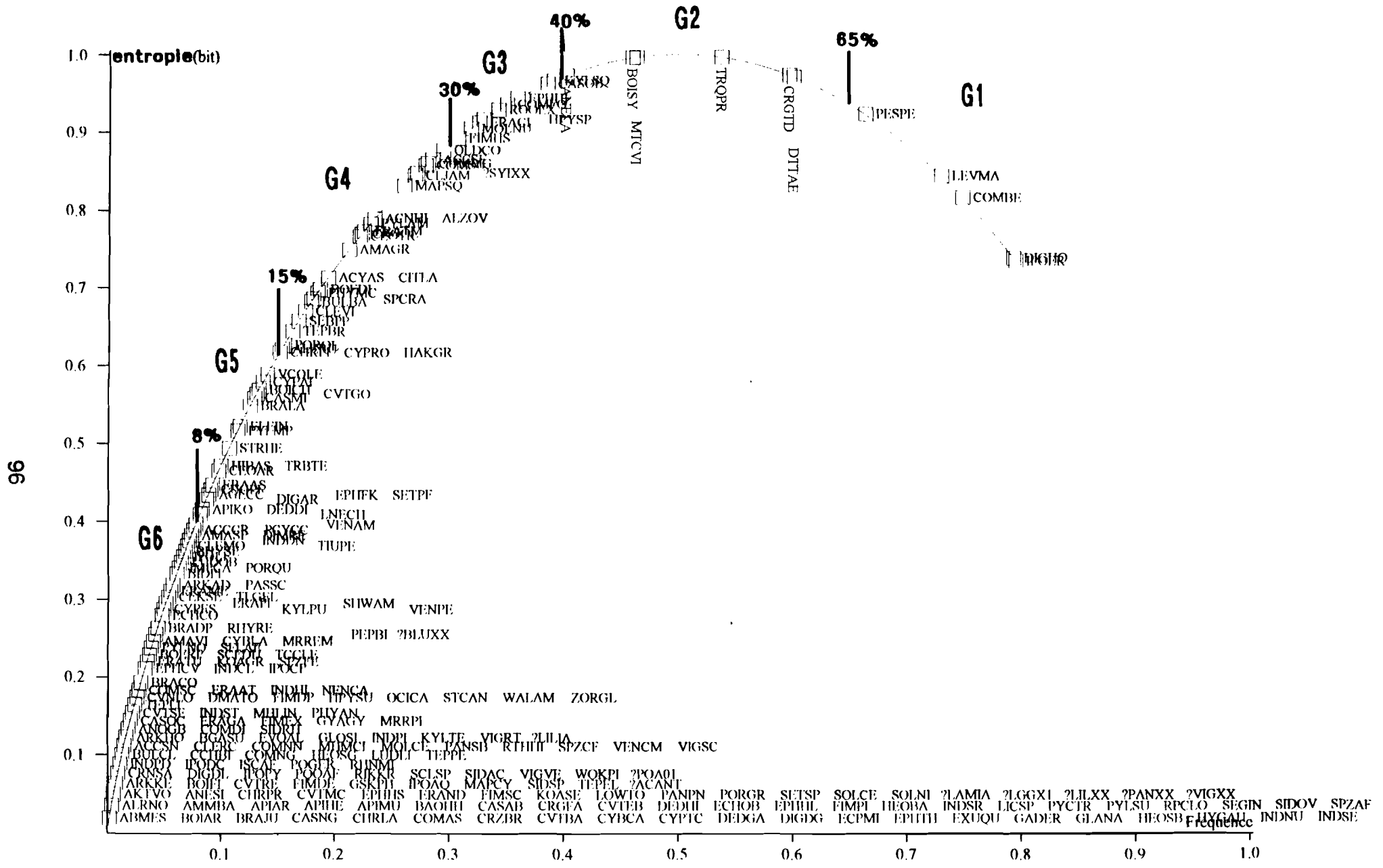


Figure 19 : Entropie des espèces en fonction de leur fréquence relative

| | | |
|--|---|---|
| GROUPE 1 "INDIFFERENTES" | IPOER <i>Ipomoea eriocarpa</i> DIGHO <i>Digitaria horizontalis</i> COMBE <i>Commelina benghalensis</i> LEVMA <i>Leucas martinicensis</i> PESPE <i>Pennisetum pedicellatum</i> | |
| GROUPE 2 INDICATRICES A AMPLITUDE ECOLOGIQUE TRES LARGE | DTTAE <i>Dactyloctenium aegyptium</i> CRGTD <i>Corchorus tridens</i> TRQPR <i>Tridax procumbens</i> BOISY <i>Spermacoce stachydea</i> MTCVI <i>Mitracarpus villosus</i> ANELA <i>Aneilema lanceolatum</i> | |
| GROUPE 3 INDICATRICES A AMPLITUDE ECOLOGIQUE LARGE | CASOB <i>Cassia obtusifolia</i> KYLSQ <i>Kyllinga squamulata</i> EPHHI <i>Euphorbia hirta</i> COMFO <i>Commelina forskalaei</i> ROOEX <i>Rottboellia cochinchinensis</i> ERACI <i>Eragrostis ciliaris</i> HPYSP <i>Hyptis spicigera</i> MOLNU <i>Mollugo nudicaulis</i> FIMHS <i>Fimbristylis hispidula</i> | |
| GROUPE 4 INDICATRICES A AMPLITUDE ECOLOGIQUE MOYENNE | OLDCO <i>Oldenlandia corymbosa</i> COMSU <i>Commelina subulata</i> CUMMG <i>Cucumis melo</i> ACCSE <i>Acalypha segetalis</i> CLJAM <i>Chrysanthellum americanum</i> SYIXX <i>Stylochiton sp.</i> MAPSQ <i>Mariscus squarrosus</i> ACNHI <i>Acanthospermum hispidum</i> ALZOV <i>Alysicarpus ovalifolius</i> CEOTR <i>Celosia trigyna</i> PYLAM <i>Phyllanthus amarus</i> CRGOL <i>Corchorus olerarius</i> ERATM <i>Eragrostis tremula</i> | AMAGR <i>Amaranthus graecizans</i> ACYAS <i>Achyranthes aspera</i> CITLA <i>Citrullus lanatus</i> SPCRA <i>Spermacoce radiata</i> BOEDI <i>Boerhavia diffusa</i> PHYMC <i>Physalis micrantha</i> BULBA <i>Bulbostylis barbata</i> CLEVI <i>Cleome viscosa</i> SEBPP <i>Sesbania pachycarpa</i> TEPBR <i>Tephrosia bracteolata</i> POROL <i>Portulaca oleracea</i> ALZRU <i>Alysicarpus rugosus</i> CHRPI <i>Chloris pilosa</i> CYPRO <i>Cyperus rotundus</i> HAKGR <i>Hackelochloa granularis</i> |
| GROUPE 5 INDICATRICES A AMPLITUDE ECOLOGIQUE ETROITE | VCOLE <i>Vicoa leptoclada</i> BOICH <i>Spermacoce chaetocephala</i> CYPAI <i>Cyperus amabilis</i> CASMI <i>Cassia mimosoides</i> CVTGO <i>Crotalaria goreensis</i> BRALA <i>Brachiaria lata</i> PHYMP <i>Phyllanthus maderaspatensis</i> ELEIN <i>Eleusine indica</i> STRHE <i>Striga hermonthica</i> CEOAR <i>Celosia argentea</i> HIBAS <i>Hibiscus asper</i> | TRBTE <i>Tribulus terrestris</i> CRCPI <i>Curculigo pilosa</i> ERAAS <i>Eragrostis aspera</i> SETPU <i>Setaria pumila</i> EPHFK <i>Euphorbia forskalii</i> AGECC <i>Ageratum conyzoides</i> DIGAR <i>Digitaria argillacea</i> APIKO <i>Aspilia kotschyi</i> DEDDI <i>Desmodium dichotomum</i> LNECH <i>Launaea chevalieri</i> VENAM <i>Vernonia ambigua</i> ACCCR <i>Acalypha crenata</i> PCYCC <i>Polycarpaea corymbosa</i> |

Tableau 17 : Groupes d'espèces en fonction de leur amplitude écologique

intertropicale, croit dans le même sens que la durée de la saison sèche. D'après cet auteur, le type biologique thérophyte serait le stade ultime de l'évolution végétale dans les milieux arides.

La deuxième raison tient au système de cultures annuelles, dans lequel la parcelle est labourée chaque année lors de la mise en culture. Le travail du sol répété tend à éliminer les espèces pérennes au profit des thérophytes (Maillet 1981, 1992). Toutefois certaines vivaces, notamment les géophytes à rhizomes ou stolons telles que *Cyperus rotundus*, *Launaea chevalieri*, *Imperata cylindrica*, peuvent être favorisées par les travaux du sol qui fragmentent les rhizomes ou les stolons participant ainsi à la dissémination.

Cette prédominance des espèces thérophytes dans les cultures annuelles en Afrique soudano-sahélienne a déjà été mise en évidence au Burkina-Faso (Traoré 1991).

3.1.5. FREQUENCE DES ESPECES

Le degré d'ubiquité ou de spécificité des espèces apparait sur la figure 19, permettant de distinguer 5 groupes d'espèces (tableau 17). Un sixième groupe de 208 espèces très peu fréquentes n'est pas mentionné dans le tableau 17. Parmi les 280 espèces inventoriées à partir des 540 relevés, 20 ont une fréquence supérieure à 30 % :

| | |
|-------|------------------------------------|
| IPOER | <i>Ipomoea eriocarpa</i> |
| DIGHO | <i>Digitaria horizontalis</i> |
| COMBE | <i>Commelina benghalensis</i> |
| LEVMA | <i>Leucas martinicensis</i> |
| PESPE | <i>Pennisetum pedicellatum</i> |
| DTTAE | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> |
| CRGTD | <i>Corchorus tridens</i> |
| TRQPR | <i>Tridax procumbens</i> |
| BOISY | <i>Spermacoce stachydea</i> |
| MTCVI | <i>Mitracarpus villosus</i> |
| ANELA | <i>Aneilema lanceolatum</i> |
| CASOB | <i>Cassia obtusifolia</i> |
| KYLSQ | <i>Kyllinga squamulata</i> |
| EPHHI | <i>Euphorbia hirta</i> |
| COMFO | <i>Commelina forskalaei</i> |
| ROOEX | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> |
| ERACI | <i>Eragrostis ciliaris</i> |
| HPYSP | <i>Hyptis spicigera</i> |
| MOLNU | <i>Mollugo nudicaulis</i> |
| FIMHS | <i>Fimbristylis hispidula</i> |

Parmi ces espèces, les 11 premières sont présentes dans plus de 40 % des relevés. On les retrouve au sein des mauvaises herbes les plus fréquentes dans les céréales au

| | |
|---|--|
| <p>GROUPE 1</p> <p>ESPECES INDIFFERENTES</p> | <p>DIGHO <i>Digitaria horizontalis</i> COMBE <i>Commelina benghalensis</i> PESPE <i>Pennisetum pedicellatum</i> LEVMA <i>Leucas martinicensis</i> CRGTD <i>Corchorus tridens</i> MTCVI <i>Mitracarpus villosus</i> AMAGR <i>Amaranthus graecizans</i> ANELA <i>Aneilema lanceolatum</i> EPHHI <i>Euphorbia hirta</i> FIMHS <i>Fimbristylis hispidula</i> CUMMG <i>Cucumis melo</i></p> |
| <p>GROUPE 2</p> <p>ESPECES PREFERENTIELLEMENT SAHELO-SOUDANIENNES</p> | <p>IPOER <i>Ipomoea eriocarpa</i> DTTAE <i>Dactyloctenium aegyptium</i> BOISY <i>Spermacoce stachydea</i> STRHE <i>Striga hermonthica</i> CHRPI <i>Chloris pilosa</i> CYPRO <i>Cyperus rotundus</i> CITLA <i>Citrullus lanatus</i> COMSU <i>Commelina subulata</i> ACNHI <i>Acanthospermum hispidum</i> TRBTE <i>Tribulus terrestris</i> ACYAS <i>Achyranthes aspera</i></p> |
| <p>GROUPE 3</p> <p>ESPECES PREFERENTIELLEMENT MEDIO-SOUDANIENNES</p> | <p>TRQPR <i>Tridax procumbens</i> ROOEX <i>Rottboellia cochinchinensis</i> AGECC <i>Ageratum conyzoides</i> SYIXX <i>Stylochiton sp.</i> ALZRU <i>Alysicarpus rugosus</i></p> |

Tableau 18 : Préférence régionale des espèces les plus fréquentes

| | |
|---|---|
| <p>GROUPE 1</p> <p>ESPECES PERMANENTES</p> | <p>IPOER <i>Ipomoea eriocarpa</i> DIGHO <i>Digitaria horizontalis</i> COMBE <i>Commelina benghalensis</i> PESPE <i>Pennisetum pedicellatum</i> CRGTD <i>Corchorus tridens</i> BOISY <i>Spermacoce stachydea</i> CASOB <i>Cassia obtusifolia</i> COMFO <i>Commelina forskalaei</i> CLJAM <i>Chrysanthellum americanum</i> FIMHS <i>Fimbristylis hispidula</i></p> |
| <p>GROUPE 2</p> <p>ESPECES PRECOCES (mai - aout)</p> | <p>DTTAE <i>Dactyloctenium aegyptium</i> ANELA <i>Aneilema lanceolatum</i> EPHHI <i>Euphorbia hirta</i> ACCSE <i>Acalypha segetalis</i> TRBTE <i>Tribulus terrestris</i></p> |
| <p>GROUPE 3</p> <p>ESPECES TARDIVES (juillet - octobre)</p> | <p>LEVMA <i>Leucas martinicensis</i> OLDCO <i>Oldenlandia corymbosa</i> MTCVI <i>Mitracarpus villosus</i> KYLSQ <i>Kyllinga squamulata</i> MAPSQ <i>Mariscus squarrosus</i> ERACI <i>Eragrostis ciliaris</i> COMSU <i>Commelina subulata</i> HPYSP <i>Hyptis spicigera</i> ROOEX <i>Rottboellia cochinchinensis</i> VCOLE <i>Vicoa leptoclada</i> STRHE <i>Striga hermonthica</i></p> |

Tableau 19 : Préférence saisonnière des espèces les plus fréquentes

Burkina-Faso, et au sud-Saloum (Sénégal) (Fontanel 1987) à l'exception de *Tridax procumbens*, *Aneilema lanceolatum* et *Commelina benghalensis* peu fréquent au Burkina-Faso. Ces trois espèces apparaissent plus fréquemment dans notre étude, de la prise en compte de cultures autres que les céréales (cotonnier, arachide).

Régionalité

Trois groupes d'espèces (tableau 18) sont identifiés en fonction de leur affinité pour une région climatique donnée (annexes 8a, 8b et 8c).

- Les espèces indifférentes à la situation régionale (Groupe 1).
- Les espèces à préférence sahélo-soudanienne (Groupe 2).
- Les espèces à préférence médio-soudanienne (Groupe 3).

Une espèce, *Cleome viscosa* se rencontre principalement dans la région centrale.

Pennisetum pedicellatum apparaît comme indifférente à la région. Cet artefact est dû à la confusion entre *P. pedicellatum* et *P. polystachion*. Comme cela a été précisé plus haut, la première espèce est préférentiellement inféodée à la région sahélienne tandis que la deuxième est préférentiellement soudanienne.

Saisonnalité

Les courbes fréquence relative/entropie-espèce données en annexes 9a, 9b, et 9c, mettent en évidence l'évolution des espèces au cours de la saison culturale. Parmi les espèces les plus fréquentes (apparaissant dans plus de 20 % des relevés), trois types de comportement se manifestent (tableau 19):

- Les espèces permanentes (groupe 1).
- Les espèces plus fréquentes en début de cycle (groupe 2). Ces espèces entrent en compétition avec la culture au moment où celle ci y est le plus sensible (Déat 1977 , Okafor & Zitta 1991).
- Les espèces plus fréquentes en fin de cycle (groupe 3) qui peuvent influencer sur le rendement mais également sur la qualité de la production comme par exemple *Rottboellia cochinchinensis* (Akobundu 1987). Une espèce particulière de ce troisième groupe est l'espèce parasite *Striga hermonthica*. Elle est surtout visible et fréquente en fin de cycle mais elle est nuisible dès fin juin durant sa période souterraine.

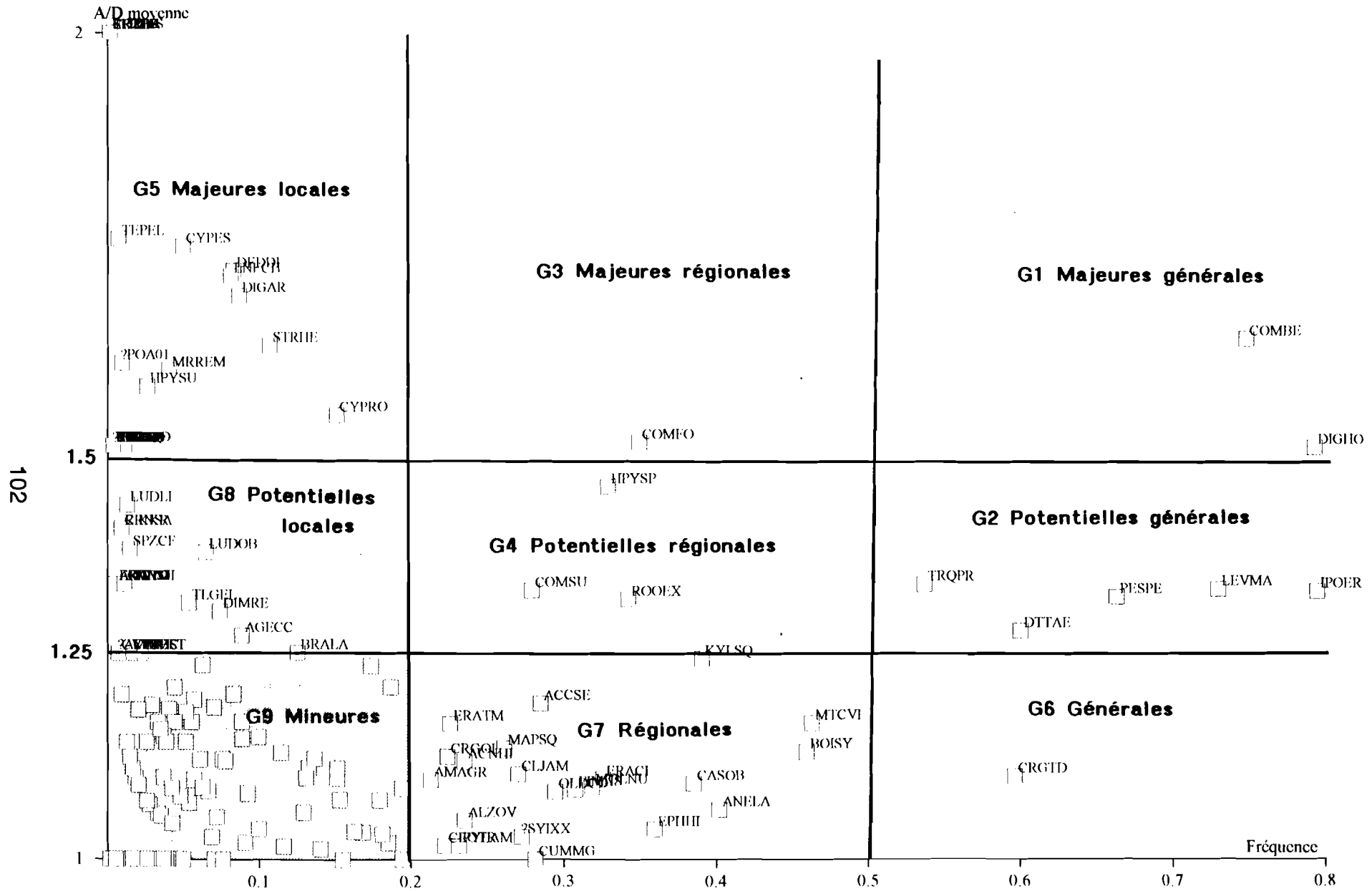


Figure 20 : Diagramme d'infestation

3.1.6. IMPORTANCE AGRONOMIQUE

L'analyse du diagramme de fréquence relative/abondance moyenne réalisé à partir des 540 relevés (figure 20) met en évidence 9 groupes d'espèces reflétant leur potentiel de nuisibilité donc leur importance agronomique.

Ces différents groupes (tableau 20) sont :

Groupe 1 : "Mauvaises herbes majeures générales". Ce sont les espèces les plus nuisibles de la région car elles peuvent coloniser pratiquement tous les milieux écologiques, de plus leur grande adaptation à l'environnement agricole leur confère un potentiel d'envahissement des parcelles très important.

Groupe 2 : "Mauvaises herbes potentielles générales". Elles sont très ubiquistes mais leurs infestations sont généralement moindres que celles du groupe précédent ou plus facilement maîtrisées.

Groupe 3 : "Mauvaises herbes majeures régionales". Ce sont des espèces à amplitude écologique large ou moyenne mais souvent très abondantes dans leurs régions favorables, bien représentées au nord-Cameroun.

Groupe 4 : "Mauvaises herbes potentielles régionales". Elles ont une amplitude écologique large ou moyenne. Leur abondance peut être régulièrement moyenne, leur conférant un statut d'espèces fréquemment codominantes des communautés auxquelles elles participent (*Commelina subulata*, *Kyllinga squamulata*). On peut aussi les rencontrer ponctuellement très abondantes, prenant alors un statut de dominantes (*Rottboellia cochinchinensis*, *Hyptis spicigera*).

Groupe 5 : "Mauvaises herbes majeures locales". Elles ont une amplitude écologique très étroite. Elles ne se rencontrent que dans certaines conditions de milieu peu représentées et pour lesquelles elles constituent des indicatrices écologiques strictes. Elles sont alors très abondantes et deviennent sur ces sites une contrainte agronomique importante.

Groupe 6 : "Mauvaises herbes générales". Elles se rencontrent dans tous les milieux mais ne représentent jamais une gêne pour la culture. Notons que dans le cas présent il s'agit de *Corchorus tridens*. Cette espèce est consommée dans tout le nord-Cameroun comme légume pour les sauces, aussi les agriculteurs travaillant manuellement avaient-ils pris l'habitude de la conserver dans les champs (Le Bourgeois & Seignobos, à paraître). On retrouve à travers cet exemple l'ambiguïté de la notion de "mauvaise herbe" surtout dans le cas d'une agriculture encore très traditionnelle.

| | | |
|---|---|--|
| GROUPE 1 MAJEURES GENERALES | COMBE <i>Commelina benghalensis</i> DIGHO <i>Digitaria horizontalis</i> | |
| GROUPE 2 POTENTIELLES GENERALES | TRQPR <i>Tridax procumbens</i> PESPE <i>Pennisetum pedicellatum</i> LEVMA <i>Leucas martinicensis</i> IPOER <i>Ipomoea eriocarpa</i> DTTAE <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | |
| GROUPE 3 MAJEURES REGIONALES | COMFO <i>Commelina forskalaei</i> | |
| GROUPE 4 POTENTIELLES REGIONALES | HPYSP <i>Hyptis spicigera</i> ROOEX <i>Rottboellia cochinchinensis</i> COMSU <i>Commelina subulata</i> | |
| GROUPE 5 MAJEURES LOCALES | CYPRO <i>Cyperus rotundus</i> STRHE <i>Striga hermonthica</i> DIGAR <i>Digitaria argillacea</i> LNECH <i>Launaea chevalieri</i> DEDDI <i>Desmodium dichotomum</i> MRREM <i>Merremia emarginata</i> CYPES <i>Cyperus esculentus</i> HPYSU <i>Hyptis suaveolens</i> TEPEL <i>Tephrosia elegans</i> | |
| GROUPE 6 GENERALES | CRGTD <i>Corchorus tridens</i> | |
| GROUPE 7 REGIONALES | KYLSQ <i>Kyllinga squamulata</i> MTCVI <i>Mitracarpus villosus</i> BOISY <i>Spermacoce stachydea</i> ANELA <i>Aneilema lanceolatum</i> CASOB <i>Cassia obtusifolia</i> EPHHI <i>Euphorbia hirta</i> ERACI <i>Eragrostis ciliaris</i> MOLNU <i>Mollugo nudicaulis</i> OLDCO <i>Oldenlandia corymbosa</i> FIMHS <i>Fimbristylis hispidula</i> CUMMG <i>Cucumis melo</i> SYIXX <i>Stylochiton</i> sp. ACCSE <i>Acalypha segetalis</i> MAPSQ <i>Mariscus squarrosus</i> ALZOV <i>Alizicarpus ovalifolius</i> ERATM <i>Eragrostis tremula</i> CRGOL <i>Corchorus olitorius</i> | |
| GROUPE 8 POTENTIELLES LOCALES | LUDLI <i>Ludwigia hyssopifolia</i> LUDOB <i>Ludwigia octovalvis</i> CRNSA <i>Crinum sanderianum</i> SPZCF <i>Sporobolus festivus</i> | TLGEL <i>Thelepogon elegans</i> DIMRE <i>Dinebra retroflexa</i> AGECC <i>Ageratum conyzoides</i> BRALA <i>Brachiaria lata</i> |
| GROUPE 9 MINEURES | Non détaillé | |

Tableau 20 : Importance agronomique des principales espèces

Groupe 7 : "Mauvaises herbes régionales". Elles ont une amplitude écologique large ou moyenne mais ne constituent pas une contrainte agronomique. Par contre elles peuvent servir d'indicatrices écologiques régionales.

Groupe 8 : "Mauvaises herbes potentielles locales". Ces espèces ont une amplitude écologique très étroite et présentent ponctuellement des indices d'abondance moyens (2 à 3).

Groupe 9 : "Mauvaises herbes mineures" ne sont en aucun cas une gêne pour la culture. Elles peuvent être inféodées à des conditions écologiques très peu représentées ce qui leur donne un statut d'espèces indicatrices strictes ou bien elles sont tellement rares que leur présence ne peut apporter aucune information si ce n'est une indication à caractère historique.

Importance saisonnière des espèces

L'évolution du degré de nuisibilité des espèces au cours de la saison peut être déterminé à partir des diagrammes réalisés avec les 180 relevés de chaque époque d'observation présentés en annexes 10a, 10b et 10c. Il en ressort que la majorité des espèces conservent leur statut durant toute la saison culturale. *Commelina benghalensis*, demeure l'espèce la plus importante.

Bien que très fréquent durant toute la saison, *Digitaria horizontalis* n'est très abondant qu'en début de cycle, au moment de la mise en place de la culture. De la même façon, *Pennisetum pedicellatum* est abondant en début de cycle, après quoi il prend plutôt un statut d'espèce générale non dommageable. *Dactyloctenium aegyptium* appartient au groupe 2 jusqu'en milieu de cycle puis disparaît en fin de saison et devient alors une espèce tout à fait mineure.

Commelina forskalaei voit son abondance augmenter essentiellement en milieu de cycle.

A l'inverse, certaines espèces ont un degré d'infestation plus important en fin de saison. *Leucas martinicensis*, *Mitracarpus villosus* et *Commelina subulata* sont particulièrement fréquentes et abondantes en fin de cycle. Pour *Oldenlandia corymbosa*, seule sa fréquence augmente avec le temps, ce qui lui confère le statut d'espèce générale en fin de cycle. *Striga hermonthica* sous sa forme émergée demeure mineure jusqu'en milieu de saison et devient une majeure régionale en fin de cycle, ceci ne fait que refléter a posteriori l'importance de la nuisibilité de l'espèce durant sa phase souterraine depuis le mois de juin.

Importance régionale des espèces

L'analyse des diagrammes d'infestation réalisés en fonction des trois régions phytogéographiques (annexes 11a, 11b et 11c) met en évidence l'importance régionale des espèces. Si certaines espèces ont un potentiel d'adaptation suffisamment grand pour se développer de la même façon dans les trois régions, ce qui est particulièrement le cas de *Digitaria horizontalis*, le degré de nuisibilité de la plupart des espèces importantes évolue régionalement.

Les espèces à préférence soudanienne sont *Commelina benghalensis*, *Tridax procumbens*, *Hyptis spicigera*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Leucas martinicensis*, *Pennisetum polystachion*.

A l'opposé les espèces préférentiellement sahéliennes, sont *Dactyloctenium aegyptium*, *Cyperus rotundus*, *Cassia obtusifolia* et *Spermacoce stachydea*.

Ipomoea eriocarpa, *Cleome viscosa*, *Commelina forskalaei*, *Commelina subulata* sont mieux adaptées à la zone centrale. Ces deux dernières espèces se rencontrent encore dans le nord, mais pas vers le sud.

3.1.7. CONCLUSION

L'étude de la flore des mauvaises herbes du nord-Cameroun a montré la grande richesse de celle-ci et en même temps une certaine monotonie dans la diversité et la composition des flores de l'ensemble des régions soudano-sahéliennes à une saison des pluies, en Afrique de l'ouest et du centre. Cette flore de base représente environ 180 espèces appartenant principalement aux familles des *Poaceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae* et *Asteraceae*.

Les analyses générales puis saisonnières et régionales de la fréquence des espèces (courbes fréquence-relative/entropie-espèces) et de la relation fréquence relative/abondance moyenne des principales mauvaises herbes ont mis en évidence les espèces qui posent des problèmes majeurs dans les cultures annuelles du nord-Cameroun.

Commelina benghalensis apparait comme l'espèce la plus importante. Très ubiquiste, elle est capable de coloniser pratiquement tous les milieux. Elle est abondante durant toute la saison et pose d'autant plus de problème que l'on se trouve sous un climat humide.

Digitaria horizontalis est encore plus ubiquiste que l'espèce précédente puisque sa fréquence et son abondance sont constantes quelle que soit la région. Par contre sa

nuisibilité vis à vis de la culture intervient préférentiellement en début de cycle.

Striga hermonthica dont la faible représentation générale tient à son statut de parasite des céréales (sorgho, mil, maïs). Dans les régions centre et nord, elle constitue un véritable fléau. Bien qu'elle ne soit visible qu'en milieu et surtout en fin de cycle, les dégâts de cette espèce interviennent dès la phase de fixation sur les racines de l'hôte et la phase souterraine de son développement

Quelques autres espèces complètent ce groupe des principales contraintes agronomiques de la région, *Tridax procumbens*, *Pennisetum pedicellatum*, *Commelina forskalaei*, *Leucas martinicensis*, *Ipomoea eriocarpa* et *Dactyloctenium aegyptium*.

Il convient maintenant de connaître quels sont les facteurs écologiques et agronomiques qui ont favorisé le développement de certaines d'entre elles, au point de les rendre particulièrement néfastes.

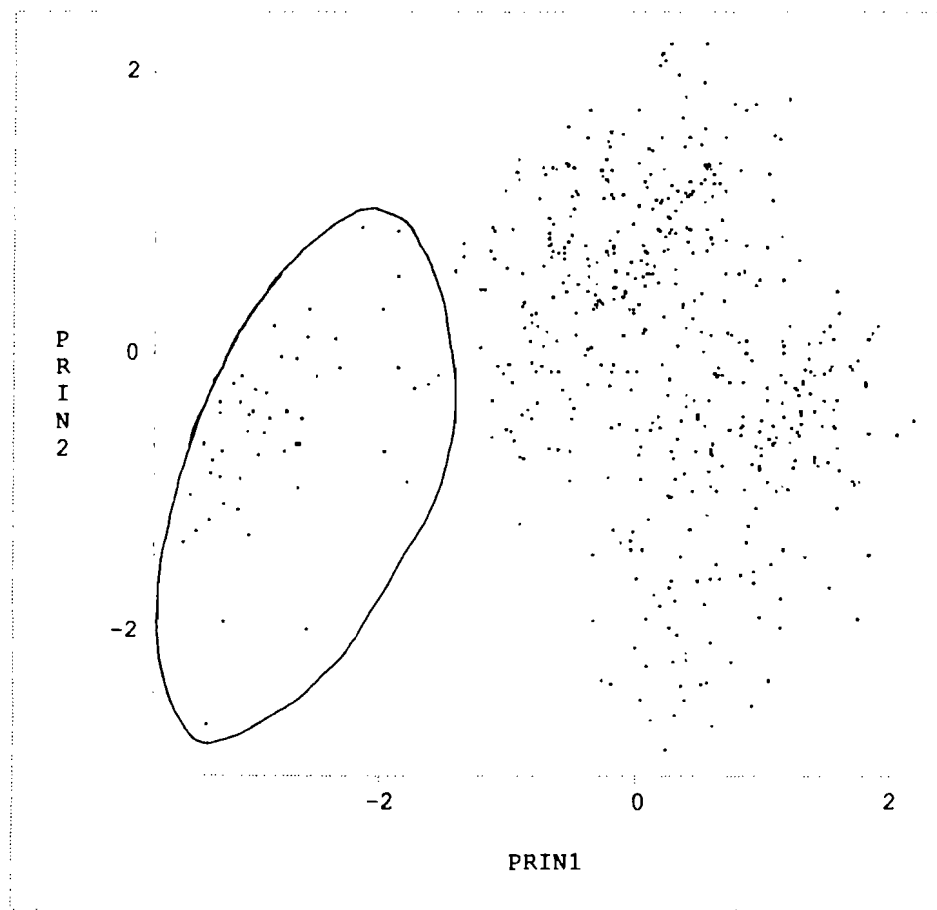


Figure 21a : Répartition des relevés sur le plan factoriel (1 2)

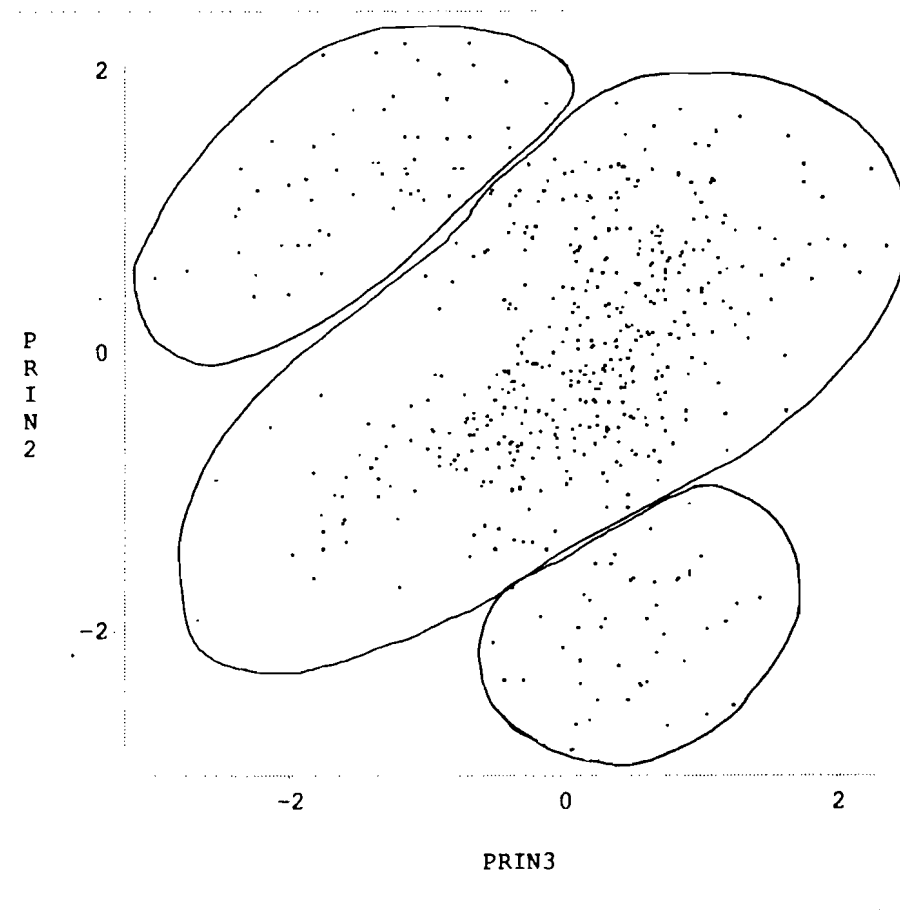
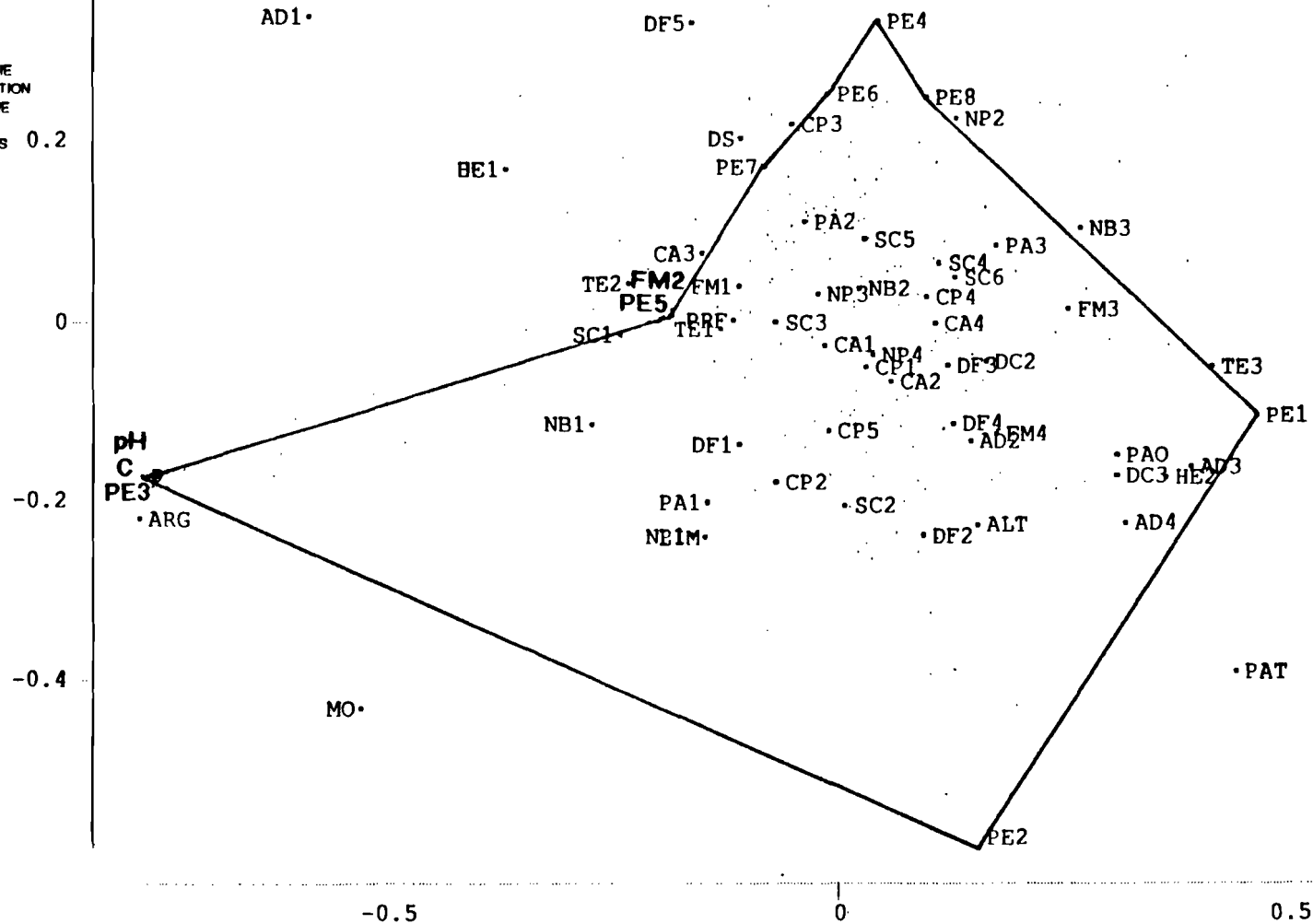


Figure 21b : Répartition des relevés sur le plan factoriel (2 3)

ALT : ALTITUDE
 PRF : PROFONDEUR
 pH : pH
 MOR : MATIERE ORGANIQUE 0.4
 C : CARBONE
 ARG : ARGILE
 LIM : LIMON
 SAB : SABLE
 PAO : PLUVIOMETRIE JUSQU'A OBSERVATION
 PAT : PLUVIOMETRIE TOTALE
 DS : DATE DE SEMIS 0.2

P
R
I
N
2

TYPE DE SOL
 PE1 : Ferrugineux
 PE2 : Pénocole
 PE3 : Verticeol
 PE4 : Ferrugineux de cordon dunaire
 PE5 : Ferallitique
 PE6 : Hydromorphe
 PE7 : Peu évolués
 PE8 : Alluvions récentes

SAB - CULTURE ACTUELLE
 CA1 : Cotonnier
 CA2 : Matis
 CA3 : Sorgho
 CA4 : Arachide

PRECEDENT
 CP1 : Cotonnier
 CP2 : Matis
 CP3 : Sorgho
 CP4 : Arachide
 CP5 : Friche/Jachère

AGE DE LA PARCELLE
 DF1 : 1 à 2 ans
 DF2 : 3 à 4 ans
 DF3 : 5 à 10 ans
 DF4 : 10 à 20 ans
 DF5 : plus de 20 ans

TECHNIQUE DE LABOUR
 TE1 : Non labour
 TE2 : Manuel
 TE3 : Attelé/Motorisé

FUMURE
 FM1 : Nulle
 FM2 : 100 kg NPK + 50 ou 100 Unée
 FM3 : 200 kg NPK + 50 ou 100 Unée
 FM4 : 100 Unée

HERBICIDE
 HE1 : Sans herbicide de pré-lévée
 HE2 : Avec herbicide de pré-lévée

TECHNIQUE DE SARCAGE
 NP1 : Aucun
 NP2 : Manuel
 NP3 : Mécanique Interigne
 NP4 : Mécanique + manuel (ligne)

TECHNIQUE DE BUTTAGE
 NB1 : Aucun
 NB2 : Manuel
 NB3 : Mécanique

ANCIENNETE DES HERBICIDES
 AD1 : Jamais
 AD2 : 1 à 3 ans
 AD3 : 4 à 10 ans
 AD4 : plus de 10ans

TYPE D'HERBICIDE
 DC1 : Aucun ou paraquat
 DC2 : dipropétrine, métolachlor(Cotonnier)
 DC3 : atrazine, métolachlor (Matis)

EPOQUE D'OBSERVATION
 PA1 : Début de cycle (Juin)
 PA2 : Milieu de cycle (Aout)
 PA3 : Fin de cycle (Octobre)

Figure 22a : Corrélation des facteurs de milieu avec les axes (1 2)
 Mise en évidence de l'importance des facteurs liés au sol

PRIN1

3.2. ETUDE PHYTOECOLOGIQUE

3.2.1 VARIATIONS INTERANNUELLES

L'étude des communautés de mauvaises herbes s'est déroulée durant trois années, de 1989 à 1991, mais au cours de ces trois années les parcelles suivies et les zones inventoriées ne sont pas restées les mêmes (cf. Chap. 2.2.1.) car il a fallu compléter d'une année sur l'autre l'échantillonnage du Nord_Cameroun, notamment vis-à-vis des conditions pédo-climatiques. Cependant de nombreux auteurs ont mis en évidence une importante variabilité interannuelle de la composition floristique des communautés végétales en région tropicale, plus particulièrement dans les pâturages (Cornet 1981, Penning de Vries & Djitteye 1982, Grouzis, 1988). Cette variation est imputée aux variations interannuelles du régime pluviométrique, bien que les résultats obtenus dans ce domaine ne permettent pas une généralisation (Grouzis 1988). D'autres travaux (CCE 1988) mettent en évidence plus de variations interannuelles de la phénologie des espèces que de la composition floristique des communautés.

Pour cette étude, l'analyse factorielle de correspondance du tableau de contingence des 3 années en fonction des 8 types de sols, donne un coefficient de corrélation canonique de 78 %. L'importance de ce coefficient montre que les modifications de la flore ne peuvent être attribuées à des variations interannuelles. Elles sont dues au plan d'expérience choisi et à l'échantillonnage étalé dans le temps et principalement à la forte corrélation entre la variable "année" la variable "pédologie". C'est pourquoi dans l'analyse des données je ^{ai} n'est pas tenu compte des variations interannuelles, aussi les 180 parcelles sont étudiées simultanément.

3.2.2. EFFET DE LA NATURE DU SOL

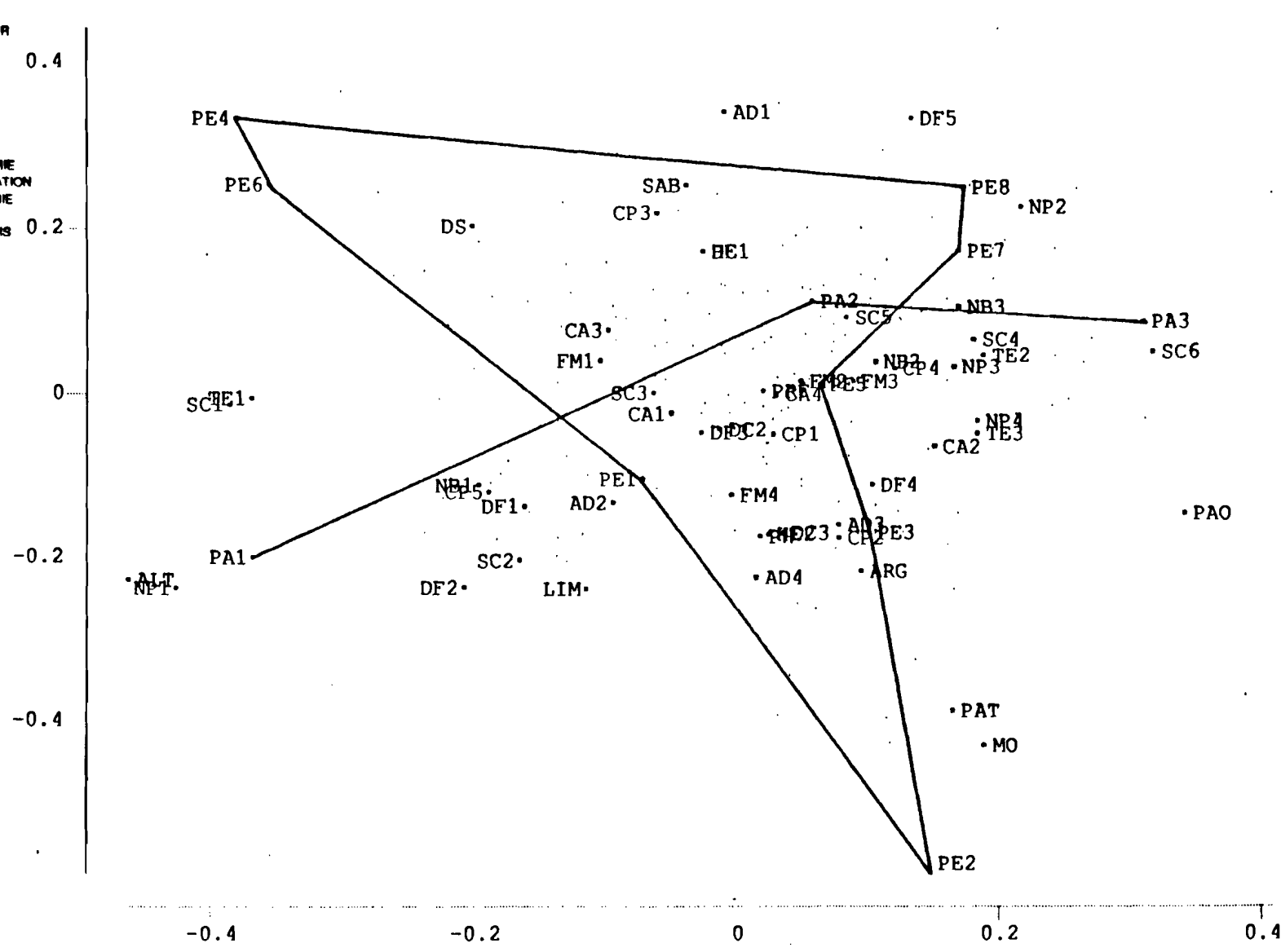
Le sous espace construit à partir des trois premiers axes factoriels de l'ACPVI explique 39 % de la variabilité du nuage. L'inertie de ces trois axes est respectivement de 16,6 %, 12,5 % et 9,9 %.

L'analyse du nuage des individus représenté sur le plan factoriel (1 2) (fig 21a) et le plan factoriel (2 3) (fig 21b) montre que différents groupes de relevés s'individualisent nettement. Dans le plan (1 2), l'axe 1 différencie un groupe de relevés par rapport à l'ensemble des autres. Le long de l'axe 2 on observe un étirement régulier de la partie principale du nuage. Dans le plan (2 3) trois groupes bien distincts de relevés se différencient le long de la diagonale (NO-SE) .

Sur la figure 22a, les variables du milieu ont été représentées en fonction de leur corrélation par rapport aux axes factoriels 1 et 2. Il ressort de l'analyse de cette figure que les variables

ALT : ALTITUDE
 PRF : PROFONDEUR
 pH : pH
 MOR : MATIERE ORGANIQUE 0.4
 C : CARBONE
 ARG : ARGILE
 LIM : LIMON
 SAB : SABLE
 PAO : PLUVIOMETRIE JUSQU'A OBSERVATION
 PAT : PLUVIOMETRIE TOTALE
 DS : DATE DE SEMIS 0.2

P
R
I
N
2



TYPE DE SOL
 PE1 : Ferrugneux
 PE2 : Planosols
 PE3 : Vertisols
 PE4 : Ferrugneux de cordon dunaire
 PE5 : Ferrallitiques
 PE6 : Hydromorphes
 PE7 : Peu évolués
 PE8 : Alluvions récentes

CULTURE ACTUELLE
 CA1 : Cotonnier
 CA2 : Maïs
 CA3 : Sorgho
 CA4 : Arachide

PRECEDENT
 CP1 : Cotonnier
 CP2 : Maïs
 CP3 : Sorgho
 CP4 : Arachide
 CP5 : Friche/jachère

AGE DE LA PARCELLE
 DF1 : 1 à 2 ans
 DF2 : 3 à 4 ans
 DF3 : 5 à 10 ans
 DF4 : 10 à 20 ans
 DF5 : plus de 20 ans

TECHNIQUE DE LABOUR
 TE1 : Non labour
 TE2 : Manuel
 TE3 : Attelé/Motorisé

FUMURE
 FM1 : Nulle
 FM2 : 100 kg NPK + 80 ou 100 Urée
 FM3 : 200 kg NPK + 80 ou 100 Urée
 FM4 : 100 Urée

HERBICIDE
 HE1 : Sans herbicide de pré-lévé
 HE2 : Avec herbicide de pré-lévé

TECHNIQUE DE SARCLAGE
 NP1 : Aucun
 NP2 : Manuel
 NP3 : Mécanique interligne
 NP4 : Mécanique + manuel (ligne)

TECHNIQUE DE BUTTAGE
 NB1 : Aucun
 NB2 : Manuel
 NB3 : Mécanique

ANCIENNETE DES HERBICIDES
 AD1 : Jamais
 AD2 : 1 à 3 ans
 AD3 : 4 à 10 ans
 AD4 : plus de 10ans

TYPE D'HERBICIDE
 DC1 : Aucun ou paraquat
 DC2 : dibropétrime, métolachlor (Cotonnier)
 DC3 : atrazine, métolachlor (Maïs)

EPOQUE D'OBSERVATION
 PA1 : Début de cycle (Juin)
 PA2 : Milieu de cycle (Août)
 PA3 : Fin de cycle (Octobre)

Figure 22b : Corrélation des facteurs de milieu avec les axes (2 3) PRIN3
 Mise en évidence des facteurs liés au sol et de l'époque d'observation (PA)

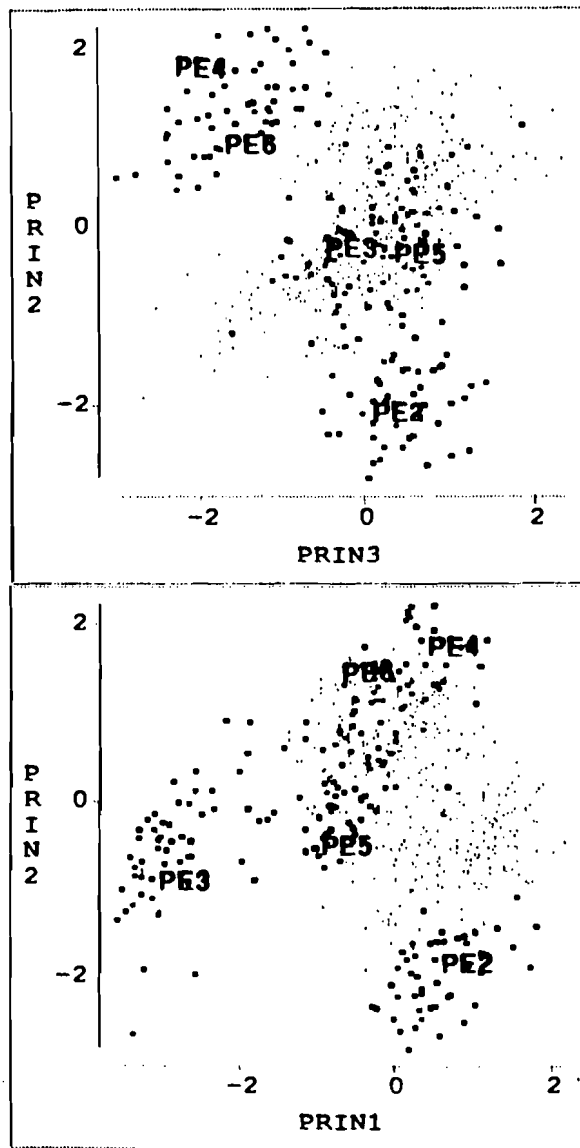


Figure 23a et b : Mise en évidence des relevés sur vertisol (PE3), ferralsitique (PE5), plénosol (PE2), cordon duplexe (PE6)

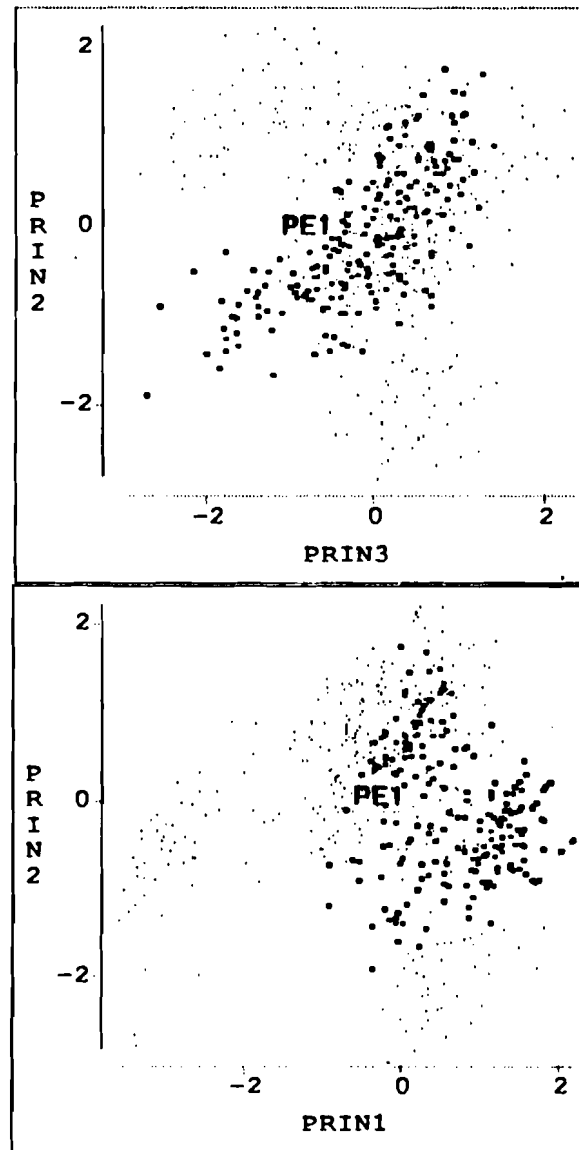


Figure 24a et b : Mise en évidence des relevés sur ferrugineux (PE1)

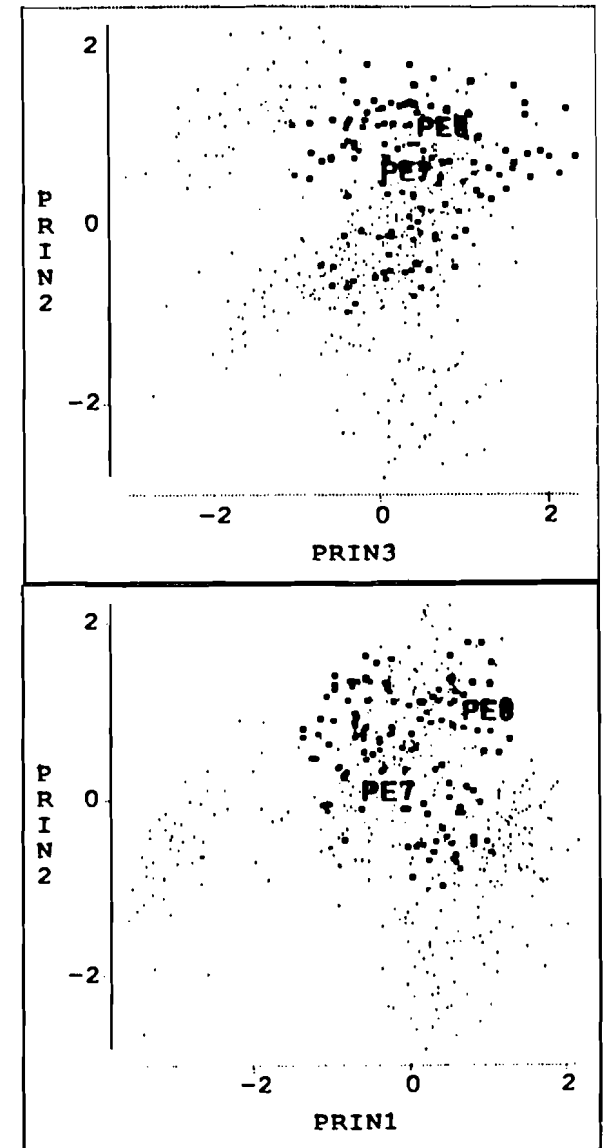


Figure 25a et b : Mise en évidence des relevés sur alluvions (PE7) et peu évolués (PE8)

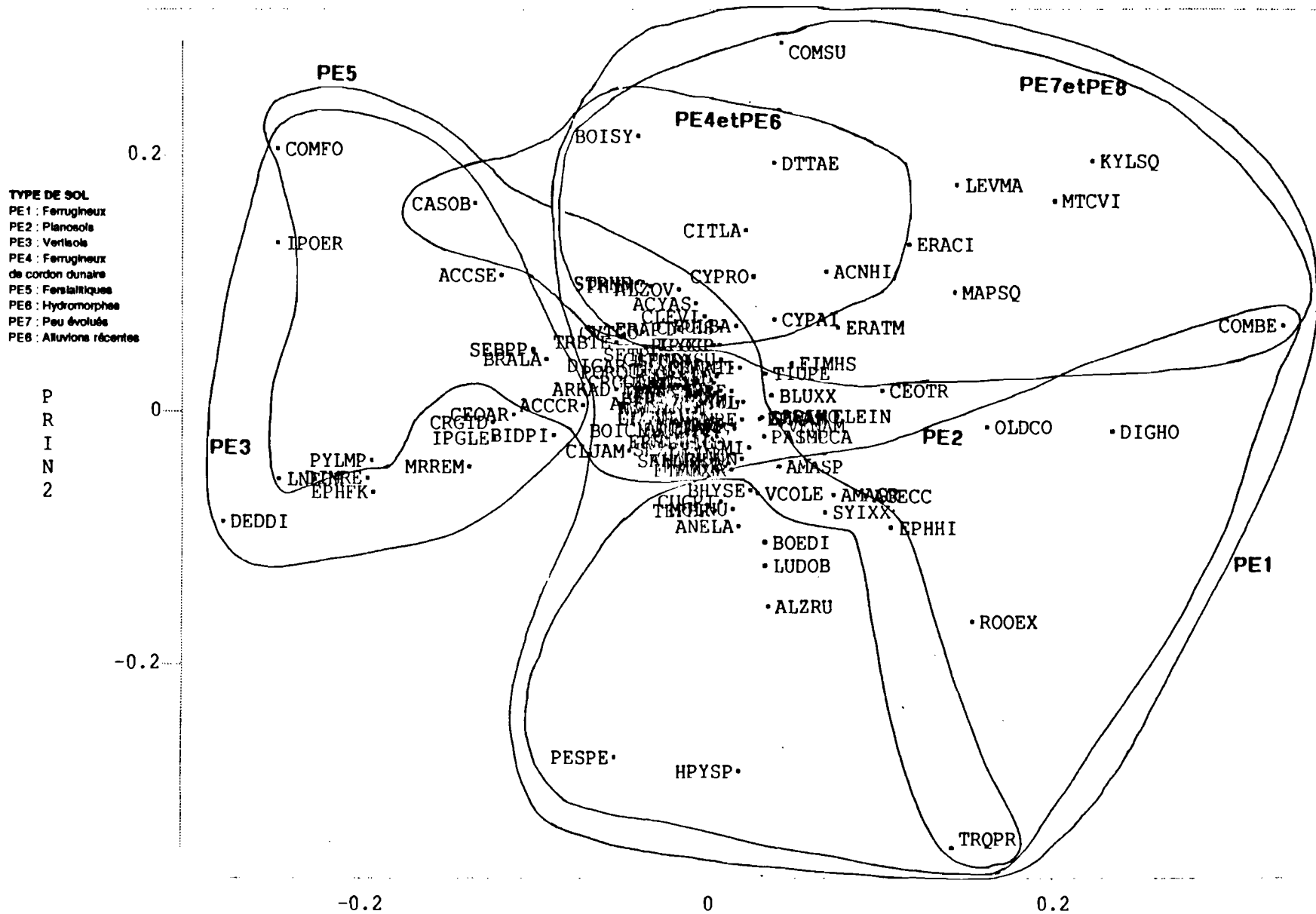


Figure 26a : Répartition des espèces sur le plan (1 2) en fonction de leur covariance. Groupes d'espèces liés aux types de sols

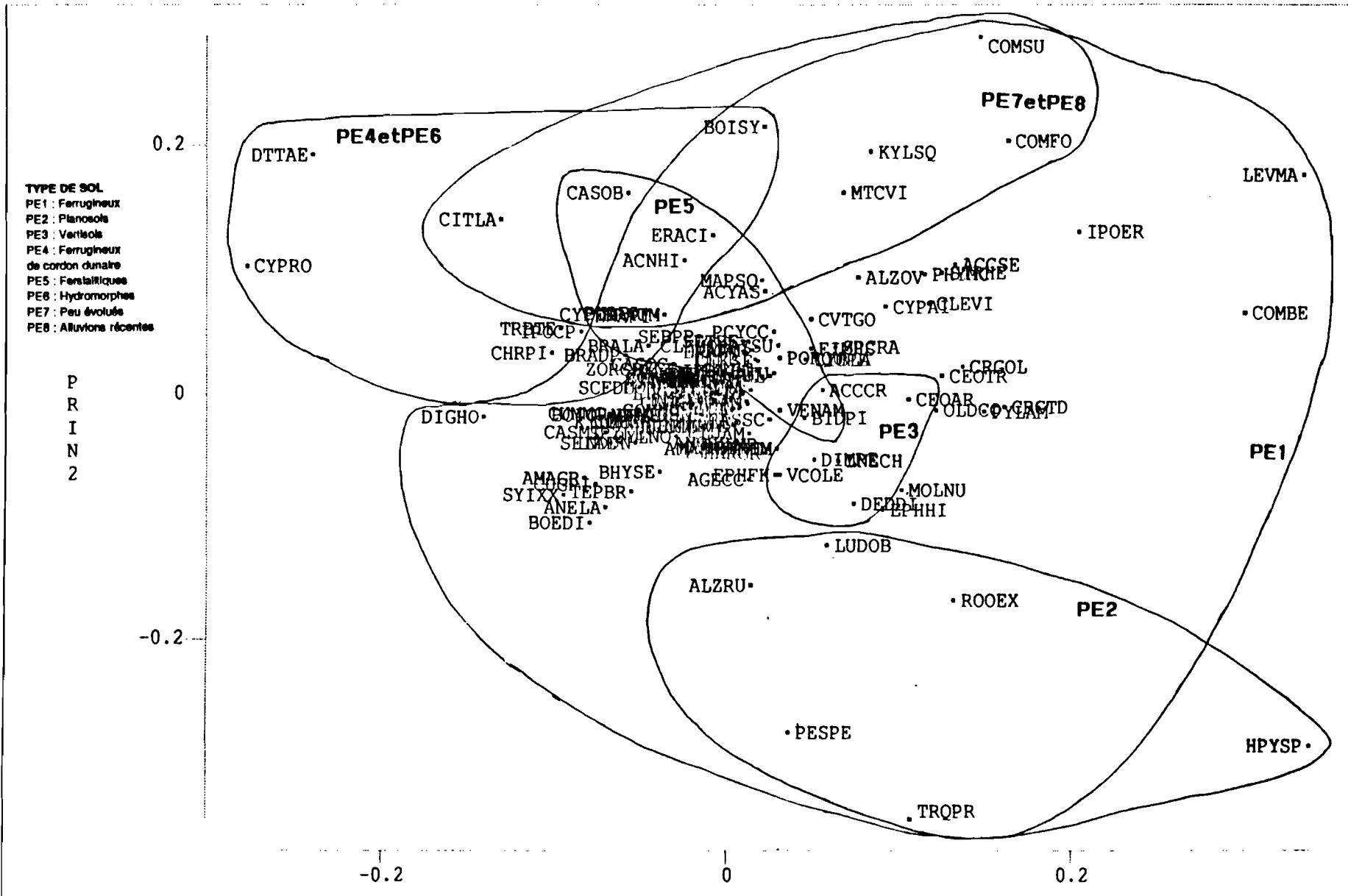
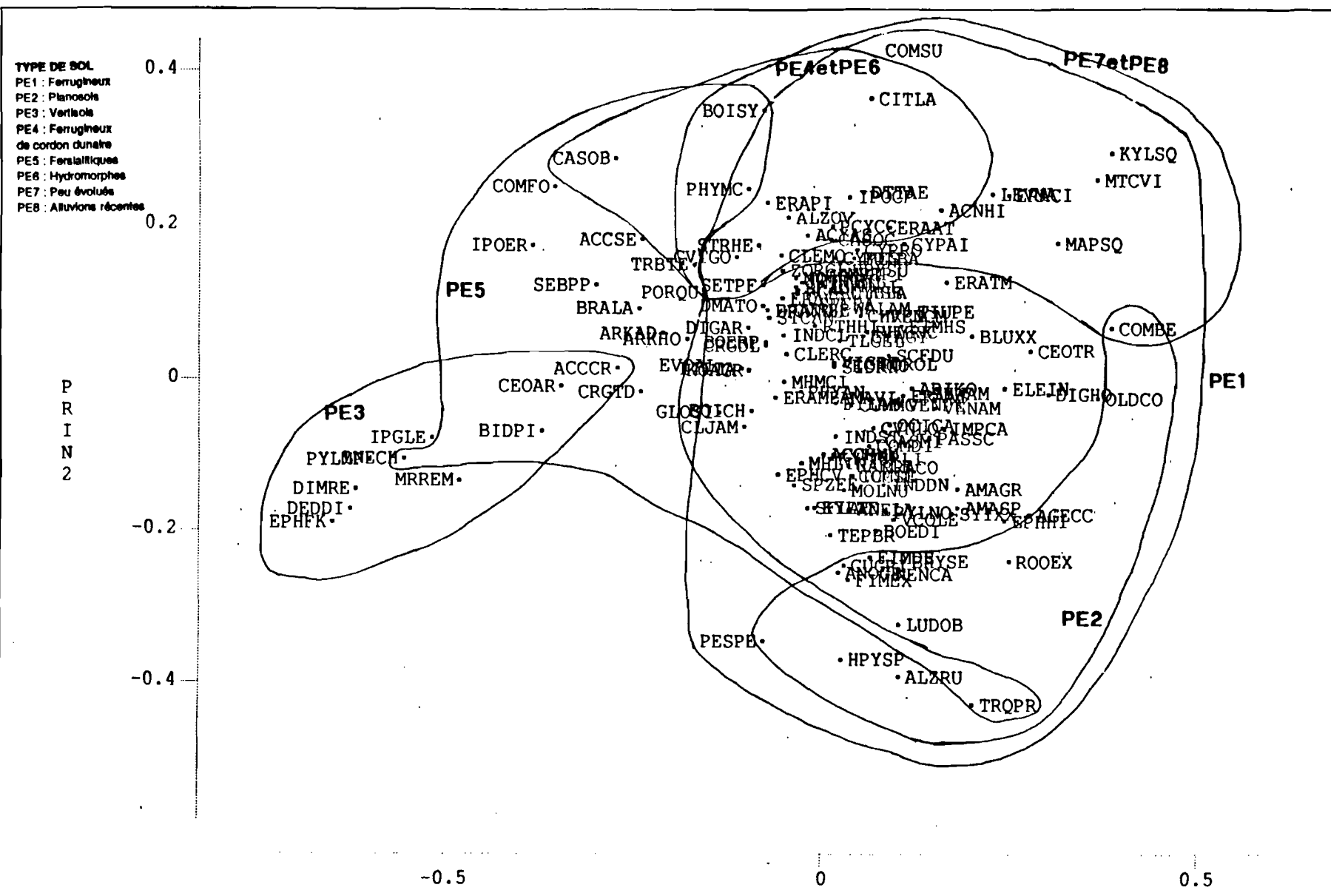


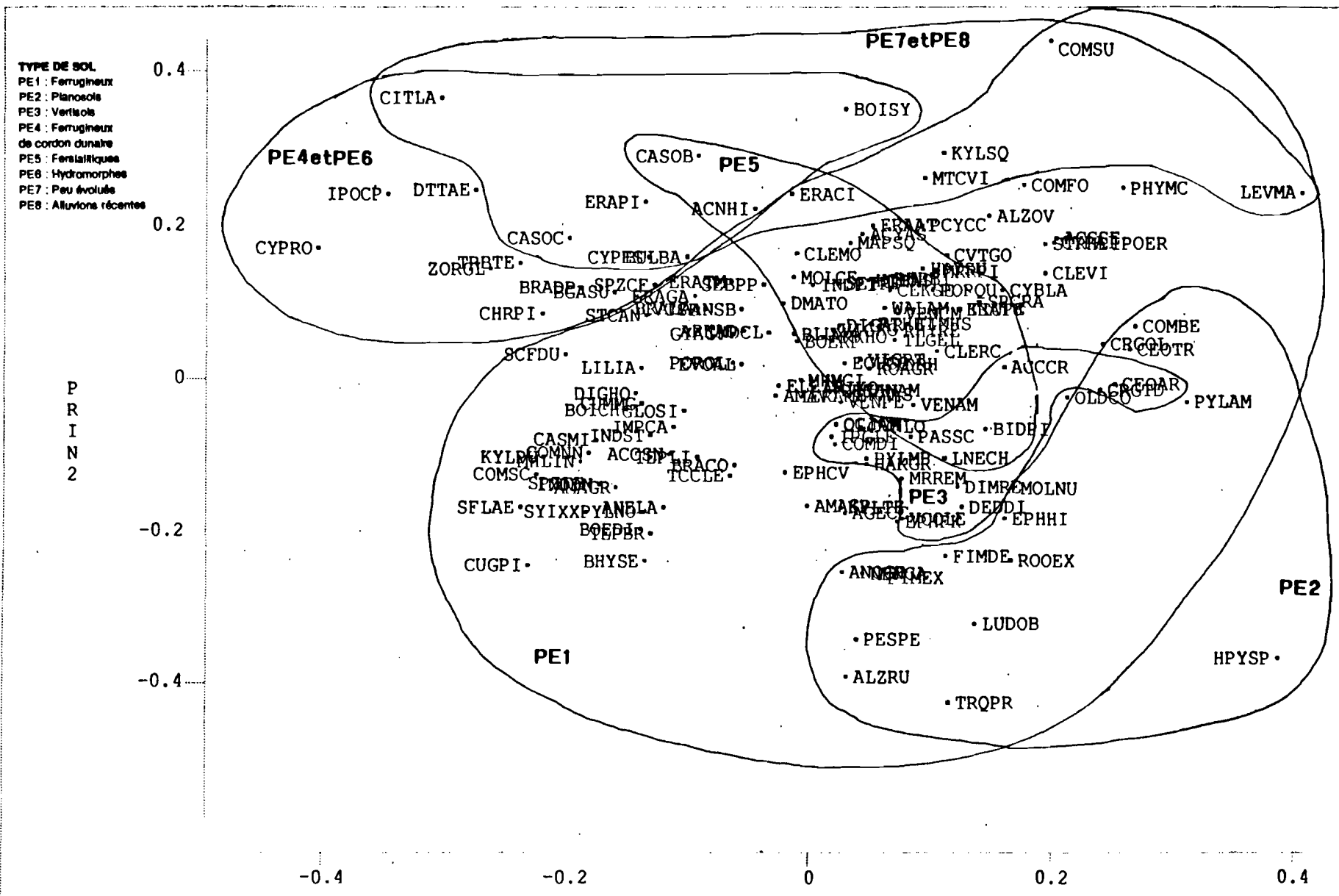
Figure 26b : Répartition des espèces sur le plan (2 3) en fonction de leur covariance. Groupes d'espèces liés aux types de sols



CHARTRE 2 : LES COMMUNAUTES DE MAUVAISES HERBES / AMPLITUDE D'HABITAT ET DEGRE D'IMPASTATION

Figure 27a : Répartition des espèces sur le plan (1 2) en fonction de leur corrélation avec les axes. Groupes d'espèces liés aux types de sols

PRIN1



CHAPITRE 2 : LES COMMUNAUTES DE SAUVAGES NERRES / AMPLITUDE D'HAUTAT ET DEGRE D'ORIENTATION

Figure 27b : Répartition des espèces sur le plan (2 3) en fonction de leur corrélation avec les axes. Groupes d'espèces liés aux types de sols

liées à la nature du sol (Type de sol -PE-, pH, Argile -ARG-, Limon -LIM-, Sable -SAB-) sont les plus actives et apparaissent les plus discriminantes vis à vis de la flore.

L'analyse des figures 22a et 22b parallèlement à celle des figures 23(a et b), 24(a et b) et 25(a et b) sur lesquelles on été matérialisés les relevés en fonction du type de sol, montre bien l'importance de la nature du sol sur la discrimination des groupes de relevés.

A l'extrémité négative de l'axe 1 (fig 23a) se trouvent les relevés sur vertisols (PE3) ; sols dont le pH est voisin de 8 et le taux d'argile très élevé (> 45 %). Ces relevés s'opposent, à l'ensemble des autres relevés réalisés sur des parcelles dont le sol est plus acide et le taux d'argile beaucoup moins important. En bordure du nuage principal (fig. 23a) mais à proximité des vertisols, se trouvent les relevés sur sols fersialitiques. Ces sols par leur taux d'argile relativement important (de 10 à 45 %) présentent des espèces communes avec les vertisols. L'extrémité positive de l'axe 1 (fig. 23b) correspond aux relevés sur sol ferrugineux (PE1) très dégradés avec accumulation de sable dans les horizons superficiels (jusqu'à 90 %) et dont le pH est très bas (voisin de 5,5).

Le long de l'axe 2 (fig. 24a) et sur la diagonale NO-SE du plan (2 3) (fig. 24b) s'opposent deux autres groupes. Le groupe des relevés sur planosols (PE2) se trouvent à l'extrémité négative de l'axe 2. Ces sols sont caractérisés par un taux important de limons (30 à 40 %). A l'opposé se trouvent regroupés les relevés sur sols ferrugineux argilo-sableux de cordon dunaire (PE4) et les relevés sur sols hydromorphes (PE6).

Ce regroupement tient au fait que les sols hydromorphes ont été essentiellement rencontrés dans la même région que les sols ferrugineux de cordons dunaires, à savoir dans l'Extrême-nord. Ils sont situés en contre bas de ces derniers, au niveau de la toposéquence. Aussi, bien que plus humides, ils ont sensiblement la même structure et bénéficient du même climat sahélien. Seules les trois observations d'une parcelle située sur sol hydromorphe d'origine ferrugineuse et située dans le bassin de la Bénoué, se trouvent situées au centre du nuage principal.

Les sol alluviaux et les sols peu évolués (fig. 25a et 25b) ne sont pas toujours bien individualisés. Les relevés sur ces sols sont mélangés à ceux sur sols ferrugineux, mais situés préférentiellement dans la partie positive de l'axe 2, car ces sols ont été rencontrés principalement dans l'Extrême-nord. Cet axe 2 traduit un gradient pluviométrique (PAT).

La nature du sol constituant le principal facteur de discrimination des relevés floristiques, il est possible de définir les principaux groupes d'espèces en fonction de leur préférences édaphiques. Ces groupes sont établis à partir de l'analyse des figures 26a et 26b sur lesquelles les espèces sont représentées en fonction de leur covariance mettant en évidence les espèces qui réagissent le plus aux variables étudiées et des figures 27a et 27b sur les quelles les espèces sont représentées par leur corrélation avec les axes, représentation qui met en évidence les espèces compagnes des espèces principales. Si les espèces préfèrent certaines conditions édaphiques, elles n'en sont pas exclusives et peuvent

| <p>GROUPE 5 PE3 VERTISOLS</p> | <p>GROUPE 4 PE 5 FERSIALITIQUES</p> | <p>GROUPE 3 PE2 PLANOSOLS</p> | <p>GROUPE 1 PE1 FERRUGINEUX</p> | <p>GROUPE 5 PE7+PE8 ALLUVIONS PEU EVOLUES</p> | <p>GROUPE 2 PE4+PE6 CORDONS DUNAIRES HYDROMORPHES</p> |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------|---|---|---|
| <i>Dinebra retroflexa.</i> | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Merremia emargin.</i> | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Desmodium dichot.</i> | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Launaea chevalier.</i> | <i>Launaea chevalier.</i> | --- | --- | --- | --- |
| <i>Euphorbia forskal.</i> | <i>Euphorbia forskal.</i> | --- | --- | --- | --- |
| <i>Phyllanthus mader.</i> | <i>Phyllanthus mader.</i> | --- | --- | --- | --- |
| <i>Iphigenia lederma.</i> | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Commelina forskal.</i> | <i>Commelina forskal.</i> | --- | --- | <i>Commelina forskal.</i> | --- |
| <i>Celosia argentea</i> | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Bidens pilosa</i> | --- | --- | --- | --- | --- |
| <i>Acalypha crenata</i> | <i>Acalypha crenata</i> | --- | --- | --- | --- |
| <i>Acalypha sogetalis</i> | --- | --- | --- | <i>Acalypha sogetalis</i> | --- |
| <i>Sesbania pachycar.</i> | <i>Sesbania pachycar.</i> | --- | --- | --- | --- |
| <i>Ipomoea eriocarpa</i> | --- | --- | <i>Ipomoea eriocarpa</i> | --- | --- |
| <i>Corchorus tridens</i> | --- | --- | <i>Corchorus tridens</i> | <i>Corchorus tridens</i> | --- |
| <i>Brachiaria lata</i> | <i>Brachiaria lata</i> | --- | --- | --- | --- |
| <i>Cassia obtusifolia</i> | <i>Cassia obtusifolia</i> | --- | --- | <i>Cassia obtusifolia</i> | <i>Cassia obtusifolia</i> |
| --- | <i>Peristrophe bicalic.</i> | --- | --- | <i>Peristrophe bicalic.</i> | <i>Peristrophe bicalic.</i> |
| --- | <i>Cleome monophyl.</i> | --- | --- | <i>Cleome monophyl.</i> | <i>Cleome monophyl.</i> |
| --- | <i>Crotalaria senegal.</i> | --- | --- | --- | <i>Crotalaria senegal.</i> |
| --- | <i>Aristida adscensio.</i> | --- | --- | <i>Aristida adscensio.</i> | --- |
| --- | <i>Corchorus olttorii</i> | --- | --- | <i>Corchorus olttorii.</i> | --- |
| --- | <i>Physalis micrantha</i> | --- | --- | <i>Physalis micranth.</i> | --- |
| --- | <i>Phyllanthus amar.</i> | --- | --- | <i>Phyllanthus amarus</i> | --- |
| --- | <i>Thelepogon eleg.</i> | --- | --- | <i>Thelepogon eleg.</i> | --- |
| --- | <i>Setaria pumila</i> | --- | --- | <i>Setaria pumila</i> | --- |
| --- | <i>Spermacoce chae.</i> | --- | --- | --- | --- |
| --- | <i>Chrysanthellum am</i> | --- | --- | --- | --- |
| --- | <i>Crotalaria goreens.</i> | --- | --- | --- | --- |
| --- | <i>Eragrostis ciliaris.</i> | --- | --- | --- | --- |
| --- | <i>Hackelochloa gra.</i> | --- | --- | --- | --- |
| --- | <i>Portulaca quadri.</i> | --- | --- | --- | --- |
| --- | <i>Boerhavia diffusa</i> | --- | <i>Boerhavia diffusa</i> | --- | --- |
| --- | <i>Fimbristylis hispid.</i> | --- | <i>Fimbristylis hispid.</i> | <i>Fimbristylis hispid.</i> | --- |
| --- | <i>Tridax procumbens</i> | <i>Tridax procumbens</i> | <i>Tridax procumbens</i> | --- | --- |
| --- | <i>Euphorbia hirta</i> | --- | <i>Euphorbia hirta</i> | --- | --- |
| <i>Hyptis spicigera</i> | --- | <i>Hyptis spicigera</i> | --- | <i>Hyptis spicigera</i> | --- |
| --- | --- | <i>Echinochloa colo.</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Ludwigia octoval.</i> | --- | <i>Ludwigia octoval.</i> | --- |
| --- | --- | <i>Mollugo nudicaulis</i> | --- | <i>Mollugo nudicaul.</i> | --- |
| --- | --- | <i>Alysicarpus rugos.</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Amaranthus spinos.</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Andropogon gayan.</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Fimbristylis toment.</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Nelsonia canescens</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Kyllings tenuifolia</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Bulbostylis hispid.</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Stylochiton sp.</i> | --- | --- | --- |
| <i>Pennisetum pedicel.</i> | <i>Pennisetum pedicel.</i> | <i>Pennisetum pedicel.</i> | <i>Pennisetum pedicel.</i> | <i>Pennisetum pedicel.</i> | --- |
| --- | <i>Vicosa leptoclada</i> | <i>Vicosa leptoclada</i> | --- | --- | --- |
| --- | --- | <i>Biophytum umbrac.</i> | <i>Biophytum umbra.</i> | --- | --- |
| --- | --- | <i>Curculigo pilosa</i> | <i>Curculigo pilosa</i> | --- | --- |
| --- | --- | <i>Phyllanthus niruroides</i> | <i>Phyllanthus niruro.</i> | --- | --- |
| --- | --- | <i>Ageratum conyzoides</i> | <i>Ageratum conyzo.</i> | --- | --- |

Les caractères gras
montrent une préférence
hautement significative

Tableau 21 : Préférence édaphique des espèces

--- montre une incompatibilité
hautement significative

| GROUPE 5 PE3 VERTISOLS | GROUPE 4 PE 5 FERSIALITIQUES | GROUPE 3 PE2 PLANOSOLS | GROUPE 1 PE1 FERRUGINEUX | GROUPE 5 PE7+PE6 ALLUVIONS PEU EVOLUES | GROUPE 2 PE4+PE6 CORDONS DUNAIRES HYDROMORPHES |
|------------------------------|------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|---|--|
| -- | -- | <i>Rottboellia coch.</i> | <i>Rottboellia coch.</i> | | -- |
| -- | -- | <i>Oldenlandia corym.</i> | <i>Oldenlandia corym.</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Kyllinga pumila</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Merremia pinnata</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Rhynchoelytrum rep.</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Siphonochilus aeth.</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Indigofera dendro.</i> | -- | |
| -- | -- | -- | <i>Anellema lanceolat.</i> | | -- |
| -- | -- | -- | <i>Celosia trigyna</i> | | -- |
| -- | -- | -- | <i>Vernonia ambigua</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Vernonia perrottet.</i> | | -- |
| -- | -- | -- | <i>Cucumis melo</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Hyptis suaveolens</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Imperata cylindrica</i> | | |
| -- | -- | -- | <i>Digitaria horizontal.</i> | | <i>Digitaria horizontal.</i> |
| -- | -- | <i>Commelina benghal.</i> | <i>Commelina bengh.</i> | <i>Commelina benghal.</i> | <i>Commelina benghal.</i> |
| -- | -- | | <i>Blumea sp.</i> | | |
| -- | -- | | <i>Cyperus amabilis</i> | <i>Cyperus amabilis</i> | |
| -- | -- | | <i>Mitracarpus villos.</i> | <i>Mitracarpus villos.</i> | <i>Mitracarpus villos.</i> |
| -- | -- | | <i>Kyllinga squamul.</i> | <i>Kyllinga squamul.</i> | <i>Kyllinga squamul.</i> |
| -- | -- | | <i>Mariscus squarros.</i> | <i>Mariscus squarros.</i> | |
| -- | -- | | <i>Eragrostis ciliaris</i> | <i>Eragrostis ciliaris</i> | <i>Eragrostis ciliaris</i> |
| -- | -- | | <i>Eragrostis tremula</i> | | -- |
| -- | -- | | <i>Spermacoce radiat.</i> | | |
| -- | -- | | <i>Triumfetta pent.</i> | | |
| -- | -- | | <i>Schwenckia americ.</i> | <i>Schwenckia americ.</i> | |
| -- | -- | | <i>Cassia mimosoid.</i> | <i>Cassia mimosoid.</i> | -- |
| -- | -- | | <i>Cleome viscosa</i> | <i>Cleome viscosa</i> | |
| -- | <i>Leucas martinicensis</i> | <i>Leucas martinicensis</i> | <i>Leucas martinicensis</i> | <i>Leucas martinic.</i> | |
| -- | <i>Eragrostis aspera</i> | <i>Eragrostis aspera</i> | <i>Eragrostis aspera</i> | <i>Eragrostis aspera</i> | <i>Eragrostis aspera</i> |
| -- | <i>Bulbostylis barbata</i> | -- | <i>Bulbostylis barbata</i> | <i>Bulbostylis barbata</i> | <i>Bulbostylis barbata</i> |
| -- | | -- | <i>Striga hermonthica</i> | <i>Striga hermonthica</i> | <i>Striga hermonthica</i> |
| -- | | -- | <i>Alysicarpus ovalifol.</i> | | -- |
| -- | | -- | <i>Tephrosia bracteola.</i> | <i>Tephrosia bracteola.</i> | |
| -- | | -- | -- | <i>Tribulus terrestris</i> | <i>Tribulus terrestris</i> |
| -- | | -- | <i>Dactyloctenium aeg.</i> | <i>Dactyloctenium aeg.</i> | <i>Dactyloct. aegyp.</i> |
| -- | | -- | | | <i>Ipomoea coptica</i> |
| -- | | -- | | | <i>Brachiaria villosa</i> |
| -- | | -- | | | <i>Chloris pilosa</i> |
| -- | | -- | | | <i>Zornia glochidiat.</i> |
| -- | | -- | | <i>Commelina subula.</i> | <i>Commelina subulata</i> |
| -- | | -- | <i>Spermacoce stachy.</i> | <i>Spermacoce stach.</i> | <i>Spermacoce stach.</i> |
| -- | | -- | -- | <i>Citrullus lanatus</i> | <i>Citrullus lanatus</i> |
| -- | <i>Acanthosp. hispid.</i> | -- | <i>Acanthosp. hispid.</i> | <i>Acanthosp. hispid.</i> | <i>Acanthosp. hispid.</i> |
| -- | <i>Achyranthes aspera</i> | -- | -- | <i>Achyranthes aspera</i> | <i>Achyranthes aspera</i> |
| -- | | -- | | <i>Eragrostis pilosa</i> | <i>Eragrostis pilosa</i> |
| -- | | -- | | <i>Cyperus esculent.</i> | |
| <i>Paspalum scrobic.</i> | | | <i>Paspalum scrobic.</i> | <i>Paspalum scrobic.</i> | |
| | | | | <i>Aspilla kotschyl</i> | |

Tableau 21 : Préférence édaphique des espèces (suite)

Les caractères gras montrent une préférence hautement significative

-- montre une incompatibilité hautement significative

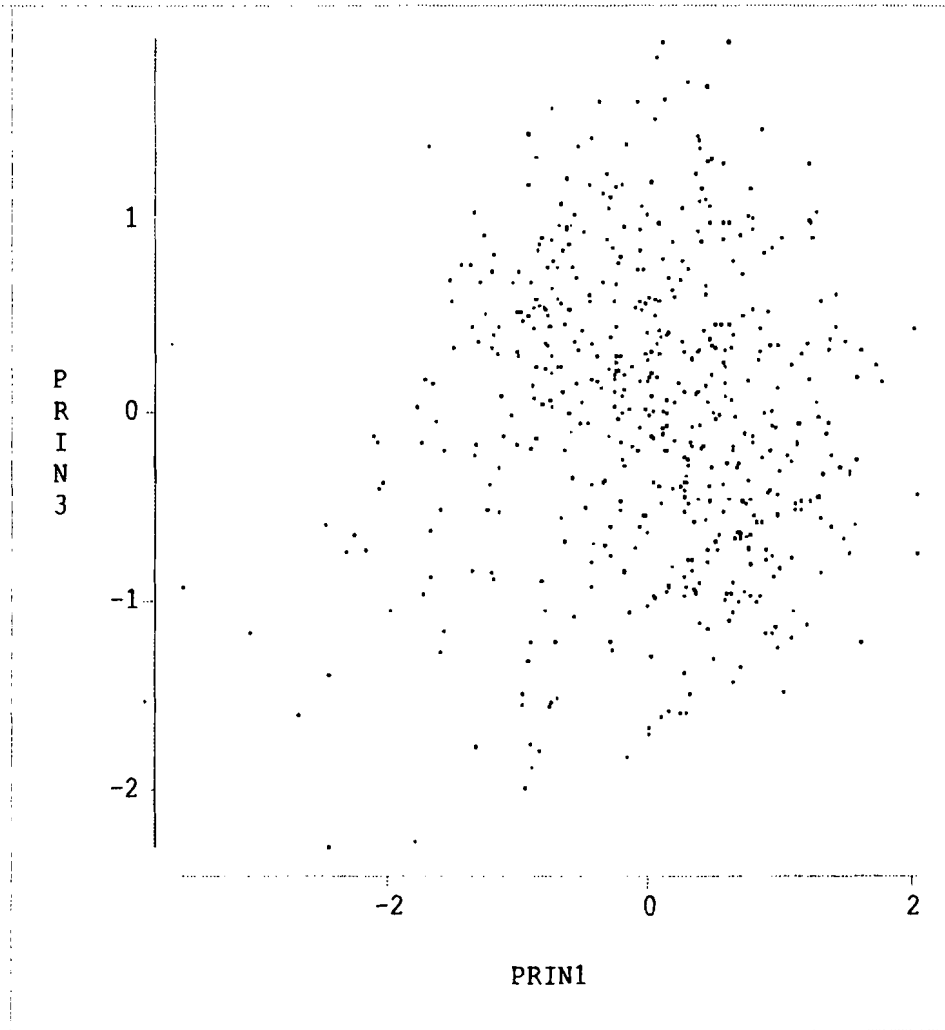
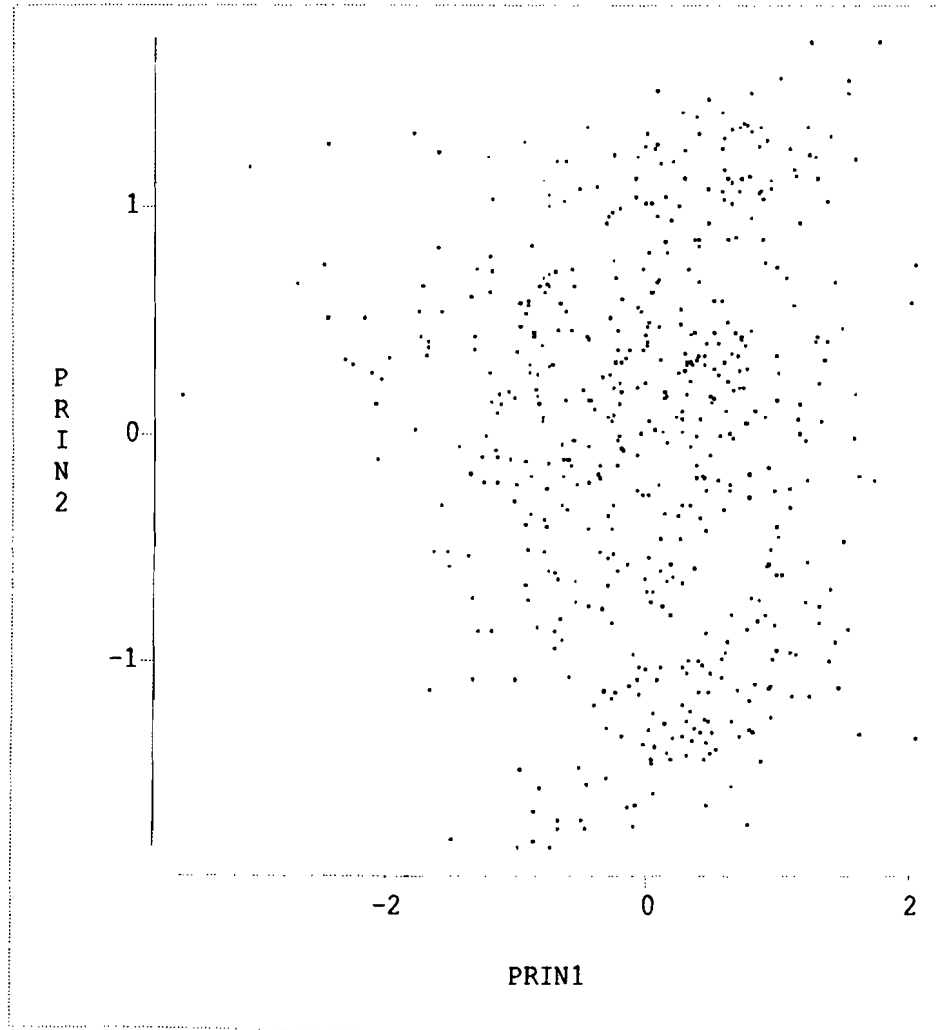
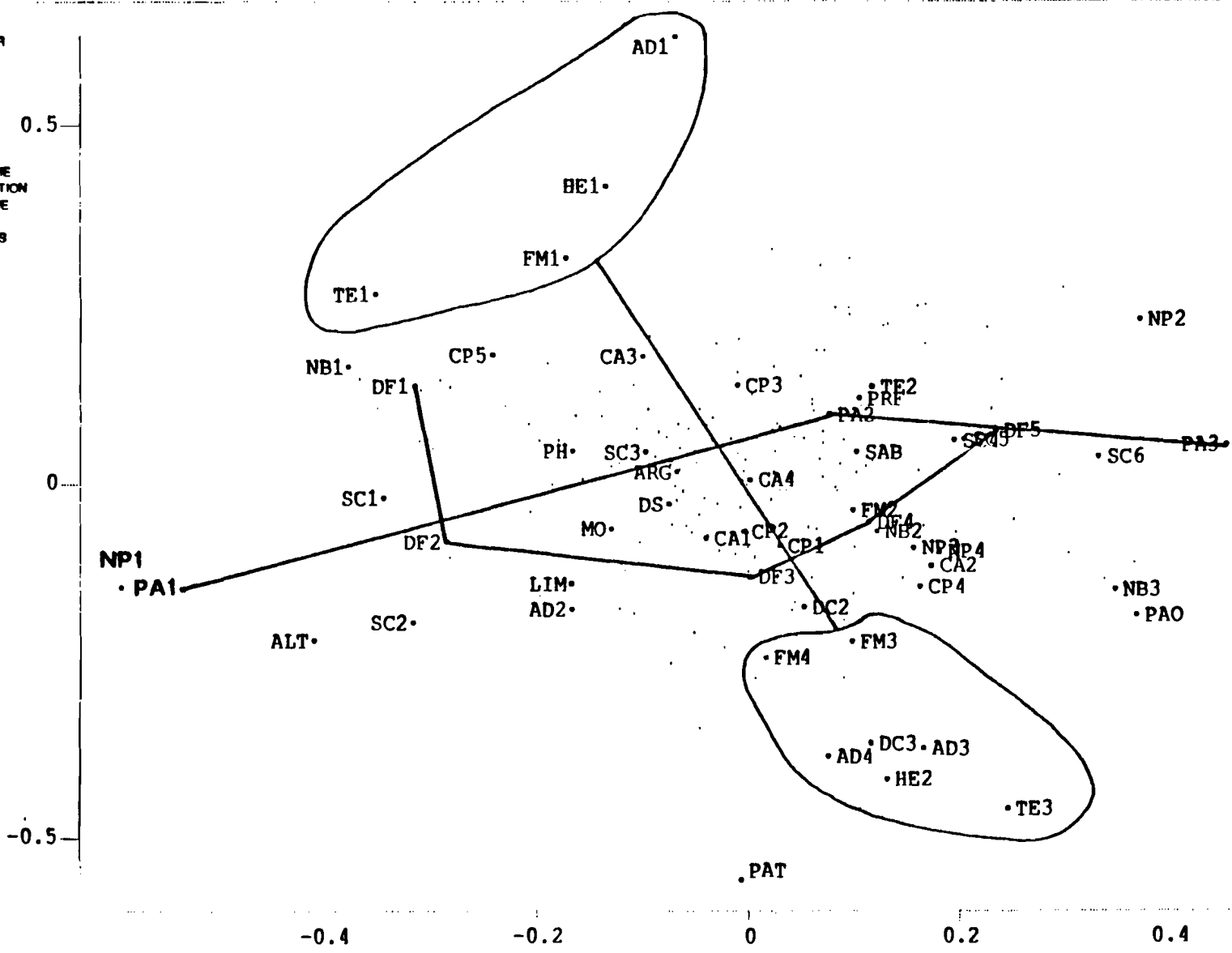


Figure 28a : Répartition des relevés sur le plan factoriel (1 2)

Figure 28b : Répartition des relevés sur le plan factoriel (2 3)

ALT : ALTITUDE
 PRF : PROFONDEUR
 pH : pH
 MOR : MATIERE ORGANIQUE
 C : CARBONE
 ARG : ARGILE
 LIM : LIMON
 SAB : SABLE
 PAO : PLUVIOMETRIE JUSQU'A OBSERVATION
 PAT : PLUVIOMETRIE TOTALE
 DS : DATE DE SEMS



CULTURE ACTUELLE
 CA1 : Cotonnier
 CA2 : Maïs
 CA3 : Sorgho
 CA4 : Arachide

PRECEDENT
 CP1 : Cotonnier
 CP2 : Maïs
 CP3 : Sorgho
 CP4 : Arachide
 CP5 : Friche/Jachère

AGE DE LA PARCELLE
 DF1 : 1 à 2 ans
 DF2 : 3 à 4 ans
 DF3 : 5 à 10 ans
 DF4 : 10 à 20 ans
 DF5 : plus de 20 ans

TECHNIQUE DE LABOUR
 TE1 : Non labour
 TE2 : Manuel
 TE3 : Agric/Motorisé

FUMURE
 FM1 : Nulle
 FM2 : 100 kg NPK + 80 ou 100 Unée
 FM3 : 200 kg NPK + 80 ou 100 Unée
 FM4 : 100 Unée

HERBICIDE
 HE1 : Sans herbicide de pré-lèvé
 HE2 : Avec herbicide de pré-lèvé

TECHNIQUE DE BARRAGE
 NP1 : Aucun
 NP2 : Manuel
 NP3 : Mécanique Interligne
 NP4 : Mécanique + manuel (ligne)

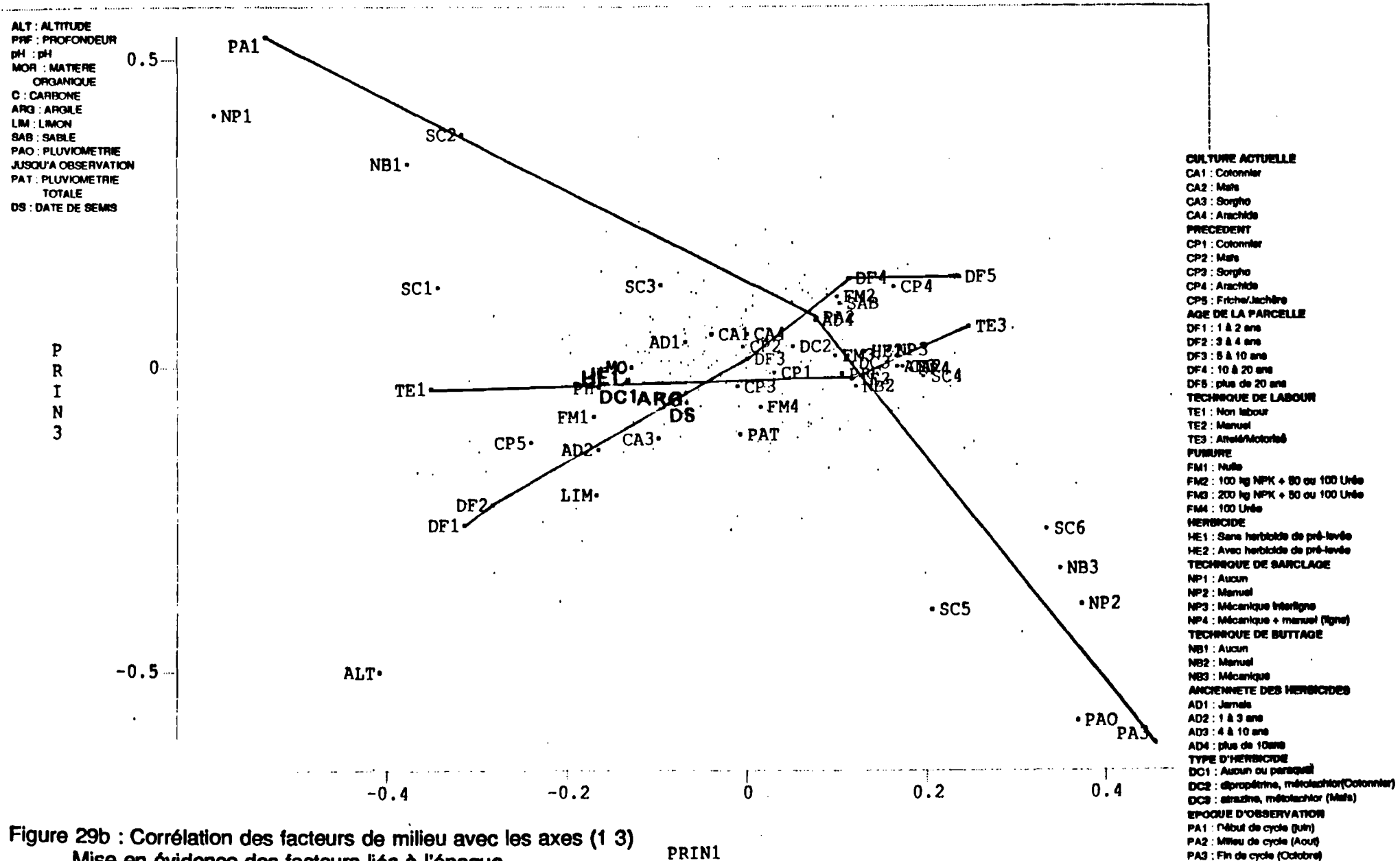
TECHNIQUE DE BUTTAGÉ
 NB1 : Aucun
 NB2 : Manuel
 NB3 : Mécanique

ANCIENNETÉ DES HERBICIDES
 AD1 : Jannée
 AD2 : 1 à 3 ans
 AD3 : 4 à 10 ans
 AD4 : plus de 10ans

TYPE D'HERBICIDE
 DC1 : Aucun ou paraquat
 DC2 : dïpropétriine, métolachlor (Cotonnier)
 DC3 : atrazine, métolachlor (Maïs)

EPOQUE D'OBSERVATION
 PA1 : Début de cycle (Juin)
 PA2 : Milieu de cycle (Août)
 PA3 : Fin de cycle (Octobre)

Figure 29a : Corrélation des facteurs de milieu avec les axes (1 2)
 Mise en évidence des facteurs liés à l'époque d'observation (PA) à l'Age (DF) et à l'intensification (TE, AD, DC, HE, FM)



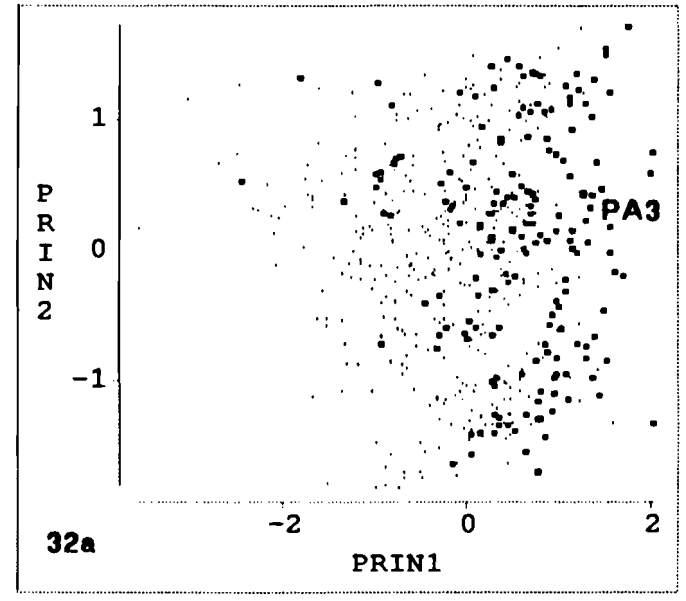
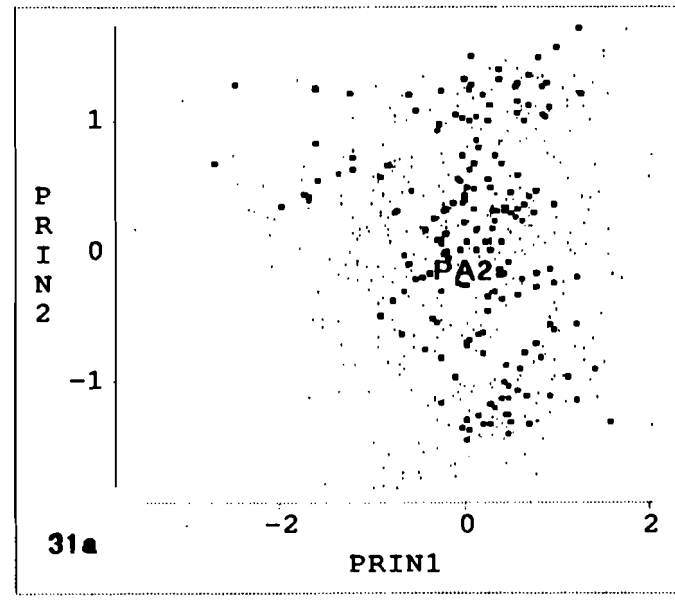
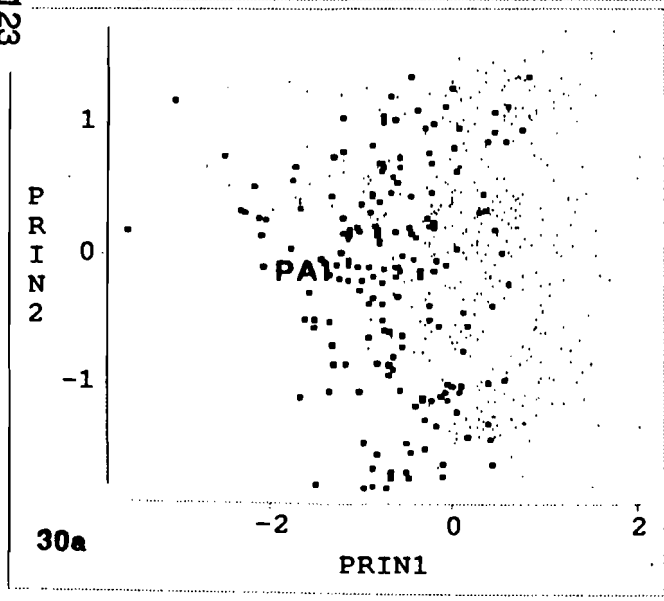
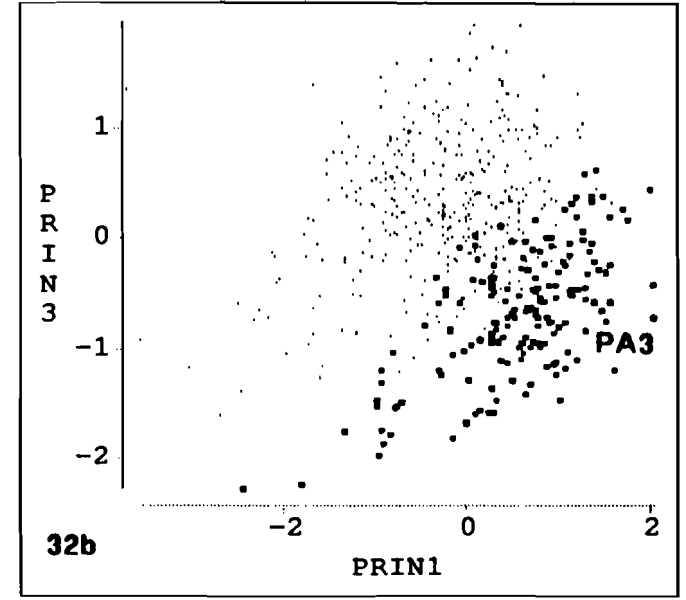
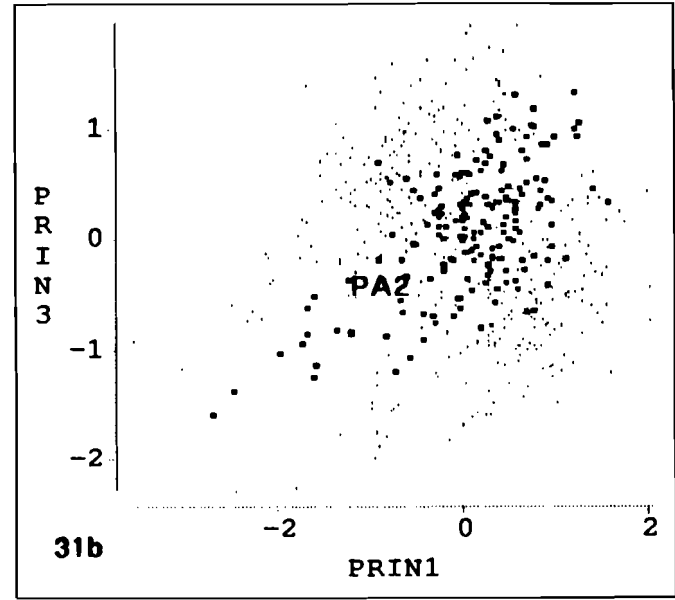
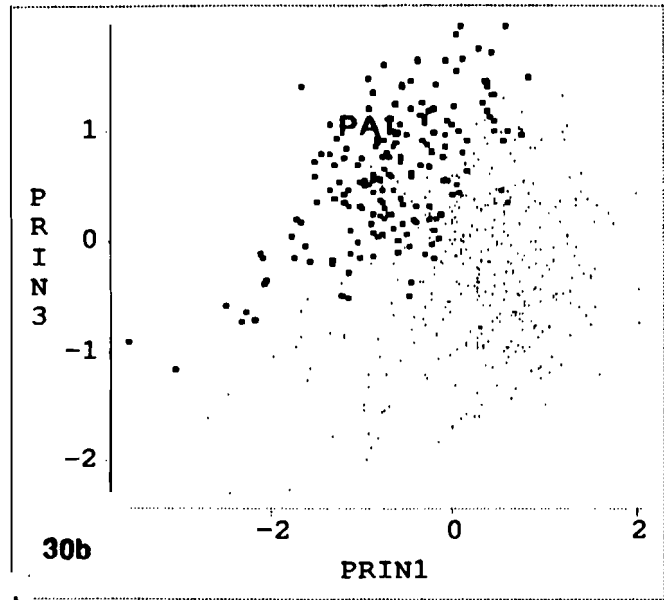


Figure 30a et b : Mise en évidence des relevés de début de cycle (PA1)

Figure 31a et b : Mise en évidence des relevés de milieu de cycle (PA2)

Figure 32a et b : Mise en évidence des relevés de fin de cycle (PA3)

être également rencontrées sur différents sols de composition voisine. De façon à mettre en évidence les passages de flore d'un type de sol à un autre et permettre une interprétation plus fine des groupes d'espèces, les résultats de l'ACPVI ont été précisés par le profil écologique des espèces en fonction de la nature du sol (annexe 12).

Ainsi 5 groupes d'espèces ont été définis et présentés dans le tableau 21.

Indépendamment des facteurs du milieu liés à la nature des sols, l'analyse des figures 22a et 22b montre qu'il existe d'autres variables agissant sur la distribution des relevés dans l'espace.

Dans le plan factoriel (1 2) (fig. 22a), apparaît suivant la diagonale NO-SE un gradient depuis les parcelles ne recevant jamais d'herbicide (DC1, HE1, AD1) vers les parcelles sur lesquelles un herbicide est utilisé depuis de nombreuses années (AD3, AD4, HE2), notamment avec un herbicide de pré-levée du maïs (DC3) et du cotonnier (DC2). Suivant la même direction apparaît un gradient lié à la technique de labour et à la fumure. Les parcelles non labourées (TE1) et ne recevant pas de fumure minérale (FM1) s'opposent aux parcelles labourées mécaniquement (TE3) et recevant une forte fumure (FM3, FM4). Toutes les pratiques culturales liées à l'intensification des cultures (labour mécanique, fumure, utilisation d'herbicide) sont corrélées avec les fortes pluviométries (PAT).

Dans le plan (2 3) (fig. 22b), la diagonale SO-NE met en évidence un gradient lié à l'âge des parcelles (DF) et à l'époque d'observation (PA). Compte tenu de l'effet prédominant du facteur sol sur la discrimination des espèces, il est apparu préférable d'analyser l'effet de ces autres facteurs indépendamment de celui du sol. Pour cela une deuxième ACPVI a été réalisée orthogonalement au facteur pédologique.

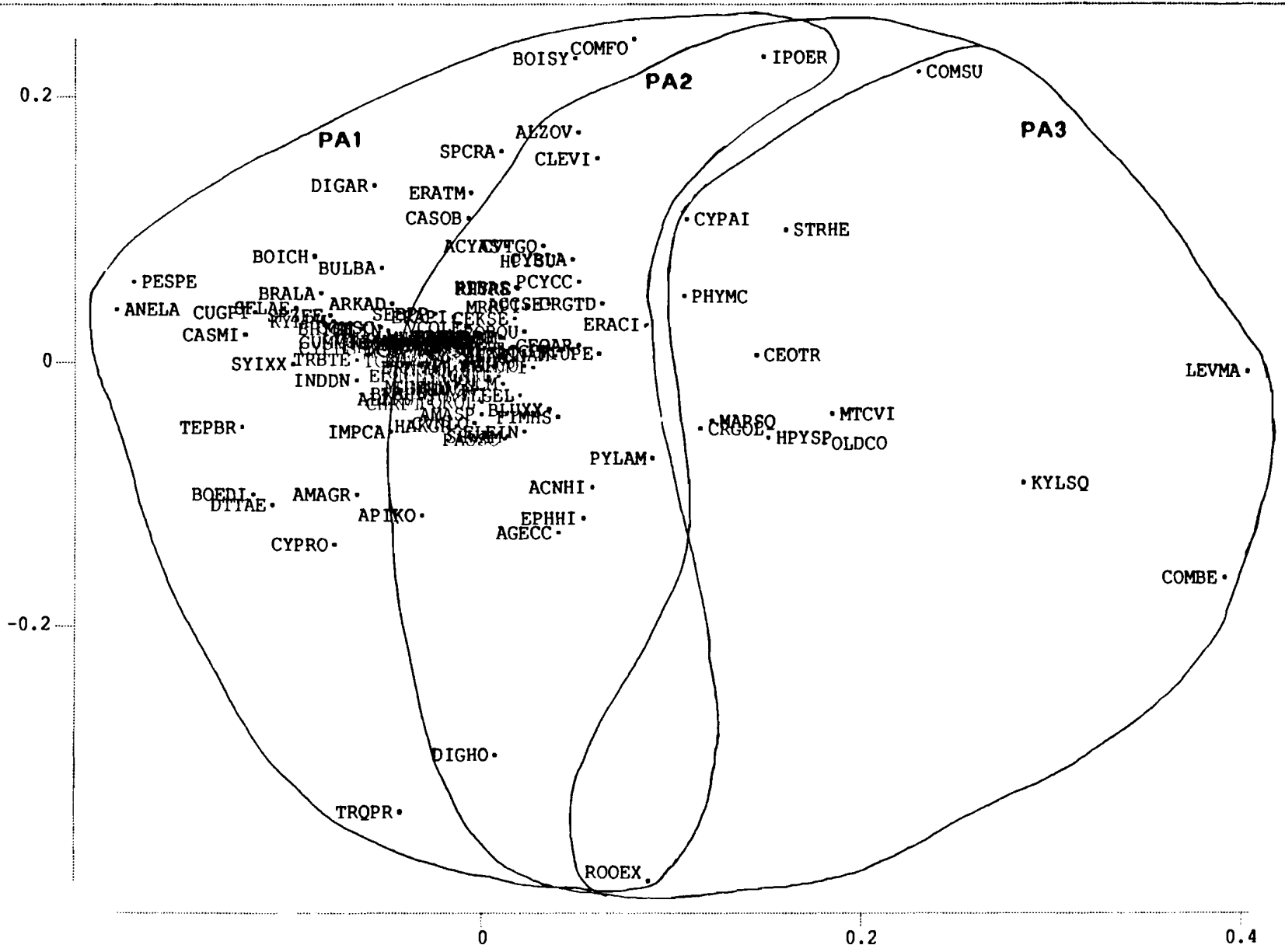
3.2.3. EFFET DE L'EPOQUE D'OBSERVATION

Les trois premiers axes factoriels résument 41 % de l'inertie du nuage des relevés floristiques (axe 1 = 15,1 %, axe 2 = 13,8 % axe 3 = 12,1 %). Ce nuage est représenté sur les figures 28a et 28b selon les plans factoriels (1 2) et (1 3). L'analyse de ces figures montre qu'il n'existe pas de groupes de relevés très individualisés mais plutôt des étirements du nuage selon différentes directions. Le principal étirement a lieu le long de l'axe 1. Le deuxième étirement se fait selon l'axe 2. Sur le plan (1 3), deux directions orthogonales apparaissent selon les diagonales SO - NE et NO - SE.

Ces formes de nuages traduisent un gradient dans la distribution des espèces en fonction d'une variation progressive continue de certaines variables du milieu.

Les figures 29a et 29b représentent les corrélations des variables avec les axes factoriels. Il en ressort que le gradient le plus important (corrélé avec l'axe 1) est lié à l'époque d'observation (PA). Ce gradient est représenté sur les figures 30a et b, 31a et b, 32a et b. Un deuxième gradient dû à l'âge de la parcelle (DF) apparaît sur ce même axe, mais d'effet

P
R
I
N
2



CHAPITRE 2 : LES COMMUNAUTES DE MAUVAISES HERBES / AMPLITUDE D'HABITAT ET DEGRÉ D'URBANISATION

Figure 33 : Répartition des espèces sur le plan (1 2) en fonction de leur covariance. Groupes d'espèces liés à la saison

PRIN1

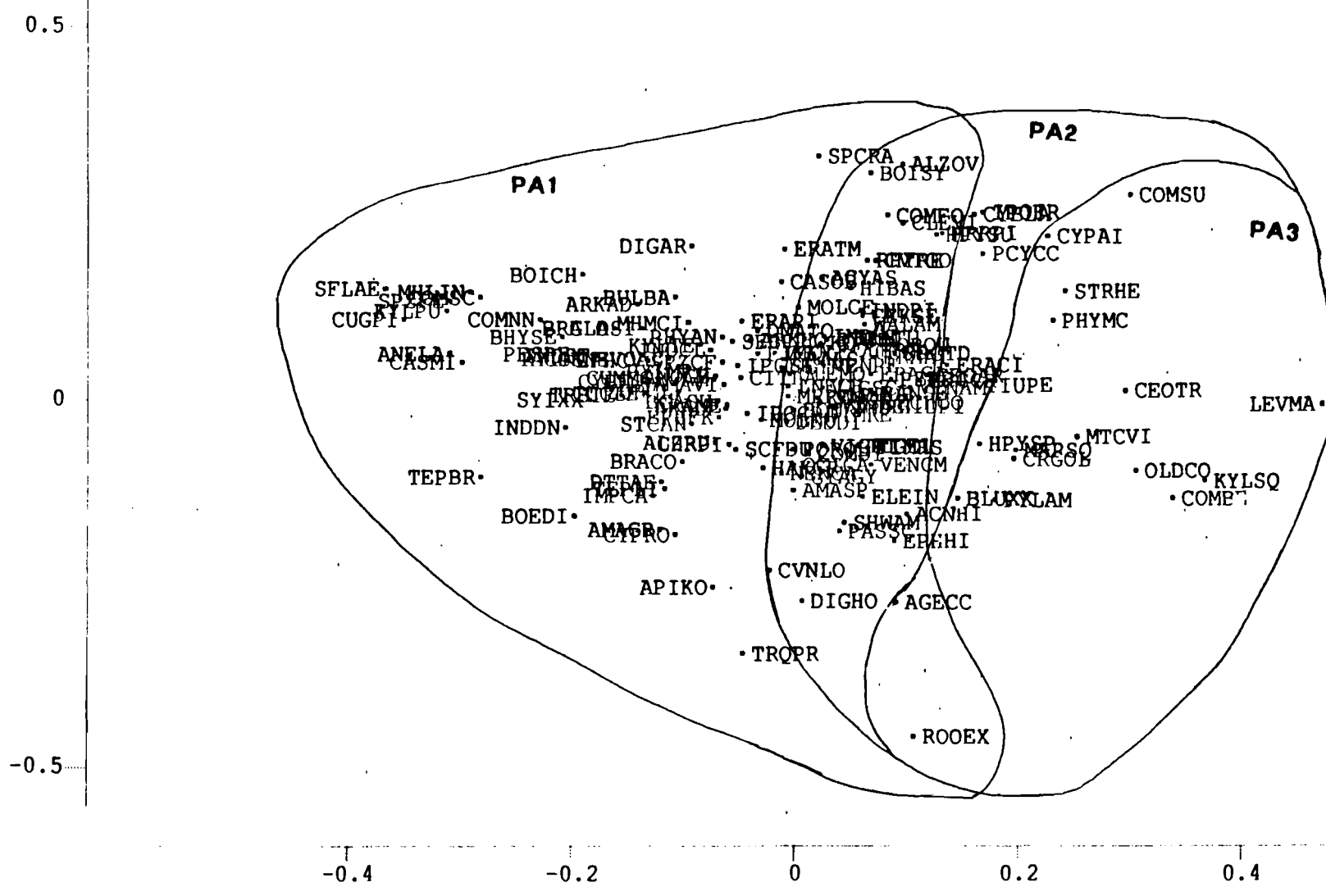


Figure 34 : Répartition des espèces sur le plan (1 2)
 en fonction de leur corrélation avec les axes.
 Groupes d'espèces liés à la saison

PRIN1

| GROUPE 1 PA1 ESPECES DE DEBUT DE CYCLE | GROUPE 2 PA2 ESPECES DE MILIEU DE CYCLE | GROUPE 3 PA3 ESPECES DE FIN DE CYCLE |
|--|---|--|
| <i>Anellema lanceolatum</i> | | --- |
| <i>Cucumis melo</i> | | --- |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | | --- |
| <i>Mollugo nudicaulis</i> | | --- |
| <i>Tephrosia bracteolata</i> | | --- |
| <i>Tribulus terrestris</i> | | --- |
| <i>Indigofera dendroides</i> | | --- |
| <i>Indigofera colutea</i> | | --- |
| <i>Amaranthus graecizans</i> | | --- |
| <i>Zornia glochidiata</i> | | --- |
| <i>Boerhavia diffusa</i> | | --- |
| <i>Brachiaria lata</i> | | --- |
| <i>Cleome viscosa</i> | | --- |
| <i>Spermacoce radiata</i> | | --- |
| <i>Tacca leontopetaloides</i> | | |
| <i>Tephrosia linearis</i> | | |
| <i>Cassia mimosoides</i> | | |
| <i>Cassia obtusifolia</i> | | |
| <i>Aristida adscensionis</i> | | |
| <i>Cyperus rotundus</i> | | |
| <i>Portulaca oleracea</i> | | |
| <i>Eragrostis cilianensis</i> | | |
| <i>Commelina forskalaei</i> | <i>Commelina forskalaei</i> | <i>Commelina forskalaei</i> |
| <i>Digitaria horizontalis</i> | <i>Digitaria horizontalis</i> | <i>Digitaria horizontalis</i> |
| <i>Tridax procumbens</i> | <i>Tridax procumbens</i> | <i>Tridax procumbens</i> |
| <i>Euphorbia hirta</i> | <i>Euphorbia hirta</i> | <i>Euphorbia hirta</i> |
| <i>Fimbristylis hispida</i> | <i>Fimbristylis hispida</i> | <i>Fimbristylis hispida</i> |
| <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> |
| <i>Corchorus tridens</i> | <i>Corchorus tridens</i> | <i>Corchorus tridens</i> |
| <i>Phyllanthus amarus</i> | <i>Phyllanthus amarus</i> | <i>Phyllanthus amarus</i> |
| <i>Ipomoea eriocarpa</i> | <i>Ipomoea eriocarpa</i> | <i>Ipomoea eriocarpa</i> |
| <i>Acalypha segetalis</i> | <i>Acalypha segetalis</i> | --- |
| <i>Bulbostylis barbata</i> | <i>Bulbostylis barbata</i> | --- |
| <i>Commelina benghalensis</i> | <i>Commelina benghalensis</i> | <i>Commelina benghalensis</i> |
| --- | <i>Bidens pilosa</i> | |
| --- | <i>Cleome monophylla</i> | |
| --- | <i>Eragrostis pilosa</i> | |
| --- | <i>Achyranthes aspera</i> | |
| --- | <i>Physalis micrantha</i> | <i>Physalis micrantha</i> |
| --- | <i>Commelina subulata</i> | <i>Commelina subulata</i> |
| --- | <i>Leucas martinicensis</i> | <i>Leucas martinicensis</i> |
| --- | <i>Hyptis spicigera</i> | <i>Hyptis spicigera</i> |
| --- | <i>Celosia trigyna</i> | <i>Celosia trigyna</i> |
| --- | <i>Eragrostis ciliaris</i> | <i>Eragrostis ciliaris</i> |
| --- | | <i>Eragrostis tremula</i> |
| --- | | <i>Corchorus olitorius</i> |
| --- | | <i>Celosia argentea</i> |
| --- | | <i>Cyperus amabilis</i> |
| --- | | <i>Kyllinga squamulata</i> |
| --- | | <i>Mariscus squarrosus</i> |
| --- | | <i>Mitracarpus villosus</i> |
| --- | | <i>Polycarpha corymbosa</i> |
| --- | | <i>Eleusine indica</i> |
| --- | | <i>Ageratum conyzoides</i> |
| --- | | <i>Biophytum umbraculum</i> |
| --- | | <i>Striga hermonthica</i> |
| --- | --- | <i>Acalypha crenata</i> |
| --- | --- | <i>Eragrostis aspera</i> |
| --- | --- | <i>Cyanotis lanata</i> |
| --- | --- | <i>Oldenlandia corymbosa</i> |
| --- | --- | <i>Vicoa leptoclada</i> |
| --- | --- | <i>Blumea sp.</i> |

Tableau 22 : Préférence saisonnière des espèces

Les caractères gras montrent une préférence hautement significative

--- montre une incompatibilité hautement significative

moins important. Ces deux gradients se croisent orthogonalement dans le plan (1 3). L'axe 2 fait apparaître un gradient lié au degré d'intensification des pratiques culturales de la parcelle. Il oppose les relevés sur parcelles non labourées (TE1), non fumées (FM1) et ne recevant jamais d'herbicide (AD1, DC1, HE1) aux relevés des parcelles de cultures intensives labourées mécaniquement (TE3) recevant une forte fumure (FM3, FM4) et régulièrement des herbicides (AD3, AD4, HE2, DC3). Ce gradient est lui même fortement corrélé à la pluviométrie annuelle (PAT).

Après la nature du sol, c'est donc l'époque d'observation sous la forme d'un gradient, qui présente l'effet le plus important sur la distribution de la flore. Ce facteur étant indépendant des autres (notamment des pratiques culturales), l'évolution de la flore au cours du cycle cultural a été reconstituée à partir de l'étude des figures 33 et 34 -représentant respectivement les covariances des espèces et leurs corrélations avec les axes- et du profil écologique des espèces vis à vis de ce facteur (annexe 13). Cette évolution est présentée dans le tableau 22 à partir de trois groupes d'espèces en fonction de leur préférence saisonnière.

Il ressort de ces trois groupes une grande spécificité de la flore en début et en fin de cycle. On retrouve de façon plus précise avec l'ACPVI et les profils écologiques l'évolution de flore qui se dessinait à travers l'étude floristique saisonnière. Parmi les principales espèces, *Dactyloctenium aegyptium* est typiquement inféodée aux relevés de début de cycle tandis que *Striga hermonthica*, *Oldenlandia corymbosa*, *Mitracarpus villosus* sont typiquement des espèces de fin de cycle.

Les espèces majeures sont présentes pendant toute la durée du cycle de culture. Par contre leur abondance peut varier suivant la saison. Les espèces telles que *Digitaria horizontalis*, *Tridax procumbens*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Commelina forskalaei* et *Euphorbia hirta* se rencontrent plus abondamment en début de cycle, tandis que *Commelina benghalensis* est plus abondant à partir du milieu de cycle. *Ipomoea eriocarpa* ne présente pas de préférence notable. Cette saisonnalité des espèces sera abordée de façon plus précise au cours de l'étude de la phénologie des principales espèces dans le chapitre 3.

Etant donné l'importance du gradient lié à l'époque d'observation dans la répartition des relevés floristiques, l'effet de l'âge des parcelles et du degré d'intensification des cultures a été analysé à partir d'une troisième ACPVI indépendante des facteurs "type de sol" et "époque d'observation".

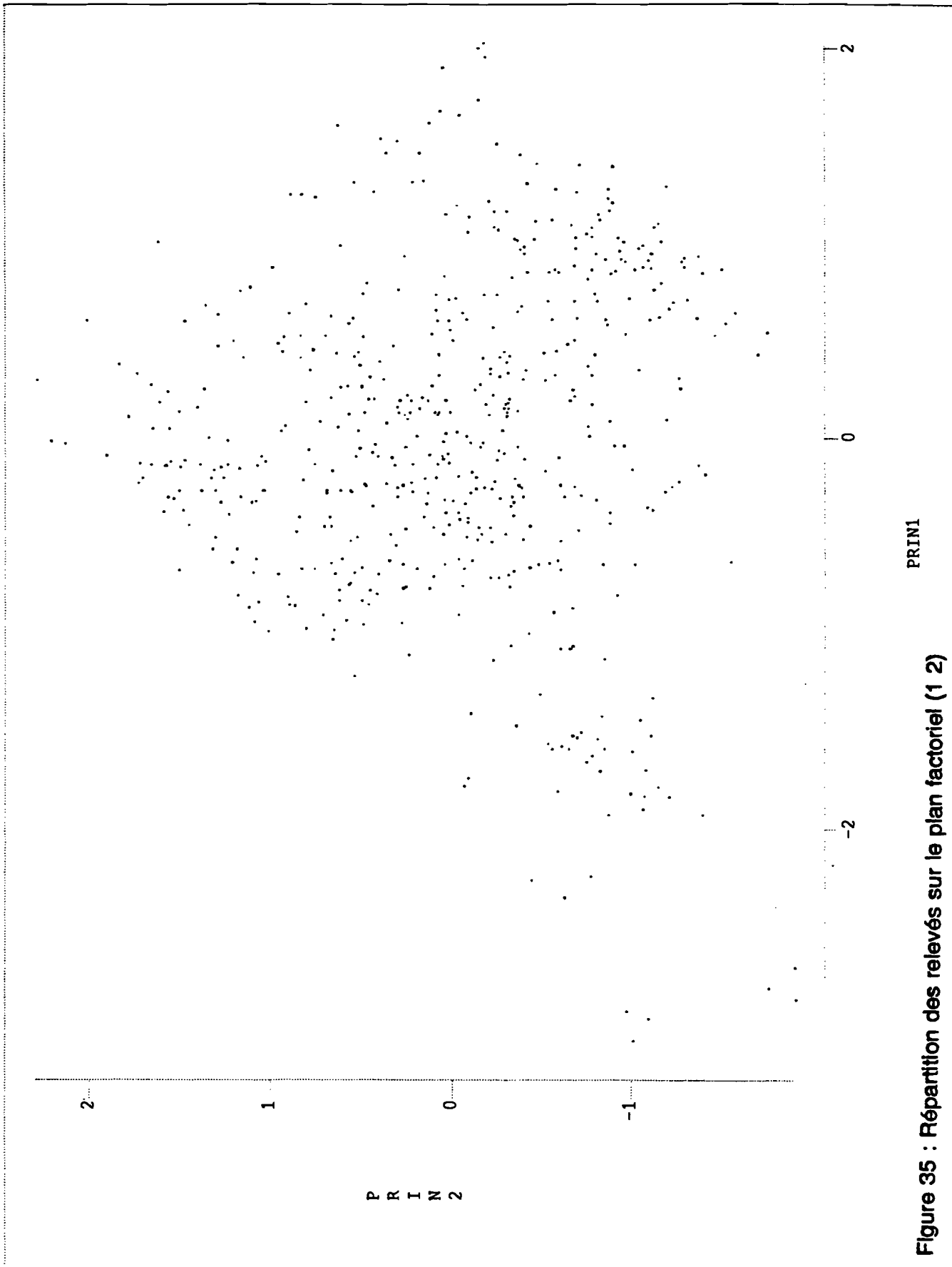


Figure 35 : Répartition des relevés sur le plan factoriel (1 2)

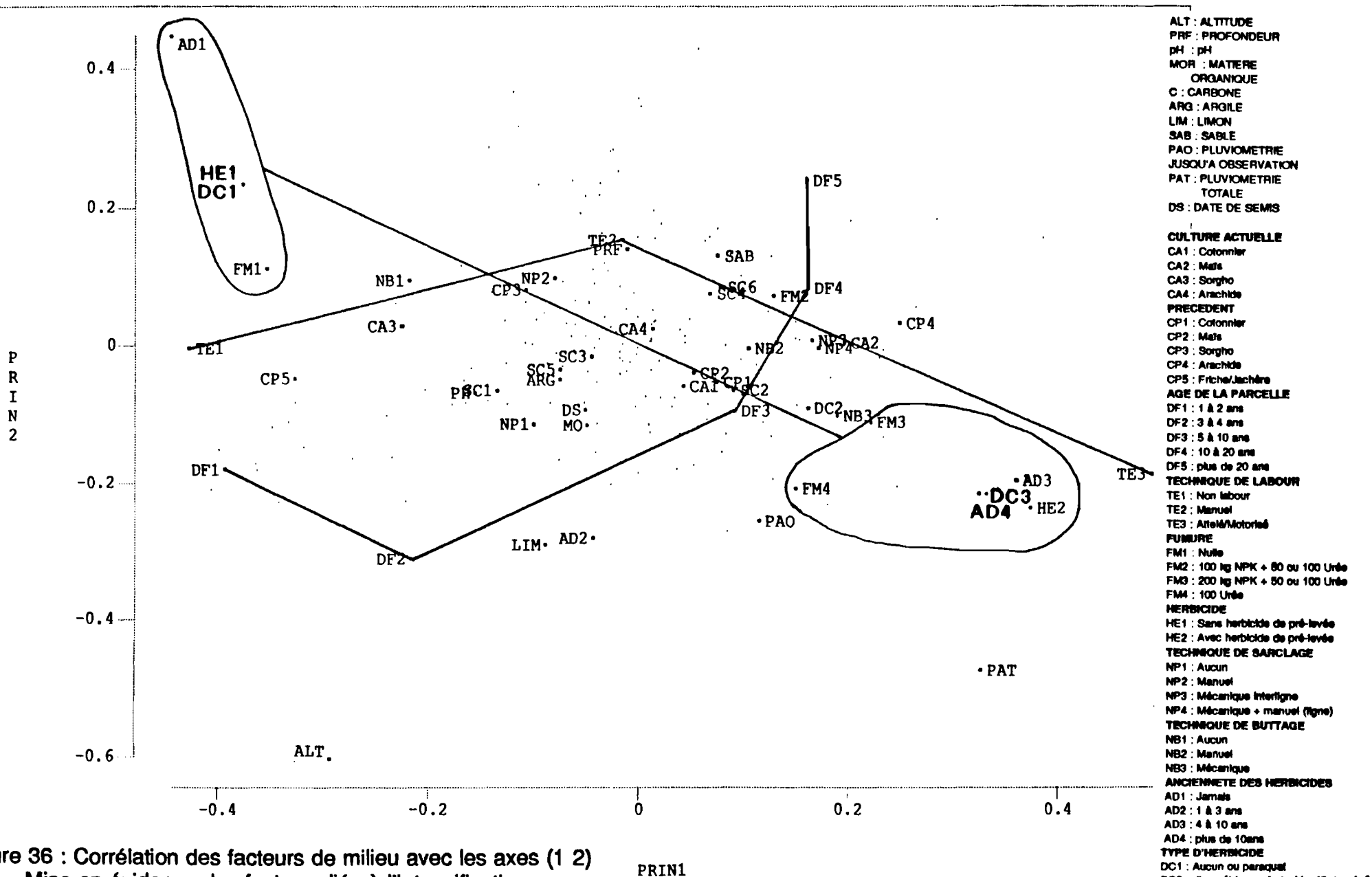


Figure 36 : Corrélation des facteurs de milieu avec les axes (1 2)
Mise en évidence des facteurs liés à l'intensification :
(TE, HE, DC, AD, FM) et à l'âge des parcelles (DF)

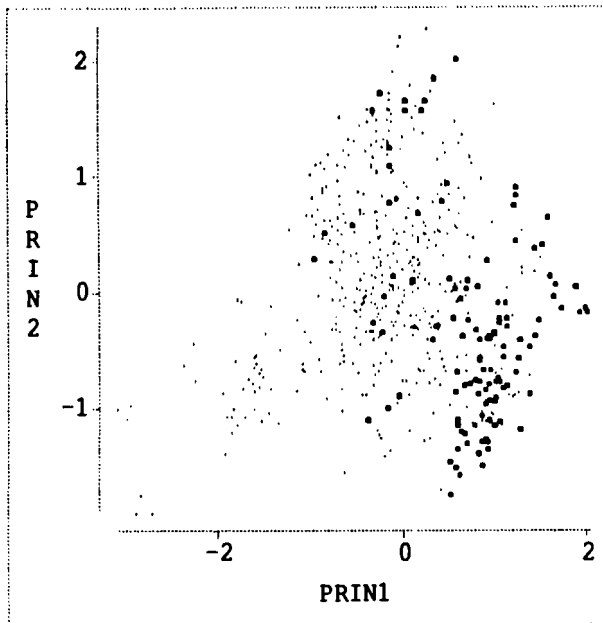


Figure 38 : Mise en évidence des parcelles labourées mécaniquement (TE3)

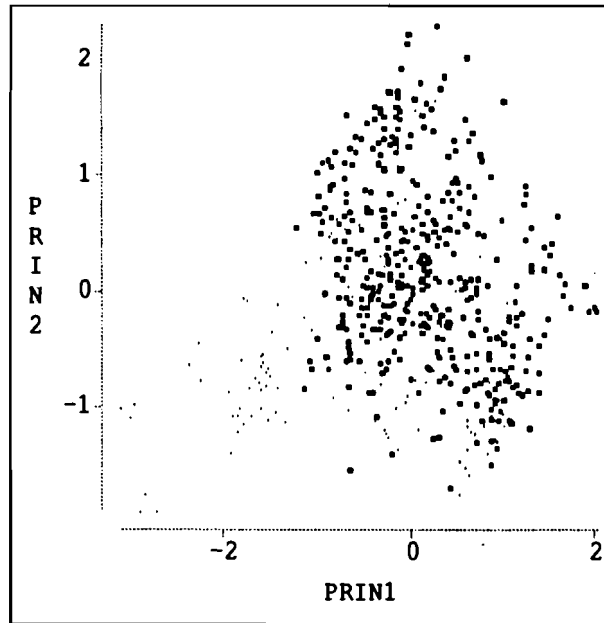


Figure 40 : Mise en évidence des parcelles âgées (DF4), (DF5)

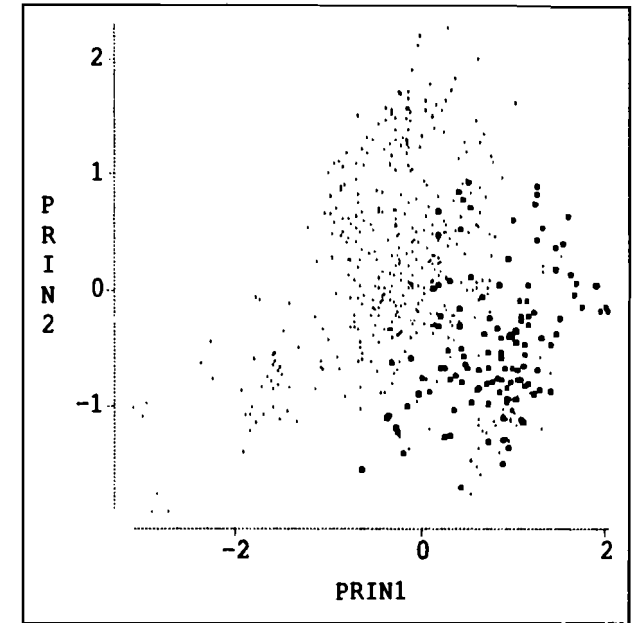


Figure 41 : Mise en évidence des parcelles herbicides depuis longtemps (AD3), (AD4)

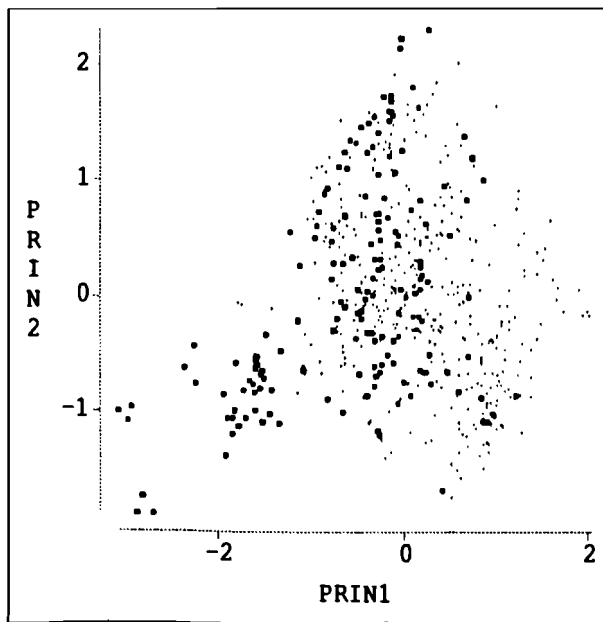


Figure 37 : Mise en évidence des parcelles non labourées (TE1)

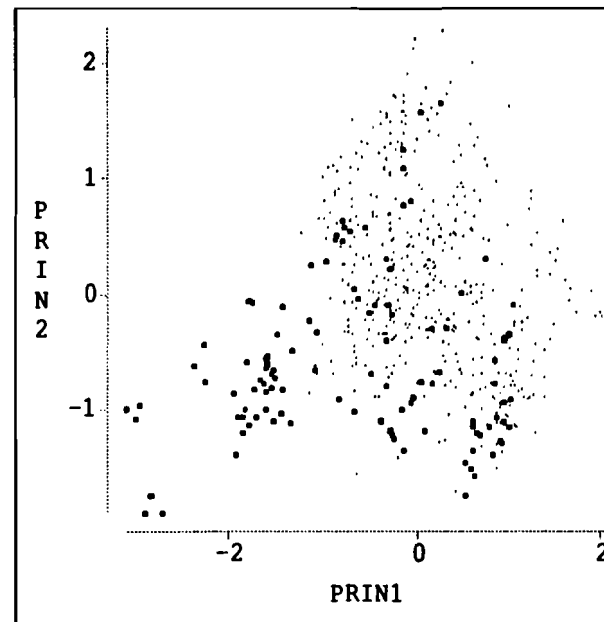


Figure 39 : Mise en évidence des parcelles jeunes (DF1), (DF2)

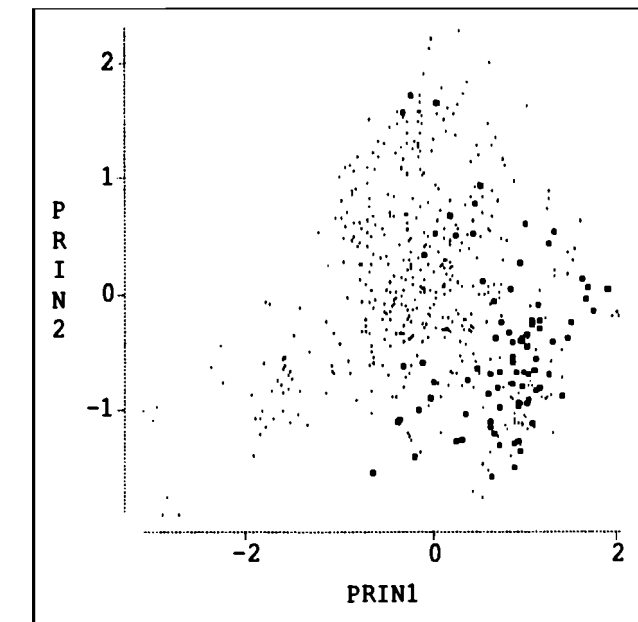


Figure 42 : Mise en évidence des parcelles herbicides (HE2)

3.2.4. EFFET DE L'ITINERAIRE CULTURAL

Le type de sol (PE) et l'époque d'observation (PA) sont indépendants des facteurs liés à l'itinéraire technique. La troisième ACPVI, calculée orthogonalement à ces deux facteurs met en valeur l'impact de ceux liés aux pratiques culturelles sur la distribution et l'abondance des espèces sachant au préalable l'effet du sol et de l'époque d'observation.

L'essentiel de la variabilité de l'analyse est expliquée par les deux premiers axes factoriels ; soit 31,4 % de l'inertie du nuage dont 16,1 % pour l'axe 1 et 15,3 % pour l'axe 2.

La figure 35 représentant le nuage des relevés dans le plan (1 2), montre un étirement du nuage dans différentes directions. Ces étirements sont explicités par l'analyse de la figure 36 des corrélations des facteurs de milieu avec les axes.

L'axe 1 oppose le non travail du sol (TE1) (fig. 37) au labour mécanique (attelé ou motorisé) (TE3) (fig. 38). La préparation manuelle du sol (TE2) est intermédiaire.

La diagonale SO-NE oppose les parcelles jeunes de 1 à 4 ans (DF1 - DF2) (fig. 39) aux parcelles cultivées depuis plus de 10 ans (DF4 - DF5) (fig. 40).

La diagonale NO-SE oppose deux groupes de relevés. Dans le quart NO se trouvent les relevés des parcelles n'ayant jamais reçu d'herbicide, non fumées et non butées (DC1 - HE1 - AD1 - FM1 - NB1). Ce sont des parcelles situées plus particulièrement en zone sèche et sur lesquelles se pratique principalement la culture du sorgho (CA3). A l'opposé, dans le quart SE, se trouvent les relevés des parcelles ayant reçu un herbicide de pré-levé (HE2) (fig. 41), régulièrement herbicides (AD3 - AD4), avec des herbicides de pré-levée du cotonnier et du maïs (DC2 - DC3) (fig. 42) et fortement fumées (FM3 - FM4). Ces parcelles se rencontrent préférentiellement en zone pluvieuse (PAT), portant une culture du maïs (CA2) et dans une moindre mesure de cotonnier (CA1). Les sarclages sont réalisés généralement de façon mécanique (NP3) avec un complément manuel sur la ligne (NP4) et sont systématiquement butées, à la main (NB2) ou mécaniquement (NB3).

L'axe 2 met en évidence dans sa partie positive les relevés de basse altitude de la basse vallée de la Bénoué, tandis que la partie négative de cet axe correspond aux relevés de haute altitude (altitude supérieure à 500m). Ceux ci se rencontrent uniquement dans la haute vallée de la Bénoué, région la plus méridionale de la zone d'étude. Cette position latitudinale des parcelles conjuguée à une altitude élevée correspond à la plus forte pluviométrie (1300 à 1500mm). Ceci explique la position du facteur "pluviométrie annuelle" (PAT) en bas de l'axe 2. La culture de l'arachide (CA4) se rencontre indifféremment dans toutes les situations. La similitude de direction du gradient lié à l'âge des parcelles et du niveau d'intensification, montre que l'utilisation des techniques agronomiques d'intensification (labour mécanique, fumure, utilisation d'herbicide) se traduit par une accélération et une amplification des phénomènes d'évolution et de sélection de flore .

P R I N 2

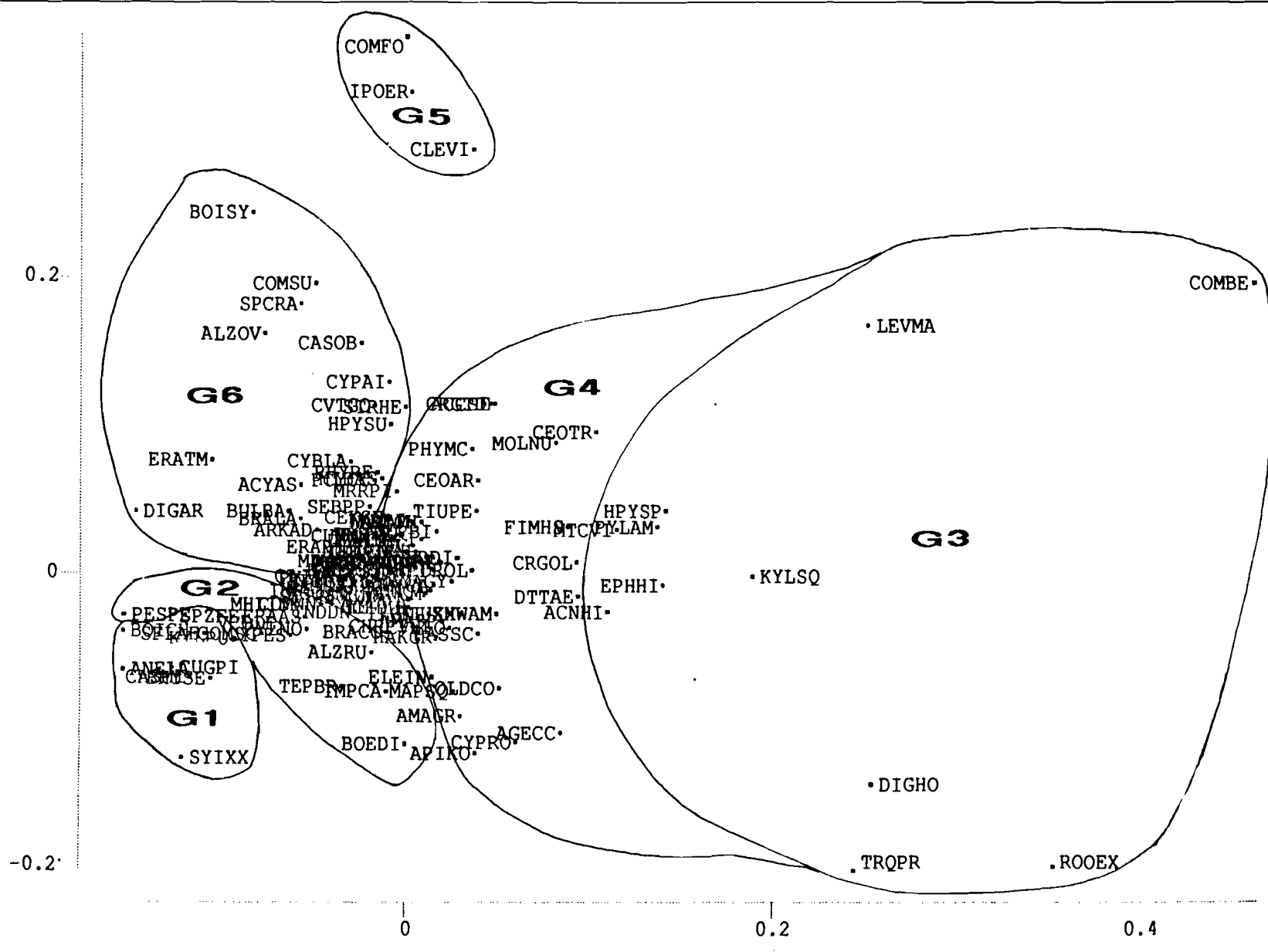


Figure 43 : Répartition des espèces sur le plan (1 2) en fonction de leur covariance. Groupes liés à l'itinéraire cultural.

PRIN1

P
R
I
N
2

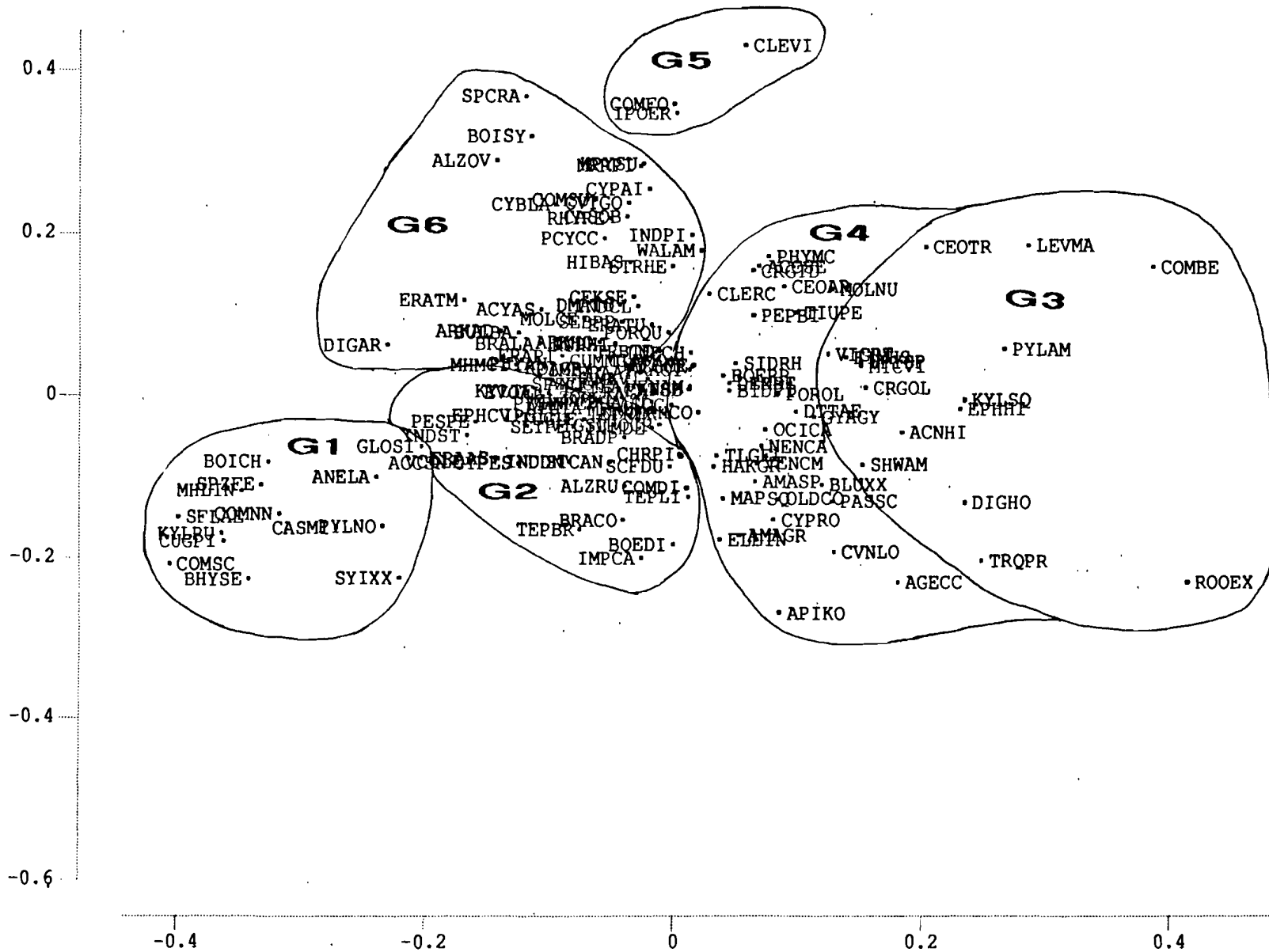


Figure 44 : Répartition des espèces sur le plan (1 2)
 en fonction de leur corrélation avec les axes.
 Groupes liés à l'itinéraire culturel.

PRIN1

Ainsi la combinaison de ces différents facteurs met en évidence des groupes d'espèces caractéristiques de chacune des situations rencontrées. L'étude de ces groupes est faite à partir des figures 43 et 44 représentant les covariances des espèces et leur corrélation par rapport aux axes.

Les parcelles très jeunes, de un à deux ans (DF1) sont cultivées de façon traditionnelle (travail manuel, sans fumure et sans herbicide). Elles se rencontrent plus particulièrement dans les zones d'installation de migrants de la région Sud-est Bénoué, d'altitude élevée et très pluvieuse. Ces parcelles sont caractérisées par la présence d'espèces pérennes qui se maintiennent pendant les toutes premières années de culture (G1 fig. 43 et 44) :

| | |
|---------------------------------|----------------------------|
| <i>Curculigo pilosa</i> | <i>Sporobolus festivus</i> |
| <i>Siphonochilus aetiopicus</i> | <i>Stylochiton sp.</i> |

et d'espèces annuelles issues du milieu naturel :

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <i>Biophytum umbraculum</i> | <i>Cassia mimosoides</i> |
| <i>Commelina schweinfurthii</i> | <i>Kyllinga pumila</i> |
| <i>Microchloa indica</i> | <i>Phyllanthus niruroides</i> |
| <i>Spermacoce chaetocephala</i> | |

Certaines espèces pérennes à rhizome ou tubercule suffisamment profond, arrivent à se maintenir pendant plusieurs années dans les champs à condition que le travail du sol reste superficiel :

| | |
|-----------------------------|-------------------------|
| <i>Aneilema lanceolatum</i> | <i>Gloriosa simplex</i> |
|-----------------------------|-------------------------|

Les parcelles de 3 à 5 ans (DF2) et situées au sud de Garoua où la pluviométrie est supérieure à 1000 mm voient leur flore évoluer, surtout lorsque les techniques de culture s'intensifient (engrais minéral, travail manuel ou attelé). Les espèces issues du milieu naturel disparaissent au profit d'un nouveau groupe (G2 fig. 43 et 44) :

| | |
|------------------------------------|-------------------------------|
| <i>Acalypha senensis</i> | <i>Alysicarpus rugosus</i> |
| <i>Brachiaria comata</i> | <i>Brachiaria villosa</i> |
| <i>Boerhavia diffusa</i> | <i>Chloris pilosa</i> |
| <i>Commelina diffusa</i> | <i>Cyperus esculentus</i> |
| <i>Eragostis aspera</i> | <i>Imperata cylindrica</i> |
| <i>Indigofera dendroides</i> | <i>Indigofera stenophylla</i> |
| <i>Pennisetum pedicellatum</i> | <i>Scoparia dulcis</i> |
| <i>Stachytarpheta angustifolia</i> | <i>Tephrosia bracteolata</i> |
| <i>Tephrosia linearis</i> | <i>Vicoa leptoclada</i> |

Dans cette même région située au sud de Garoua, à forte pluviométrie, le vieillissement des parcelles au delà de 10 ans (DF4 - DF5) se traduit par la présence d'un nouveau type de flore. Cette flore est liée en partie à l'âge des parcelles mais aussi à une utilisation beaucoup plus importante de la culture attelée, voire motorisée (TE3), des engrais à forte dose (FM3 - FM4) et des herbicides de pré-levée (HE2 - AD3 - AD4). Ce type

d'itinéraire technique correspond plus particulièrement aux cultures de cotonnier et de maïs. Les espèces les plus caractéristiques de ce type de flore par leur abondance sont (G3 fig. 43 et 44) :

| | |
|------------------------------------|---------------------------------|
| <i>Acalypha segetalis</i> | <i>Acanthospermum hispidum</i> |
| <i>Celosia argentea</i> | <i>Celosia trigyna</i> |
| <i>Commelina benghalensis</i> | <i>Corchorus olitorius</i> |
| <i>Corchorus tridens</i> | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> |
| <i>Digitaria horizontalis</i> | <i>Euphorbia hirta</i> |
| <i>Fimbristylis hispidula</i> | <i>Hyptis spicigera</i> |
| <i>Kyllinga squamulata</i> | <i>Leucas martinicensis</i> |
| <i>Mariscus squarrosus</i> | <i>Mitracarpus villosus</i> |
| <i>Mollugo nudicaulis</i> | <i>Oldenlandia corymbosa</i> |
| <i>Phyllanthus amarus</i> | <i>Physalis micrantha</i> |
| <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | <i>Tridax procumbens</i> |
| <i>Triumfetta pentandra</i> | |

Ce groupe est complété par la présence d'espèces compagnes (G4 fig. 43 et 44):

| | |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <i>Amaranthus graecizans</i> | <i>Amaranthus spinosus</i> |
| <i>Aspilia kotschy</i> | <i>Bidens pilosa</i> |
| <i>Blumea sp.</i> | <i>Boerhavia repens</i> |
| <i>Cleome coeruleo-rosea</i> | <i>Cleome gynandra</i> |
| <i>Croton lobatus</i> | <i>Cyperus rotundus</i> |
| <i>Dinebra retroflexa</i> | <i>Eleusine indica</i> |
| <i>Hackelochloa granularis</i> | <i>Nelsonia canescens</i> |
| <i>Ocimum canum</i> | <i>Paspalum scrobiculatum</i> |
| <i>Peristrophe bicaliculata</i> | <i>Portulaca oleracea</i> |
| <i>Schwenckia americana</i> | <i>Sida rhombifolia</i> |
| <i>Telepogon elegans</i> | <i>Vernonia chapmanii</i> |
| <i>Vigna reticulata</i> | |

Les cas extrêmes d'évolution de flore se rencontrent sur des parcelles de plus de 20 ans (DF5) ayant reçu régulièrement des herbicides de prélevée du cotonnier à base de molécules telles que dipropétrine et métolachlor. La richesse floristique de ces parcelles devient très faible (7 à 10 espèces) et celles ci se trouvent totalement dominées par *Commelina benghalensis* dont l'indice d'abondance/dominance peut atteindre 5. Cela se traduit par un envahissement total de la parcelle surtout si le premier sarclage intervient tardivement. Des cas de ce type sont fréquents dans la région de Touboro, dans les grands blocs de culture intensive. Gounifio (1988) a montré en R.C.A. que les labours mécaniques, en fragmentant le sol profondément, favorisaient le développement des axes souterrains et ainsi le nombre de fleurs et de graines souterraines.

Dans la même région, mais plutôt en culture de maïs avec utilisation répétée d'herbicide

composé de métolachlore et d'atrazine trois espèces deviennent dominantes et particulièrement envahissantes : *Digitaria horizontalis*, *Tridax procumbens* et *Rottboellia cochinchinensis*.

Trois espèces se rencontrent préférentiellement dans les régions de basse altitude caractéristiques de la basse vallée de la Bénoué ou dans les régions plus sèches de l'Extrême-nord. Il s'agit de *Cleome viscosa*, *Commelina forskalaei* et *Ipomoea eriocarpa* (G5 fig. 43 et 44).

Concernant *Cleome viscosa*, cette espèce n'a jamais été rencontrée à une altitude supérieure à 400m. Tcholliré marque sa limite altitudinale et latitudinale. D'après Kers (1986), cette espèce est limitée au Cameroun, aux zones sèches septentrionales .

Si *Ipomoea eriocarpa* se rencontre de façon beaucoup plus fréquente et abondante dans l'Extrême-nord et dans la plaine de Garoua, qu'au sud de Tcholliré, cela tient plus à son mode de dissémination qu'à des affinités écologiques strictes. En effet, cette espèce est très appréciée par les zébus, lorsqu'ils pâturent dans les champs après les récoltes. La germination de *I. eriocarpa* est favorisée par le transit des graines dans le tube digestif des bovins, de plus ces derniers participent grandement à sa dissémination. C'est pourquoi cette espèce est d'autant plus abondante, que les activités pastorales d'une région sont importantes. Cette relation entre les infestations d'*I. eriocarpa* et le fumier de bovin a déjà été observée dans différents pays, notamment au Bénin (Gaborel 1987). Jusqu'à ces 10 dernières années les éleveurs "Mbororo" étaient quasiment absents de la région Sud-est Bénoué, il en était de même d'*I. eriocarpa*. La mise en valeur de la région et la recherche incessante de nouvelles zones de pâture se traduisent actuellement par l'arrivée des troupeaux dans cette région et un développement croissant de l'espèce.

Commelina forskalaei tolère des sols plus lourds ou moins fertiles que *Commelina benghalensis*, c'est pourquoi on rencontre peu la première dans la région Sud-est Bénoué ; région tout à fait dominée par *C. benghalensis*.

La culture traditionnelle, n'utilisant ni les herbicides ni les engrais, se rencontre surtout en zone sèche (Extrême-nord). Le travail du sol est très superficiel (TE2) ou absent (TE1) de façon à pouvoir effectuer les semis dès les premières pluies. La culture de sorgho est la plus concernée par ce type d'agriculture et d'environnement qui différencient une flore tout à fait particulière (G6 fig. 43 et 44):

| | |
|-------------------------------|--------------------------------|
| <i>Achyranthes aspera</i> | <i>Alysicarpus ovalifolius</i> |
| <i>Aristida adscensionis</i> | <i>Bulbostylis barbata</i> |
| <i>Brachiaria lata</i> | <i>Cassia obtusifolia</i> |
| <i>Ceratothera sesamoides</i> | <i>Commelina subulata</i> |
| <i>Crotalaria goreensis</i> | <i>Cyanotis lanata</i> |
| <i>Cyperus amabilis</i> | <i>Dicoma tomentosa</i> |
| <i>Digitaria argilacea</i> | <i>Eragrostis tremula</i> |
| <i>Eragrostis turgida</i> | <i>Hibiscus asper</i> |

Hyptis suaveolens
Indigofera pilosa
Mollugo cerviana
Rhynchelitrum repens
Spermacoce stachydea
Waltheria indica

Indigofera colutea
Merremia pinnata
Polycarpaea corymbosa
Spermacoce radiata
Striga hermonthica

L'espèce *Striga hermonthica*, parasite des céréales, est inféodée au sorgho et dans une moindre mesure au maïs non intensif. En effet cette espèce est d'autant plus abondante et néfaste à la culture que le sol est dégradé, peu fertile et que le climat est sec (Dembélé 1988).

3.2.5. DISCUSSION

3.2.5.1 LES RESULTATS

L'étude des relations entre la végétation et le milieu montre que parmi les facteurs de l'environnement responsables de la distribution et de l'abondance des espèces au sein des communautés de mauvaises herbes dans les systèmes de culture à base de cotonnier au Nord-Cameroun, le type de sol par sa diversité dans cette région, des vertisols (Argile 66 %, MO 3,23 %, pH 8,25) aux ferrugineux très dégradés (Argile 3,1 %, MO 0,35 %, pH 5,15), joue un rôle primordial.

L'importance de la nature du sol sur la sélection de la flore en région tropicale a été mise en évidence par de nombreux auteurs. Donfack (1993) le considère comme le facteur le plus discriminant pour la flore, dans la province de l'Extrême-nord du Cameroun, Traoré (1991) au Burkina-Faso le place en deuxième position après l'effet climatique régional. Le sol intervient plus particulièrement par ses propriétés texturales et chimiques (Bremner & Stroosnijder 1982). La texture conditionne la disponibilité en eau pour la végétation et contribue à l'expression du pédoclimat, parfois plus important pour les végétaux que le climat proprement dit. En effet, en climat sec l'eau est plus rapidement disponible dans les sols ferrugineux sableux à texture grossière que dans les vertisols à texture très argileuse, surtout en début de saison des pluies. Par contre la capacité de rétention est beaucoup plus faible dans les sols à texture grossière, qui seront sujets à un dessèchement hydrique très rapide en fin de cycle ou lors d'une rupture des précipitations (Seghieri 1990). Le taux d'argile influe également sur la capacité du sol à fixer la matière organique, donc sur sa fertilité et son pH.

La flore des vertisols fait preuve d'une très grande spécificité. Certaines espèces caractéristiques de ces sols sont mentionnées avec les mêmes préférences écologiques par d'autres auteurs et dans d'autres régions : *Merremia emarginata* (Donfack 1993), *Bidens*

pilosa, *Hyptis spicigera* (Traoré 1991). La flore des sols ferrugineux est beaucoup plus diversifiée du fait de la grande variation texturale en fonction du degré de dégradation (Roose 1992), le taux d'argile pouvant varier de 20 à 3,1 %.

Le zonage climatique est également un facteur important de différenciation de la flore. L'analyse floristique par régions a montré une différenciation de la flore en fonction des principales régions climatiques. Pourtant lors de l'analyse phytoécologique par l'ACPVI, la pluviométrie n'apparaît pas aussi influente dans cette étude qu'elle ne l'est dans l'étude de Traoré (1991) au Burkina-Faso. En effet nous avons vu que la texture des sols pouvait contrebalancer les effets directs du climat, par un pédoclimat plus ou moins sec, plus lié au sol qu'à la pluviométrie. Certaines espèces telles que *Ludwigia octovalvis* se rencontrent dans l'Extrême-nord sur sol hydromorphe et au sud de Garoua sur planosol. De plus, le niveau d'intensification des cultures est très corrélé à la pluviométrie. Aussi, il est difficile de dissocier l'effet de chacun de ces facteurs sur la flore.

La saisonnalité (époque d'observation) apparaît comme un facteur très influant sur la composition floristique des parcelles. Nous avons vu que la flore de début de cycle évoluait au cours de la saison jusqu'à être en grande partie remplacée par une autre flore en fin de cycle cultural. La levée échelonnée des espèces au cours de la saison a été observée dans différentes régions d'Afrique sub-sahélienne, notamment au Sénégal (Merlier 1972, Fontanel 1987), en Côte d'Ivoire (Déat *et. al* 1980, Koffi 1981, Mamotte 1984), au Nigéria (Marks 1983) et au Burkina-Faso (Traoré 1991). Les facteurs mis en cause dans cette évolution temporelle de la germination sont principalement la chaleur et l'humidité. A ces facteurs naturels viennent se combiner l'effet des pratiques culturales, notamment du travail du sol (Barralis & Chadoeuf 1980, Chadoeuf *et. al* 1980, Bridgemohan *et. al* 1991, Le Bourgeois 1992). L'échelonnement des cycles de développement des mauvaises herbes, en fonction du cycle cultural, sera abordée de façon plus détaillée dans le chapitre 3.

Les premiers résultats obtenus par l'approche floristique et phytoécologique, mettent en évidence l'intérêt des observations réalisées au moins en début et en fin de cycle cultural, lorsque l'on cherche à obtenir des connaissances exhaustives sur la flore d'une parcelle. Les observations de milieu de cycle paraissent moins indispensables car il n'existe pas de flore vraiment spécifique à cette période. Néanmoins, les observations de milieu de cycle nous informent très utilement sur l'époque de disparition des espèces de début de cycle et sur l'époque d'apparition des espèces de fin de cycle. D'autre part, cette évolution de la composition de la flore et de l'abondance des espèces montre que les problèmes d'infestation évoluent eux aussi avec la saison en fonction de la composition de la flore. Ainsi, les problèmes de compétition au moment de l'installation de la culture et de compétition au moment de la floraison (période très sensible pour le cotonnier) sont dus à des flores différentes.

L'âge des parcelles traduit un gradient important d'évolution de la flore en fonction du temps. Au cours des premières années de cultures, l'évolution concerne principalement la composition floristique par remplacement des espèces issues des milieux naturels par des espèces mieux adaptées au milieu cultivé. Cela se traduit notamment par la disparition des espèces pérennes se supportant pas le travail du sol (*Siphonochilus aethiopicus*, *Curculigo pilosa*, *Sporobolus* spp.). Après 10 années de culture consécutives, la flore se spécialise en fonction de l'adaptation des espèces aux différentes pratiques culturales. Ainsi les espèces vivaces dont la multiplication végétative est favorisée par les travaux du sol deviennent rapidement dominantes. C'est le cas de *Launaea chevalieri* et de *Merremia emarginata* sur vertisols, de *Cyperus rotundus*, *C. esculentus*, *Imperata cylindrica* sur sol léger. De nombreuses espèces annuelles bien adaptées aux conditions culturales apparaissent après 4 à 5 ans de culture (*Digitaria horizontalis*, *Tridax procumbens*, *Commelina benghalensis*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Ipomoea eriocarpa*, *Pennisetum pedicellatum*...), puis deviennent de plus en plus abondantes au détriment des espèces moins compétitives. Gounifio (1986, 1988) a montré en R.C.A., que même en l'absence d'herbicide *Commelina benghalensis* est beaucoup plus abondant dans les cultures mécanisées que dans les cultures manuelles. L'évolution de la flore est d'autant plus rapide et la spécialisation d'autant plus forte que la pression de sélection est plus importante. L'utilisation répétée des mêmes catégories d'herbicides apparaît comme le facteur induisant la plus forte sélection. Cette sélection se traduit par un appauvrissement général de la flore au profit de quelques espèces résistantes. Ce processus est très caractéristique de l'utilisation d'herbicides en cultures annuelles (Montégut 1979, Maillet 1980, Barralis 1978, 1982, Mahn & Helmecke 1979).

L'évolution temporelle de la végétation et le niveau d'intensification sont difficilement dissociables. De la même façon il n'est pas envisageable de dissocier l'effet de chacun des éléments liés à l'intensification des cultures car ils apparaissent fortement corrélés les uns aux autres. De même, l'effet de la culture n'est pas individualisable, sauf en ce qui concerne le cas des plantes parasites comme *Striga hermontica*. L'effet de la culture est directement corrélé aux pratiques culturales qui lui sont associées et à ses préférences climatiques. Seule l'arachide peut se rencontrer dans toutes les situations depuis la plus sèche et la plus traditionnelle jusqu'à la plus humide et la plus intensive. C'est pourquoi cette culture ne différencie pas de flore caractéristique.

Ceci nous amène à distinguer des itinéraires techniques traditionnels de zone sèche dont la culture caractéristique est le sorgho (non labour, jamais de fumure ni d'herbicide, sarclage manuel, absence de buttage) et des itinéraires intensifs en zone humide qui s'adressent plus particulièrement au cotonnier et au maïs (labour mécanique, forte fumure, herbicide, sarclage et buttage mécaniques).

Si ces deux itinéraires extrêmes différencient des flores très différentes, toutes les variations possibles entre ces deux itinéraires se traduisent par des flores intermédiaires au sein desquelles la variation de l'abondance des espèces joue un rôle majeur.

De façon générale, les facteurs écologiques naturels d'ordre pédo-climatique, agissent plus particulièrement sur la composition de la flore. Par contre, les facteurs anthropiques liés à l'intensification des pratiques culturales influent sur l'abondance des espèces et la spécialisation des flores, en favorisant les mauvaises herbes les plus compétitives et les mieux adaptées aux conditions de culture. L'espèce la plus caractéristique de cette situation au Nord-Cameroun est *Commelina benghalensis*.

3.2.5.2. LA DEMARCHE STATISTIQUE

Pertinence de l'ACPVI

On peut évaluer la pertinence de l'ACPVI vis-à-vis de l'ACP en calculant le rapport de leurs traces. (la trace de l'ACP correspond à la somme des variances ou à la somme des valeurs propres de l'ACP calculée sur la matrice des variances/covariances).

Dans le cas de la première ACPVI :

$$\text{Trace ACP} = 25$$

$$\text{Trace ACPVI} = 8,29$$

$$\text{Trace ACPVI} / \text{Trace ACP} = 8,29 / 25 = 0,33$$

Les tests statistiques de validation de la pertinence sont encore difficiles à réaliser (Kazi-Aoual *et al.*, 1992). Cependant, ce coefficient de corrélation entre l'ACPVI et l'ACP est satisfaisant compte tenu du grand nombre d'espèces à expliquer et de la variation de la variance des indices d'abondance des espèces. Parmi les 156 espèces conservées dans l'analyse, la présence dans les champs d'un certain nombre d'entre elles (peu fréquentes et à indice faible) est sans doute accidentelle et ne peut être expliquée de façon fiable par les variables observées. Dans le sous espace défini par les variables de milieu, l'ACPVI est parfaitement justifiée pour expliquer la distribution des espèces.

Dans le cas de la deuxième ACPVI :

La trace de cette ACPVI est de 5,03.

Le rapport des traces de cette ACPVI et de l'ACP (5,03 / 25) est de 0,20.

La différence entre le rapport des traces calculé sur la première ACPVI et sur la deuxième (0,33 - 0,20 = 0,15) confirme l'effet prépondérant de la nature du sol sur la discrimination de la flore.

Dans le cas de la troisième ACPVI, la trace est de 4,4 ce qui donne un rapport de traces de 0,17. La saison a donc un effet important sur la flore mais inférieur à la nature du sol.

L'ACPVI

A travers cette étude phytocéologique, l'utilisation de l'ACPVI s'est révélée une démarche statistique performante pour analyser les processus responsables de la distribution

et de l'abondance des espèces. Elle allie au sein d'une analyse multivariée l'exploitation de la notion d'abondance/dominance des espèces (notion primordiale en malherbologie), en relation directe avec les facteurs de milieu. En effet seule la fraction d'explication de la distribution des espèces liée aux variables de milieu observée, est prise en compte dans l'analyse. Dans le cas de certains facteurs écologiques dont l'effet sur la flore semble prépondérant et qui s'avèrent indépendants des autres variables, (pédologie, époque d'observation), l'exploitation des profils écologiques précise les résultats et permet d'appréhender les passages de flore d'un état de la variable à l'autre. Par cette approche, il est possible de définir la répartition des phytocénoses dans l'espace en fonction des facteurs pédo-climatiques et les différents états de transitions dues aux transformations graduelles qui s'opèrent au sein de ces phytocénoses en fonction du temps et de l'intensité de la pression de sélection liée aux pratiques culturales.

L'approche floristique de la végétation est une première étape indispensable. C'est par elle que la flore est caractérisée, mais surtout, les principaux problèmes malherbologiques de la région et plus particulièrement les espèces majeures (générales, régionales ou locales), sont mis en évidence. Elle permet donc de faire un état de la situation malherbologique de la région avant d'aborder l'étude phytoécologique.

CHAPITRE 3

PHENOLOGIE ET ITINERAIRE CULTURAL

1. PRESENTATION

Attributs biologiques et démographiques sont les principales caractéristiques des mauvaises herbes qui leur confèrent la capacité de s'adapter aux conditions écologiques particulières du milieu cultivé (Newsome & Noble 1986). On peut observer une grande similarité des types biologiques, des cycles de développement et des caractéristiques génétiques et phénotypiques entre les mauvaises herbes et les plantes cultivées (Snaydon 1980, Radosevich & Holt 1984, Radosevich & Roush 1990). Par exemple, la similitude des cycles de développement des adventices messicoles et des céréales est connue depuis longtemps (Holzner 1982).

En zone tempérée, les études ayant trait aux différentes étapes du cycle de développement des mauvaises herbes sont très nombreuses. Nous citerons les travaux concernant l'écologie de la germination et la dormance (Harper 1957, Sauer & Strerick 1964, Taylorson 1970, 1982, Montégut 1975, Barralis *et al.* 1988, Wilson 1987) ; l'estimation et le devenir du stock semencier dans le sol (Chadoeuf *et al.* 1984, Zanin *et al.* 1989) ; l'effet des techniques culturales sur le potentiel semencier (Lopez *et al.* 1988, Dessaint *et al.* 1990, Barralis *et al.* 1992) ; la phénologie (Debaeke 1988a, 1988b).

En Afrique soudano sahélienne, les études sur la phénologie ont été principalement conduites en milieu non cultivé, jachères ou pâturages (Merlier 1972a, Duranton 1978, Breman *et al.* 1982, Cisse 1986, CCCE 1988, Grouzis 1988, Fournier 1991...). Par contre, à ce jour, très peu d'études ont été engagées en milieu cultivé (Déat *et al.* 1980, Koffi Niéré 1981, Marks 1983a, 1983b, Marks & Nwachuku 1985, Gounifio 1986, 1988). Différents travaux menés dans d'autres régions tropicales et concernant des espèces communes peuvent être utilisés comme références. Ce sont par exemple les études sur *Commelina benghalensis* au Queensland (Walker & Evenson 1985a, 1985b), sur *Rottboellia cochinchinensis* à Trinidad (Bridgemohan *et al.*, 1991).

Il ressort que la germination est contrôlée par des processus de dormance de différents niveaux (innée, induite, forcée) (Harper 1957) qui permettent aux espèces thérophytes de survivre à l'hiver (Barralis *et al.* 1988) pendant lequel la contrainte écologique est représentée en région tropicale par la sécheresse. L'acquisition et la disparition de ces processus de dormance sont régies par des phénomènes physiologiques internes de maturation physiologique ou externes liés à l'intervention de facteurs climatiques (lumière, concentration en oxygène, humidité, température), chimiques ou mécaniques (Montégut 1975, Koffi Niéré 1981, Walker & Evenson 1985b...).

Les connaissances sur la phénologie des mauvaises herbes et l'impact des pratiques culturales sur les différents stades phénologiques apportent de nouvelles perspectives pour l'amélioration du désherbage dans les tropiques (Marks 1983a). Pourtant à ce jour, ces données sont encore très insuffisantes en zone soudano-sahélienne.

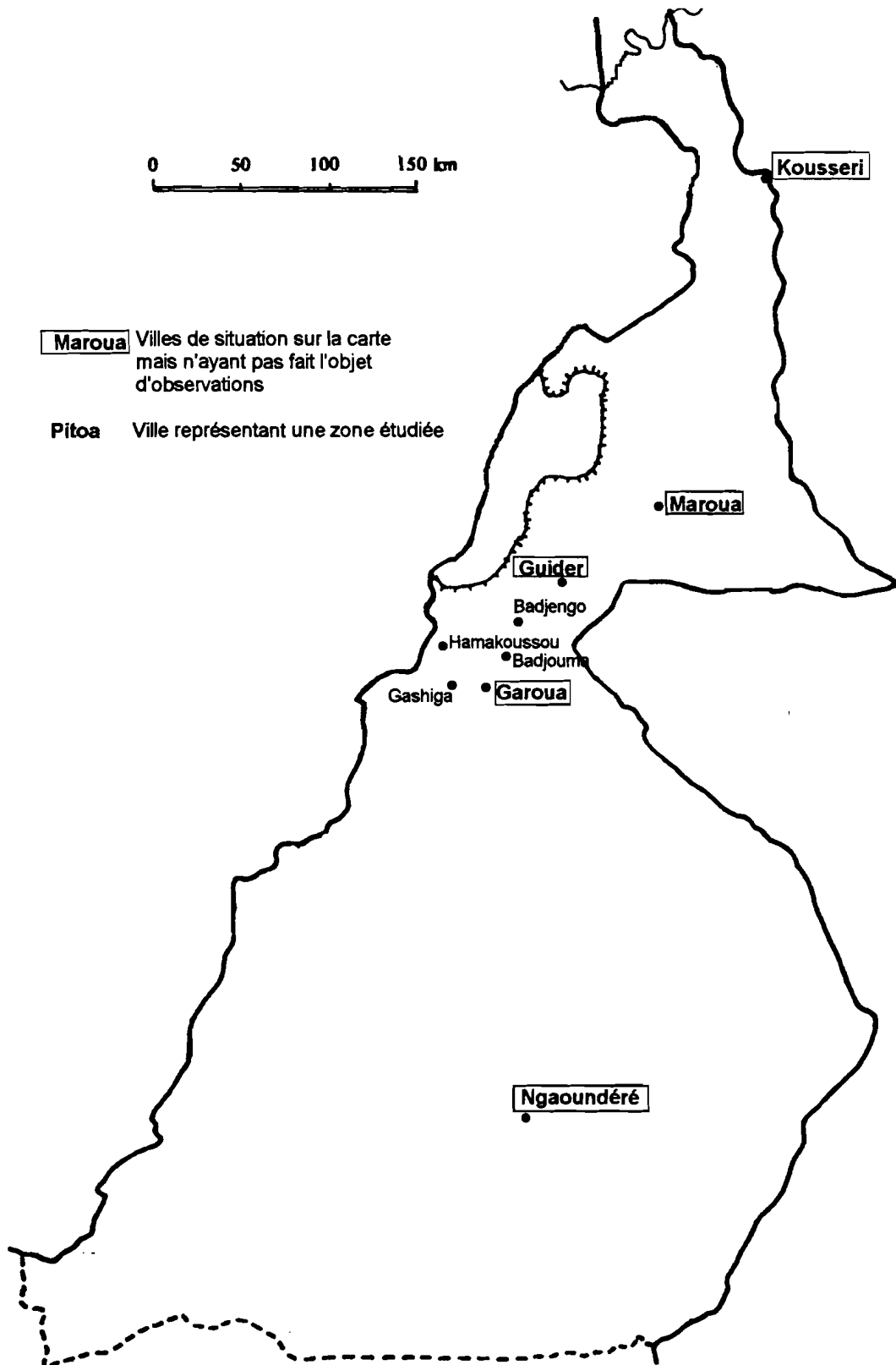


Figure 45 : Sites d'observations phénologiques

Cette étude a pour but de connaître la dynamique du développement des mauvaises herbes par rapport au cycle cultural de façon à répondre aux questions suivantes :

- Quelle est l'époque d'apparition des espèces?
- Pendant combien de temps les espèces sont-elles capables de germer ?
- Quelle est la durée du cycle de reproduction (levée - dissémination) ?
- Quelle est la durée de végétation (levée - disparition) ?
- Quel est l'impact des travaux du sol (labour, sarclage, buttage) sur le développement ?

2. METHODE D'ETUDE

2.1. CHOIX DES PARCELLES

Quatre sites ont été choisis autour de Garoua en fonction de la nature de leur sol, afin d'étudier les principales flores représentées dans la région. Il s'agit de Gashiga sur sol ferrugineux, Hamakoussou sur vertisol, Badjouma sur sol alluvial très fertile et Badjengo sur sol fersiallitique (figure 45).

Sur chaque site, quatre parcelles d'un quart d'hectare ont été suivies, chacune portant l'une des quatre cultures de la rotation cotonnière (cotonnier, maïs, sorgho, arachide).

Les parcelles sont cultivées par l'agriculteur selon un itinéraire comprenant : labour, semis, sarclage, buttage (pour le cotonnier et le maïs), récolte. Aucun herbicide n'est employé.

Les opérations concernant le travail du sol ont fait l'objet d'un contrôle particulier. En effet les labours, sarclages et buttages ont été réalisés de façon à ce qu'aucune mauvaise herbe précédemment installée ne subsiste après l'opération.

Afin d'évaluer l'impact des pratiques d'entretien (sarclage, buttage), dans chaque parcelle un secteur de 225 m² a été délimité après le labour et le semis, sur lequel plus aucune intervention vis à vis du sol n'a eu lieu jusqu'à la récolte.

2.2. OBSERVATIONS

Des relevés phénologiques hebdomadaires sont effectués sur les deux parties de chaque parcelle depuis l'apparition des premières espèces, après les premières pluies (début mai), jusqu'à la disparition de la dernière espèce après la récolte (décembre). La technique de relevé est inspirée des travaux de Duranton (1978). Elle consiste à observer les populations de chacune des espèces en relevant les différents stades phénologiques présentés par les individus de la population:

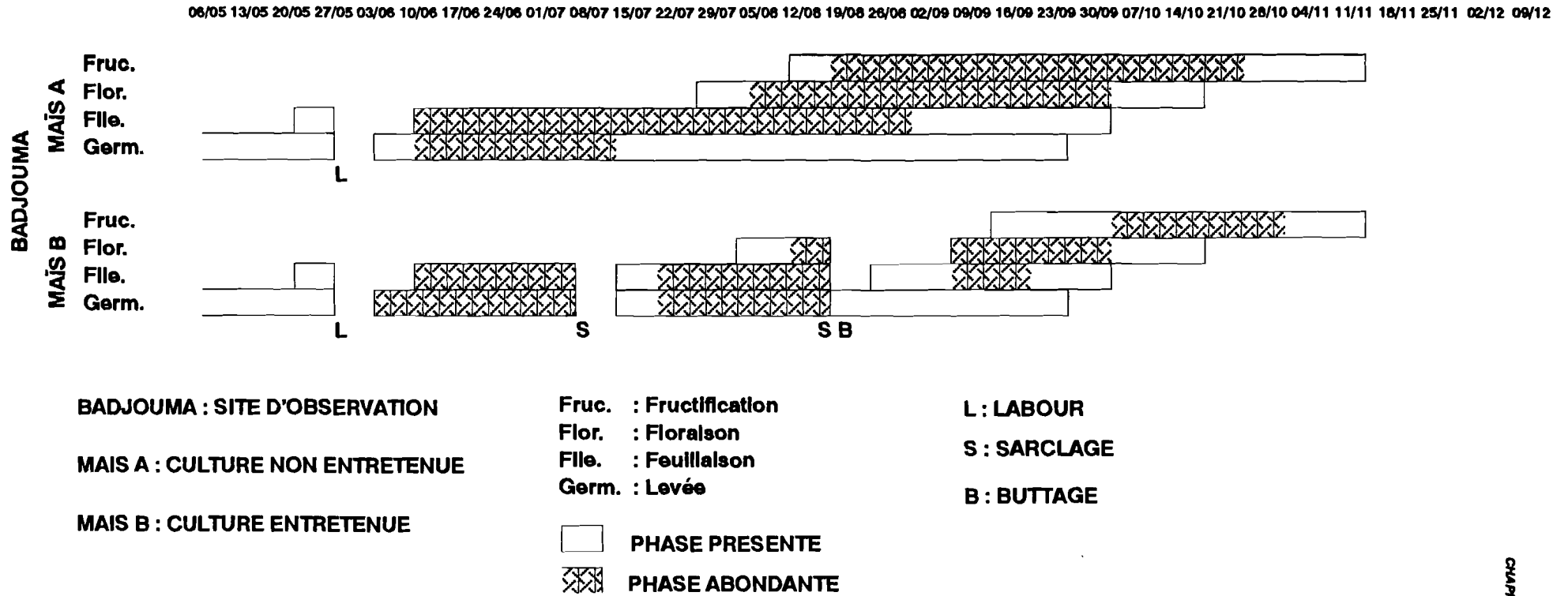


Figure 46 : Phénogramme

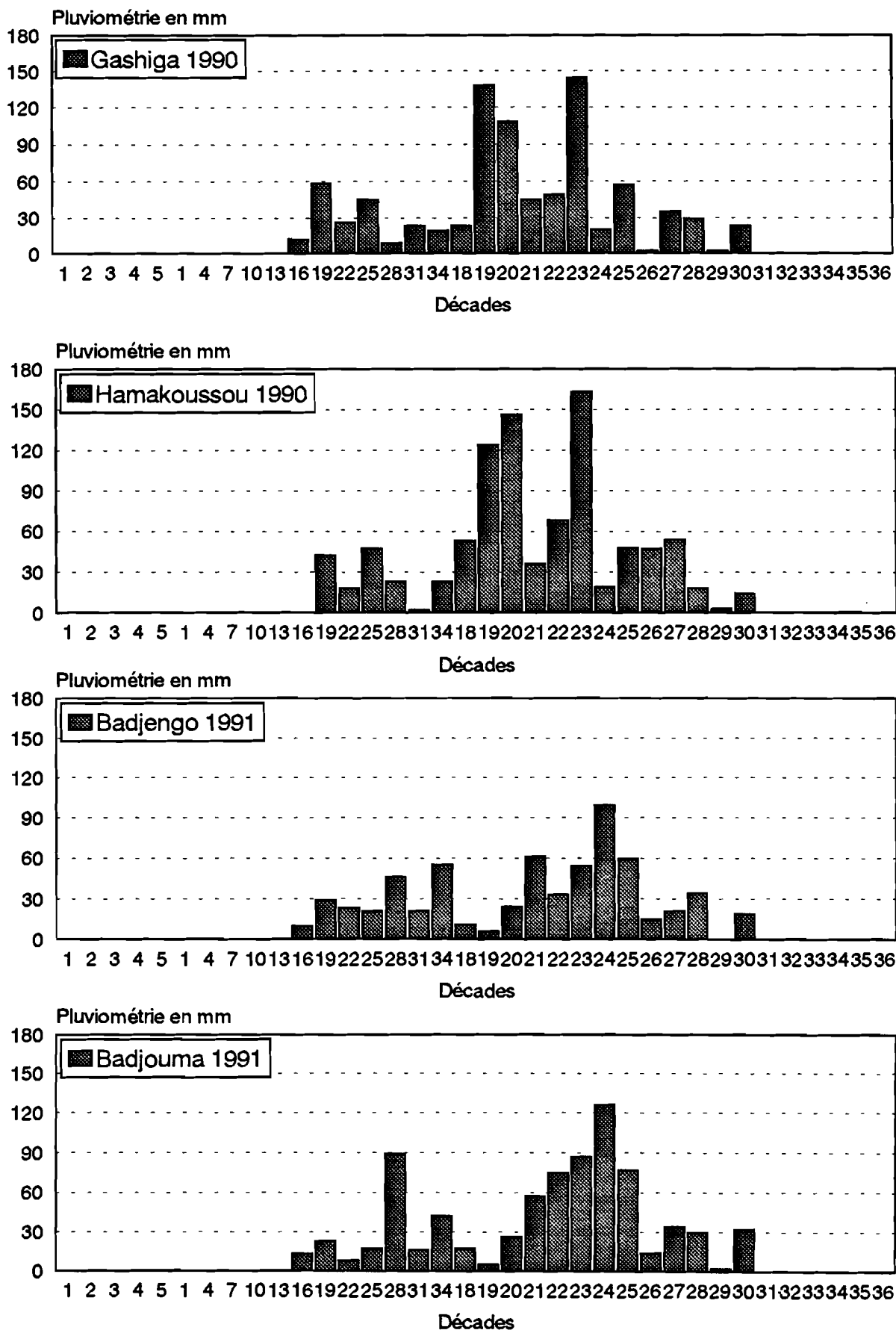


Figure 47 : Pluviométrie décadaire des quatre sites

- la levée (ou apparition de tout organe végétatif au dessus du sol)
- la feuillaison (ou tallage pour les *Poaceae*)
- la floraison (apparition de la première fleur épanouie)
- la fructification (ou grenaison)
- la mortalité (sécheresse)

Lorsqu'une espèce est représentée par une population importante, l'acmé de chaque stade phénologique est pris en compte. Une fiche de relevé phénologique est présentée en annexe 10.

Si les premiers stades (levée, feuillaison et floraison) sont identifiables facilement et peuvent être datés précisément, la fructification est plus délicate à apprécier surtout pour les *Poaceae* et les *Cyperaceae*, aussi l'imprécision peut être plus grande. La mortalité correspond à la disparition ou au dessèchement total de tous les individus d'une même population.

Remarque : les observations sur certaines parcelles ont dû être abandonnées en cours de saison en raison de mauvaises conditions de culture perturbant les résultats : cotonnier et sorgho à Gashiga, arachide à Badjouma et sorgho à Badjengo.

2.3. INTERPRÉTATION DES DONNÉES

A partir des fiches hebdomadaires de relevés phénologiques, des phénogrammes ont été élaborés pour chaque espèce, dans chacune des conditions où elles ont été rencontrées (sol, culture, entretien). Ces phénogrammes sont des représentations graphiques retraçant la présence de chaque stade phénologique et son importance relative au cours du temps, ainsi que les interventions agricoles ayant eu lieu sur la parcelle (figure 46). En zone tropicale, la pluviométrie apparaît comme un des facteurs majeurs influant sur la germination et la levée des espèces annuelles (Koffi Niéré 1981, Marks 1983a 1983b, Traoré 1991). Les diagrammes pluviométriques des quatre sites sont présentés sur la figure 47 afin de comparer la levée des espèces et le cycle pluviométrique.

Ainsi les espèces sont comparées entre elles en fonction des différents éléments du phénogramme (levée, durée de la germination, temps de reproduction, durée de végétation...) et peuvent être regroupées suivant la similarité de leur comportement. Ces regroupements sont réalisés manuellement ou statistiquement à l'aide d'analyses multivariées ou de méthodes de classification automatique. Une première approche sur ces méthodes a été réalisée par Mulliez et Viron (1991) à partir des données de Gashiga, mais demande à être améliorée. L'analyse complète des données est en cours.

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

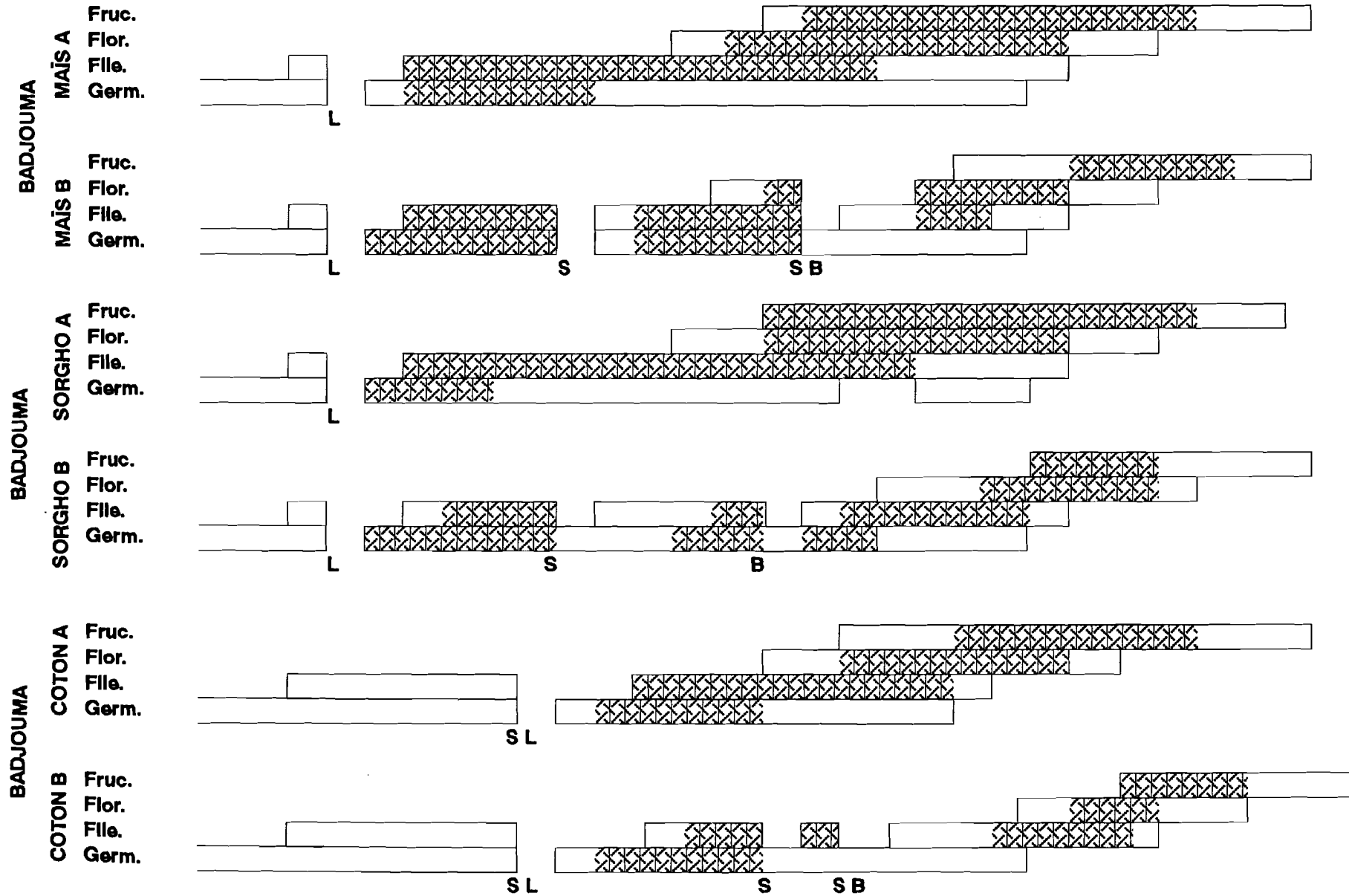


Figure 48 : Phénogrammes de *Commelina benghalensis*

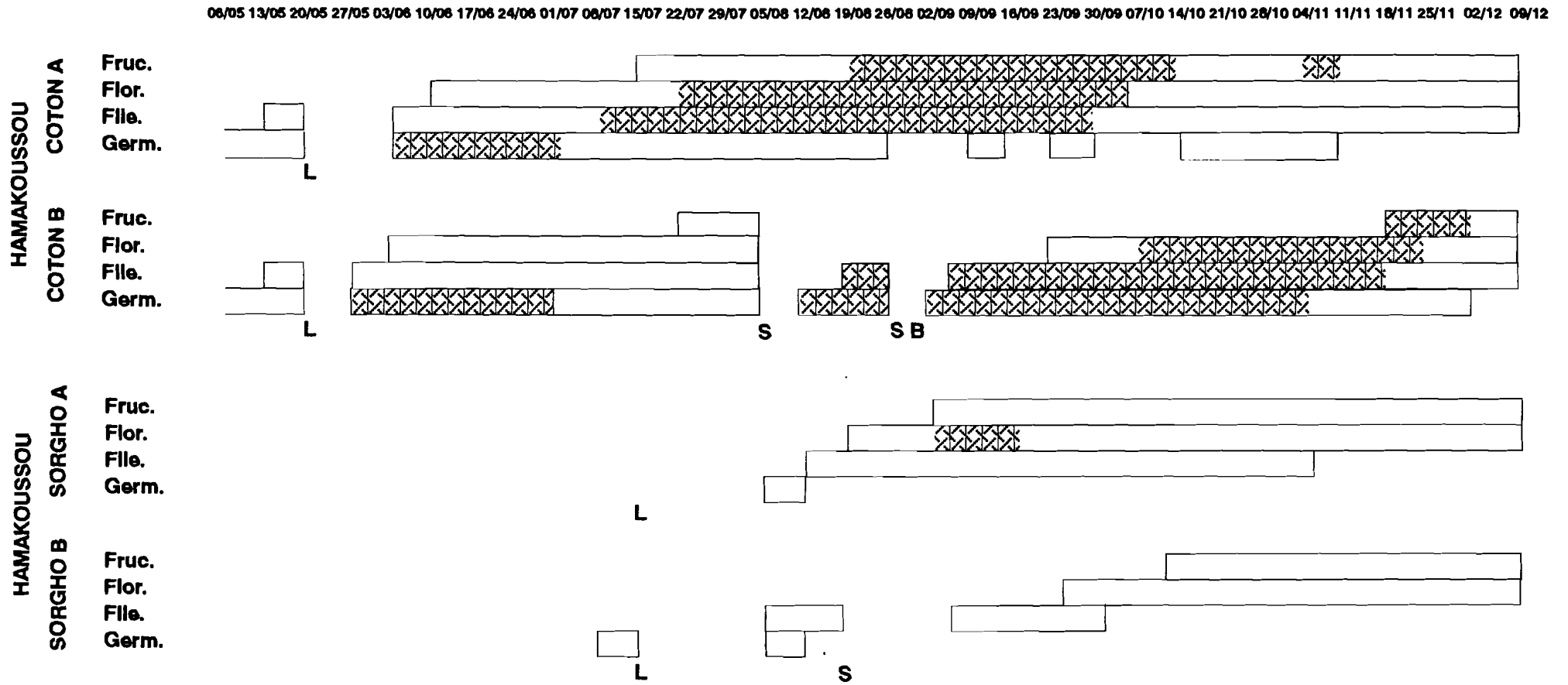


Figure 49 : Phénogrammes de *Launaea chevalieri*

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

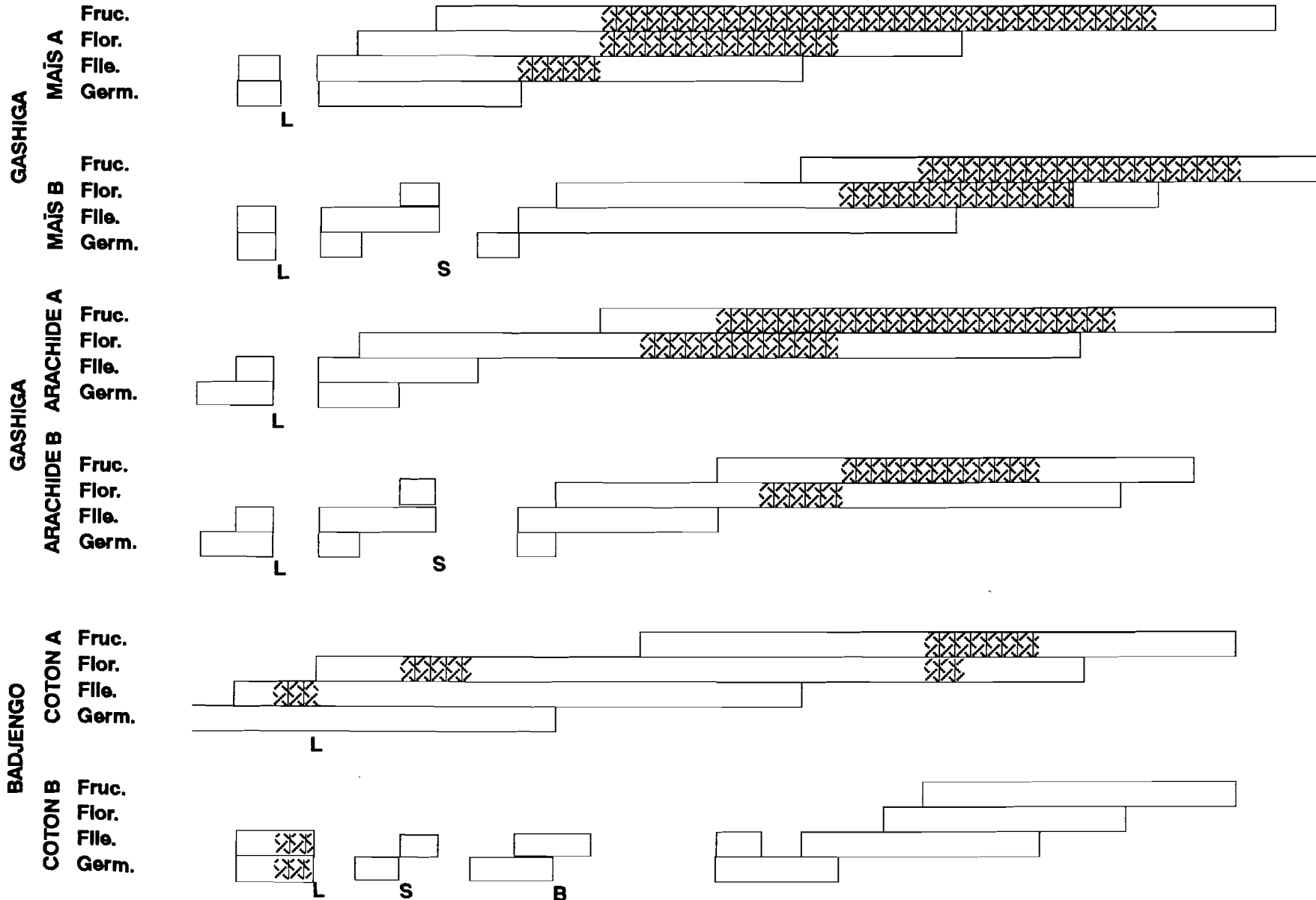


Figure 50 : Phénogrammes de *Digitaria horizontalis*

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

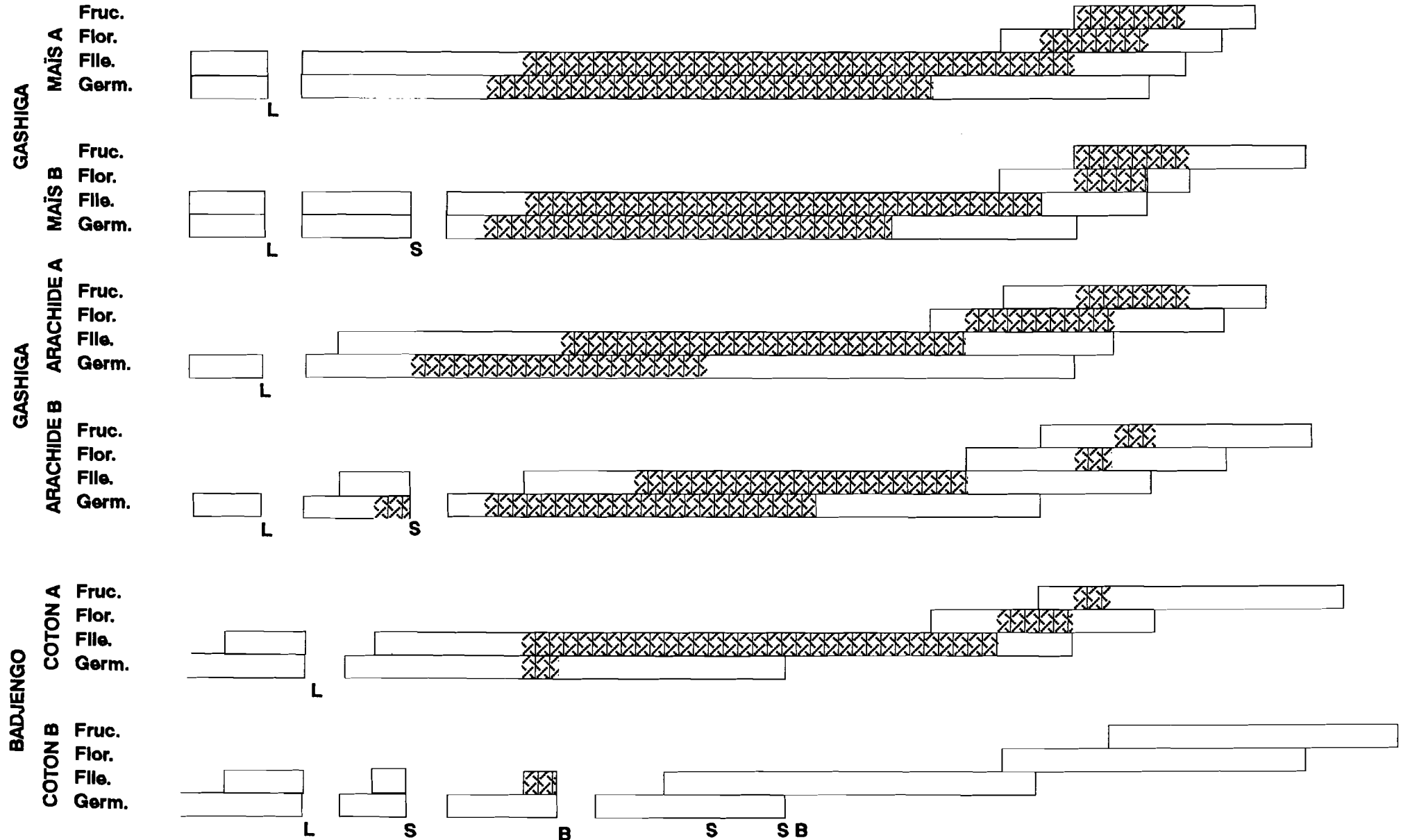


Figure 51 : Phénoarammes de *Ipomoea eriocarpa*

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

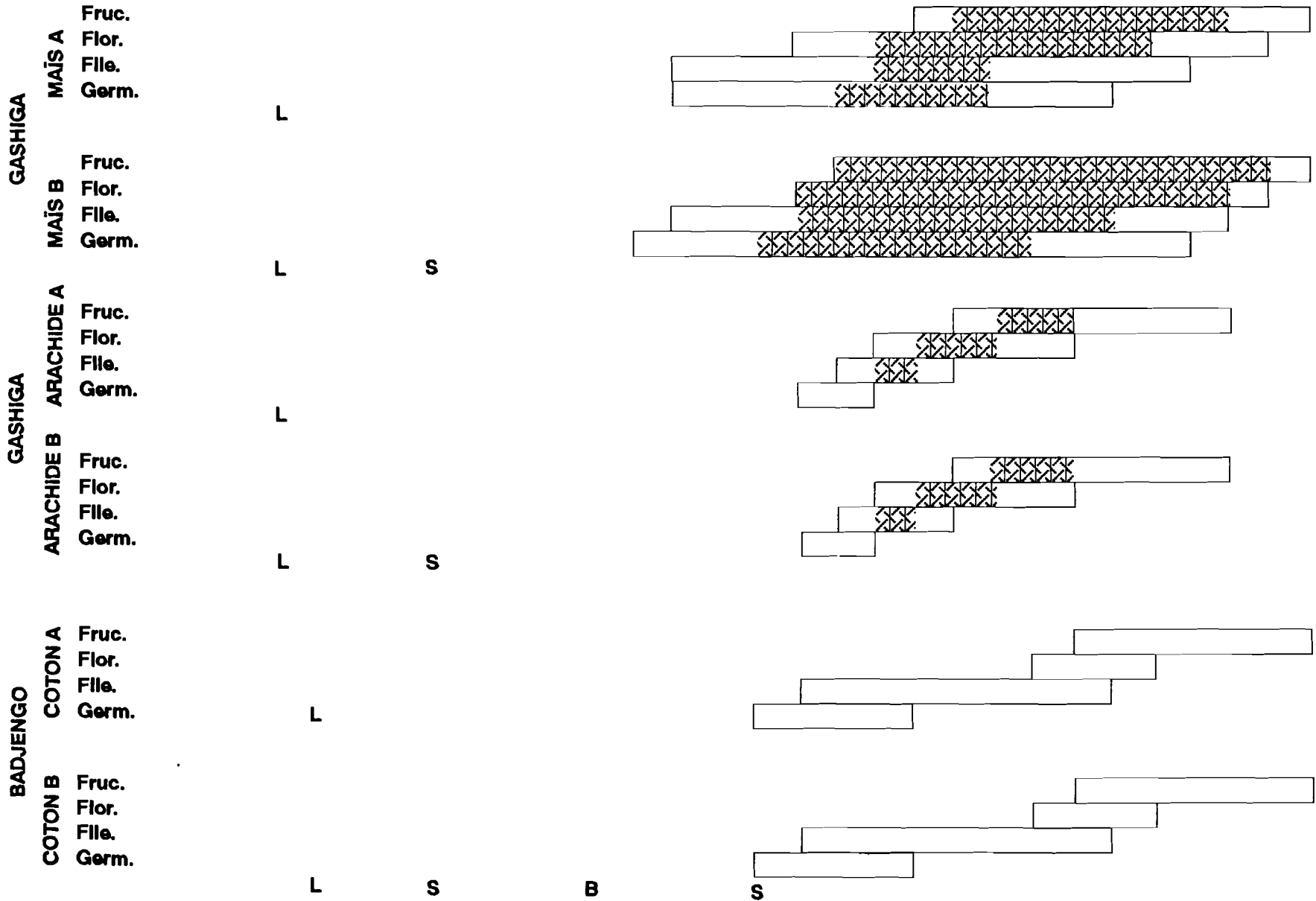


Figure 52 : Phénogrammes de *Oldenlandia corymbosa*

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

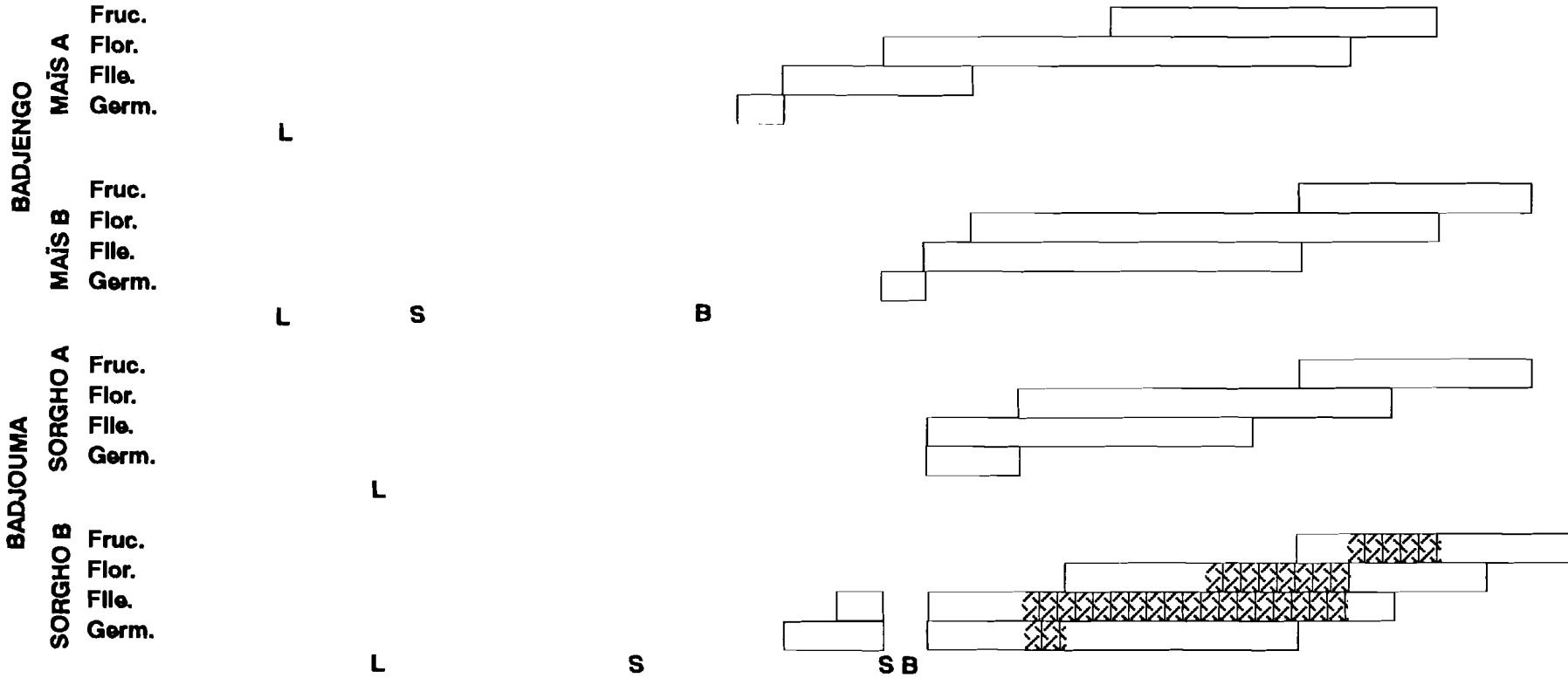


Figure 53 : Phénogrammes de *Striga hermonthica*

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

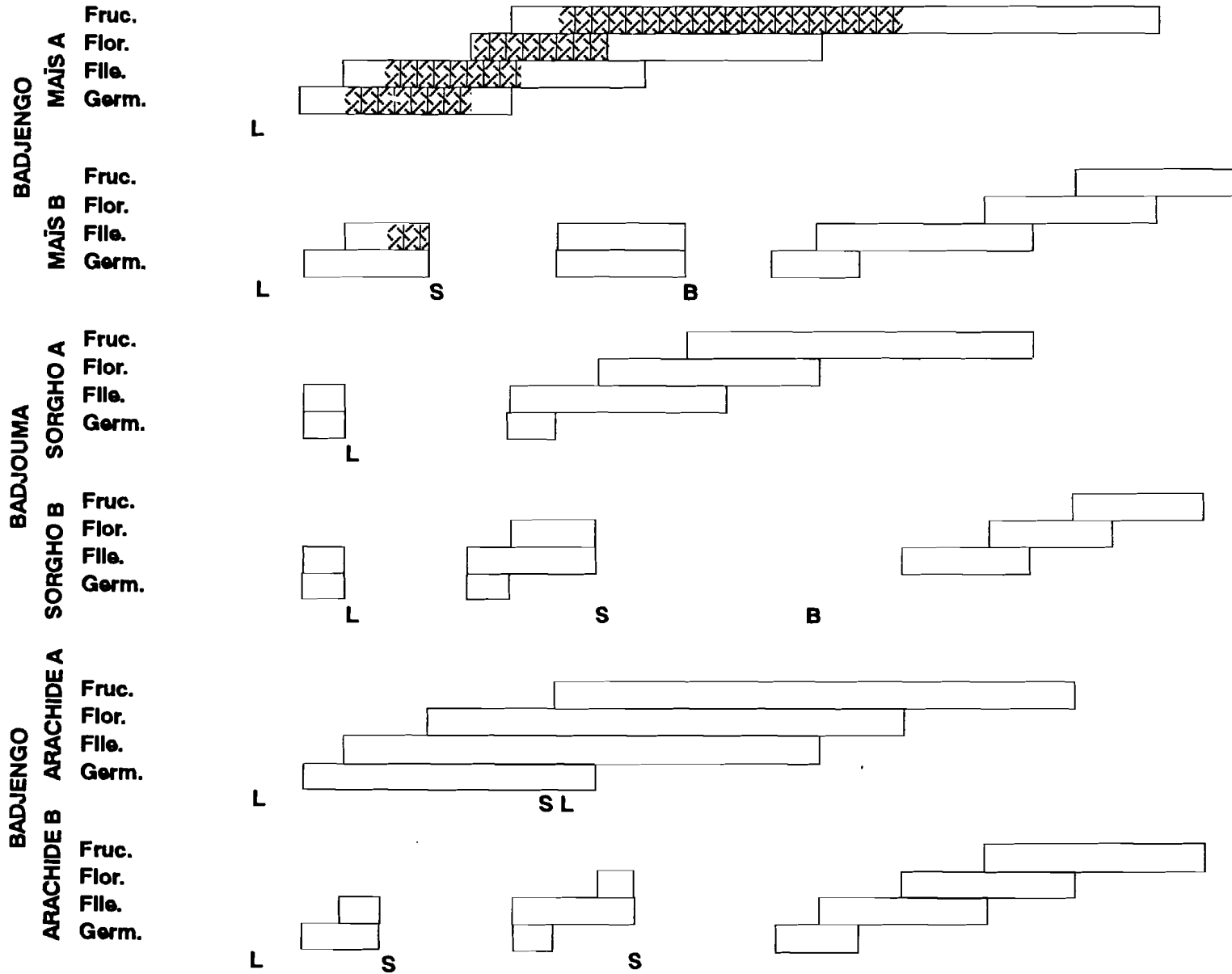


Figure 54 : Phénogrammes de *Dactyloctenium aegyptium*

06/05 13/05 20/05 27/05 03/06 10/06 17/06 24/06 01/07 08/07 15/07 22/07 29/07 05/08 12/08 19/08 26/08 02/09 09/09 16/09 23/09 30/09 07/10 14/10 21/10 28/10 04/11 11/11 18/11 25/11 02/12 09/12

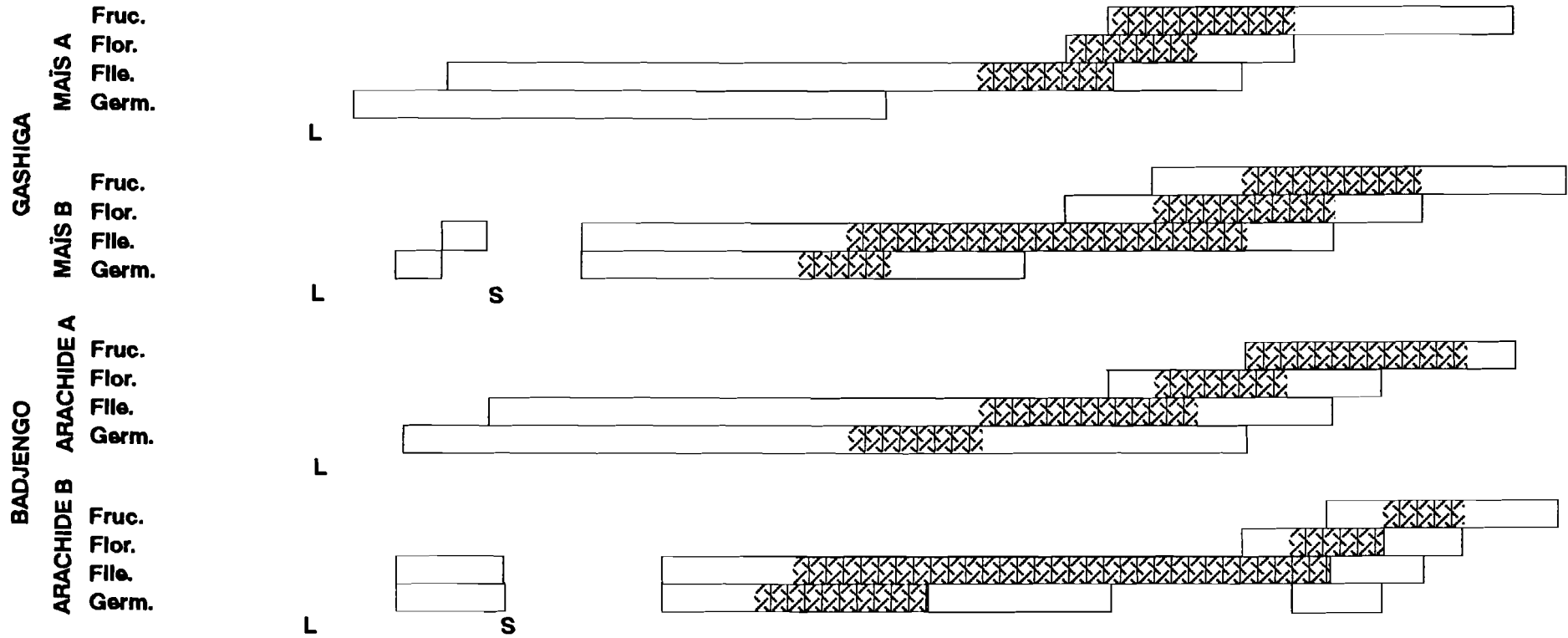


Figure 55 : Phénogrammes de *Hyptis spicigera*

Aussi, j'ai choisi de ne présenter ici que les résultats concernant certaines espèces d'intérêt agronomique majeur pour la région ou très caractéristiques quant à leur phénologie :

| | |
|---------------------------------|------------------------|
| <i>Commelina benghalensis</i> | <i>Commelinaceae</i> |
| <i>Digitaria horizontalis</i> | <i>Poaceae</i> |
| <i>Ipomoea eriocarpa</i> | <i>Convolvulaceae</i> |
| <i>Launaea chevalieri</i> | <i>Asteraceae</i> |
| <i>Striga hermonthica</i> | <i>Scrofulariaceae</i> |
| <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | <i>Poaceae</i> |
| <i>Hyptis spicigera</i> | <i>Lamiaceae</i> |
| <i>Oldenlandia corymbosa</i> | <i>Rubiaceae</i> |

Parmi ces espèces, sept d'entre elles se comportent en thérophytes au Nord-Cameroun tandis que *Launaea chevalieri* est une pluriannuelle, géophyte. Elle se maintient durant la saison sèche sous la forme d'un pivot souterrain portant des bourgeons en attente, situés sous la surface du sol. Cette espèce a un type biologique et un mode de multiplication végétative semblables à ceux de *Lactuca perrenis* ou de *Cirsium arvense* en zone tempérée et présentés dans Montégut (1983). Aussi la levée de cette espèce n'est pas une germination mais correspond à une reprise de croissance des bourgeons. La fréquence de germination de cette espèce paraît très faible car aucune germination n'a pu être observée au cours des relevés. De plus, des essais de germination en laboratoire n'ont donné aucun résultat positif.

3. RESULTATS

Les phénogrammes des 8 espèces retenues pour différents sites et différentes cultures sont présentés dans les figures 49 à 56.

3.1. DECLENCHEMENT DE LA LEVEE

Sur chaque site, les premières pluies sont tombées au cours de la deuxième ou de la troisième décade d'avril. Dès ces premières pluies, les espèces précoces ont commencé à lever (*Digitaria horizontalis*, *Ipomoea eriocarpa*, *Commelina benghalensis*, *Launaea chevalieri*, *Dactyloctenium aegyptium*).

D. horizontalis est capable de profiter des premières pluies pour germer abondamment dans un sol non perturbé. Par contre la levée avant le labour de *Commelina benghalensis*, *Launaea chevalieri* et *Dactyloctenium aegyptium* ne concerne qu'un petit pourcentage d'individus. La levée massive intervient juste après le labour de la parcelle. Cette levée est due à des germinations importantes ou à une "entrée en fonctionnement" d'un grand nombre de

bourgeons pour *Launaea chevalieri*. Pour mesurer l'effet du labour sur la levée des espèces il aurait fallu disposer d'une parcelle témoin non labourée. Pourtant, des observations lors d'inventaires pour les relevés phytocécologiques ont permis de confirmer l'effet important d'une perturbation de la surface du sol sur la germination de certaines espèces. Des observations faites fin juin 1991 à Madingrin dans la région Sud-Est-Bénoué (région où les infestations de *Commelina benghalensis* sont très importantes), sur deux parcelles limitrophes, d'historiques semblables, ont donnés les résultats suivants :

- l'une des parcelle labourée depuis un mois et cultivée en arachide présentait une flore dominée par *Commelina benghalensis* et de façon moindre par *Digitaria horizontalis*
- par contre, la deuxième parcelle non encore labourée présentait une flore dominée par *Digitaria horizontalis* et *Tridax procumbens*. Très peu d'individus de *C. benghalensis* étaient visibles.

L'effet du labour sur la germination peut être lié à une remontée de graines profondément enfouies et pour lesquelles l'enfouissement a induit une inhibition. Cependant, les travaux du sol très superficiels (labour manuel, sarclage et buttage) provoquent le même type de phénomène d'apparition d'un nouveau pic de germination, même en cours de saison lorsque la germination dans la parcelle non entretenue est achevée.

Walker & Evenson (1985b) montrent pour *C. benghalensis* que la profondeur optimale de germination est de 5 centimètres, ce qui corrobore l'hypothèse de la remontée des graines par le labour. Cela n'explique pas pourquoi en l'absence de travail du sol les germinations sont très faibles alors qu'elles sont importantes dès que se produit un bouleversement superficiel du sol. Ces mêmes auteurs signalent que la scarification des téguments fait disparaître toute dormance, que la lumière et la température favorisent également la germination. Il semble donc que l'action du travail du sol, au moins sur *C. benghalensis*, se traduise par une conjonction de ces phénomènes : abrasion des téguments les rendant plus perméables, remontée des graines dans l'horizon superficiel, meilleure pénétration de la lumière et de la chaleur dans les premiers centimètres d'un sol bouleversé.

La germination d'*Hyptis spicigera* débute fin mai-début juin lorsque les pluies deviennent abondantes et régulières. L'étude phytocécologique du chapitre précédent a montré que cette espèce affectionnait particulièrement les sols limono-argileux humides. Ceci est en accord avec un déclenchement de la germination lorsque les pluies sont suffisamment importantes.

Certaines espèces n'apparaissent qu'à la fin du mois de juillet. Ce sont les espèces de fin de cycle comme *Oldenlandia corymbosa* et *Striga hermonthica*. Si la levée d'*O. corymbosa* correspond précisément à sa germination, nous avons vu dans le chapitre précédent que la levée (apparition à la surface du sol) de *S. hermonthica* intervient 4 à 5 semaines après sa germination et sa fixation sur sa plante hôte. La germination d'*Oldenlandia corymbosa* 3 mois après les premières pluies est due à la nécessité d'une longue maturation des graines par une forte humidité. Marks (1983a) montre que les graines de cette espèce sont capable de germer durant la saison sèche à condition d'avoir été préalablement incubées en serre avec une humidité adéquate. A l'inverse, à Bouaké (Côte d'Ivoire) une période de sécheresse pendant la saison des pluies peut empêcher l'apparition de l'espèce en fin de saison (Marnotte C. P.). Cette maturation correspond à une dégradation des téguments de la graine, éléments au niveau desquels réside la dormance chez cette espèce (Corbineau & Côme 1980a 1980b).

Ces quelques exemples font apparaître quatre stratégies de déclenchement de la germination.

- Les espèces dont la germination est possible dès les premières pluies (*D. horizontalis*, *I. eriocarpa*)
- Les espèces levant dès le début des pluies mais favorisées par un bouleversement du sol (*C. benghalensis*, *D. aegyptium*, *L. chevalier*)
- Les espèces dont la germination est possible fin juin lorsque les pluies deviennent régulières (*H. spicigera*, *Striga hermonthica*)
- Les espèces dont la germination nécessite une longue maturation des graines par une forte humidité. Elles apparaissent en fin juillet (*O. corymbosa*)

3.2. DUREE DE LA PHASE DE LEVEE

La durée de la phase germinative d'une espèce, traduit la variabilité de dormance de la population de graines.

Trois groupes d'espèces apparaissent en fonction de la durée de la phase de levée :

Le premier groupe comporte des espèces dont la phase de levée est de courte durée sur sol non entretenu (2 à 10 semaines). Il s'agit en début de cycle de *Dactyloctenium aegyptium* dont la durée de germination varie de 1 à 6 semaines et de *Digitaria horizontalis* (de 5 à 9 semaines).

En fin de cycle, les apparitions de *Striga hermonthica* sont groupées sur 1 à 2 semaines. A propos de la levée de cette espèce, Dembélé (1988) fait état de variations intersaisonniers importantes, mais dont l'origine est encore mal connue. Les germinations d'*Oldenlandia corymbosa* sont groupées sur 2 à 4 semaines voire 11 semaines dans le cas de populations

importantes, dues à Gashiga à une pluviométrie abondante et régulière.

Pour les espèces de début de cycle, les pratiques culturales d'entretien (sarclage et buttage) induisent de nouvelles phases de germination de courte durée (1 à 2 semaines) et qui ne se produisent plus après la fin du mois d'août.

Pour les espèces de fin de cycle, la durée de germination d'*O. corymbosa* n'est pas influencée par les entretiens intervenus avant l'époque de germination. Faut d'une intervention tardive (notamment dans la parcelle de maïs), on ne peut statuer sur son éventuel effet. Dans la parcelle de sorgho, la levée de *S. hermonthica* s'étend sur 11 semaines lorsque la parcelle est entretenue. Cela montre l'émergence d'un plus grand nombre d'individus n'ayant pas souffert de l'ombrage des autres espèces (Robinson 1960), tandis que dans la parcelle non entretenue la pression des autres espèces a réduit la levée de *S. hermonthica*. De plus, si le sarclage n'est pas accompagné d'un arrachage complet de la plante jusqu'à son point de fixation sur l'hôte, il s'en suit un démarrage des bourgeons situés sur la partie souterraine de la tige du parasite et l'émergence de nombreuses tiges aériennes nouvelles (FAO 1993) ; d'où l'observation d'un étalement de la levée et d'une phase de levée massive après le sarclage-buttage.

Le deuxième groupe est composé d'espèces dont la levée s'échelonne sur 5 mois (*Commelina benghalensis* et *Hyptis spicigera*). Walker & Evenson (1985b) ont montré que cette capacité de *C. benghalensis* à étaler sa germination dans le temps vient de la variabilité du taux de dormance des quatre types de graine (de 0 à 3 % pour les petites et 20 à 35 % pour les grandes graines aériennes ; de 33 % pour les petites et 90 % pour les grandes graines souterraines). Chaque type réagit de façon différente aux conditions extérieures telles que la lumière, la profondeur d'enfouissement et la température, mais toutes germent après scarification.

Si la capacité à germer de cette espèce s'étend de début mai à fin septembre, le pic de germinations massives après le labour dure 4 à 5 semaines. Par contre en condition d'entretien régulier, chaque intervention induit un nouveau pic de germinations massives. Toutefois ces nouvelles phases de germinations sont d'autant plus courtes et moins intenses que la fin de la saison des pluies approche.

Que l'on soit en condition entretenue ou non, plus aucune germination n'apparaît après le mois de septembre.

H. spicigera voit sa germination légèrement décalée de l'espèce précédente (de juin à mi octobre). L'acmé de phase germinative se situe en août, durant la période pluviométrique la plus intense. Les travaux du sol ne présentent pas d'effet sur la phase germinative de cette espèce.

Le troisième groupe rassemble des espèces dont la levée est possible durant toute la saison culturale (*Ipomoea eriocarpa* et *Launaea chevalier*). Ces deux espèces sont capables de lever depuis les premières pluies de mai, jusqu'aux dernières pluies de novembre. Cette très grande plasticité leur confère l'assurance de pouvoir se reproduire chaque année.

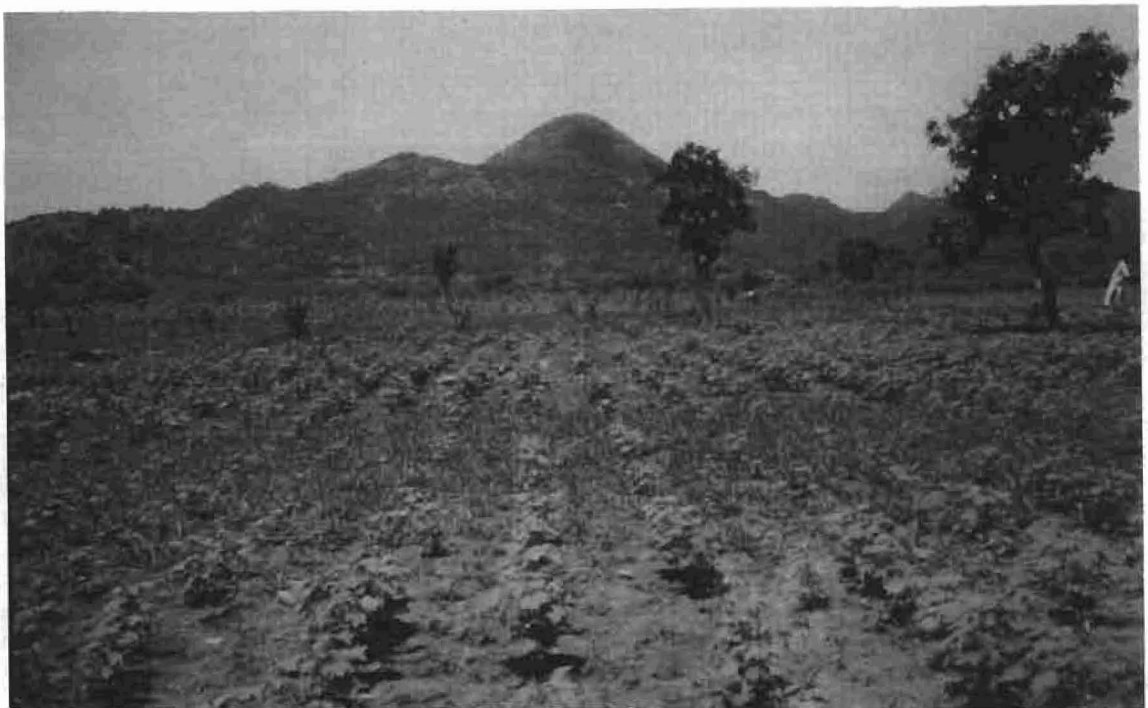


Photo 2 : Infestation de *Launaea chevalieri* en tache d'huile (T. LE BOURGEOIS)

La phase germinative d'*I. eriocarpa* n'est pas affectée par les travaux du sol, l'acmé de la germination intervient entre juillet et septembre au moment des pluies importantes.

Par contre la phase de levée de *L. chevalieri* présente des pics d'émergence après chaque intervention (sarclage, buttage). Ces pratiques culturales reviennent à sectionner la tige de la plante à la surface du sol, ce qui a pour effet d'éliminer la dominance apicale et de déclencher la croissance des bourgeons dormants, situés sous la surface du sol. Toute section de tige se traduit par l'entrée en activité de trois à cinq bourgeons souterrains, ce qui confère à cette espèce son extension en "tache d'huile" dans les parcelles (photo 2).

3.3. DE LA LEVEE A LA DISSEMINATION

L'analyse porte sur l'intervalle de temps entre les premières germinations et les premières fructifications observées. Cette durée apparaît liée à la durée de la phase germinative. Les groupes élaborés en fonction de la durée de la phase germinative se retrouvent inchangés quant à la durée du cycle de reproduction. Merlier (1972a) montre que les espèces à cycle reproductif court sont insensibles à la photopériode ce qui leur permet de se reproduire très rapidement à toute époque de l'année. Par contre les espèces dont la floraison est sensible à la photopériode présentent un cycle de reproduction d'autant plus long qu'elles commencent à germer précocement.

Les espèces à durée germinative courte se reproduisent très rapidement (3 à 7 semaines de la germination à la fructification), que ce soit en début de cycle avec *D. aegyptium* (4-6 semaines) ou *D. horizontalis* (3-7 semaines) ou en fin de cycle avec *O. corymbosa* (4-7 semaines) ou *S. hermonthica* (6-7 semaines). Pour les deux espèces de début de cycle, les pratiques culturales ne font que décaler l'apparition de la phase de reproduction sans raccourcir le cycle.

Parmi les espèces à durée germinative moyenne, *C. benghalensis* a un cycle de reproduction de longueur moyenne qui ne varie pas en fonction de la saison (de 6 à 8 semaines). Cette espèce apparaît non photosensible. Par contre *H. spicigera* a un cycle de reproduction variant de 20 semaines pour des germinations de fin juin à 4 semaines pour celles de début octobre. Cette espèce apparaît sensible à la photopériode, sa phase de reproduction (floraison, fructification) étant induite par le raccourcissement des jours en septembre.

Dans le groupe des espèces à durée germinative très longue *I. eriocarpa* est l'exemple type de l'espèce à photopériodisme positif (Merlier 1972a). Quel que soit l'itinéraire technique, la fructification intervient durant le mois d'octobre, précédée de 2 à 3 semaines de floraison. Aussi le cycle de reproduction varie de 20 semaines pour les germinations précoces de mai à 4 semaines pour les germinations tardives d'octobre.

Le cas de *L. chevalieri* est particulier dans la mesure où la levée ne correspond pas à une germination. La fructification intervient entre 4 et 10 semaines après la levée de façon insensible à la photopériode.

3.4 DUREE DE VEGETATION

La durée de végétation de l'espèce traduit sa capacité à se maintenir dans la parcelle au cours de la saison culturale. Quelles que soient les espèces, leur durée de végétation n'est jamais augmentée par les pratiques culturales d'entretien. Trois groupes sont identifiables en fonction de la végétation.

Le premier groupe concerne les espèces précoces, qui germent dès le début de la saison et disparaissent en octobre. *D. aegyptium* est caractéristique de ce groupe. Ces résultats concordent avec ceux de CCCE (1988) et Seghieri (1990) dans l'Extrême-nord du Cameroun et ceux de Merlier (1972a) au Sénégal au retard près de 2 mois de la saison des pluies au Sénégal par rapport au Cameroun.

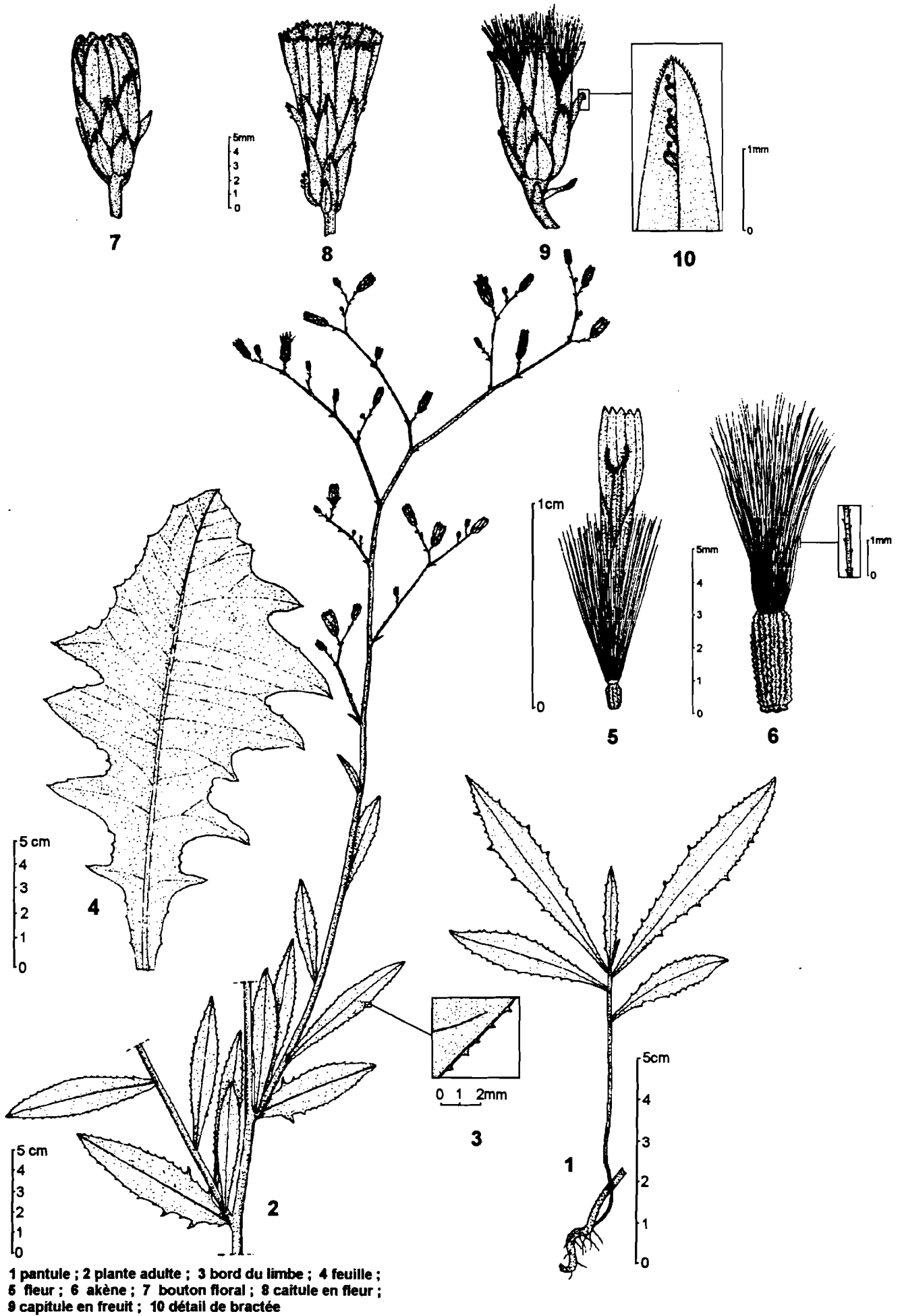
Le deuxième groupe concerne les espèces présentes pendant toute la durée du cycle cultural *C. benghalensis*, *D. horizontalis*, *I. eriocarpa*, *L. chevalieri* et *H. spicigera*.

Le troisième groupe est constitué par les espèces présentes en milieu et fin de cycle, de juillet à novembre *O. corymbosa* et *S. hermonthica* bien que cette dernière espèce cache sa présence pendant sa phase souterraine de croissance, de juin à juillet.

4. DISCUSSION

A travers l'analyse de la phénologie 8 espèces apparaissent la diversité des stratégies de développement des mauvaises herbes qui leur confère une certaine capacité d'adaptation et d'extension dépendantes des conditions écologiques de l'environnement agricole comme le climat et les pratiques culturales parmi lesquelles le travail du sol tient une place majeure. Ces stratégies relèvent de la combinaison de différents attributs propres à chaque espèce : le type biologique, la variabilité de la dormance, l'époque et la durée d'installation de l'espèce (germination ou reprise de croissance), la durée du cycle de reproduction et la durée de la végétation.

La lutte contre les mauvaises herbes consiste à empêcher le renouvellement en propagules (graines ou organes végétatifs) dans le sol, empêcher la dispersion des



1 pantule ; 2 plante adulte ; 3 bord du limbe ; 4 feuille ;
 5 fleur ; 6 akène ; 7 bouton floral ; 8 caitule en fleur ;
 9 capitule en fruit ; 10 détail de bractée

Figure 57 : *Launaea chevalieri* (Kamga & Le Bourgeois)

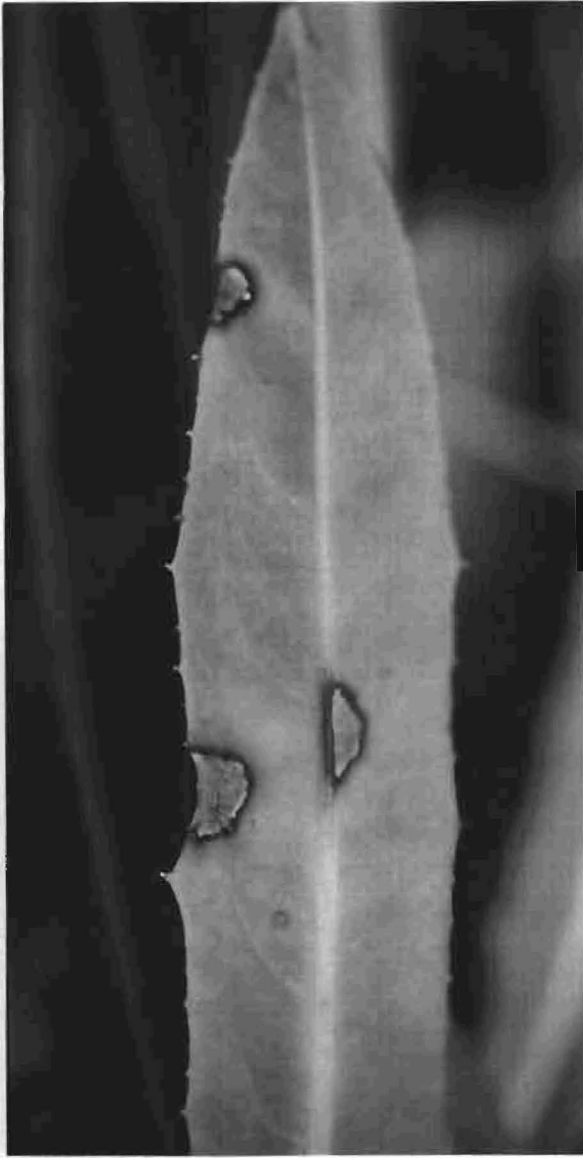


Photo 3 : Premiers symptômes de *Septoria* sp. sur *Launaea chevalieri* (T. LE BOURGEOIS)



Photo 4 : Symptômes étendus de *Septoria* sp. sur *Launaea chevalieri* (T. LE BOURGEOIS)

propagules et empêcher la compétition pour les ressources. La prise en compte de la phénologie des espèces permet d'adapter les techniques de lutte en conséquence.

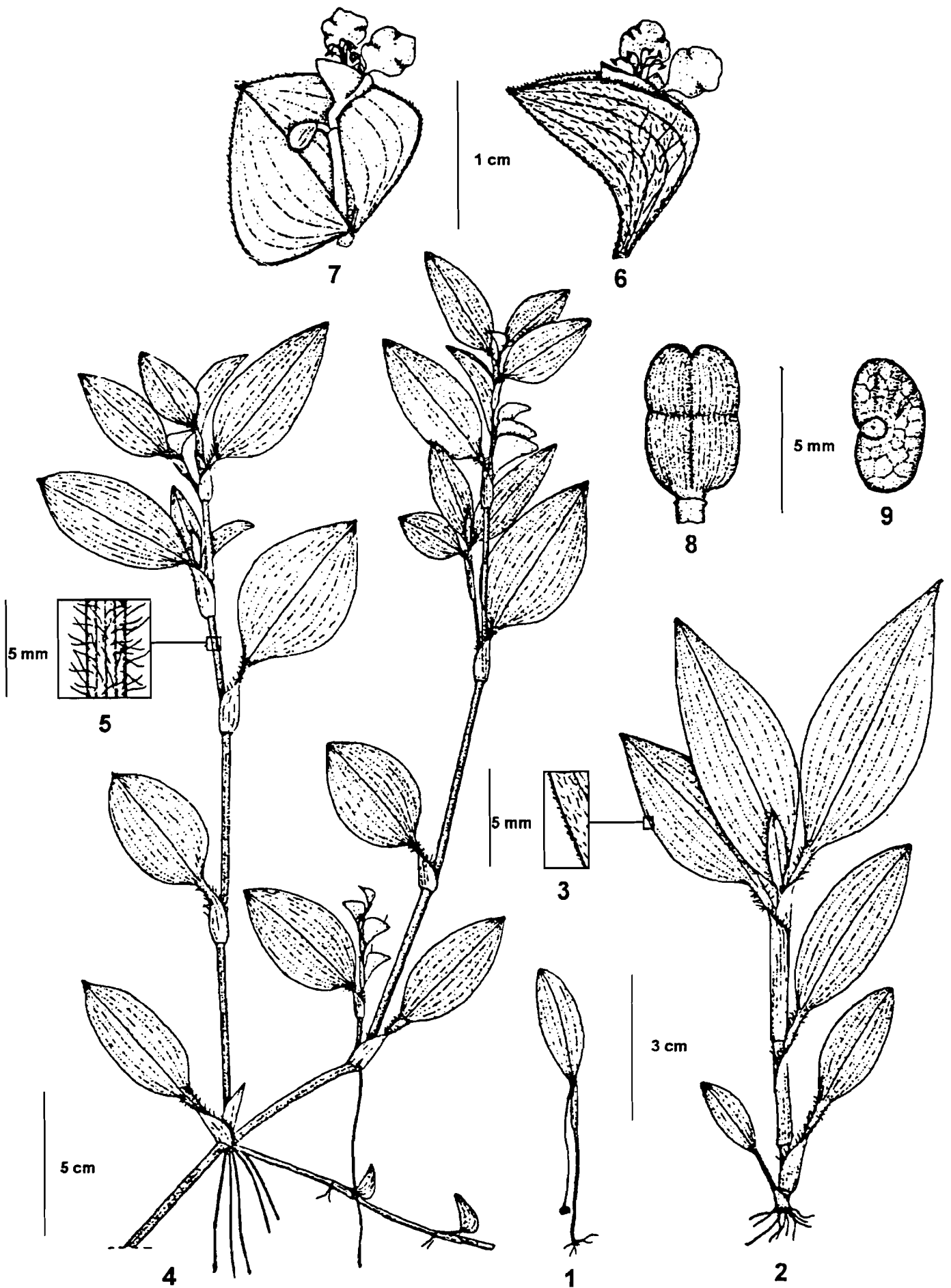
Les espèces à germination précoce de courte durée et à cycle reproducteur court (*Dactyloctenium aegyptium*, *Digitaria horizontalis*) doivent être sarclées très rapidement pour éviter la production de graines. Les herbicides de pré-levée protégeront efficacement la culture.

Dans le cas des espèces à germination étalée dans le temps (*Hyptis spicigera*, *Ipomoea eriocarpa*) les pratiques d'entretien de début de cycle ou les herbicides de pré-levée ne font que protéger temporairement la culture mais n'empêchent pas la reproduction de l'espèce qui intervient en fin de cycle.

Les espèces à cycle court mais d'apparition tardive (*Oldenlandia corymbosa*, *Striga hermonthica*) nécessitent des sarclages de fin de cycle plutôt pour éviter l'augmentation du stock semencier de la parcelle que pour protéger la culture en place.

Les espèces vivaces à multiplication végétative importante comme *Launaea chevalieri* (figure 57) sont beaucoup plus difficiles à éliminer dans la mesure où la profondeur du pivot (plusieurs dizaines de centimètres) empêche toute possibilité d'extraction et chaque section du pivot (par les sarclages) induit l'entrée en activité de nouveaux bourgeons sous-jacents et la propagation de l'individu. Etant donné le développement en taches de cette espèce, l'utilisation d'herbicide systémique en applications dirigées représente un moyen de lutte efficace. Des travaux de ce type sont en cours à Garoua. Pour cette espèce, un moyen naturel de régulation de fortes populations a été observé en 1992 et 1993, dans la région d'Hamakoussou à l'ouest de Garoua. Il s'agit d'une maladie fongique appartenant au groupe des *Septoria* (en cours de détermination). Les premiers symptômes apparaissent en août sur les feuilles sous la forme de taches nécrotiques, présentant des cercles concentriques de picnides (photo 3). Ces taches se développent ensuite sur la tige. Il s'en suit un dessèchement complet de la plante en septembre (photo 4). L'impact de cette maladie sur la population de *L. chevalieri* n'a pas été quantifié, mais cette voie de régulation naturelle est intéressante.

La germination de certaines espèces est apparue très favorisée par le travail du sol. L'espèce réagissant le plus à cet effet est *Commelina benghalensis*. Ce processus de déclenchement de phases de germinations par les travaux du sols a d'importantes conséquences sur la lutte contre cette espèce. En effet chaque intervention élimine les individus déjà levés mais provoque un nouveau pic de germinations massives pendant 4 à 5 semaines, source d'un enherbement important.



1 plantule ; 2 plante jeune ; 3 marge du limbe ; 4 plante adulte ;
 5 pilosite de la tige ; 6 spathe fermée ; 7 spathe ouverte et fleur ; 8
 fruit face dorsale ; 9 graine de la loge ventrale .

Figure 58 : *Commelina benghalensis* (Kamga & Le Bourgeois)

| DATES | ITINERAIRE 1 "FAUX SEMIS" | ITINERAIRE 2 "NON LABOUR" | ITINERAIRE 3 "STANDARD" |
|-----------|---|---|---|
| J-21 | Labour (Lb1) | | |
| J-5 | Herbicide total* | Herbicide total* | Herbicide total* Labour (Lb3) |
| J (14/06) | Semis Engrais NPK (200Kg) Herbicide prélevée** | Semis Engrais NPK (200Kg) Herbicide prélevée** | Semis Engrais NPK (200Kg) Herbicide prélevée** |
| J+50 | Sarclage Urée (50Kg) Buttage | Sarclage Urée (50Kg) Buttage | Sarclage Urée (50Kg) Buttage |

* Herbicide total = paraquat (800g/ha)

** Herbicide de pré-levée = dipropétrine + métolachlor (640 + 960 g/ha)

Tableau 23 : Itinéraires techniques expérimentés

Nous avons vu dans le chapitre précédent que *C. benghalensis* (figure 58) était une des principales mauvaises herbes du Nord-Cameroun. Elle est particulièrement abondante dans le sud de la zone, région à forte pluviométrie, et plus particulièrement dans les parcelles de culture intensive où les labours, les fortes fumures et l'utilisation d'herbicides de pré-levée du cotonnier inefficaces contre cette espèce ont favorisé sa prolifération.

Dans cette situation, deux solutions paraissent envisageables pour limiter l'infestation par *Commelina benghalensis* en culture cotonnière. La première consiste à labourer la parcelle dès les premières pluies (début mai) pour provoquer une germination massive de *C. benghalensis* jusqu'au semis du cotonnier qui a lieu généralement autour du 15 juin. Au moment du semis, les levées de *C. benghalensis* sont éliminées par un herbicide de post-levée, après le semis un herbicide de pré-levée standard est appliqué pour éviter la levée des autres adventices. Au semis il n'y a pas de travail du sol. La phase de germination massive étant passée, la parcelle devrait rester à peu près propre jusqu'au buttage, période à laquelle le cotonnier est suffisamment développé pour ne plus être concurrencé par *Commelina benghalensis*. Cette technique est appelée technique du "faux semis". La deuxième consiste à effectuer un semis direct, sans travail du sol avec élimination de la végétation présente par un herbicide total avant le semis. Cette technique permet d'éviter une germination massive en début de cycle cultural.

Cette étude décrite en détail dans Le Bourgeois 1992, sera présentée succinctement ci après.

LUTTE INTEGREE CONTRE *C. BENGHALENSIS*

L'expérimentation mise en oeuvre a pour but de comparer l'effet de différents itinéraires techniques de préparation du sol pour la culture cotonnière, sur la germination et le développement de *Commelina benghalensis*.

Le tableau 23 présente les trois itinéraires techniques expérimentés :

Les observations sur le développement de *C. benghalensis* comprennent :

- * le dénombrement des individus
- * le recouvrement en % de la population
- * la hauteur moyenne de la population

L'analyse des résultats a porté sur l'évolution des peuplements de *C. benghalensis* au cours de la culture en fonction des différents itinéraires culturaux.

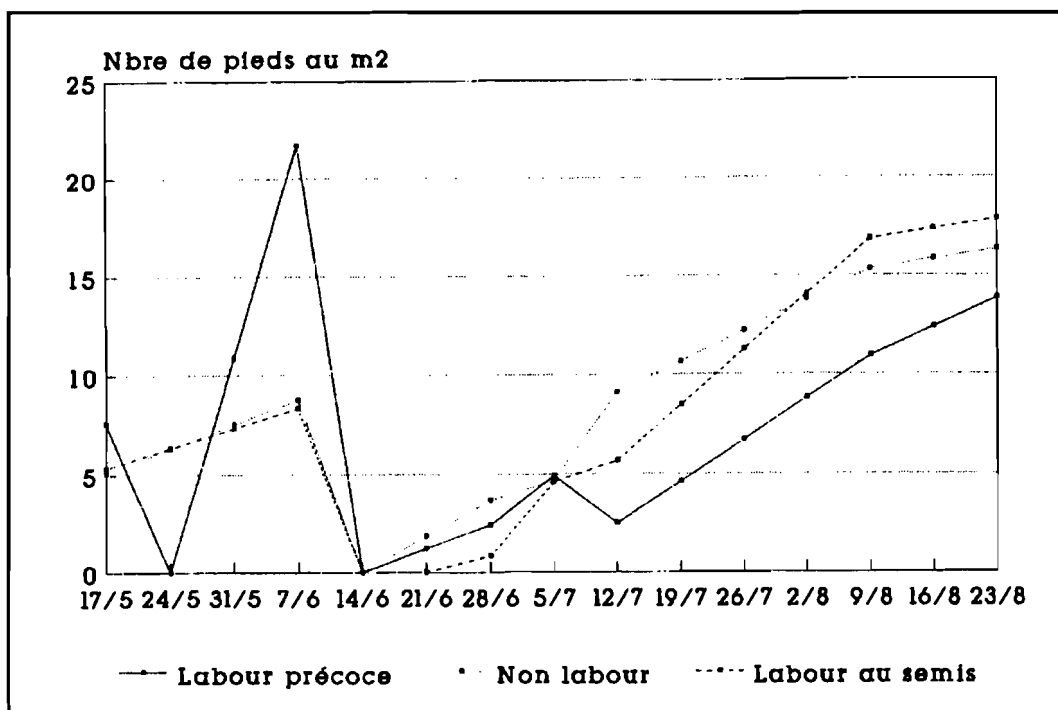


Figure 59 : Densité de *C. benghalensis*

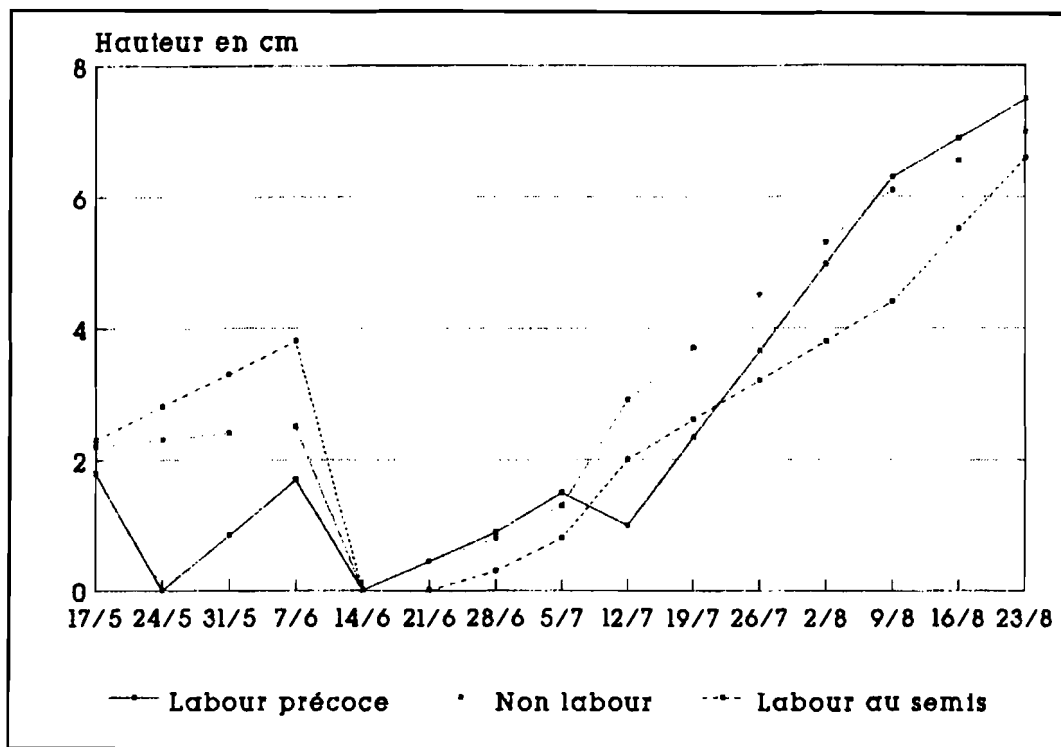


Figure 60 : Hauteur de *C. benghalensis*

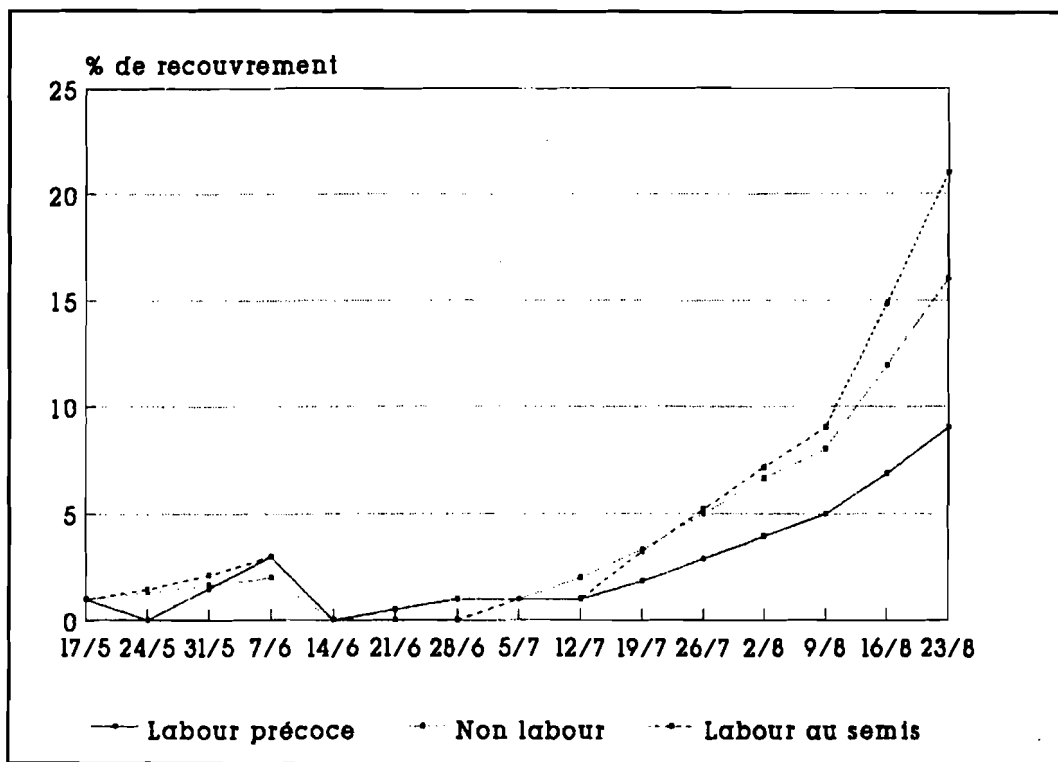


Figure 61 : Recouvrement de *C. benghalensis*

La densité

L'analyse de la densité (figure 59) montre que le labour précoce (Lb1) provoque un pic de germination massive, *C. benghalensis* bénéficie à ce moment là d'une bonne pluviométrie.

Après le semis, les nouvelles germinations sont apparaissent lentement même dans l'itinéraire 3 qui vient d'être labouré (Lb3). Ceci est dû à un déficit pluviométrique durant les 20 jours qui ont suivi le semis.

La densité évolue régulièrement pour les trois itinéraires, mais de façon nettement plus faible dans le cas du labour précoce. Le non labour a une évolution de densité semblable au labour standard.

La hauteur

La figure 60 présente l'évolution de la hauteur de la population selon chaque itinéraire. La hauteur moyenne de ces populations évolue de la même façon quel que soit l'itinéraire.

Le recouvrement

Le niveau de recouvrement (figure 61) ne se différencie d'un itinéraire à l'autre que 35 jours après le semis. A partir de cette date (19/7) les parcelles non labourées ou labourées lors du semis ont un recouvrement supérieur à celui des parcelles labourées précocement. A la dernière observation, juste avant le buttage, l'itinéraire "faux semis" a le recouvrement le plus faible 9%, le non labour est à 15% et le labour standard à 22%.

En début de cycle, le pic de densité observé pour le "faux semis" ne se traduit pas au niveau du recouvrement car à ce moment là les plantules ont un recouvrement faible.

Lors de cet essai, les effets des différents itinéraires culturels sur la germination et le développement de *Commelina benghalensis* n'ont pas été très marqués. L'irrégularité des pluies et surtout le déficit en pluie juste après le labour standard (Lb3) et le semis ont joué un rôle important. De plus l'infestation globale de la parcelle d'essai s'est avérée insuffisante et peu homogène. Les écarts types calculés avec les moyennes sont parfois aussi grands que les moyennes elles-mêmes. Pourtant le phénomène de germination massive après le premier labour apparaît très nettement. Par la suite, après le semis, la recolonisation par *C. benghalensis* est la plus lente dans le cas du labour précoce.

L'effet du non labour semble peu marqué contrairement à ce qui avait été observé en milieu réel, de plus il se traduit par un effet dépressif sur la culture.

Le labour précoce ou "faux semis" apparaît comme la méthode la plus appropriée pour limiter notablement le développement de *Commelina benghalensis* dans la culture cotonnière. Il allie l'effet agronomique favorable du labour pour la culture et le déclenchement d'une phase

de germination massive avant le semis. Ceci a l'avantage de réduire le stock semencier de *C. benghalensis* présent dans le sol, ce qui n'est pas le cas dans l'itinéraire sans labour. Le labour précoce permet la levée et la croissance du cotonnier à un moment où la germination de *C. benghalensis* est redevenue faible d'où une préséance de la culture par rapport à l'adventice. De plus cette méthode permet de supprimer le premier sarclage.

Cette expérimentation riche d'informations malgré certains facteurs défavorables (pluviométrie, choix de la parcelle) devra être reprise en grande parcelle dans des conditions de très forte infestation pour confirmer la validité de cet itinéraire technique.

La connaissance de l'écologie de *Commelina benghalensis*, des facteurs agronomiques sélectionnant et favorisant le développement de cette espèce et des facteurs cultureux agissant sur son cycle de développement, plus particulièrement sur le déclenchement de sa germination ont permis d'élaborer un système de lutte intégrée contre cette espèce dans lequel sont associés le travail du sol selon un calendrier approprié et la lutte chimique raisonnée.

CHAPITRE 4

DISCUSSION GENERALE

Les connaissances acquises à travers cette étude, sur les espèces, leurs regroupements en communautés en fonction des conditions agro-écologiques rencontrées au Nord-Cameroun ont permis d'établir une zonation de cette région mettant en évidence les principaux groupes de mauvaises herbes représentatifs de l'interaction des facteurs pédo-climatiques et agronomiques. Cette zonation est la suivante :

► **La haute vallée de la Bénoué** est située à une altitude supérieure à 400m, reçoit une pluviométrie supérieure à 1300 mm. Les sols utilisés en agriculture sont des sols ferrugineux peu dégradés. Cette région présente deux faciès :

Le premier faciès concerne les régions aménagées récemment (Madingrin, Sorombéo) où l'on rencontre des parcelles nouvellement défrichées, cultivées à la main, sans gros apports d'intrants (faible fumure et pas d'herbicide). Ces parcelles sont caractérisées par la présence de *Biophytum umbraculum*, *Cassia mimosoides*, *Sporobolus festivus*, *Siphonochilus aetiopicus*, *Curculigo pilosa*.

Le deuxième faciès correspond aux régions d'installation ancienne (Tcholliré, Ndock, Touboro) où les parcelles sont cultivées depuis plus de 10 ans voire plus de 20 ans de façon très intensive. Le travail du sol est mécanisé, l'utilisation de l'engrais à fortes doses est généralisée et les herbicides de pré-levée fréquemment employés. Les cultures majeures de cette région sont le cotonnier et le maïs. La flore caractéristique est dominée par *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Tridax procumbens* et localement par *Rottboellia cochinchinensis*, avec comme principales espèces compagnes *Euphorbia hirta*, *Celosia trigyna*, *Ageratum conyzoides*, *Vernonia* spp., et en fin de cycle *Mitracarpus villosus* et *Oldenlandia corymbosa*.

► **La région de Poli** avec des composantes pédo-climatiques similaires présente une agriculture intensive où l'utilisation des herbicides est beaucoup moins importante. Aussi la flore est semblable à celle précédemment décrite, mais présente des dominances moins marquées de la part des espèces majeures.

► **La région de Bocki**, au sud de Garoua, est une vaste plaine sur planosols molliques, où l'importance des pluies (1200 mm) se conjugue à la texture fine de ces sols, pour permettre une culture à fort rendement. Cette région dont l'aménagement est récent (moins de 10 ans) présente une agriculture intensive sans utilisation d'herbicide, dont la flore de base est dominée par les espèces nitrophiles de milieu humide : *Hyptis spicigera*, *Rottboellia cochinchinensis*, *Tridax procumbens*, *Echinochloa colona*, *Amaranthus spinosus*, *Alysicarpus rugosus*, *Nelsonia canescens*.

► **Le bassin de Garoua**, dont le climat est de type soudano-sahélien (900 à 1100 mm), présente une agriculture diversifiée dont le degré d'intensification est très variable et fonction de l'état de dégradation des sols. L'espèce caractéristique de cette

région est *Cleome viscosa* accompagnée de *Ipomoea eriocarpa*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Commelina forskalaei*, *Leucas martinicensis* et des principales espèces de sols ferrugineux de parcelles âgées : *Commelina benghalensis*, *Digitaria horizontalis*, *Celosia trigyna*, *Euphorbia hirta*, *Corchorus tridens*, *Oldenlandia corymbosa*, *Mitracarpus villosus*...

Les parcelles sur sol très dégradé, à horizon superficiel sableux, voient proliférer un groupe de petites *Cyperaceae* telles que *Cyperus amabilis*, *Mariscus squarrosus*, *Kyllinga squamulata*, *Fimbristylis hispidula* et de quelques autres espèces caractéristiques de ces sols "fatigués" telles que *Walteria indica*, *Merremia pinnata*, *Spermacoce radiata* avec en fin de cycle *Striga hermonthica*, *Commelina subulata* et *Cyanotis lanata*.

► **Les bassins sur vertisol** de la région d'Hamakoussou et de Guider. L'agriculture est intensive, sans utilisation d'herbicides. La nature argileuse du sol sélectionne une flore très caractéristique dominée par *Launaea chevalieri*, *Merremia emarginata*, *Celosia argentea*, *Euphorbia forskalii*, *Phyllanthus maderaspatensis*, *Commelina forskalaei* et *Ipomoea eriocarpa*.

► **Les plateaux de Bdjengo, Soucoundou et Bidzar** au nord de Garoua, sur sol fersiallitique. Le taux d'argile important de ces sols rapproche la flore de celle rencontrée sur vertisol par la présence de *Launaea chevalieri*, *Euphorbia forskalii*, *Commelina forskalaei*, *Acalypha crenata*. Mais la diminution de la pluviométrie induit une agriculture peu intensive (réduction des doses d'engrais, jamais d'herbicides, travail manuel fréquent). Ceci se traduit par l'apparition d'espèces à tendance sahéliennes telles que *Cassia obtusifolia*, *Crotalaria senegalensis*, *Aristida adscensionis*, *Thelepogon elegans*, *Achyranthes aspera*, *Brachiaria lata*, *Peristrophe bicaliculata*. *Striga hermonthica* devient très abondant.

► **Les plaines alluviales de l'Extrême-nord**, (Kaélé, Mokong, Mora). Le climat sec (600 à 800 mm) conditionne généralement une agriculture peu intensive voire tout à fait traditionnelle sans intrants et parfois sans travail du sol avant le semis. La texture du sol et la présence ou non d'une nappe phréatique proche conditionnent la présence d'espèces xérophiles comme *Cassia obtusifolia*, *Aristida* spp., *Chloris prieri*, *Tribulus terrestris*, *Citrullus lanatus* ou plus hygrophiles que l'on rencontre communément dans la région de Garoua. Dans toute cette région *Striga hermonthica* est omniprésent dans les parcelles de sorgho.

► **Le cordon dunaire de Bogo** marque la limite septentrionale de la culture du cotonnier. Ces sols, argileux en profondeur mais très sableux en surface, sont particulièrement secs en haut de pente mais peuvent être hydromorphes en bas de pente. La rigueur du climat et la pauvreté des sols ne permettent qu'une culture

traditionnelle. Le semis direct (sans labour) est très souvent pratiqué. La flore adventice est caractérisée par *Tribulus terrestris*, *Ipomoea coptica*, *Brachiaria villosa*, *Zornia glochidiata*, *Citrullus lanatus*, *Striga hermonthica*, *Cassia obtusifolia*, *Digitaria argillacea* et dans les bas fonds plus humides *Dactyloctenium aegyptium*, *Cyperus rotundus* *Spermacoce stachydea*, *Eragrostis pilosa*, *Digitaria horizontalis*, *Commelina benghalensis*.

Cette zonation montre que les méthodes de lutte contre les mauvaises herbes ne peuvent être uniformisées, mais doivent être raisonnées en fonction de la flore dominante de chaque zone agro-écologique (Le Bourgeois *et al.* 1992). De plus, au niveau de la parcelle, ces méthodes doivent tenir compte des composantes biologiques et phénologiques des principales espèces.

La présence d'espèces à préférence soudanienne dans la partie septentrionale, montre que le gradient climatique est compensé localement par un pédo-climat humide, lié à la présence d'argiles et d'une nappe phréatique peu profonde. Les agriculteurs des plaines de l'Extrême-nord (Arabes showa, foubés, Toupouri...) ont une connaissance très fine de ces pédo-climats et choisissent les variétés de sorghos en fonction de chaque situation (Seignobos 1993).

La connaissance des sols pour les agriculteurs passe également par la connaissance des mauvaises herbes. A l'occasion de séances de formation et de discussion avec les agriculteurs de trois villages situés autour de Garoua, j'ai été amené à comparer leurs connaissances empiriques des mauvaises herbes, acquises par l'expérience de la confrontation directe avec celles ci et par les traditions transmises entre générations, aux connaissances obtenues par l'analyse des données d'une étude scientifique rapide.

Ces villages, Naari dans la plaine de Bocki, Wuro labbo à 25 km au sud de Garoua et Badjouma au nord de Garoua sont peuplés d'un noyau foubé auquel se sont ajoutés différents groupes ethniques venus de la région de Kaélé (Toupouri, Moundang), des monts Mandara (Matacam, Mafa, Mofou) ou de la région de Guider (Guiziga, Guidar) lors des migrations liées au récent aménagement de la vallée de la Bénoué par la M.E.A.V.S.B.¹³. Ces séances avaient lieu la nuit avec l'ensemble du village, et consistaient en discussions sur différentes mauvaises herbes à partir d'une projection de diapositives.

¹³ M.E.A.V.S.B. : Mission d'Etude et d'Aménagement de la Vallée Supérieure de la Bénoué.

La connaissance des mauvaises herbes par les agriculteurs, tant les hommes que les femmes et les enfants particulièrement concernés par les sarclages comprend plusieurs degrés :

- la reconnaissance et la terminologie
- l'écologie
- la biologie
- la saisonnalité
- la dynamique d'infestation
- l'utilisation

La précision de la **reconnaissance** et de la **terminologie** est fonction de l'importance de l'espèce d'un point de vue agronomique, écologique ou quant à son utilisation. Si la reconnaissance des espèces au stade adulte est fiable, par contre les imprécisions deviennent très importantes au stade plantule notamment avec les *Poaceae*, les *Cyperaceae* souvent rassemblées sous le terme générique de "ngoye" en foulfouldé (langue foubé) ou entre *Commelina benghalensis* et *C. forskalaei* qui portent le même nom de "ouporloa" en foulfouldé ou "mbere mbere" en mofou avec seulement la distinction de "femelle" pour *C. benghalensis* et de "mâle" pour *C. forskalaei*. La terminologie vernaculaire fait parfois appel à la similitude morphologique entre différentes espèces et rejoint la systématique linnéenne comme pour *Cleome viscosa* appelé en foulfouldé "scor warba" (la belle mère de "worbao"), "worbao" étant *Cleome gynandra*. Mais cette terminologie ne peut être utilisée de façon fiable car elle est sujette à variations régionales et à confusions ; une même espèce comme *Pennisetum pedicellatum* porte plusieurs noms en foulfouldé "wulo unde" ou "witcho wando".

L'**écologie** des espèces est bien connue et souvent utilisée pour caractériser les sols (fertilité, humidité, taux d'argile ou de sable). Ainsi à Naari ou à Wuro labbo on recherche dans la savane les stations à *Pennisetum polystachion* qui indique les sols fertiles argileux favorables à la culture du maïs, alors que *P. pedicellatum* est un indicateur de sol sableux appauvri. De même, la présence de *C. benghalensis*, *Tridax procumbens*, *Rootboellia cochinchinensis*, *Hyptis spicigera*, est un critère de sol fertile, tandis que celle de *C. forskalaei*, *Eragrostis tremula*, *Fimbristylis hispidula* est un critère de sol dégradé sableux et pauvre. D'après les agriculteurs, les premières infestations de *C. benghalensis* débutent au pied des grands arbres tels que *Faidherbia albida* ou *Tamarindus indica*, puis se propagent dans la parcelle. Ce phénomène a été observé au Tchad (Le Bourgeois 1991) dans la région de Bébédjia sur sol ferrallitique dégradé. Les champs étaient infestés par *C. forskalaei* tandis que *C. benghalensis* se trouvait uniquement à l'aplomb de la couronne des arbres et plus particulièrement des légumineuses. Cette circonscription de *C. benghalensis* à l'aplomb des arbres tiens vraisemblablement à une zone de plus grande fertilité due à la libération d'azote au niveau de la rhizosphère de ces arbres ou à l'enrichissement du sol par la litière foliaire. L'apparition de *F. hispidula* est utilisé par certains agriculteurs comme critère de seuil inférieur de fertilité d'un sol qui nécessite la mise en jachère de la parcelle. La présence d'*Imperata cylindrica* indique la présence d'une nappe perchée.

La progression d'infestation des principales espèces au cours des années de culture est bien perçue. Tous les agriculteurs s'accordent sur le fait que *C. benghalensis* apparaît après 2 à 3 ans de culture, qu'il devient une contrainte agronomique à partir de 5 ans et un problème important après 10 ans de cultures successives. *Striga hermonthica* apparaît après 2 ans de cultures de sorgho dans les sols sableux ou après 5 ans de culture dans les sols argileux. De même, la saisonnalité des espèces en cours de cycle cultural est connue précisément. *Dactyloctenium aegyptium* est une espèce de début de cycle tandis que *Oldenlandia corymbosa*, *Mitracarpus villosus*, *Striga hermonthica* apparaissent en fin de cycle.

L'utilisation des "mauvaises herbes" à des fins culinaires (*Corchorus* spp., *Cassia obtusifolia*, *Solanum nigrum*, *Amaranthus* spp., *Ceratotheca sesamoides*...), médicinales (*Chrysanthellum americanum*, *Hyptis spicigera*...) et rituelles ou de construction (*Sesbania pachycarpa*, *Andropogon* spp....) est très importante et très variée. L'une d'entre elle touche directement à l'agriculture. Il s'agit de l'utilisation à Badjouma de *Cleome viscosa* comme plante de couverture limitant le développement des mauvaises herbes dans les cultures maraîchères mises en place sur les vertisols après la décrue (novembre). Les graines de cette espèce, récoltées en septembre et octobre sur des parcelles exondées, sont semées au moment du repiquage des cultures maraîchères (tomates, poivrons...).

Les conditions de réussite du sarclage de certaines espèces sont précises. Par exemple, le sarclage de *Rottboellia cochinchinensis* doit être réalisé dans les 8 jours qui suivent sa levée sans quoi le travail devient très difficile. Par contre le rôle de certains éléments de l'itinéraire technique qui contribuent à l'intensification des cultures n'est pas bien perçu vis-à-vis de l'enherbement. C'est notamment le cas de l'antagonisme entre l'utilisation d'un herbicide de pré-levée et un sarclage précoce qui en bouleversant la surface herbicidée du sol annihile l'effet rémanent de l'herbicide.

D'autre part certains aspects de la biologie des espèces sont souvent peu observés surtout lorsqu'ils concernent des organes souterrains. Par exemple, l'existence de tiges et de fleurs produisant des graines souterraines chez *C. benghalensis* était parfaitement inconnue, alors que cela a une grande importance pour l'efficacité des sarclages qui doivent éliminer non seulement la partie aérienne de la plante mais également sa partie souterraine susceptible de produire des graines. De la même façon la phase de développement souterrain de *Striga hermonthica* n'est pas perçue comme la période la plus dommageable à la culture.

Ces discussions ont montré la connaissance aiguë des agriculteurs sur les espèces et plus particulièrement leur écologie. Ces connaissances acquises par empirisme au cours de nombreuses années d'expérience, vont dans le même sens et ont confirmé les résultats obtenus par l'étude des enherbements. Par contre il est apparu un manque de perception de certains phénomènes liés à la biologie des espèces et aux nouvelles pratiques culturales d'intensification des cultures encore insuffisamment maîtrisées quant à la diversité de leurs effets sur la flore, ce qui concourt à la sélection rapide de flores particulièrement infestantes.

CONCLUSION

L'étude des mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun montre l'importance agronomique majeure de *Commelina benghalensis* dans la région. Le degré d'infestation de cette espèce est d'autant plus élevé que le système de culture est intensif. Cette espèce nitrophile bénéficie des forts apports d'engrais, et son développement végétatif est favorisé par les labours profonds, de plus, elle est tolérante aux herbicides de pré-levée du cotonnier (dipropétrine, métolachlor). Son cycle de développement s'est avéré particulièrement adapté à l'itinéraire technique préconisé en culture cotonnière, ce qui a eut pour effet d'accélérer sa prolifération, plus particulièrement dans la partie méridionale de la région d'étude. Ces connaissances permettent d'envisager de nouvelles méthodes de lutte intégrée contre cette espèce en réaménageant certaines étapes de l'itinéraire technique, notamment en labourant précocement. A l'opposé, *Striga hermonthica* est la mauvaise herbe la plus nuisible des céréales notamment en culture traditionnelle de zone sèche (province de l'Extrême-Nord) sur sol dégradé, mais les préconisations de lutte contre cette espèce (par amélioration de la fertilité du sol, arrachage en fin de cycle cultural avant la dissémination, pour réduire le stock semencier du sol (Doggett 1965, Ogborn 1970, Ramaiah & Parker 1982) se heurtent au problème de la non propriété du foncier par les agriculteurs. Ceux-ci ne peuvent s'investir financièrement, ni physiquement dans un travail dont les bénéfices ne seront perceptibles qu'à long terme (10-15 ans) sans être assuré d'en bénéficier, faute d'être propriétaire de la parcelle. Les recherches sur les céréales tolérantes, les cultures associées ou les rotations avec des faux hôtes peuvent apporter des éléments de réponse à la lutte contre cette espèce (Doggett 1965, Robinson & Dowler 1966, Khade 1982, Parkinson *et al.* 1987).

Ces résultats ont permis de définir huit secteurs tenant compte des différentes combinaisons de climat, de sol et d'agriculture rencontrées dans la région cotonnière du Cameroun, ainsi que leur flore de base. Le tableau 24 synthétise les conditions de développement et les caractéristiques écologiques et agronomiques de 36 espèces, considérées à partir de leur fréquence et/ou de leur abondance comme les principales mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun.

Cette étude a montré la grande complémentarité d'une approche floristique qualitative et quantitative et d'une approche phyto-écologique à l'aide de l'ACPVI. L'approche floristique permet de caractériser la flore et d'appréhender l'amplitude d'habitat et l'importance agronomique des espèces de la région à partir de quelques diagrammes. Ainsi les principales contraintes agronomiques de la région dues aux mauvaises herbes sont rapidement mises en évidence. A partir de cette situation, l'analyse phyto-écologique par ACPVI successives permet de décomposer l'effet des principaux facteurs pédo-climatiques et agronomiques sur la distribution et le degré d'infestation des espèces. Ainsi il devient possible de répondre aux questions :

- Quels sont les problèmes de mauvaises herbes ?
- Dans quelles conditions se rencontrent-ils ?
- Quelle est leur évolution dans le temps ?

| AMPLITUDE ECOLOGIQUE | ESPECE | INFESTATION | REGIONALITE | SAISONNALITE | SOL "PE" | AGE "DF" | TECHNIQUES CULTURALES |
|----------------------|------------------------------------|-------------|-------------|--------------|-----------|----------|-----------------------------|
| "INDIFFERENTES" | <i>Ipomoea eriocarpa</i> | G2 | NC | DMF | 3.1 | 3.4.5 | TE2.3 FM1.2 HE1 AD1 |
| | <i>Digitaria horizontalis</i> | G1 | NCS | DMF | 1.4.6 | 5.4.3 | TE3 FM2.3 HE2 AD3.4 |
| | <i>Commelina benghalensis</i> | G1 | NCS | DMF | 1.2.7.4.6 | 5.4.3 | TE3 FM2.3 HE2 AD3.4 DC2 |
| | <i>Leucas martinicensis</i> | G1 | NCS | DMF | 7.8.1.5.2 | 5.4.3 | TE3 FM2.3 HE2 AD3.4 DC2 |
| | <i>Pennisetum pedicellatum</i> | G1 | NCS | DMF | 2.3.5.2.7 | 2.3 | TE1.2 FM1 HE1 AD1 DC1 |
| TRES LARGE | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> | G2 | NCS | DM | 4.6.1.7.8 | 3.4 | TE2.3 FM2 HE1 AD1.2 |
| | <i>Corchorus tridens</i> | G6 | NCS | DMF | 1.2.7.8 | 4.3.5 | TE2 FM2 HE1 AD1.2 |
| | <i>Tridax procumbens</i> | G2 | CS | DMF | 5.2.1 | 5.4.3 | TE3 FM3.4 HE2 AD3.4 DC3 |
| | <i>Spermacoce stachydea</i> | G7 | NC | DMF | 7.8.4.6.1 | 3.4 | TE2 FM1 HE1 AD1 |
| | <i>Mitracarpus villosus</i> | G7 | NCS | DMF | 1.7.8.4.6 | 4.3 | TE2.3 FM2 HE2 AD2 DC2 |
| | <i>Anilema lanceolatum</i> | G7 | NCS | DM | 1 | 1.2.3 | TE2 FM1 HE1 AD1 |
| LARGE | <i>Cassia obtusifolia</i> | G7 | NC | DMF | 5.4.6.7.3 | 4.3 | TE1.2 FM1 HE1 AD1 |
| | <i>Kyllinga squamulata</i> | G7 | NCS | MF | 1.7.8.4.6 | 5.4.3 | TE2.3 FM2.3 HE2 AD3.4 DC2.3 |
| | <i>Euphorbia hirta</i> | G7 | CS | DF | 1.5 | 5.4.3 | TE3 FM2.3 HE2 AD3.4 DC2.3 |
| | <i>Commelina forskalaei</i> | G3 | NC | DMF | 3.5.7.8 | 5.4.3 | TE3 FM1.2 HE1 AD1 |
| | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> | G4 | CS | DMF | 1.2 | 5.4 | TE3 FM2.3 HE2 AD2.3 DC2.3 |
| | <i>Eragrostis ciliaris</i> | G7 | NCS | F | 1.7.8.4.6 | 3 | TE2 FM1.2 HE1 AD1.2 |
| | <i>Hyptis spicigera</i> | G4 | CS | DMF | 2.7.8.3 | 3 | TE2.3 FM2 HE1.2 AD1.2 DC2 |
| | <i>Mollugo nudicaulis</i> | G7 | NCS | DM | 2.7.8 | 4.3 | TE2.3 FM2 HE1.2 AD 1.3 DC2 |
| | <i>Fimbristylis hispidula</i> | G7 | NCS | DM | 5.1.7.8 | 5.4 | TE2.3 FM1.2 HE1.2 AD1.3 |
| MOYENNE | <i>Cyperus rotundus</i> | G7 | NS | DM | 4.6 | 3.4 | TE2.3 FM1 HE1 |
| | <i>Oldenlandia corymbosa</i> | G7 | S | F | 1.2 | 4.3 | TE3 FM2 HE1 AD1 |
| | <i>Commelina subulata</i> | G4 | NC | MF | 7.8.4.6.1 | 4.5 | TE2.3 FM1 HE1 AD1 |
| | <i>Cucumis melo</i> | G7 | CS | DM | 1 | 3 | TE2.3 FM2 HE1 AD1 |
| | <i>Acalypha segetalis</i> | G7 | NC | DM | 3.7.8 | 3 | TE3 FM2 HE1 |
| | <i>Stylochiton sp.</i> | G7 | S | DMF | 2 | 1.2 | TE1.2 FM1 HE1 |
| | <i>Mariscus squarrosus</i> | G7 | NS | F | 1.8 | 4.3 | TE3 FM2.3 HE1.2 AD3.4 DC2 |
| | <i>Alysicarpus ovalifolius</i> | G7 | C | MF | 1 | 3.2 | TE3 FM2 HE1 AD1 |
| | <i>Celosia trigyna</i> | G7 | CS | M | 1 | 5.4.3 | TE3 FM2.3 HE2 AD3.4 DC2 |
| | <i>Phyllanthus amarus</i> | G7 | CS | DM | 5.7.1 | 5.4 | TE3 FM2 HE1 AD1 |
| | <i>Corchorus olitorius</i> | G7 | C | F | 5.7 | 5.4 | TE2.3 FM2.3 HE1 AD1 |
| | <i>Eragrostis tremula</i> | G7 | CS | F | 1 | 3.2.4 | TE2 FM1.2 HE1 AD1 |
| ETROITE | <i>Digitaria argillacea</i> | G5 | N | DMF | 2.7 | 2.3 | TE1.2 FM1 HE1 AD1 |
| | <i>Desmodium dichotomum</i> | G5 | C | MF | 3 | 3 | TE3 FM2 HE1 AD1 |
| | <i>Launaea chevalieri</i> | G5 | NC | DMF | 3 | 4.3 | TE3 FM2 HE1 AD1 |
| | <i>Striga hermonthica</i> | G5 | NC | MF | 1.8.4 | 5.4.3 | TE2.3 FM1 HE1 AD1 CA2.3 |

Les caractères gras montrent une préférence significative

INFESTATION

G1 : Majeures générales
G2 : Potentielles générales
G3 : Majeures régionales
G4 : Potentielles régionales
G5 : Majeures locales
G6 : Générales
G7 : Régionales

REGIONALITE

N : Nord (sahélo-soudanien)
C : Centre (soudano-sahélien)
S : Sud (médio-soudanien)

SAISONNALITE

D : Début de cycle
M : Milieu de cycle
F : Fin de cycle

TYPE DE SOL

PE1 : Ferrugineux
PE2 : Planosols
PE3 : Vertisols
PE4 : Ferrugineux de cordon dunaire

PE5 : Ferriallitiques
PE6 : Hydromorphes
PE7 : Peu évolués
PE8 : Alluvions récentes

CULTURE ACTUELLE

CA1 : Cotonnier
CA2 : Maïs
CA3 : Sorgho
CA4 : Arachide

AGE DE LA PARCELLE

DF1 : 1 à 2 ans
DF2 : 3 à 4 ans
DF3 : 5 à 10 ans
DF4 : 10 à 20 ans
DF5 : plus de 20 ans

TECHNIQUE DE LABOUR

TE1 : Non labour
TE2 : Manuel
TE3 : Attelé/Motorisé

FUMURE

FM1 : Nulle
FM2 : 100 kg NPK + 50 ou 100 Urée
FM3 : 200 kg NPK + 50 ou 100 Urée
FM4 : 100 Urée

HERBICIDE

HE1 : Sans herbicide de pré-levée
HE2 : Avec herbicide de pré-levée

ANCIENNETE DES HERBICIDES

AD1 : Jamais
AD2 : 1 à 3 ans
AD3 : 4 à 10 ans
AD4 : plus de 10ans

TYPE D'HERBICIDE

DC1 : Aucun ou paraquat
DC2 : d'atrazine, métolachlor (Cotonnier)
DC3 : atrazine, métolachlor (Maïs)

Tableau 24 : Synthèse des conditions de développement des principales mauvaises herbes du Nord-Cameroun

Parallèlement, l'étude du cycle de développement des principales espèces en parcelle cultivée nous informe sur les stratégies d'adaptation des espèces aux conditions de cultures. Ces stratégies correspondent aux différentes combinaisons possibles entre le type biologique de l'espèce, le niveau de dormance de ses organes de reproduction (semences, tubercules ou bourgeons), les différentes phases de son cycle de développement et les possibilités de réactions aux pratiques culturales. Ces connaissances permettent d'élaborer de nouveaux systèmes de lutte intégrée intervenant sur les différents éléments de l'itinéraire cultural.

Des compléments d'informations sur ces espèces tropicales s'imposent, concernant la diversité génétique de leur populations. Ceci permettrait de comprendre comment ces mauvaises herbes ont évolué à partir des représentants "sauvages" des familles correspondantes et comment elles ont été modifiées au cours de leur extension, depuis leur site d'origine jusqu'à leur aire actuelle qui est souvent très large (panafricaine ou même pantropicale). Des études ont été engagées dans ce sens au Bénin sur *Commelina benghalensis* (Ahanchede & Gasquez 1992).

La diversité des milieux, des systèmes de culture, des flores et stratégies d'adaptation des espèces montre que les méthodes de lutte ne peuvent être généralisée à toute une région agricole mais doivent être raisonnées en fonction des conditions rencontrées localement. La qualité des pratiques culturales telles que le labour et les sarclages et surtout la pertinence de leur date de réalisation en fonction du calendrier cultural et du niveau de développement de l'enherbement apparaissent comme des éléments essentiels d'une limitation efficace des mauvaises herbes.

La lutte contre les mauvaises herbes en Afrique soudano-sahélienne ne signifie pas "éradication" des espèces présentes dans la parcelle car si leurs dégâts sur les cultures peuvent représenter 35 à 90 % de perte de rendement (Salt 1961, Déat 1977, Handoum 1977), leur développement maîtrisé peut être valorisant (Gliessman 1987) dans une région comme le Nord-Cameroun où la "fragilité" des sols est très grande, notamment celle des sols ferrugineux (Roose 1992) :

- elles limitent l'érosion hydraulique par ruissellement. Dans les Monts Mandara, au dessus de Mora, les Mafa connaissent et utilisent cette propriété. Certaines espèces telles que *Sporobolus* spp. sont maintenues en place de façon à freiner l'écoulement de l'eau sur les terrasses de culture (Seignobos c. p.)

- leurs racines en fragmentant le sol permettent une meilleur pénétration de l'eau.

- lors des différents travaux du sol (labour, sarclage, buttage), leur biomasse constitue un apport de matière organique important surtout dans les sols ferrugineux dégradés dont la teneur en matière organique est très faible (0,2%). En Côte d'Ivoire, Merlier (1977) évalue entre 2 et 5 tonnes /ha suivant le niveau d'entretien, la matière sèche produite par les

mauvaises herbes dans une culture de maïs. Le système actuel de culture est totalement exportateur. Quelle que soit la culture, il n'y a aucune restitution de matière organique. Les tiges de cotonnier sont coupées et brûlées pour éviter des contaminations bactériennes ou fongiques d'une année sur l'autre. Les tiges de sorgho et de maïs sont utilisées pour la construction et l'alimentation du bétail durant la saison sèche, de même que les fanes d'arachide. Les mauvaises herbes restent le seul élément organique restitué au sol. Si certaines espèces nécessitent une extraction totale de la parcelle (*Commelina benghalensis*, *Striga hermonthica*, *Cyperus rotundus*) pour éviter une recontamination rapide, les autres espèces mises en andains lors des sarclages apportent une matière organique nécessaire au maintien de la structure et à la fertilité du sol.

D'autre part, certaines espèces ont une amplitude écologique très large, par contre, d'autres ont une écologie stricte et leur présence ou leur abondance ou encore la combinaison de plusieurs d'entre elles sont très riches en information sur les conditions pédo-climatiques d'une parcelle. Les agriculteurs installés depuis longtemps dans une région ont une connaissance empirique précise de ces propriétés. L'étude des mauvaises herbes telles qu'elle a été envisagée dans ce travail, permet de retrouver cette connaissance qui peut alors être utilisée pour évaluer les potentialités agronomiques des parcelles et des sols.

Ainsi, les espèces végétales qui peuplent les parcelles cultivées perdent peu à peu leur unique statut d'"espèces indésirables", ce qui nous renvoie à la définition citée dans Anderson (1977) "Plants for which man has not yet found a use". Elles peuvent devenir des éléments utiles au maintien de la fertilité des sols et de bons indicateurs des potentialités de ces sols.

La lutte intégrée contre les mauvaises herbes dans la rotation cotonnière au Nord-Cameroun doit prendre en compte l'ensemble du système de culture, dans un objectif de maintien à long terme des potentialités de ce système. Le désherbage doit être raisonné géographiquement en fonction des flores de bases régionales et doit être ciblé au niveau de la parcelle en fonction de l'espèce dominante. Son rôle doit consister à limiter leur développement en dessous d'un seuil de nuisibilité qui prenne en compte non seulement la nuisibilité biologique par rapport à la culture et le seuil économique du désherbage tels que définis par Caussanel (1989) mais également le "seuil agronomique" de nuisibilité. Celui-ci, en plus des aspects biologiques et économiques, tient compte des aspects positifs de la présence de certaines espèces pour la culture (cas des "plantes pièges" contre les parasites ou des légumineuses) ou pour les potentialités agronomiques de la parcelle.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AFNOR, 1977. Produits utilisés en agriculture, agropharmacie : vocabulaire. Norme française enregistrée, Association Française de Normalisation éd., NF U 43-000 : 1-24.
- Agabawi K. A. R. & Younis A. E., 1965. Effect of N application on growth and nitrogen contents of *Striga hermonthica* and *Sorghum vulgare* grown for forage. *Plant and soil*, 23 : 295-304.
- Agbobli C. A. & Huguenin B. A., 1987. Evaluation agronomique du problème du parasitisme du *Striga* sur maïs dans le sud Togo. In : Weber H.C. & Forstreuter W. eds. *Parasitic Flowering Plants. Proc. of the Fourth Int. Symp. on Parasitic Flowering Plants*, Marburg, Philipps- University : 11-26.
- Ahanchède A. & Gasquez J., 1992. Variabilité enzymatique de *Commelina benghalensis* L. au Bénin. *C. R. IX^{ème} Coll. Int. Biol. des mauvaises herbes*, Dijon : 427-436.
- Akobundu I. O., 1987. *Weed Science in the Tropics. Principles and Practices*. Wiley ed., 522p.
- Alkämper J. & Do van Long, 1978. Interaction between fertilizer use and weed population. *C. R. III^{ème} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales*, COLUMA, Dakar, Sénégal : 188-193.
- Altieri M. A., 1987. The impact, uses, and ecological role of weeds in agroecosystems. In : Liebman M. & Altieri M., 1988. *Weed Management in agroecosystems : ecological approaches*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida : 1-6.
- Ampong-Nyarko K., 1983. The importance of nitrogen in the control of *Cyperus rotundus* in maize. *C. R. II^{ème} Conf. Bis. SOAM/WAWSS*. Abidjan : 289-297.
- Anderson W. R., 1977. *Weed Science : Principles*. West Publishing Co., New York.
- Aubréville A., 1970. Flore du Cameroun. 9- Légumineuses (Césalpinioïdées). MESRES éd., Yaoundé, Cameroun, 399p.
- Ayeni A. O., Duke W. B. & Akobundu I. O., 1984 a. Weed interference in maize, cowpea and maize/cowpea intercrop in a subhumid tropical environment. III : Influence of land preparation. *Weed Research*, Vol. 24 : 439-448.
- Ayeni A. O., Duke W. B. & Akobundu I. O., 1984 b. Weed interference in maize, cowpea and maize/cowpea intercrop in a subhumid tropical environment. I : Influence of cropping season. *Weed Research*, Vol. 24 : 269-279.
- Aymonin G., 1965. Origine présumée et disparition progressive des adventices messicoles calcicoles. *C. R. II^{ème} Coll. Biol. Mauvaises Herbes*, Grignon : 1-11.
- Aymonin G., 1973. Observations sur le processus de régression des adventices des cultures et conséquences biocoenologiques. *IV^{ème} Coll. Int. sur l'Ecol. et la Biol. des Mauvaises Herbes*, Marseille : 105-115.
- Baker H. G., 1974. The evolution of weeds. *Ann. Rev. Ecol. Syst.*, 5 : 1-24.

- Barbault R., 1984. Le concept de stratégie démographique, point de rencontre privilégié entre écologistes et généticiens des populations? *Acta oecol., Oecol. Gen.*, 5 (3) : 243-259.
- Barbery J. & Gavaud M., 1980. Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/100 000. Feuille de Bogu-Pouss. *Notice explicative no 88, ORSTOM Yaoundé, Paris*, 58 p. + 1 carte couleur h. t.
- Barralis G., 1976. Méthode d'étude des groupements adventices des cultures annuelles, application à la Côte-d'Or. *V^{ème} Coll. Int. sur l'Ecol. et la Biol. des Mauvaises Herbes*, Dijon, 1 : 59-68.
- Barralis G., 1977. Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes. II : Nuisibilité directe. *Phytoma* : 11-15.
- Barralis G., 1978. Modification de la flore adventice des agrocénoses résultant de l'emploi d'herbicides et leurs conséquences. *Coll. sur les incidences secondaires des herbicides sur la flore et la faune*, Versailles : 24-29.
- Barralis G., 1982. La flore adventice des cultures et son évolution. *B.T.I.*, 370/372 : 231-237.
- Barralis G. & Chadoeuf R., 1980. Etude de la dynamique d'une communauté adventice. I: Evolution de la flore adventice au cours du cycle végétatif d'une culture. *Weed Research*, 20 : 231-282.
- Barralis G., Chadoeuf R. & Dessaint F., 1992. Influence à long terme des techniques culturales sur la dynamique des levées au champ d'adventices. *C. R. IX^{ème} Coll. Int. Biol. des mauvaises herbes*, Dijon : 55-64.
- Barralis G., Chadoeuf R. & Longchamp J. P., 1988. Longévité des semences de mauvaises herbes annuelles dans un sol cultivé. *Weed Research*, 28, 6 : 407-418.
- Barralis G. & Salins D., 1973. Relations entre flore potentielle et flore réelle dans quelques types de sols de Côte-d'Or. *IV^{ème} Coll. Int. sur l'Ecol. et la Biol. des Mauvaises Herbes*, Marseille : 94-101.
- Bassoro A. & Mohammadou E., 1980. GAROUA Tradition historique d'une citée peule du Nord-Cameroun. *Mémoires et travaux de la R. C. P. 395, CNRS éd., Paris*, 197p.
- BAYER AG., 1986. Important Crops of the World and their Weeds (Scientific and Common Names, Synonyms and W.S.S.A./W.S.S.J. Approved Computer Codes). *First ed., Bayer ed., Leverkusen, Federal Republic of Germany*, 1465p.
- BAYER AG., 1992. Important Crops of the World and their Weeds (Scientific and Common Names, Synonyms and W.S.S.A./W.S.S.J. Approved Computer Codes). *Second ed., Bayer ed., Leverkusen, Federal Republic of Germany*, 1682p.
- Benzecri J. B., 1964. Sur l'analyse factorielle 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 taxinomie. *Dunod éd.*, Paris, 615p.
- Bérhault J., 1967. Flore du Sénégal. *Clairafrique éd.*,Dakar, Sénégal, 485p.
- Bigot Y., 1987. Analyse comparée des transformations opérées par la traction animale et la motorisation agricole dans les systèmes agraires des zones cotonnières du Mali, du Burkina-Faso et du Nord de la Côte d'Ivoire. *Rapport de recherche MESRU-CIRAD*, Montpellier, 15p.
- Bigot Y. & Raymond G., 1991. Traction animale et motorisation en zone cotonnière d'Afrique de l'Ouest. Burkina-Faso, Côte d'Ivoire, Mali. *Coll. D.S.A., IRCT-DSA*, Montpellier, n°14, 95p.
- Boulet J., 1975. Atlas Régional de la Bénoué, Ech. 1/500 000 et 1/1 000 000, République Unie du Cameroun. *ORSTOM éd.*, 85p.
- Boulet J., Beauvilain A. & Gubry P., 1972. Les groupes humains. In: *Boutrais J., 1984. Le Nord du Cameroun, Des hommes, Une région. ORSTOM éd., Col. Mémoires n° 102*, Paris : 103-157.
- Boutrais J., 1984. Le Nord du Cameroun, Des hommes Une région. *ORSTOM éd., Col. Mémoires n° 102*, Paris, 551p.
- Bottlikova A., Daget Ph., Drdos J., Guillem J. L., Romane F. & Ruzickova H., 1976. Quelques résultats obtenus par l'analyse factorielle et les profils écologiques sur des observations phyto-écologiques recueillies dans la vallée de Liptov (Tchécoslovaquie). *Vegetatio*, Vol. 31, 2 : 79-91.
- Brabant P. & Gavaud M., 1985. Les sols et les ressources en terre du Nord-Cameroun. *Cartes et notices expl. n° 103, MESIRES IRA , Yaoundé, ORSTOM éd.*, Paris, 285p. + 6 cartes couleur h. t.
- Brabant P. & Humbel F. X., 1974. Carte pédologique du Cameroun à 1/ 200 000. Feuille de Poli. *Notice explicative n°51, ORSTOM*, Paris, 107 p. + 1 carte couleur h. t.
- 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.
- Braun-Blanquet J. & Pavillard J., 1928. Vocabulaire de sociologie végétale. *SIGMA Communication 217, 3^{ème} éd.*, 23p.
- Braun-Blanquet J., Roussine N., Nègre R. & Emberger L., 1951. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. *C.N.R.S.*, Paris, 297p.
- Braun-Blanquet J., 1970. Associations messicoles du Languedoc, leur origine, leur âge. *Melhoramento*, 22, 55-75.

- Breman H., Cisse A. M., Djitteye M. A. & Elberse W. T., 1982. Le potentiel botanique des pâturages. In : *Penning Devries F.W.T. & Djitèye M.A. 1982. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Center for Agricultural Publishing and documentation, Wageningen : 98-132.*
- Breman H. & Stroosnijder L., 1982. La relation entre le substrat et la végétation. In : *Penning Devries F.W.T. & Djitèye M.A. 1982. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Center for Agricultural Publishing and documentation, Wageningen : 322-346.*
- Breton R., 1979. Ethnies et langues. In : *Atlas Jeune Afrique. République Unie du Cameroun. J. A. ed. : 31-35.*
- Bridgemohan P., Braithwaite R. A. I. & Mc. David C. R., 1991. Seed survival and patterns of seedling emergence : studies of *Rottboellia cochinchinensis* (Lour.) W. D. Clayton in cultivated soil. *Weed Research*, vol. 31, no5 : 265-272.
- Brook R. M., 1989. Review of litterature on *Imperata cylindrica* (L.) Raeuschel with particular reference to south-east Asia. *Tropical Pest Management*, 35, (1) : 12-25.
- Brown J. H., 1984. On the relationship between abundance and distribution of species. *Amer. Nat.*, 124 : 255-279.
- Burgos-Léon W., Garry F., Nicou R., Chopart J. L. & Dommergues Y., 1980. Un cas de fatigue des sols induite par la culture de sorgho. *Agro. Trop.*, Vol. XXXV (no4) : 319-334.
- Caussanel J. P., 1989. Nuisibilité et seuil de nuisibilité des mauvaises herbes dans une culture annuelle : relation de concurrence bispécifique. *Agronomie*, 9 : 219-240.
- Cavaco A., 1974. Flore du Cameroun. 17- Amaranthacées. *Muséum National d'Histoire Naturelle éd.*, Paris, 65p.
- C.C.E., 1988. Utilisation et conservation des ressources en sol et en eau. Nord-Cameroun. *Contrat TSD.A.216.CAM, DG12-CCE, R3S éd. IRA-IRGM-ORSTOM-CNRS, Montpellier, 232p.*
- Chabrier C., 1986. Contribution à l'étude du désherbage chimique au Nord-Cameroun. Le cas des cultures vivrières. *Rapport de stage, CNEARC/ENSAM, Montpellier, 62p. + annexes.*
- Chacon J. C. & Gliessman S. R., 1982. Use of the "non-weed" concept in traditional tropical agroecosystems of south-eastern Mexico. *Agro-ecosystems*, 8, 1.
- Chadoeuf R., Barralis G. & Longchamps J. P., 1984. Evolution du potentiel semencier de mauvaises annuelles dans un sol cultivé. *C. R. VIIème Coll. Int. Ecol. Biol. Syst. des Mauvaises Herbes*, Paris : 63-70.

- Chamayou H., 1984. Notion de bioclimatologie. *Multigraphié, Ecole Nationale Supérieure Agronomique, Montpellier*, 23p.
- Chase R. L. & Appleby A. P., 1979. Effect of intervals between application and tillage on glyphosate control of *Cyperus rotundus* L. *Weed Research*, 19 : 207-211.
- Chevalier A., 1951. Sur l'existence d'une forêt vierge sèche sur de grandes étendues aux confins des bassins de l'Oubangui, du Haut-Chari et du Nil (Bahr el Gazal). *Rev. Int. Bot. Appl. Agric. Trop.*, 31 : 135-136.
- Cisse A. M., 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud sahélienne. *PPS, Wageningen*, 211p.
- Corbineau F. & Côme D., 1980a. Principaux paramètres de la germination des graines d'*Oldenlandia corymbosa* L. (Rubiacée tropicale). *Physiol. Vég.*, 18 (2) : 259-273.
- Corbineau F. & Côme D., 1980b. Rôle de l'oxygène et de la température dans la germination des graines d'*Oldenlandia corymbosa* L. (Rubiacée tropicale). *Physiol. Vég.*, 18 (2) : 275-287.
- Cordier B., 1965. L'analyse factorielle des correspondances. *Thèse, Faculté des Sciences de Rennes*, 65p.
- Comet A., 1981. Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes au Sénégal. *Thèse Doc. Ing. U.S.T.L., Montpellier*, 353p.
- Cousinié P. & Djagni K., 1990. Rapport annuel 1989-90, Section Agro-économie. *IRCT, Station d'Anie-Mono, Togo, IRCT Lome, Togo*, 33p. + annexes.
- Cramer H. H., 1967. Plant protection and world crop production. *Pflanzenschutz Nachrichten Bayer*, 20 : 1-524.
- Daget P. & Godron M., 1982. Analyse de l'écologie des espèces dans les communautés. *Masson éd., Paris*, 163p.
- Daget, P., Godron M. & Guillermin, J. L., 1970. Profils écologiques et information mutuelle entre espèces et facteurs écologiques. Application à la vallée de Liptov (Tchécoslovaquie). *14^{ème} Symp. Int. de Phytosociologie, Rinteln/Weser*, 32p.
- Déat M., 1974. Le désherbage chimique du cotonnier en culture pluviale en Côte d'Ivoire. *C. R. 11^{ème} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales, COLUMA, Tome 1, Montpellier* : 169-188.
- Déat M., 1977a. Les adventices des cultures cotonnières en Côte d'Ivoire. *Cot. Fib. Trop.*, vol. XXXI, fasc. 4 : 419-427.
- Déat M., 1977b. Influence du retard du premier sarclage. *Rapport annuel 1976-77 de la Section d'agronomie, IRCT, Bouake, Côte d'Ivoire* : 41-43.

- Déat M., 1978a. Le rôle du désherbage dans la technique agronomique. *III^{ème} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales*, COLUMA, Dakar : 1-15.
- Déat M., 1978b. Bilan de sept années d'expérimentation en Côte d'Ivoire : I - Efficacité de quelques herbicides en culture cotonnière. *III^{ème} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales*, COLUMA, Dakar : 98-105.
- Déat M., 1981a. Le désherbage chimique du cotonnier en Côte d'Ivoire : Le point des travaux de recherche et les perspectives de développement en milieu paysan. *Proc. of the first biannual west african weed science society conf.*, Monrovia, Liberia : 38-48.
- Déat M., 1981b. Principales adventices du cotonnier en Afrique de l'ouest. Description et techniques de lutte. *IRCT (éd.)*, Montpellier, 95p.
- Déat M., 1985. Rapport de mission en République Populaire du Bénin. *IRCT/CIRAD*, Montpellier, 18p. (multigraphié).
- Déat M., 1990. Herbicides utilisables sur différentes cultures d'une rotation en Afrique de l'Ouest (Dose en l ou kg/ha p. c.). *CIRAD/IRCT AMATROP*, Montpellier, 1p.
- Déat M., Sément G. & Fontenay P., 1977. Influence de deux précédents culturaux sur l'enherbement de la culture cotonnière subséquente. *Cot. Fib. Trop.*, vol. 32, (3) : 229-232.
- Déat M., Sément G. & Fontenay P., 1980. Premières observations sur la levée de quelques adventices tropicales. *C.R. V^{ème} Coll. Int. Ecol. Biol. et Syst. des mauvaises herbes*. Montpellier : 47- 56.
- Déat M. & Touré Y., 1983. L'expérimentation d'herbicides en culture cotonnière en Côte d'Ivoire : Résultats récents. *C. R. I^{ème} Conf. Bis. SOAM/WAWSS*. Abidjan : 236-247.
- Debaeke P., 1987. Effets des systèmes de culture sur la flore adventice dicotylédone annuelle. *Thèse DDI Sc. Agro., INA PG, Paris*, 342p. + annexes.
- Debaeke P., 1988a. Dynamique de quelques dicotylédones adventices en culture de céréale. I. Relation flore levée-stock semencier. *Weed Research*, 28, 4: 243-250.
- Debaeke P., 1988b. Dynamique de quelques dicotylédones adventices en culture de céréale. II. Survie, floraison et fructification. *Weed Research*, 28, 4: 251-264.
- Dekker J., 1991. Introduction. In : *Baker F.W.G. & Terry P.J. eds. Tropical Grassy Weeds. CASABA Report Series n° 2, CAB International, Wallingford* : 1-4.
- Delpech R., 1980. Informations apportées par les mauvaises herbes pour l'élaboration d'un diagnostic phytoécologique stationnel. *V^{ème} Coll. Int. sur l'Ecol. et la Biol. des Mauvaises Herbes*, Montpellier I : 251-261.

- Dembélé B., 1988. Aspects biologiques et agronomiques de deux scrophulariacées parasites tropicales : *Striga hermonthica* (Del.) Benth. et *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke. *Thèse de Docteur-Ingénieur*, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, 100 p.
- Dessaint F., Chadoëuf R. & Barralis G., 1990. Etude de la dynamique d'une communauté adventice : II Influence à long terme des techniques culturales sur le potentiel semencier. *Weed Research*, 30 : 297-306.
- Deuse J. & Jan P., 1974. Essai de désherbage chimique de l'arachide au Sénégal. *C. R. 1^{ère} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales, COLUMA, Tome 1*, Montpellier : 63-92.
- Deuse J. & Lavabre E. M., 1979. Le désherbage des cultures sous les tropiques. *Maisonneuve et Larose eds.*, Paris, 312p.
- Doggett H., 1965. *Striga hermonthica* on *Sorghum* in east Africa. *J. Agric. Sci.*, 65 : 183-194.
- Donfack P., 1993. Etude de la dynamique de la végétation après abandon de la culture au Nord-Cameroun. *Thèse Dc. 3^{ème} cycle*, Faculté des sciences, Univ. de Yaoundé, Cameroun, 192p.
- Drost D. C. & Doll J. D., 1980. The allelopathic effect of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on corn (*Zea mays*) and soybeans (*Glycine max*). *Weed Science*, 28 : 229-233.
- Ducros C., 1983. Introduction d'herbicides dans les itinéraires techniques paysans de lutte contre les adventices en culture cotonnière et arachidière en zone soudano-sahélienne au Sénégal. Analyse de reconnaissance par suivi de parcelles tests dans 4 villages. *DAA, Rapport de stage ENSAM, Agro-Medit, Phytotechnie*, Montpellier, 61p. + annexes.
- Duranton J. F., 1978. Etude phénologique de groupements herboux en zone tropicale semi-aride. I. Méthodologie. *Adansonia*, Sér. 2, 18, (2) : 183-197.
- Duranton J. F., 1983. Application de l'écologie opérationnelle à l'élaboration d'un programme de recherches malherbologiques intégrées, au Sine-Saloum (Sénégal). *Rapport de mission consultative IRAT/ISRA au Sine Saloum du 6 au 28 octobre 1983. GERDAT /PRIFAS*, Montpellier.
- FAO, 1993. Towards an integrated control of *Striga* in Africa. *Proc. of the 2nd General Workshop of the Pan-African Striga Control Network (PASCON)*. Nairobi, Kenya, 17p.
- Farina M. P. W., Thomas P. E. L. & Channon P., 1985. Nitrogen, phosphorus and potassium effects on the incidence of *Striga asiatica* (L.) Kuntze in maize. *Weed Research*, vol. 25, n°6 : 443-448.
- Faure G., 1982. Contrôle des mauvaises herbes dans un système de culture. *ESAT, rapport de stage*, 58p. + annexes.

- Faure G., 1990. Pression foncière, monétarisation et individualisation des systèmes de production en zone cotonnière au Togo. *Thèse DDI, ENSAM-CIRAD*, Montpellier, 434p. + annexes.
- Fontanel P., 1987 a. Effets sur la végétation adventice du Sud-Saloum (Sénégal) des fumures minérales, du travail du sol et des précédents cultureux. *Rapport CIRAD/IIRAT, DSP/87/n°3*, Montpellier, multigraphié, 43p.
- Fontanel P., 1987 b. Groupements adventices et facteurs écologiques et cultureux, comportement des espèces dans le cycle cultural, efficacité des désherbages paysans et voies d'amélioration au Sine Saloum, Sénégal. *Rapport CIRAD/IIRAT, DSV/87/n°7*, Montpellier, 60p.
- Fontar X. & Thomas L., 1992. Etude des effets allélopathiques d'une couverture de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) sur *Geranium*, cultures vivrières et certaines plantes adventices. *Mémoire de fin d'études, ESA*, Angers, 154p.
- Forcella F. & Harvey S. J., 1983. Relative abundance in an alien weed flora. *Oecologia*, 59 : 292-295.
- Fort G., 1979. La non culture en vignoble et les évolutions de flore. *10^{ème} Journées d'Etudes sur le désherbage, COLUMA*, III : 967-971.
- Fournier A., 1991. Phénologie, croissance et production végétales dans quelques savanes d'Afrique de l'ouest. Variation selon un gradient climatique. *ORSTOM éd., Coll. Etudes et Thèses*, Paris, 312p.
- Fréchou H., 1884. L'élevage. In: *Boutrais J., 1984. Le Nord du Cameroun, Des hommes, Une région. Orstom éd., Col. Mémoires n° 102*, Paris : 429-444.
- Gaborel Ch., 1983. Note sur la protection contre les adventices dans le cadre d'un système de culture au Bénin. *C. R. de la 11^{ème} Conf. Bis. SOAM/WAWSS*, Abidjan : 61-74.
- Gaborel Ch., 1987. La prévalgarisation des traitements herbicides en culture cotonnière et en maïsiculture au Bénin. *Cot. Fib. Trop.*, vol. XLII, fasc. 2 : 111-115.
- Gameel O. I., 1965. Host plant of cotton whitefly in the Gezira, Managil and Khasm el Girba. *Annual report of the Gezira Res. sta. and Subst.* : 142-147.
- Gaston A., 1981. La végétation du Tchad (Nord-Est et Sud-Est du lac Tchad). Evolutions récentes sous des influences climatiques et humaines. *Thèse Univ. Paris XII, Créteil*, 165p.
- Gauthier B., Godron M., Hiernaux P. & Lepart J., 1977. Un type complémentaire de profil écologique : le profil écologique indicé. *Can. J. Bot.*, 55 : 2859-2865.
- Gavaud M., 1971. Les sols "hardés" du Nord-Cameroun. Mise au point bibliographique. *Bull. de Liaison du thème B, 2, ORSTOM*, Paris : 55-88.

- Gérardeaux E., 1991. Expérimentation herbicide au Nord-Cameroun : Tests en milieu paysan. *Rapport annuel, IRA Maroua, IRCT, Montpellier, 13p.*
- Gliessman S. R., 1988. Ecology and management of weeds in traditional agroecosystems. In : *Liebman M. & Altieri M., Weed Management in agroecosystems : ecological approaches. CRC Press, Inc., Boca Raton, Florida : 237-244.*
- Godinho I., 1984. Les définitions d' "adventice" et de "mauvaise herbe". *Weed Research, Vol. 24 : 121-125.*
- Godron M., 1966. Application de la théorie de l'information à l'étude de l'homogénéité de structure de la végétation. *Oecol. Plant., 2, 1 : 187-197.*
- Godron M., 1967. Les groupes écologiques imbriqués en écailles. *Oecol. Plant., 2 : 217-226.*
- Godron M., 1968. Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale. *Oecol. Plant., 3 : 185-212.*
- Godron M., 1984. Ecologie de la végétation terrestre. *Masson éd., Paris, 192p.*
- Godron M., Daget P., Long G., Sauvage C., Emberger L., Le Flo'h E., Poissonet J. & Wacquart J.P., 1968. Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. Principes et transcriptions sur cartes perforées. *C.N.R.S. éd., 291p.*
- Gounifio P., 1986. Morphologie et développement des différents types d'axes chez *Commelina benghalensis* L.. *D.E.S., USTL, Montpellier, 91 p.*
- Gounifio P., 1988. Bio-morphologie de *Commelina benghalensis* L. pour une meilleure approche d'une lutte raisonnée. *Thèse d'université, U. S. T. L., Montpellier, 108p.*
- Gounot M., 1958. Contribution à l'étude des groupements végétaux messicoles et rudéraux de la Tunisie. *Ann. S. B. A. T., Tunisie, 31, 282p.*
- Gounot M., 1961. Les méthodes d'inventaires de la végétation. *Bull. Serv. Carte Phytogéog., B, 1 : 7-72.*
- Gounot M., 1969. Les méthodes d'étude quantitative de la végétation. *Masson et Cie. eds., Paris, 314p.*
- Gouthière J., 1988. Mise en place d'un réseau d'antennes et de points d'essais en zone cotonnière du Nord-Cameroun. *Cot. Fib. Trop., vol. XLIII, fasc. 2 : 123-131.*
- Grard P. & Le Bourgeois Th., 1988. BASEFLO : La gestion des données dans les relevés d'enherbement. *Cot. Fib. Trop., vol. XLIII, fasc. 1 : 29-36.*
- Grime J. P., 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation. *Nature, 244, 3 : 311.*
- Grime J. P., 1979. Plant Strategies and Vegetation Processes. *John Wiley ed., Chichester.*

- Grouzis M., 1988. Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (mare d'Oursi, Burkina-Faso). *Coll. Etudes et Thèses, Orstom éd.*, 336p.
- Guillerm J. L., 1969. Relations entre la végétation spontanée et le milieu dans les terres cultivées du Bas-Languedoc. *Thèse 3^{ème} cycle, Ecologie, USTL, Montpellier*, 155p.
- Guillerm J. L., 1971. Calcul de l'information fournie par un profil écologique et valeur indicatrice des espèces. *Oecol. Plant.*, 6 : 209-225.
- Guillerm J. L., 1978. Sur les états de transition dans les phytocénoses post-culturelles. *Thèse de doctorat d'état, USTL, Montpellier*, 121p. + annexes.
- Guillerm J. L., 1990. Conduite du désherbage et cycle de développement des mauvaises herbes dans les vignobles de l'ouest du bassin méditerranéen. *Phytoma Espana*, 23 : 55- 58.
- Guillerm J. L., Jacquinet J. C. & Romane F., 1975. Tendances évolutives de la végétation spontanée du vignoble languedocien. *Symp. über Sukzession Forschung, Rinteln-Weser, Schmidt ed.*, Cramer, Vaduz : 255-267.
- Guillerm J. L., Maillat J., Sanon M. & Barbier J. M., 1989. Variabilité des communautés d'adventices des rizières en Camargue (France). *Proc. 4^{ème} EWRS Mediterranean Symp.*, Valencia, Espagne : 312-320.
- Guillerm J. L. & Michez J. M., 1984. Signalement écologique et degré d'infestation des adventices des cultures d'été en Lauragais. *C. R. 7^{ème} Coll. Int. Biol. Ecol. Syst. des Mauvaises herbes*, Paris : 155-162.
- Guis R., 1976. Un bilan des travaux visant à la mise en culture des sols "hardés" du Nord-Cameroun. *Agron. Trop.*, XXXI, (2) : 141-155.
- Gworgwor N. A. & Weber H. C., 1991. Effect of nitrogen fertilisation and resistant variety on *Striga hermonthica* infestation in sorghum. In: *Ransom J.K., Musselman L.J., Worsham A.D., Parker C. eds. Proc. of the 5th Int. Symp. of Parasitic Weeds*. Nairobi, Kenia : 96-103.
- Hallaire A., 1984. La diversité des systèmes agraires. Etude de quelques terroirs villageois. In : *Boutrais J., Le Nord du Cameroun, Des hommes Une région. ORSTOM éd., Col. Mémoires n° 102*, Paris : 375-405.
- Hamdoun A. M., 1977. Competitive effects of weeds upon growth and yield of cotton, groundnuts and sorghum in the Kenana Area of the Sudan. *Z. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, 84 : 509-515.
- Hamdoun A. M. & El Tigani K. A., 1977. Weed control problems in the Sudan. *PANS*, 23 (2) : 190-194.
- Hanski I., 1982. Dynamics of regional distribution: the core and satellite species hypothesis. *Oikos*, 38 : 210-221.

- Harper J. L., 1957. The ecological significance of dormancy and its importance in weed control. *Proc. 4th Int. Congr. Crop. Prot.*, Hamburg, 415.
- Hawtree J. N., 1979a. Chemical weed control in Sudan. In : *Beshir N. E. & Koch W. eds., Weed Research in Sudan, vol. 1. Symp. and Proc.*
- Hawtree J. N., 1979b. Weeds and Cotton. *Out look on Agric.*, 10 : 184-190.
- Hoffmann G., 1986. Caractérisation de la flore adventice de deux villages du terroir de Katiola (Côte d'Ivoire). *IRAT/CIRAD, DSP/86/n°34*, Montpellier, 54p. + annexes.
- Holm L. G., Plucknett D. L., Pancho J. V. & Herberger J. P., 1977. The World's Worst Weeds : Distribution and Biologie. *East-West Center, University Press of Hawaii*, Honolulu, 609p.
- Holt J. S., 1988. Ecological and physiological characteristics of weeds. In : *Altieri M. A. & Liebman M. eds. Weed management in agroecosystems : Ecological approaches. CRC Press, Inc.*, Boca Raton, Florida : 7-23.
- Holzner W., 1982. Concepts, categories and characteristics of weeds. In : *Holzner W. & Numata N. eds., Biology and ecology of weeds, W. Junk, Pub.*, The Hague : 3-20.
- Humbel F. X. & Barbery J., 1974. Carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000. Feuille de Garoua. *Notice explicative n° 53, ORSTOM*, Paris, 113 p. + 1 carte couleur h.t.
- Hutchinson J., Dalziel J. M., Keay R. W. J. & Hepper F. N., 1954. Flora of West Tropical Africa. Vol. I part. 1. 2^{ème} éd., *The Whitefriars Press ed.*, London & Tonbridge, 295p.
- Hutchinson J., Dalziel J. M., Keay R. W. J. & Hepper F. N., 1958. Flora of West Tropical Africa. Vol. I part. 2. 2^{ème} éd., *The Whitefriars Press ed.*, London & Tonbridge, 828p.
- Hutchinson J., Dalziel J. M., Keay R. W. J. & Hepper F. N., 1963. Flora of West Tropical Africa. Vol. II. 2^{ème} éd., *The Whitefriars Press ed.*, London & Tonbridge, 544p.
- Hutchinson J., Dalziel J. M., Keay R. W. J. & Hepper F. N., 1968. Flora of West Tropical Africa. Vol. III part. 1. 2^{ème} éd., *The Whitefriars Press ed.*, London & Tonbridge, 276p.
- Hutchinson J., Dalziel J. M., Keay R. W. J. & Hepper F. N., 1972. Flora of West Tropical Africa. Vol. III part. 2. 2^{ème} éd., *The Whitefriars Press ed.*, London & Tonbridge, 574p.
- ICAC, 1987. Technical Information Section Int. Cot. Adv. Com. *ICAC Recorder*, vol. 5, n°5, Washington, 2p.
- Kazi-Aoual F., Sabatier R. & Lebreton J. F., 1992. Approximation of permutation tests for multivariate inference : application to species environment relationships. (à paraître).
- Keraudren M., 1967. Flore du Cameroun. 6- Cucurbitacées. *MESRES éd.*, Yaoundé, Cameroun, 192p.

- Kers L. E., 1986. Flore du Cameroun. 29- Cappariadacées. *MESRES éd.*, Yaoundé, Cameroun, 141p.
- Khade S. T., 1982. Control of *Striga*. Results from Punjabrao Krishi Vidyapeeth. *Proc. ICRISAT/ICAR Working Group Meeting on Striga control*, Akola, India : 83-93.
- Koch W., Beshir M. E. & Unterladstatter R., 1982. Crop losses due to weeds. In : *Improving weed management, FAO Plant Production and Protection Paper*, 44, Rome : 154-165.
- Koffi Niéré, 1981. Etude de la levée et de la phénologie des mauvaises herbes tropicales. Cas de la zone centre de Côte d'Ivoire. *Mémoire ENSH Protection des Plantes*, Versailles, 40p. + annexes.
- Lamboni B., Djagni K. & Cousinié P., 1992. Rapport annuel Agro-économie, FED-SAVANNES. Campagne 1991-92. *Ministère du Développement Rural DRDR/FED-SAVANNES/IRCT*. Anie-Mono, Togo, 25p. + annexes.
- Le Bourgeois Th., 1991a. Etudes préliminaires des groupements de mauvaises herbes en zone soudano-sahélienne _ Méthodologie / Premiers résultats. *DEA, USTL*, Montpellier. 33p. + annexes.
- Le Bourgeois Th. 1991b. Aperçu phyto-sociologique de la flore adventice de la région de Bébédjia (Tchad). *Rapport de mission CIRAD-IRCT*, Montpellier, 12p. + annexes.
- Le Bourgeois Th., 1992. *Commelina benghalensis* L. *Commelinaceae*, Recherche d'un système de lutte intégrée en culture cotonnière au Nord-Cameroun. *IX^{ème} Coll. Int. Biol. Ecol. des Mauvaises Herbes*, Dijon : 153-162.
- Le Bourgeois Th., Gérardeaux E., Beix Y., Déat M., 1992. Stratégie de lutte contre les adventices de la culture cotonnière au Nord-Cameroun. *XV^{ème} Conf. COLUMA, Journées Int. sur la lutte contre les mauvaises herbes*, Versailles (in press).
- Le Bourgeois Th. & Grard P., 1988. BASEFLO : La gestion informatique des données dans les relevés d'enherbements. Notice d'utilisation, Version 1. *CIRAD/IRCT*, Montpellier, 58p.
- Le Bourgeois Th. & Kanga F., 1991. Quelques critères de détermination au stade végétatif des *Eragrostis* annuels adventices des cultures au Nord-Cameroun. *Weed Research*, 31, 1 : 59-62.
- Lebreton J. D., Roux M., Bacou A. M. & Banco G., 1990. Biomeco (Biométrie-Ecologie), version 3.9, software of statistical ecology for PC. *CEFE-CNRS*, Montpellier.
- Lebreton J. D., Sabatier R., Banco G. & Bacou A. M., 1991. Principal component and correspondance analyses with respect to instrumental variables: an overview of their role in the studies of structure - activity and species - environnement relationships. In : *Devillers J. & Karcher W. eds.. Applied Multivariate Analysis in SAR and Environmental Studies, ECSC, EEC, EAEC*, Brussels and Luxembourg : 85-114.

- Lebrun J., 1966. Les formes biologiques dans les végétations tropicales. *Bull. Soc. Bot. France* : 164-175.
- Legendre L. & Legendre P., 1984. Ecologie numérique. 1 : Le traitement multiple des données écologiques. 2^{ème} éd. Masson, Paris, 260p.
- Letouzey R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. *P. Lechevalier éd.*, Paris, 503 p.
- Letouzey R., 1985. Carte phytogéographique du Cameroun au 1/500 000, 1) Domaine sahélien et soudanien. *IRA (Herbier National) Yaoundé- Institut de la Carte Internationale de la Végétation*, Toulouse : 1-26.
- Liebman M. & Altieri M., 1988. Weed Management in agroecosystems : ecological approaches. *CRC Press, Inc.*, Boca Raton, Florida : Preface 2p.
- Longchamp R., 1977. Seuil de nuisibilité des mauvaises herbes. I : Nuisibilité des mauvaises herbes (généralités). *Phytoma* : 7-11.
- Lopez C., Abramovsky P., Verdier J. L. & Mamarot J., 1988. Estimation du stock semencier dans le cadre d'un essai étudiant l'influence de systèmes culturaux sur l'évolution de la flore adventice. *Weed Research*, 28, 4 : 215-222.
- Loudyi M. C., 1985. Etude botanique et écologique de la végétation du plateau de Meknès (Maroc). *Thèse, USTL, Montpellier*, 153p.
- Mahn E. G. & Helmecke K., 1979. Effects of herbicide treatment on the structure and functioning of agro-ecosystems. II. Structural changes in the plant community after the application of herbicides over several years. *Agro-Ecosystems*, 5 : 159-179.
- Maillet J., 1980. Evolution de la flore adventice des vignobles du Montpelliérais sous la pression des herbicides. *V^{ème} Coll. Int. Ecol. Biol. et Syst. des mauvaises herbes*, Montpellier, 1 : 359-366.
- Maillet J., 1981. Evolution de la flore adventice dans le montpelliérais sous la pression des techniques culturales. *Thèse DDI, USTL, Montpellier*, 200p. + annexes.
- Maillet J., 1991. Control of Grassy Weeds in Tropical Cereals. In : *Baker F. W. G. & Terry P. J., Tropical Grassy Weeds. CASAFA reports, Series n°2, C. A. B. Int.* : 112-143.
- Maillet J., 1992. Constitution et dynamique des communautés de mauvaises herbes des vignes de France et des rizières de Camargue. *Thèse d'état, USTL, Montpellier*, 179p. + annexes.
- Marks M. K., 1983a. Timing of seedling emergence and reproduction in some tropical dicotyledonous weeds. *Weed Research*, 23 : 325-332.
- Marks M. K., 1983b. Periodicity of seedling emergence in six monocotyledonous weeds of south eastern Nigeria. *Oecologia Applicata*, 4 : 75-85.

- Marks M. C., Nwachuku A. C., 1986. Seed-bank characteristics in a group of tropical weeds. *Weed Research*, 26, 3 : 151-157.
- Marnotte P., 1984. Influence des facteurs agroécologiques sur le développement des mauvaises herbes en climat tropical humide. *C. R. du 7^{ème} Coll. Int. Ecol. Biol. et Syst. des mauvaises herbes, COLUMA-EWRS*, Paris : 183-189.
- Marnotte P. & Busnardo J. P., 1983. Enquête arachide - Campagne 1983- Analyse des données relatives à l'enherbement. *Note technique IDESSA*, n° 2/84, Leg/CV, Bouaké, Côte d'Ivoire, 13p.
- Martin D., 1961. Carte pédologique du Nord-Cameroun. Feuille de Mora au 1/100 000. *IRCAM-ORSTOM*, Paris, 100p. + 1 carte couleur h. t.
- Marthur R. L. & Marthur B. L., 1967. Effect of fertilisers on the incidence of *Striga hermonthica* and yield of *Sorghum* in the Sudan. *Ann. Appl. Biol.*, 48 : 207-229.
- Mboob S. S., 1989. A regional program for *Striga* control in West and Central Africa. In : *Robson T.O. & Broad H.R. eds., Proc. of the FAO/OAU all Africa government consultation on Striga control*, Maroua, Cameroun, 20-24 oct. 1988, FAO Plant Production and Protection Paper 96 : 190-194.
- McWorther, C. G., 1984. Future needs in weed science. *Weed Science*, 32, 850-855.
- Mercado B. L. & Talata R. L., 1977. Competitive ability of *Echinochloa colonum* L. against direct seeded lowland rice. *Proc. 6th Asian-Pacific Weed Sci. Soc. Conf.* :162-172.
- Merlier H., 1972a. Etude phénologique des espèces de jachère du Centre Sénégal (synthèse). *Agro. Trop.*, vol. XXVII, n°12 : 1229-1252.
- Merlier H., 1972b. Etudes phytosociologiques menées au Centre National de Recherche Agronomique de Bambey (Sénégal), Synthèse. *Agro. Trop.*, vol. XXVII, n°12 : 1253-1265.
- Merlier H., 1977. Désherbage chimique du maïs. *Rapport annuel de synthèse 1977, IRAT*, Bouaké, Côte d'Ivoire.
- Merlier H., 1992. Actualisation de quelques synonymies. *CIRAD-CA, AMATROP*, 2^{ème} éd., Montpellier, 90p.
- Merlier H. & Montégut J., 1982. Adventices tropicales. *ORSTOM-GERDAT-ENSH éd.*, Montpellier, 490p.
- Microsoft, 1992. Guide de l'utilisateur pour le système d'exploitation Microsoft Windows Version 3.1. *Microsoft corporation éd.*, 718p.
- Montégut J., 1974. Mauvaises herbes des céréales méditerranéennes. Aspects géographiques et écologiques en France et en Espagne. *4^{ème} Journées Circum-méditerranéennes* : 392-402.

- Montégut J., 1975. Ecologie de la germination des mauvaises herbes. In : *Chaussat R. & Le Deunff Y. (eds.), 1975. La germination des semences. Gauthiers-Villars ed., Paris : 191-218.*
- Montégut J., 1979. Facteurs climatiques et développement des Graminées envahissantes des céréales en France. *Symp. on the Influence of different factors on the development and control of weeds, Proc. EWRS, Mayence : 49-56.*
- Montégut J., 1983. Pérennes et vivaces nuisibles en agriculture. *Manuel éd., Aubervilliers, 414p.*
- Mucina L. & Van der Maarel E., 1989. Twenty years of numerical syntaxonomy. *Vegetatio*, 81 : 1-15.
- Mulliez V. & Viron J. C., 1991. Classification de 19 variétés de plantes adventices du Coton et du Sorgho en Afrique. *Rapport de stage, ENSAM, Montpellier, 8p + annexes.*
- Newman E. I., 1973. Competition and diversity in herbaceous vegetation. *Nature*, Vol. 244 : 310.
- Newsome A. E. & Noble I. R., 1986. Ecological and physiological characters of invading species. In : *Groves R. H. & Burdon J. J. eds., Ecology of biological invasions: an australian perspective, Austral. Acad. of Sci., Canberra : 1-20.*
- Ngoumou Nga T., 1991. Etudes sur la lutte contre le *Striga* : Expérimentation sur le *Striga* et les adventices. In: *Le Bougeois Th., Actes de l'Atelier de Malherbologie, MESIRES/IRA, Garoua : 40-43.*
- Nordal I., Iversen J. I., Cusset C., 1987. Flore du Cameroun. 30- Amaryllidacées, Hypoxydacées, Podostamacées, Tristicacées. *MESRES éd., Yaoundé, Cameroun, 109p.*
- Ogborn J., 1970. Methodes of controlling *Striga hermonthica* for west african farmers. *Proc. Agric. Res. Seminar. Sorghum-Millet Res. in West Africa, Bambey, Sénégal, 22p.*
- Ogborn J., 1980. Weed problems and control practices in the semi-arid regions of Africa. In : *Akobundu I. O. ed., Weeds and their Control in the Humid and Subhumid Tropics, IITA Proceedings series, n°3, Ibadan, Nigeria : 127-137.*
- Ogunyemi S., 1977. The distribution of some weeds of arable crops in South-Western Nigeria. *Proc. of the W.S.S. of Nigeria, 7 : 29-45.*
- Okafor L. I. & Zitta C., 1991. The influence of nitrogen on *Sorghum* - weed competition in the tropics. *Tropical Pest Management, 37, (2) : 138-143.*
- Okigbo B. N., 1978. Weed problems and food production in developing countries. In : *Akobundu O. E. ed., Weeds and their control in the humid and subhumid tropics, IITA, Ibadan, Nigeria : 1-21.*

- Olivry J. C., 1986. Fleuves et Rivières du Cameroun. *Coll. Monographies Hydrologiques*, n°9, MESRES Yaoundé, ORSTOM, Paris, 733p.
- Orkwor G. C., 1983. Problems of weed control in mixed cropping systems in the least developed countries (LDCs). *C. R. 1^{ère} Conf. Bis. SOAM/WAWSS*. Abidjan : 95-113.
- Parker C. & Fryer J. D., 1975. Weed control problems causing major reductions in World Food Supplies. *FAO Plant protection Bulletin*, 23 : 83-93.
- Parkinson V., Efron Y., Bello L. & Dashiell K., 1987. Trap crops as a cultural measure in *Striga* control in Africa. *Plant Production and Protection, FAO*, 35 : 51-54.
- Penning de Vries F. W. T. & Djitteye M. A., 1982. La productivité des pâturages sahéliens. Une étude des sols, végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. *Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen*, 525p.
- Persoons C., 1987. La mécanisation dans les exploitations agricoles d'un village du Sud-Mali : Conséquences économiques et rurales. *Mémoire DAA, ENSAM-ESAT, Montpellier*, 70p. + annexes.
- Plucknett D. L., 1990. Modern Crop Production Technology in Africa : The Conditions for Sustainability. In : *Russell N.C. & Dowswell C.R., Africa's Agricultural Development in the 1990s : Can it be Sustained? CASIN/SAA/Global 2000*. Arusha, Tanzania : 127-140.
- Podlewski M., 1971. Démographie. In : *Atlas du Cameroun. Société Nouvelle de Cartographie éd.*, Paris : 1-10.
- Putnam A. R. & Weston L. A., 1986. Adverse impact of allelopathy in agricultural systems. In : *Putnam A.R. & Tang C.S. eds., The science of allelopathy. Wiley Interscience Publication, John Wiley & Sons eds.*, New-York, USA : 43-57.
- Radosevich S. R. & Holt J. S., 1984. "Weed ecology: Implication for vegetation management". *Wiley ed.*, New York.
- Radosevich S. R. & Roush M. L., 1990. The Role of Competition in Agriculture. In : *Grace J. B. & Tilman D. eds., Perspectives on Plant Competition, Academic Press Inc.*, U.S.A. : 341-363.
- Ramaiah K. V. & Parker C., 1982. *Striga* and other weeds in *Sorghum*. *Proc. Int. Symp. on Sorghum, ICRISAT Information Bulletin*, 15, 52p.
- Raunkiaer S., 1905. Types biologiques pour la géographie botanique. *Bull. Acad. R. Sc. Danemark*, 5 : 347-437.
- Raunkiaer S., 1934. The life forms of plants and statistical plant geography. *Clarendon Press*. Oxford, 623p.

- Raymond G., 1990. La production cotonnière dans les pays du Sahel (Sénégal, Mali, Burkina-Faso, Niger, Tchad). In : *L'avenir de l'agriculture dans les pays du Sahel. Enseignement et perspectives des recherches économiques. Rencontres Int. de Montpellier*, Montpellier, France, 27p.
- Raymond G., Faure G. & Persoons C., 1990 a. Pratiques paysannes en zone cotonnière face à l'augmentation de la pression foncière (Nord-Togo et Sud-Mali). In : *Savanes d'Afrique, Terres Fertiles? Actes des Rencontres Int.*, Montpellier : 173-194.
- Raymond G., Tchilgue Y. & Beliazi K., 1990 b. Enquête suivi-évaluation 1989-90 : 30 villages, zone soudanienne, Sud-Tchad. *ONDR-IRCT*, 36p.
- Reid D. C. & Parker C., 1979. Germination requirements of *Striga* spp.. *Proc. 2nd Int. Symp. Parasitic weeds*, Raleigh, U.S.A. : 202-210.
- Robinson E. L., 1960. Growth of witchweed (*Striga asiatica*) as affected by soil types and air temperatures. *Weeds*, 8 : 576-581.
- Robinson E. L. & Dowler C. C., 1966. Investigations of catch and trap crops to eradicate witchweed (*Striga asiatica*). *Weeds*, 14 : 275-276.
- Romane F., 1972. Application à la phytoécologie de quelques méthodes d'analyse multivariable. *Thèse Docteur Ingénieur, USTL, Montpellier*, 110p.
- Roose E., 1992. Erosion, dégradation et restauration des sols ferrugineux tropicaux sableux sous culture intensive dans la zone cotonnière soudanienne du Nord-Cameroun (S. E. Bénoué). *C. R. de mission ORSTOM*, 7-22 mai 1992, Montpellier 13p. (mutigraphié).
- Roupsard M., 1987. Nord-Cameroun Ouverture et Développement. *Thèse Univ. Paris X , Nanterre* 512p.
- Roussel O. & Djigma A., 1978. Résultats récents obtenus avec des herbicides sur arachide et soja en Afrique tropicale et équatoriale. *III^{ème} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales, COLUMA*, Dakar : 78-89.
- Rouyer Ch., 1977. Les mauvaises herbes du vignoble sancerrois. *Thèse 3^{ème} cycle Géographie, Paris VII*, 201p. + annexes.
- Russel N. C. & Dowswell C. R., 1990. Africa's Agricultural Development in the 1990s : Can it be Sustained? *CASIN/SAA/Global 2000*. Arusha, Tanzania : 1-9.
- Ruthenberg H., 1976. Farming systems in the tropics. *Clarendon ed.*, Oxford, 80p.
- Sabatier R., Lebreton J. D. & Chessel D., 1989. Principal Component Analysis with Instrumental Variables as a tool for modelling composition data. In : *Coppi R. & Bolasco S. eds.. Multiway Data Analysis*. North Holland, Amsterdam: 341-352.
- Sallé G. & Raynal-Roques A., 1989. Le *Striga*. *La Recherche*, 206, 20 : 40-52.

- Sanogo Z. 1978. Premiers résultats sur le désherbage chimique du cotonnier. *III^{ème} Symp. sur le désherbage des cultures tropicales, COLUMA, Dakar* : 120-123.
- SAS Institut Inc., 1990. SAS/ INSIGHT User's Guide, Version 6, First ed., SAS Institut Inc. CARY, NC, 441p.
- Sauer J. & Strerik G., 1964. A possible ecological relation between soil disturbance, light flash, and seed germination. *Ecology*, 46, 884.
- Sauerborn J., 1991. The economic importance of the phytoparasites *Orobanche* and *Striga*. In : *Ransom J.K., Musselman L.J., Worsham A.D., Parker C. eds. Proc. of the 5th Int. Symp. of Parasitic Weeds*. Nairobi, Kenia : 137-143.
- Scalla R., 1991. Introduction. In : *Scalla R., Les Herbicides, mode d'action et principes d'utilisation. INRA éd., Paris*, 450p.
- Schmid W., Dossekou M., Koch W. & Walter H., 1983. Aspects de modification et de nuisibilité de la flore adventice dans le système de production au Togo. *C. R. de la I^{ère} Conf. Bis. SOAM, Abidjan, Côte d'Ivoire* : 19-33.
- Sébillote M., 1969. Les modifications des assolements et rotations liées à l'emploi d'herbicides. *Coll. Herbicides et Techniques de Culture, Versailles* : 235-276.
- SEDES, 1985. Etude des conditions d'introduction de la motorisation intermédiaire et bilan comparatif des opérations en cours. Version provisoire. *Ministère de relations extérieures, SEDES, Paris*, 72p.
- Ségalen P., 1962. Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/100 000. Feuille de Maroua. *IRCAM-ORSTOM, Paris*, 67 p. + 1 carte couleur h. t.
- Ségalen P., 1967. Les sols et la géomorphologie du Cameroun. *Cahier ORSTOM, Série pédologie, vol.V, 2* : 137-187.
- Séghieri J., 1990. Dynamique saisonnière d'une savane soudano-sahélienne au Nord-Cameroun. *Thèse USTL, Montpellier II*, 200p.
- Seignobos C., 1982. Végétation anthropique dans la zone soudano-sahélienne : Problématique des parcs. *Rev. Géogr. Cameroun, vol. 3-1, Yaoundé* : 1-23.
- Seignobos C., 1993. Hardés et karals du Nord-Cameroun : Leurs perceptions par les populations agro-pastorales du Diamaré. In : *Pelletier R. éd. Les terres hardés : caractérisation et réhabilitation dans le Bassin du lac Tchad. Cahier scientifique no 11, Supp. Bois et Forêts des Tropiques. Mémoires et travaux de l'IRA., Paris, (sous presse)*.
- Seignobos C. & Iyebi Mandjeck O., 1991. Jachères et terroirs, l'exemple de Muda (Nord-Cameroun). *Atelier Int. "La jachère en Afrique de l'Ouest", Montpellier, 3-5 déc. 1991, ORSTOM-CNRS-UNESCO, (sous presse)*.

- Séverin F. & Tissut M., 1991. Principes de l'utilisation des herbicides. In : *Scalla R., Les Herbicides, mode d'action et principes d'utilisation. INRA ed., Paris* : 281-325.
- Shannon C., 1948. A mathematical theory of communication. *Bell. Syst. Tech. Journ.*, 27 : 379-423 et 623-656.
- Shetty H. S., 1987. Biology and epidemiology of downy mildew of pearl millet. *Proc. of the Int. Pearl Millet Workshop. ICRISAT, Patancheru, India* : 147-160.
- Shetty S. V. R. & Krantz B. A., 1980. Approaches to weed management research for the semi-arid tropics. In : *Akobundu I. O. ed., Weeds and their Control in the Humid and Subhumid Tropics, IITA Proceedings series, n°3, Ibadan, Nigeria* : 115-125.
- Sieffermann G., 1964. Carte pédologique du Nord-Cameroun au 1/50 000. 1) Feuille de Boula Ibib. 2) Feuille de Pitoa. *ORSTOM, Yaoundé*,
- Sigrist J. C., 1992. Pratiques paysannes et utilisation des intrants en culture cotonnière au Nord-Cameroun. *Mémoire ISTOM, Cergy-Pontoise, 107p. + annexes.*
- Snaydon R. W., 1980. Plant demography in agricultural systems. In : *Solbrig O. T. ed., Demography and Evolution in Plant Population, Univ. of California Press, Berkeley, California.*
- SODECOTON, 1991. Rapport trimestriel (juin, juillet, août) de la campagne 1990-1991. Garoua, Cameroun, 32p. (non publié).
- Suchel J. B., 1972. La répartition et les régimes pluviométriques au Cameroun. *Travaux et Documents de Géographie Tropicale, n°5, CEGET-CNRS, Bordeaux, 283p.*
- Sutisna M., 1980. Répartition actuelle et écologie des espèces spontanées des rizières de la région camargaise et étude particulière du *Leersia orizoides* (L.) Sw. *Thèse 3^{ème} cycle, USTL, Montpellier, 140p. + annexes.*
- Sutisna M. & Guillerm J. L., 1980. Etude écologique des espèces spontanées de la région camargaise. *C. R. 6^{ème} Coll. Int. Ecol. Biol. Syst. des Mauvaises herbes, COLUMA-EWRS, Montpellier* : 241-250.
- Taylorson R. B., 1982. Interaction of phytochrome and other factors in seed germination. In : *Khan A. ed. 1982. The Physiology and biochemistry of seed development. Elsevier Biochemical Press. Amsterdam, chap. 13.*
- Taylorson R. B., 1970. Changes in dormancy and viability of weed seeds in soils. *Weed Science, 18, 265.*
- Terry P. J., 1974. Long term control of *Cyperus rotundus* with glyphosate. *Proc. E. Afr. weed Control Conf.*, 5 : 173-186.

- Tonato Houmey S., 1988. L'influence des adventices sur le développement et le rendement du cotonnier à la station IRCT Anié Mono, Togo. *Mémoire, Univ. du Bénin, Ecole Sup. d'Agronomie*, Lomé, Togo, 78p.
- Traoré H., 1991. Influence des facteurs agro-écologiques sur la constitution des communautés adventices des principales cultures céréalières (sorgho, mil, maïs) du Burkina-Faso. *Thèse doctorat, USTL, Montpellier II*, 180p. + annexes.
- Traoré H. & Maillet J., 1992. Flore adventice des cultures céréalières annuelles du Burkina Faso. *Weed Research*, 32 : 279-293.
- Walker S. R. & Evenson J. P., 1985b. Biology of *Commelina benghalensis* L. in south-eastern Queensland. 2. Seed dormancy, germination and emergence. *Weed Research*, 25, 4 : 245-250.
- Walter R., 1982. Espèces et importance des mauvaises herbes dans les systèmes de production agricole du Togo. *Rapport de mission, Service de la Protection des Végétaux*, Lomé, Togo, 80p.
- Wilson R. G., 1987. Biology of weed seeds in the soil. In : *Altieri M.A. & Liebman M. eds., Weed management in agroecosystems ecological approaches. CRC Press, Boca Raton, Florida* : 26-39.
- White F., 1983. The vegetation of Africa. *A descriptive memoir to accompany the UNESCO/AETFAT/UNSO vegetation map of Africa*. UNESCO, 356p.
- Wiens J. A., Addicot J. F., Case T. J. & Diamond J., 1986. Overview : the importance of spatial and temporal scale in ecological investigations. In : *Diamond J. & Case T. J. eds., Community ecology, Harper & Row, New York* : 145-153.
- Yaduraju N. T., Hosmani M. M. & Prabhakara S. T. K., 1979. Effect of time and dose of nitrogen application on *Striga asiatica* incidence in *Sorghum*. *Proc. 2nd Int. Symp. Parasitic Weeds*. Raleigh, USA : 285-289.
- Zanin G., Berti J. & Zuin M. C., 1989. Estimation du stock semencier d'un sol labouré ou en semis direct. *Weed Research*, 29, 6 : 407-418.
- Zaragoza-Larios C. & Maillet J., 1980. Flora adventicia de cereales de invierno de la provincia de Zaragoza. *8^{ème} journée d'étude AIDA, Zaragoza*, 16p.
- Zimdahl R. L., 1980. Weed / Crop Competition : A review. *International Plant Protection Center ed., Oregon, USA*, 196p.

ANNEXES

ANNEXE 1

HERBICIDES UTILISABLES SUR DIFFERENTES CULTURES D'UNE ROTATION
EN AFRIQUE DE L'OUEST (Doses en 1 ou kg/ha p.c.)

| Mode d'application | Produits commerciaux | Matières actives | Coton | Riz | Maïs | Sorgho | Arachides niébé | Igname | Mil | Manioc |
|--------------------|-------------------------------|---|--------------|------|------|--------|-----------------|-----------------|-----|----------|
| Ps | Cotoran FW 500 ou | Fluométron | 3-3,5 | | | | | | | |
| Ps | Cottonex FW 500 ou | | | | | | | | | |
| Ps | Flucal FW 500 | | | | | | | | | |
| Ps | Cotofor FW 500 | Dipropétryne | 4,5-6 | | | | 3-4 | | | |
| Ps | Cotodon 400 EC | Dipropétryne (240) + métochloré (160) + | 4-4,5 | | | | 3 | | | |
| Pi | Treflan 480 EC | Trifluraline | 2 | | | | 1-1,3 | | | |
| Ps | Stomp 330 EC | Pendiméthaline | 4-4,5 | | | | 3-4 | | | |
| Pp | Cotodon mix 357EC*** | Dipropétryne (189) + métochloré (120) + paraquat (42) | 3,8 - 4,5 | | | | | | | |
| Pp | Igran Combi mix *** 436 EC | Terbutryne (131) + métochloré (263) + paraquat (42) | 3,8 | | | | | | | |
| Ps | Cotodard 500 FW ou | Fluométron (250) + | 3,2-4 | | | | | | | |
| Ps | Callifor 500 FW | proétryne (250) | | | | | | | | |
| Ps | Diflucal 500 FW | Fluométron (225) + diéthyl-éthyl (275) | 3-4 | | | | | | | |
| Po | Fusilade 250 EC ** | Fluazifop-butyl | 2 | | | | 2 | | | |
| Po | Gallant 125 EC ** | haloxyfop | 2-3 | | | | 2-3 | | | |
| Ps | Amex 820 480 | Butraline | 4 | 4 | | | | | | |
| Ps | Honstar 25 EC | Oxadiazon | | 4 | | | 2 | | | |
| Ps | Sencor 700 WP | Métribuzine | | | | | 0,5-0,7 | 2 | | |
| Ps | Sencor 700 PM | Métribuzine | | | | | | 1,4 + 1,0 | | 1,0 + |
| | Karmex 80 PM | diuron | | | | | | 6 | | 1,0 |
| Ps | Tazantop C 625 WP | Pendiméthaline (375) + atrazine (250) | | | 4 | | | | | |
| Ps | Tazalon 500 SC ou | Atrazine | | | | 3-4 | 2-3 | | | |
| Ps | Gesaprim 500 FW | Atrazine (250) + terbutryne (250) | | | | 3-4 | | | | |
| Ps | Gesaprim Combi 500FW | | | | | | | | | |
| Ps | Igran Combi 400 EC | Terbutryne (200) + métochloré (200) | | | | 3-4 | 1,5-2 | | | |
| Ps | Igran Combi 500 EC | Terbutryne (167) + métochloré (333) | 3 | | | 3-4 | 3 | | | |
| Ps | Lance GD 500 EC | Alachlore (350) + atrazine (200) | | | | 6 | | | | |
| Ps | Primextra 500 FW * | Atrazine (170) + métochloré (330) | | | | 4 | | | | |
| Ps | Bladex 500 FW | Cyanazine | | | | 3-4 | | | | |
| Ps | Bellater 500 FW | Cyanazine (250) + atrazine (250) | | | | 3-4 | | | | |
| Ps | Stam F34 350 EC | Propanil | | 7-10 | | | | | | |
| Ps | Tamriz 336 EC | Propanil (216) + benthiocarbe (120) | | 8-10 | | | | | | |
| Ps | Primagram 500 FW | Atrazine (250) + métochloré (250) | | | 4 | 3 | | 6 | | |
| Ps | Propagard 420 FW | Terbutylazine (140) + propazine 280 | | | | | 3-4 | | 4 | |
| Pp | Propagard extra | Terbutylazine (106) + propazine (206) + glyphosate (34) | | | | | 4 | | 4 | |
| Ps | Sorgala 60 SC | Propachlor 330 + propazine 270 | | | | 3-5 | 3-5 | | | |
| Ps | Ranrod 480 FW | Propachlor 480 | | | | 4-6 | 4-6 | | | |
| Ps | Rifit extra 475 EC | Prétilachlor 350 + diméthétryne (125) | | 4 | | | | | | |
| Po | Garil 432 EC | Trichlopyr (72) + propanil (360) | | 5 | | | | | | |
| Po | Kical 345 EC | Propanil (230) + Benthiocarbe (115) | | 6-10 | | | | | | |
| Po | Besgran PL 2 EC 500 | Dentazone (160) + propanil (340) | | 6 | | | | | | |
| Ps | Galex 500 EC * | Métobromuron (200) + métochloré (300) | | | | 3 | 3 | | | |
| Ps | Gesaprim FW 500 | Atrazine (500) | | | | | | | | |
| | Gesamil 50 EC | Propazine (500) | | | | | 1,25 + | | | 1 |
| Ps | Gardoprim 500 FW | Terbutylazine | | | | | 1,25 + | | | 1 |
| Ps | Gesatène FW 500 | Proétryne (250) + amétryne (250) | | | | 3 | 2-3 | | | 3 |
| Ps | Goal CE 240 | Oxyfluorfen | | | | | | | | 2 |
| Po | Herbit plus 360 SC | Phénothiol (60) + Propanil (300) | | 8-10 | | | | | | |
| Ps | Gardonil 500 FW | Terbutylazine (375) + métochloré (125) | | | 5 | 4 | | | | |
| Pp | Cotoprim 425 EC | Terbutryne (165) + Métolachlore (200) + Glyphosate (60) | 4-6 | | | | | | | |
| Ps | Allizine 500 SC | Atrazine (250) + Alachlore (250) | | | | 4-6 | | | | |

* Primextra et Galex peuvent être utilisés en cultures associées maïs-niébé

** Graminicides sélectifs des cultures dicotylées

*** Uniquement Sénégal

Ps = post-semis (Prélevée des adventices et de la culture)

Pi = présemis avec incorporation

Pp = post semis (prélevée de la culture, pré et post levée précoce des adventices)

Po = post levée de la culture et des adventices

ANNEXE 2

FICHE DE RELEVÉ PHYTOÉCOLOGIQUE CIRAD/IRCT

Code Relevé : _____

Aut : _____ Ref : ___ / _____
 Alt : _____ m Long : _____' _____"

Pas : _____ Pays : _____ Loc : _____ Par : _____
 Lat : _____' _____" Spa : _____ ha Sre : _____ m2

RELEVÉ FLORISTIQUE

STRATE LIGNEUSE :

| | T | CODE | NOM LATIN | A/D | REC |
|----|---|------|-----------|-----|-----|
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| 6 | | | | | |
| 7 | | | | | |
| 8 | | | | | |
| 9 | | | | | |
| 10 | | | | | |

| | T | CODE | NOM LATIN | A/D | REC |
|----|---|------|-----------|-----|-----|
| 11 | | | | | |
| 12 | | | | | |
| 13 | | | | | |
| 14 | | | | | |
| 15 | | | | | |
| 16 | | | | | |
| 17 | | | | | |
| 18 | | | | | |
| 19 | | | | | |
| 20 | | | | | |

STRATE HERBEUSE :

| | CODE | NOM LATIN | A/D | REC |
|----|------|-----------|-----|-----|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| 5 | | | | |
| 6 | | | | |
| 7 | | | | |
| 8 | | | | |
| 9 | | | | |
| 10 | | | | |
| 11 | | | | |
| 12 | | | | |
| 13 | | | | |
| 14 | | | | |
| 15 | | | | |
| 16 | | | | |
| 17 | | | | |
| 18 | | | | |
| 19 | | | | |
| 20 | | | | |
| 21 | | | | |
| 22 | | | | |
| 23 | | | | |
| 24 | | | | |
| 25 | | | | |
| 26 | | | | |
| 27 | | | | |
| 28 | | | | |
| 29 | | | | |
| 30 | | | | |

| | CODE | NOM LATIN | A/D | REC |
|----|------|-----------|-----|-----|
| 31 | | | | |
| 32 | | | | |
| 33 | | | | |
| 34 | | | | |
| 35 | | | | |
| 36 | | | | |
| 37 | | | | |
| 38 | | | | |
| 39 | | | | |
| 40 | | | | |
| 41 | | | | |
| 42 | | | | |
| 43 | | | | |
| 44 | | | | |
| 45 | | | | |
| 46 | | | | |
| 47 | | | | |
| 48 | | | | |
| 49 | | | | |
| 50 | | | | |
| 51 | | | | |
| 52 | | | | |
| 53 | | | | |
| 54 | | | | |
| 55 | | | | |
| 56 | | | | |
| 57 | | | | |
| 58 | | | | |
| 59 | | | | |
| 60 | | | | |

ANNEXE 3

FICHE DE RELEVÉ PHYTOÉCOLOGIQUE CIRAD/IRCT

Code Relevé : _____

Aut : _____ Ref : ____ / _____ Pas : _____ Pays : _____ Loc : _____ Par : _____
 Alt : _____ m Long : _____ Lat : _____ Spa : _____ ha Sre : _____ m2

RELEVÉ DES FACTEURS DE MILIEU

GEOMORPHOLOGIE :

ALT _____ m PYS _____ TOP _____ PTE _____ ORT _____

SOL :

ROM _____ PED _____
 ARG _____ LIM _____ SAB _____ GRV _____ CLX _____ BLC _____ ROC _____
 PRF _____ cm HUM _____ STR _____
 PH _____ MOR _____ C _____ N _____ P _____ K _____
 CA _____ MG _____ AL _____ CEC _____

CLIMATOLOGIE :

PAQ _____ PAD _____
 Q5A _____ Q5M _____ Q5Z _____ D5A _____ D5M _____ D5Z _____

FACTEUR HYDRIQUE :

H2O _____ DRA _____ RUI _____

AGRONOMIE :

Envir : MPR _____
 Exploit : SEX _____ ha SMC _____ ha SPA _____ ha
 Précéd : ASS _____ CAC _____ CA2 _____ CPR _____ CP2 _____
 Prép Sol: DFR _____ BRL _____ LAB _____ TEC _____
 Fertilis: FOA _____ FO1 _____
 FMA _____ FM1 _____
 Culture : SC1 _____ SC2 _____ DS1 _____ DS2 _____ TS1 _____ TS2 _____
 Désherb : NP1 _____ SP1 _____ NP2 _____ SP2 _____ NP3 _____ SP3 _____ NPD _____ ADP _____
 ADC _____ DCH _____ PRA _____

ENHERBEMENT :

Physion : SNP _____ HC1 _____ RT1 _____ HC2 _____ RT2 _____
 HAL _____ RTL _____ HH1 _____ RH1 _____ HH2 _____ RH2 _____ HH3 _____ RH3 _____
 Structure: NSL _____ NSH _____ NTS _____ TVG _____
 GAZ _____ UNI _____ TFP _____ TFM _____ TFG _____ LXB _____ LXH _____

**FICHE DE RELEVÉ PHYTOÉCOLOGIQUE
CIRAD/IRCT : CODIFICATION DES
FICHES MESOLOGIQUES**

ALT : altitude en m

PYS : paysage

- 0 non obs
- 1 plaine
- 2 plateau
- 3 colline
- 4 piedmont
- 5 glacis
- 6 vallée fluviale

TOP : topographie

- 0 non obs
- 1 terrain plat
- 2 sommet
- 3 haut de pente
- 4 milieu de pente
- 5 bas de pente
- 6 replat
- 7 berge

PTE : pente

- 0 non obs
- 1 pente nulle
- 2 1 à 2%
- 3 3 à 5%
- 4 6 à 10%
- 5 10 à 25%
- 6 > à 25%

ORT : orientation

- 0 non obs
- 1 pas d'orientation
- 2 N
- 3 NE
- 4 E
- 5 SE
- 6 S
- 7 SO
- 8 O
- 9 NO

ROM : roche mère

- 0 non obs
- 1 granite
- 2 gneiss
- 3 cuirasse
- 4 grès
- 5 alluvions
- 6 quartzite

PED : type de sol

- 0 non obs
- 1 ferrugineux
- 2 planosol mollique
- 3 vertisol
- 4 ferrugineux cordon dunaire
- 5 hydromorphe
- 6 peu évolué
- 7 alluvions

ARG : argile

LIM : limon

SAB : sable

GRV : gravier

BLC : bloc

TEX : Texture

- 0 non obs
- 1 très fine
- 2 fine
- 3 moyenne
- 4 grossière

ETS : état de surface

- 0 non obs
- 1 pas de battance
- 2 battance localisée
- 3 battance généralisée
- 4 fentes de retrait

PRF : profondeur en cm

HUM : humidité

- 0 non obs
- 1 très sec
- 2 sec
- 3 moyen
- 4 humide
- 5 très humide
- 6 inondé

STR : structure du sol

- 0 non obs
- 1 pulvérulent
- 2 sableux
- 3 sableux granuleux
- 4 granuleux
- 5 granuleux compact
- 6 pateux

pH : valeur exacte

MOR : matière organique

C : carbone

N : azote

| | |
|-------------------------------|-------------------------------------|
| P : phosphore | MPR : Milieu proche |
| K : potasse | 0 non obs |
| CA : calcium | 1 bloc de cultures identiques |
| MG : magnesium | 2 bloc de cultures diversifiées |
| AL : aluminium | 3 jachère |
| CEC : cations échangeables | 4 savane |
| PAT : Pluviométrie totale | 5 forêt |
| PAD : durée annuelle | SEX : surface de l'exploitation |
| 0 non obs | SMC : surf en même culture |
| 1 0 mois | SPA : surf de la parcelle |
| 2 1 à 2 mois | ASS : assolement |
| 3 3 à 4 mois | 0 non obs |
| 4 5 à 6 mois | 1 pas d'assolement défini |
| 5 7 à 8 mois | 2 coton tous les 2 ans |
| 6 9 à 10 mois | 3 coton tous les 3 ans |
| 7 10 à 12 mois | 4 monoculture |
| Q5A : pluvio max sur 5 ans | 5 culture/ jachère |
| Q5M : pluvio moy sur 5 ans | CAC : culture principale actuelle |
| Q5Z : pluvio min sur 5 ans | 0 non obs |
| D5A : durée max | 1 coton |
| D5M : durée moy | 2 maïs |
| D5Z : durée min | 3 sorgho |
| H2O : origine de l'irrigation | 4 arachide |
| 0 non obs | 5 niébé |
| 1 précipitations | 6 jachère |
| 2 ruissellement | CA2 : culture actuelle secondaire |
| 3 irrigation totale | CPR : culture précédente principale |
| 4 irrigation localisée | CP2 : culture précédente secondaire |
| 5 autre | DFR : âge de la parcelle |
| DRA : drainage | 0 non obs |
| 0 non obs | 1 1 à 2 ans |
| 1 nul à très faible | 2 3 à 5 ans |
| 2 faible | 3 5 à 10 ans |
| 3 moyen | 4 11 à 20 ans |
| 4 fort | 5 > à 20 ans |
| RUI : ruissellement | BRL : bruli avant culture |
| 0 non obs | 0 non obs |
| 1 pas d'érosion | 1 aucun |
| 2 nappe | 2 début d'hiver |
| 3 rigoles | 3 fin d'hiver |
| 4 ravines | LAB : date du labour |
| | 0 non obs |
| | 1 aucun |
| | 2 début d'hiver |
| | 3 fin d'hiver |

| | |
|--------------------------------------|--|
| TEC : Type de labour | SP1 : stade de la culture au 1er sarclage |
| 0 non obs | 0 non obs |
| 1 aucun | 1 levée |
| 2 manuel | 2 début végétation |
| 3 attelé | 3 végétation |
| 4 motorisé | 4 floraison |
| | 5 fructification |
| | 6 récolte |
| FOA : fumure organique | NP2 : nature 2ème sarclage |
| 0 non obs | |
| 1 aucune | |
| 2 paille | |
| 3 terre de parc | |
| | SP2 : stade culture au 2ème sarclage |
| FO1 : fumure organique précédente | NBU : nature du buttage |
| | 0 non obs |
| FMA : fumure minérale | 1 aucun |
| 0 non obs | 2 manuel |
| 1 aucune | 3 mécanisé |
| 2 100 kg NPK + 50 U | |
| 3 200 kg NPK + 100 U | SBU : stade culture au buttage |
| 4 100 U | |
| | APD : sarclage post buttage |
| FM1 : fumure minérale précédente | 0 non obs |
| | 1 aucun |
| SC1 : stade de la culture principale | 2 effectué |
| 0 non obs | |
| 1 levée | ADC : ancienneté de l'utilisation des herbicides |
| 2 début végétation | 0 non obs |
| 3 végétation | 1 jamais |
| 4 floraison | 2 1 à 3 ans |
| 5 fructification | 3 4 à 10 ans |
| 6 récolte | 4 > à 10 ans |
| | |
| SC2 : stade culture secondaire | DCH : herbicide utilisé |
| | 0 non obs |
| DS1 : date de semis en décades | 1 aucun |
| | 2 paraquat |
| DS2 : date de semis cult second | 3 callifor |
| | 4 callifor + paraquat |
| TS1 : type de semis cult princ | 5 cotodon |
| 0 non obs | 6 primextra |
| 1 poquets diffus manuel | |
| 2 poquets ligne manuel | PRA : prélèvement adventices |
| 3 mécanique | 0 non obs |
| 4 volée | 1 aucun |
| | 2 fourrage |
| TS2 : type semis cult second | 3 médecine |
| | 4 alimentation |
| HER : Herbicidage | 5 autre |
| 0 non obs | |
| 1 aucun | SNP : pourcentage de sol nu |
| 2 pré-levée | 0 non obs |
| 3 total | 1 > à 90% |
| 4 pré-levée + total | 2 75 à 90% |
| | 3 50 à 75% |
| NP1 : nature premier sarclage | 4 25 à 50% |
| 0 non obs | 5 10 à 25% |
| 1 aucun | 6 < à 10% |
| 2 manuel | |
| 3 mécanique interligne | |
| 4 mécanique + manuel ligne | |
| 5 chimique localisé | |

HC1 : hauteur de la culture principale

- 0 non obs
- 1 0 à 25 cm
- 2 25 à 50 cm
- 3 50 à 100 cm
- 4 100 à 200 cm
- 5 > à 200 cm

RT1 : recouvrement de la culture principale

- 0 non obs
- 1 très faible < à 10%
- 2 faible 10 à 25%
- 3 moyen 25 à 50%
- 4 fort 50 à 75%
- 5 très fort > à 75%

HC2 : hauteur cult second

RT2 : recouvrement cult second

HAL : hauteur adventices ligneuses

RTL : recouvrement adventices ligneuses

HH1 : hauteur strate 1 adv herbacées

RH1 : recouvrement strate 1 adv herbacées

HH2 : hauteur strate 2 adv herbacées

RH2 : recouvrement strate 2 adv herbacées

HH3 : hauteur strate 3 adv herbacées

RH3 : recouvrement strate 3 adv herbacées

NSL : nombre de strates ligneuses
de 0 à 4

NSH : nombre de strates herbacées
de 0 à 4

NTS : nombre total de strates

TVG : type de végétation

- 0 non observée
- 1 continue
- 2 contactée
- 3 diffuse

GAZ : importance des espèces gazonnantes

- 0 non observé
- 1 absente
- 2 rare
- 3 fréquente
- 4 dominante

UNI : importance des espèces unicolmaires

TFP : importance des petites touffes

TFM : importance des touffes moyennes

TFG : importance des grosses touffes

LXB : importance des ligneux bas

LXH : importance des ligneux hauts

ANNEXE 4 : FLORE DE L'ETUDE

540 Relevés .
280 Espèces .

ACANTHACEAE

- ?ACANT *Acanthaceae* inconnue x.
HYGAU *Hygrophila auriculata* (Schum.) Heine
MHMCI *Monechma ciliatum* (Jacq.) Milne-Redh.
NENCA *Nelsonia canescens* (Lam.) Spreng.
PEPBI *Peristrophe bicalyculata* (Retz.) Nees

AIZOACEAE

- GSKPH *Gisekia pharnacioides* L.
MOLCE *Mollugo cerviana* (L.) Seringe
MOLNU *Mollugo nudicaulis* Lam.
TRTPO *Trianthema portulacastrum* L.

AMARANTHACEAE

- ACYAS *Achyranthes aspera* L.
ALRNO *Alternanthera nodiflora* R.Br.
AMAGR *Amaranthus graecizans* L.
AMASP *Amaranthus spinosus* L.
AMAVI *Amaranthus viridis* L.
CEOAR *Celosia argentea* L.
CEOTR *Celosia trigyna* L.
PDKAN *Pandiaka angustifolia* (Vahl) Hepper

AMARYLLIDACEAE

- CRNSA *Crinum sanderianum* Bak.

ARACEAE

- ?SYIXX *Stylochiton* sp. Lepr.

ASCLEPIADACEAE

- PDGDA *Pergularia daemia* (Forssk.) Chiov.

ASTERACEAE

- ACNHI *Acanthospermum hispidum* DC.
AGECC *Ageratum conyzoides* L. subsp. *conyzoides*
APIAR *Aspilia africana* (Pers.) C.Adams

- APIHE *Aspilia helianthoides* (Schum. & Thonn.) Oliver & Hiern
 APIKO *Aspilia kotschyi* (Sch.-Bip.) Oliv. var. *kotschyi*
 ?APIMO *Aspilia mortonii* C.Adams
 APIMU *Aspilia multiflora* Fenzl. ex Oliv. & Hiern
 ?ASTX1 *Asteraceae* inconnue x.
 BIDPI *Bidens pilosa* L.
 ?BLUXX *Blumea* sp. DC.
 CLJAM *Chrysanthellum americanum* (L.) Vatke
 DMATO *Dicoma tomentosa* Cass.
 ECPMI *Echinops milbraedii* Mattf.
 ?LGGX1 *Laggera* sp.1 Schultz-Bip. ex Benth.
 LNECH *Launaea chevalieri* O.Hoffm. & Muschl.
 TRQPR *Tridax procumbens* L.
 VENAM *Vernonia ambigua* Kotschy & Peyr.
 VENCN *Vernonia chapmanii* C.Adams
 VENPE *Vernonia perrottetii* Schultz-Bip.
 VCOLE *Vicoa leptoclada* (Webb) Dandy

BORAGINACEAE

- HEOPA *Heliotropium bacciferum* Forssk.
 HEOSG *Heliotropium strigosum* Willd.
 HEOSB *Heliotropium subulatum* (Hochst. ex A.DC.) Vatke

CAESALPINIACEAE

- CASAB *Cassia absus* L.
 CASMI *Cassia mimosoides* L.
 CASNG *Cassia nigricans* Vahl
 CASOB *Cassia obtusifolia* L.
 CASOC *Cassia occidentalis* L.

CAPPARACEAE

- CLERC *Cleome coeruleo-rosea* Gilg & Benedict
 GYAGY *Cleome gynandra* L.
 CLEMO *Cleome monophylla* L.
 CLEVI *Cleome viscosa* L.

CARYOPHYLLACEAE

- PCYCC *Polycarpaea corymbosa* (L.) Lam. var. *corymbosa*

COMMELINACEAE

- ANELA *Aneilema lanceolatum* Benth.
 COMAS *Commelina aspera* Benth.
 COMBE *Commelina benghalensis* L.
 COMDI *Commelina diffusa* Burm.f.
 COMFO *Commelina forskalaei* Vahl
 COMNG *Commelina nigritana* Benth. var. *gambiae* (C.B.Cl.) Brenan

- COMNN *Commelina nigriflora* Benth. var. *nigriflora*
 COMSC *Commelina schweinfurthii* C.B.Cl.
 COMSU *Commelina subulata* Roth
 CYBCA *Cyanotis caespitosa* Kotschy & Peyr.
 CYBLA *Cyanotis lanata* Benth.
 ANESI *Murdannia simplex* (Vahl) Brenan

CONVOLVULACEAE

- EVOAL *Evolvulus alsinoides* L.
 IPOAQ *Ipomoea aquatica* Forssk.
 IPOAG *Ipomoea argenteaurata* Hallier
 IPOCP *Ipomoea coptica* (L.) Roth ex Roem. & Schult.
 IPODC *Ipomoea dichroa* (Roem. & Schult.) Choisy
 IPOER *Ipomoea eriocarpa* R.Br.
 IPOHC *Ipomoea heterotricha* Didr.
 IPOPY *Ipomoea pyrophila* A.Chev.
 MRREM *Merremia emarginata* (Burman f.) Hallier f.
 MRRPI *Merremia pinnata* (Hochst. ex Choisy) Hall.f.

CUCURBITACEAE

- CITLA *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsumura & Nakai
 CUMMG *Cucumis melo* L. var. *agrestis* Naud.
 ?CUCUR *Cucurbitaceae* inconnue x.

CYPERACEAE

- BULBA *Bulbostylis barbata* (Rottb.) C.B.Cl.
 BULCL *Bulbostylis coleotricha* (A.Rich.) C.B.Cl.
 FIMEX *Bulbostylis hispidula* (Vahl) Haines
 CYPAI *Cyperus amabilis* Vahl
 CYPES *Cyperus esculentus* L.
 CYPRO *Cyperus rotundus* L.
 CYPTC *Cyperus tenuiculmis* Boeck
 FIMDE *Fimbristylis debilis* Steud.
 FIMHS *Fimbristylis hispidula* (Vahl) Kunth subsp. *senegalensis* (Cherm.) Napper
 FIMPI *Fimbristylis pilosa* (Poir.) Vahl
 FIMSC *Fimbristylis scabrida* Schum.
 FIMDP *Fimbristylis tomentosa* Vahl
 KYLPU *Kyllinga pumila* Michx.
 KYLSQ *Kyllinga squamulata* Thonn. ex Vahl
 KYLTE *Kyllinga tenuifolia* Steudel
 LICSP *Lipocarpa gracilis* (A.Rich. ex Pers.) Nees
 MAPCY *Mariscus cylindristachyus* Steud.
 ?MAPXX *Mariscus* sp. Vahl
 MAPSQ *Mariscus squarrosus* (L.) C.B.Cl.
 PYCTR *Pycnospora macrostachyos* (Lam.) Raynal
 RIKKR *Rikiella kernii* (Raymond) Raynal
 SCLSP *Scleria sphaerocarpa* (E.Robinson) Napper

ELATINACEAE

BGASU *Bergia suffruticosa* (Del.) Fenzl

EUPHORBIACEAE

ACCCR *Acalypha crenata* Hochst. ex A.Rich.
ACCSE *Acalypha segetalis* J. Mueller
ACCSN *Acalypha senensis* Klotz.
CRZBR *Chrozophora brocchiana* Vis.
CVNLO *Croton lobatus* L.
EPHCV *Euphorbia convolvuloides* Hochst.
EPHFK *Euphorbia forskalii* Gay
EPHHL *Euphorbia heterophylla* L.
EPHHI *Euphorbia hirta* L.
EPHHS *Euphorbia hyssopifolia* L.
EPHTH *Euphorbia thymifolia* L.
PYLAM *Phyllanthus amarus* Schum. & Thonn.
PYLMP *Phyllanthus maderaspatensis* L.
PYLNO *Phyllanthus niruroides* J. Mueller
PYLSU *Phyllanthus sublanatus* Schum. & Thonn.
SEACH *Sebastiania chamaelea* (L.) Mull. Arg.

FABACEAE

ALZOV *Alysicarpus ovalifolius* (Schum.& Thonn.) J.Leonard
ALZRU *Alysicarpus rugosus* (Willd.) DC.
CVTBA *Crotalaria barkae* Schweinf.
CVTEB *Crotalaria ebenoides* Guill.
CVTGO *Crotalaria goreensis* Guill. & Perr.
CVTMC *Crotalaria microcarpa* Hochst ex Benth.
CVTRE *Crotalaria retusa* L.
CVTSE *Crotalaria senegalensis* (Pers.) Bacle ex DC.
?CVTX1 *Crotalaria* sp1. L.
DEDDI *Desmodium dichotomum* (Willd.) DC.
DEDGA *Desmodium gangeticum* var. *maculata* (L.) Bak.
DEDHI *Desmodium hirtum* Guill. & Perr.
INDCL *Indigofera colutea* (Burm.f.) Merr.
INDDN *Indigofera dendroides* Jacq.
INDHI *Indigofera hirsuta* L.
INDNU *Indigofera nummulariifolia* (L.) Livera ex Alston
INDPD *Indigofera parviflora* Heyne ex Wight & Arn. var. *occidentalis* Gillett
INDPI *Indigofera pilosa* Poir.
INDSE *Indigofera secundiflora* Poir.
?INDX1 *Indigofera* sp1. L.
?INDX3 *Indigofera* sp3. L.
?INDX4 *Indigofera* sp4. L.
?INDX5 *Indigofera* sp5. L.
?INDX7 *Indigofera* sp7 L.
?INDX8 *Indigofera* sp8. L.
?INDX9 *Indigofera* sp9. L.

- INDST *Indigofera stenophylla* Guill. & Perr.
 INDSR *Indigofera strobilifera* (Hochst.) Hochst. ex Bak.
 RHNMI *Rhynchosia minima* (L.) DC.
 RTHHI *Rothia hirsuta* (Guill. & Perr.) Baker
 SEBHE *Sesbania hepperi* Gillett
 SEBPP *Sesbania pachycarpa* DC. subsp. *pachycarpa*
 TEPBR *Tephrosia bracteolata* Guill. & Perr.
 TEPEL *Tephrosia elegans* Schum.
 TEPLI *Tephrosia linearis* (Willd.) Pers.
 TEPPE *Tephrosia pedicellata* Bak.
 ?TEPXX *Tephrosia* sp. Pers.
 VIGGM *Vigna gracilis* (Guill. & Perr.) Hook.f. var. *multiflora* (Hook.f.) Marechal
 VIGRT *Vigna reticulata* Hook.
 ?VIGXX *Vigna* sp. Savi
 VIGSC *Vigna unguiculata* (L.) Walp.
 VIGVE *Vigna vexillata* (L.) A.Rich.
 ZORGL *Zornia glochidiata* Reichb. ex DC.

GENTIANACEAE

- EXUQU *Exacum quinquenervium* Griseb.

HYPOXIDACEAE

- CUGPI *Curculigo pilosa* (Schum. & Thonn.) Engl.

IRIDACEAE

- GLANA *Gladiolus natalensis* (Eckl.) Reinw. ex Lodd

LAMIACEAE

- HPYSP *Hyptis spicigera* Lam.
 HPYSU *Hyptis suaveolens* Poit.
 ?LAMIA *Lamiaceae* inconnue x.
 LEVMA *Leucas martinicensis* (Jacq.) R.Br.
 OCICA *Ocimum canum* Sims
 PQOAF *Platostoma africanum* P.

LILIACEAE

- GLOSI *Gloriosa simplex* L.
 IPGLE *Iphigenia ledermanii* Engl. & K.Krause
 ?LILXX *Liliaceae* inconnue x.
 ?LILIA *Liliaceae* sp. L.

LYTHRACEAE

- AMMBA *Ammania baccifera* L.

MALVACEAE

- HIBAS *Hibiscus asper* Hook.f.
ABMES *Hibiscus esculentus* L.
?HIBXY *Hibiscus* sp2. L.
SIDAC *Sida acuta* Burm.f.
SIDSP *Sida alba* L.
SIDOV *Sida ovata* Forssk.
SIDRH *Sida rhombifolia* L.
?SIDXY *Sida* sp. L.
?SIDX1 *Sida* sp1. L.

NYCTAGINACEAE

- BOEDI *Boerhavia diffusa* L.
BOERP *Boerhavia repens* L.

ONAGRACEAE

- LUDLI *Ludwigia hyssopifolia* (G.Don) Exell
LUDOB *Ludwigia octovalvis* (Jacq.) Raven subsp. *brevisekala* (Brenan) Raven

OXALIDACEAE

- BHYSE *Biophytum umbraculum* Welw.

PEDALIACEAE

- CEKSE *Ceratotheca sesamoides* Endl.
SEGIN *Sesamum indicum* L.

POACEAE

- ANOGB *Andropogon gayanus* Kunth var. *bisquamulatus* (Hochst.) Hack.
ARKAD *Aristida adscensionis* L.
ARKHO *Aristida hordeacea* Kunth
ARKKE *Aristida kerstingii* Pilger
BRACO *Brachiaria comata* (A.Rich.) Stapf
BRAJU *Brachiaria jubata* (Fig. & de Not.) Stapf
BRALA *Brachiaria lata* (Schum.) C.E.Hubb.
BRADP *Brachiaria villosa* (Lam.) A.Camus
CCHBI *Cenchrus biflorus* Roxb.
CHRLA *Chloris lamproparia* Stapf
CHRPI *Chloris pilosa* Schum.
DTTAE *Dactyloctenium aegyptium* (L.) P.Beauv.
DIGAR *Digitaria argillacea* (Hitchc. & Chase) Fern.
DIGDL *Digitaria delicatula* Stapf
DIGDG *Digitaria diagonalis* (Nees) Stapf
DIGHO *Digitaria horizontalis* Willd.
DIMRE *Dinebra retroflexa* (Vahl) Panzer
ECHCO *Echinochloa colona* (L.) Link

| | |
|--------|--|
| ECHOB | <i>Echinochloa obtusiflora</i> Stapf |
| ELEIN | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. |
| CHRP | <i>Enteropogon prierii</i> (Kunth) W.Clayton |
| ERAAS | <i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) Nees |
| ERAAT | <i>Eragrostis atrovirens</i> (Def.) Trin. ex Steud. |
| ERAME | <i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Hubb. |
| ERACI | <i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br. |
| ERAGA | <i>Eragrostis gangetica</i> (Roxb.) Steud. |
| ERAND | <i>Eragrostis namaquensis</i> Nees var. <i>diplachnoides</i> (Steud.) W.Clayton |
| ERAPI | <i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv. |
| ERATM | <i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud. |
| ERATU | <i>Eragrostis turgida</i> (Schum.) de Wild. |
| HAKGR | <i>Hackelochloa granularis</i> (L.) O.Ktze |
| IMPCA | <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P.Beauv. var. <i>africana</i> (Anderss.) C.E.Hubb. |
| ISCAF | <i>Ischaemum afrum</i> (J.F.Gmel.) Dandy |
| LOWTO | <i>Loudetia togoensis</i> (Pilger) C.E.Hubb. |
| MHLIN | <i>Microchloa indica</i> (L.f.) P.Beauv. |
| PANPN | <i>Panicum pansum</i> Rendle |
| ?PANXX | <i>Panicum</i> sp. L. |
| PANSB | <i>Panicum subalbidum</i> Kunth |
| PASSC | <i>Paspalum scrobiculatum</i> L. |
| PESPE | <i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin. |
| ?POA01 | <i>Poaceae inconnue</i> x1 |
| RHYRE | <i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb. |
| ROOEX | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.Clayton |
| SFDGR | <i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth |
| SETPF | <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult. |
| SETSP | <i>Setaria sphacelata</i> (Schum.) Stapf & Hubb. ex M.B.Moss |
| SPZAF | <i>Sporobolus africanus</i> (Poir.) Robyns & Tournay |
| SPZCF | <i>Sporobolus cordofanus</i> (Steud.) Cass. |
| SPZFE | <i>Sporobolus festivus</i> Hochst. ex A.Rich. |
| ?SPZX1 | <i>Sporobolus</i> sp.1 R.Br. |
| TLGEL | <i>Thelepogon elegans</i> Roth ex Roem. & Schult. |
| UROTR | <i>Urochloa trichopus</i> (Hochst.) Stapf |

POLYGALACEAE

| | |
|-------|------------------------------------|
| POGER | <i>Polygala erioptera</i> DC. |
| POGPE | <i>Polygala petitiiana</i> A.Rich. |

PORTULACACEAE

| | |
|-------|------------------------------------|
| PORGR | <i>Portulaca grandiflora</i> Hook. |
| POROL | <i>Portulaca oleracea</i> L. |
| PORQU | <i>Portulaca quadrifida</i> L. |

RUBIACEAE

| | |
|-------|--|
| GADER | <i>Gardenia erubescens</i> Stapf |
| KOAGR | <i>Kohautia grandiflora</i> DC. |
| KOASE | <i>Kohautia senegalensis</i> Cham. & Schltr. |

- MTCVI *Mitracarpus villosus* (Sw.) DC.
 OLDCP *Oldenlandia capensis* L.f.
 OLDCO *Oldenlandia corymbosa* L.
 BOICH *Spermacoce chaetocephala* DC.
 BOIFI *Spermacoce filifolia* (Schum. & Thonn.) J.P.Lebrun & Stork
 SPCRA *Spermacoce radiata* (DC.) Sieber ex Hiern
 BOIAR *Spermacoce ruelliae* DC.
 BOISY *Spermacoce stachydea* DC.

SCROFULARIACEAE

- AKTVO *Alectra vogelii* Benth.
 BAOHH *Bacopa hamiltoniana* (Benth.) Wettst. var. *hamiltoniana*
 RPCLO *Rhaphicarpa fistulosa* (Hochst.) Benth.
 SCFDU *Scoparia dulcis* L.
 STRGE *Striga gesnerioides* (Willd.) Vatke
 STRHE *Striga hermonthica* (Del.) Benth.
 STRPA *Striga passargei* Engl.

SOLANACEAE

- PHYAN *Physalis angulata* L.
 PHYMC *Physalis micrantha* Link
 SHWAM *Schwenkia americana* L.
 SOLCE *Solanum cerasiferum* Dunal subsp. *cerasiferum*
 SOLNI *Solanum nigrum* L.

STERCULIACEAE

- WALAM *Waltheria indica* L.

TACCACEAE

- TCCLE *Tacca leontopetaloides* (L.) O.Ktze

TILIACEAE

- CRGFA *Corchorus fascicularis* Lam.
 CRGOL *Corchorus olitorius* L.
 CRGTD *Corchorus tridens* L.
 TIUPE *Triumfetta pentandra* A.Rich.

TURNERACEAE

- WOKPI *Tricliceras pilosum* (Willd.) Fern

VERBENACEAE

- STCAN *Stachytarpheta angustifolia* (Mill.) Vahl

ZINGIBERACEAE

SFLAE *Siphonochilus aethiopicus* (Schweinf.) B.L.Burt

ZYGOPHYLLACEAE

TRBTE *Tribulus terrestris* L.

A N N E X E 5 : FLORE TRIEE PAR LES CODES

540 Relevés
280 Espèces

| | | |
|--------------|---|-----------------------|
| ABMES | <i>Hibiscus esculentus</i> L | MALVACEAE |
| ACCCR | <i>Acalypha crenata</i> Hochst. ex A.Rich. | EUPHORBIACEAE |
| ACCSE | <i>Acalypha segetalis</i> J. Mueller | EUPHORBIACEAE |
| ACCSN | <i>Acalypha senensis</i> Klotz. | EUPHORBIACEAE |
| ACNHI | <i>Acanthospermum hispidum</i> DC. | ASTERACEAE |
| ACYAS | <i>Achyranthes aspera</i> L | AMARANTHACEAE |
| AGECC | <i>Ageratum conyzoides</i> L subsp. <i>conyzoides</i> | ASTERACEAE |
| AKTVO | <i>Alectra vogelii</i> Benth. | SCROFULARIACEAE |
| ALRNO | <i>Alternanthera nodiflora</i> R.Br. | AMARANTHACEAE |
| ALZOV | <i>Alysicarpus ovalifolius</i> (Schum. & Thonn.) J.Leonard | FABACEAE |
| ALZRU | <i>Alysicarpus rugosus</i> (Willd.) DC. | FABACEAE |
| AMAGR | <i>Amaranthus graecizans</i> L | AMARANTHACEAE |
| AMASP | <i>Amaranthus spinosus</i> L | AMARANTHACEAE |
| AMAVI | <i>Amaranthus viridis</i> L | AMARANTHACEAE |
| AMMBA | <i>Ammania baccifera</i> L | LYTHRACEAE |
| ANELA | <i>Aneilema lanceolatum</i> Benth. | COMMELINACEAE |
| ANESI | <i>Murdannia simplex</i> (Vahl) Brenan | COMMELINACEAE |
| ANOGB | <i>Andropogon gayanus</i> Kunth var. <i>bisquamulatus</i> (Hochst.) Hack. | POACEAE |
| APIAR | <i>Aspilia africana</i> (Pers.) C.Adams | ASTERACEAE |
| APIHE | <i>Aspilia helianthoides</i> (Schum. & Thonn.) Oliver & Hiem | ASTERACEAE |
| APIKO | <i>Aspilia kotschyi</i> (Sch.-Bip.) Oliv. var. <i>kotschyi</i> | ASTERACEAE |
| APIMU | <i>Aspilia multiflora</i> Fenzl. ex Oliv. & Hiem | ASTERACEAE |
| ARKAD | <i>Aristida adscensionis</i> L | POACEAE |
| ARKHO | <i>Aristida hordeacea</i> Kunth | POACEAE |
| ARKKE | <i>Aristida kerstingii</i> Pilger | POACEAE |
| BAOHH | <i>Bacopa hamiltoniana</i> (Benth.) Wettst. var. <i>hamiltoniana</i> | SCROFULARIACEAE |
| BGASU | <i>Bergia suffruticosa</i> (Del.) Fenzl | ELATINACEAE |
| BHYSE | <i>Biophytum umbraculum</i> Welw. | OXALIDACEAE |
| BIDPI | <i>Bidens pilosa</i> L | ASTERACEAE |
| BOEDI | <i>Boerhavia diffusa</i> L | NYCTAGINACEAE |
| BOERP | <i>Boerhavia repens</i> L | NYCTAGINACEAE |
| BOIAR | <i>Spermacoe ruelliae</i> DC. | RUBIACEAE |
| BOICH | <i>Spermacoe chaetocephala</i> DC. | RUBIACEAE |
| BOIFI | <i>Spermacoe filifolia</i> (Schum. & Thonn.) J.P.Lebrun & Stork | RUBIACEAE |
| BOISY | <i>Spermacoe stachydea</i> DC. | RUBIACEAE |
| BRACO | <i>Brachiaria comata</i> (A.Rich.) Stapf | POACEAE |
| BRADP | <i>Brachiaria villosa</i> (Lam.) A.Camus | POACEAE |
| BRAJU | <i>Brachiaria jubata</i> (Fig. & de Not.) Stapf | POACEAE |
| BRALA | <i>Brachiaria lata</i> (Schum.) C.E.Hubb. | POACEAE |
| BULBA | <i>Bulbostylis barbata</i> (Rottb.) C.B.Cl. | CYPERACEAE |
| BULCL | <i>Bulbostylis coleotricha</i> (A.Rich.) C.B.Cl. | CYPERACEAE |
| CASAB | <i>Cassia absus</i> L | CAESALPINIACEAE |
| CASMI | <i>Cassia mimosoides</i> L | CAESALPINIACEAE |
| CASNG | <i>Cassia nigricans</i> Vahl | CAESALPINIACEAE |

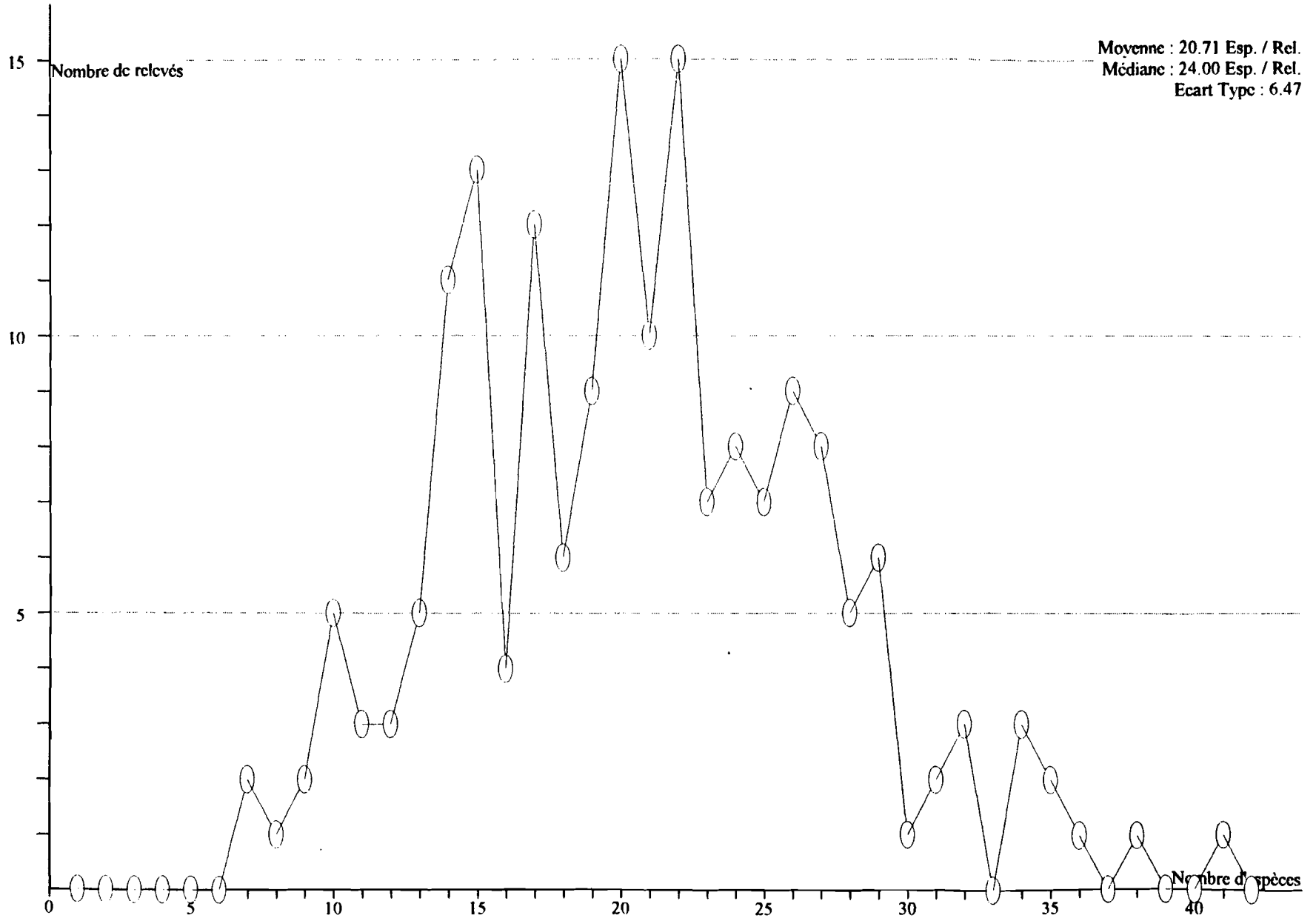
| | | |
|--------------|---|-----------------|
| CASOB | <i>Cassia obtusifolia</i> L | CAESALPINIACEAE |
| CASOC | <i>Cassia occidentalis</i> L | CAESALPINIACEAE |
| CCHBI | <i>Cenchrus biflorus</i> Roxb. | POACEAE |
| CEKSE | <i>Ceratothera sesamoides</i> Endl. | PEDALIACEAE |
| CEOAR | <i>Celosia argentea</i> L | AMARANTHACEAE |
| CEOTR | <i>Celosia trigyna</i> L | AMARANTHACEAE |
| CHRLA | <i>Chloris lamproparia</i> Stapf | POACEAE |
| CHRPI | <i>Chloris pilosa</i> Schum. | POACEAE |
| CHRPR | <i>Enteropogon prieurii</i> (Kunth) W.Clayton | POACEAE |
| CITLA | <i>Citrullus lanatus</i> (Thunb.) Matsumara & Nakai | CUCURBITACEAE |
| CLEMO | <i>Cleome monophylla</i> L | CAPPARACEAE |
| CLERC | <i>Cleome coeruleo-rosea</i> Gilg & Benedict | CAPPARACEAE |
| CLEVI | <i>Cleome viscosa</i> L | CAPPARACEAE |
| CLJAM | <i>Chrysanthellum americanum</i> (L) Vatke | ASTERACEAE |
| COMAS | <i>Commelina aspera</i> Benth. | COMMELINACEAE |
| COMBE | <i>Commelina benghalensis</i> L | COMMELINACEAE |
| COMDI | <i>Commelina diffusa</i> Burm.f. | COMMELINACEAE |
| COMFO | <i>Commelina forskalaei</i> Vahl | COMMELINACEAE |
| COMNG | <i>Commelina nigriflora</i> Benth. var. <i>gambiae</i> (C.B.Cl.) Brenan | COMMELINACEAE |
| COMNN | <i>Commelina nigriflora</i> Benth. var. <i>nigriflora</i> | COMMELINACEAE |
| COMSC | <i>Commelina schweinfurthii</i> C.B.Cl. | COMMELINACEAE |
| COMSU | <i>Commelina subulata</i> Roth | COMMELINACEAE |
| CRGFA | <i>Corchorus fascicularis</i> Lam. | TILIACEAE |
| CRGOL | <i>Corchorus olitorius</i> L | TILIACEAE |
| CRGTD | <i>Corchorus tridens</i> L | TILIACEAE |
| CRNSA | <i>Crinum sanderianum</i> Bak. | AMARYLLIDACEAE |
| CRZBR | <i>Chrozophora brocciana</i> Vis. | EUPHORBIACEAE |
| CUGPI | <i>Curculigo pilosa</i> (Schum. & Thonn.) Engl. | HYPOXIDACEAE |
| CUMMG | <i>Cucumis melo</i> L var. <i>agrestis</i> Naud. | CUCURBITACEAE |
| CVNLO | <i>Croton lobatus</i> L | EUPHORBIACEAE |
| CVTBA | <i>Crotalaria barkae</i> Schweinf. | FABACEAE |
| CVTEB | <i>Crotalaria ebenoides</i> Guill. | FABACEAE |
| CVTGO | <i>Crotalaria goreensis</i> Guill. & Perr. | FABACEAE |
| CVTMC | <i>Crotalaria microcarpa</i> Hochst ex Benth. | FABACEAE |
| CVTRE | <i>Crotalaria retusa</i> L. | FABACEAE |
| CVTSE | <i>Crotalaria senegalensis</i> (Pers.) Bacle ex DC. | FABACEAE |
| CYBCA | <i>Cyanotis caespitosa</i> Kotschy & Peyr. | COMMELINACEAE |
| CYBLA | <i>Cyanotis lanata</i> Benth. | COMMELINACEAE |
| CYPAI | <i>Cyperus amabilis</i> Vahl | CYPERACEAE |
| CYPES | <i>Cyperus esculentus</i> L | CYPERACEAE |
| CYPRO | <i>Cyperus rotundus</i> L | CYPERACEAE |
| CYPTC | <i>Cyperus tenuiculmis</i> Boeck | CYPERACEAE |
| DEDDI | <i>Desmodium dichotomum</i> (Willd.) DC. | FABACEAE |
| DEDGA | <i>Desmodium gangeticum</i> var. <i>maculata</i> (L) Bak. | FABACEAE |
| DEDHI | <i>Desmodium hirtum</i> Guill. & Perr. | FABACEAE |
| DIGAR | <i>Digitaria argillacea</i> (Hitchc. & Chase) Fern. | POACEAE |
| DIGDG | <i>Digitaria diagonalis</i> (Nees) Stapf | POACEAE |
| DIGDL | <i>Digitaria delicatula</i> Stapf | POACEAE |
| DIGHO | <i>Digitaria horizontalis</i> Willd. | POACEAE |
| DIMRE | <i>Dinebra retroflexa</i> (Vahl) Panzer | POACEAE |
| DMATO | <i>Dicoma tomentosa</i> Cass. | ASTERACEAE |
| DTTAE | <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L) P.Beauv. | POACEAE |
| ECHCO | <i>Echinochloa colona</i> (L) Link | POACEAE |
| ECHOB | <i>Echinochloa obtusiflora</i> Stapf | POACEAE |

| | | |
|--------------|--|----------------|
| ECPMI | <i>Echinops milbraedii</i> Mattf. | ASTERACEAE |
| ELEIN | <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn. | POACEAE |
| EPHCV | <i>Euphorbia convolvuloides</i> Hochst. | EUPHORBIACEAE |
| EPHFK | <i>Euphorbia forskalii</i> Gay | EUPHORBIACEAE |
| EPHHI | <i>Euphorbia hirta</i> L. | EUPHORBIACEAE |
| EPHHL | <i>Euphorbia heterophylla</i> L. | EUPHORBIACEAE |
| EPHHS | <i>Euphorbia hyssopifolia</i> L. | EUPHORBIACEAE |
| EPHTH | <i>Euphorbia thymifolia</i> L. | EUPHORBIACEAE |
| ERAAS | <i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) Nees | POACEAE |
| ERAAT | <i>Eragrostis atrovirens</i> (Def.) Trin. ex Steud. | POACEAE |
| ERACI | <i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R.Br. | POACEAE |
| ERAGA | <i>Eragrostis gangetica</i> (Roxb.) Steud. | POACEAE |
| ERAME | <i>Eragrostis cilianensis</i> (All.) Hubb. | POACEAE |
| ERAND | <i>Eragrostis namaquensis</i> Nees var. <i>diplachnoides</i> (Steud.) W.Clayton | POACEAE |
| ERAPI | <i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.Beauv. | POACEAE |
| ERATM | <i>Eragrostis tremula</i> Hochst. ex Steud. | POACEAE |
| ERATU | <i>Eragrostis turgida</i> (Schum.) de Wild. | POACEAE |
| EVOAL | <i>Evolvulus alsinoides</i> L. | CONVOLVULACEAE |
| EXUQU | <i>Exacum quinquenervium</i> Griseb. | GENTIANACEAE |
| FIMDE | <i>Fimbristylis debilis</i> Steud. | CYPERACEAE |
| FIMDP | <i>Fimbristylis tomentosa</i> Vahl | CYPERACEAE |
| FIMEX | <i>Bulbostylis hispidula</i> (Vahl) Haines | CYPERACEAE |
| FIMHS | <i>Fimbristylis hispidula</i> (Vahl) Kunth subsp. <i>senegalensis</i> (Cherm.) Napper | CYPERACEAE |
| FIMPI | <i>Fimbristylis pilosa</i> (Poir.) Vahl | CYPERACEAE |
| FIMSC | <i>Fimbristylis scabrida</i> Schum. | CYPERACEAE |
| GADER | <i>Gardenia erubescens</i> Stapf | RUBIACEAE |
| GLANA | <i>Gladiolus natalensis</i> (Eckl.) Reinw. ex Lodd | IRIDACEAE |
| GLOSI | <i>Gloriosa simplex</i> L. | LILIACEAE |
| GSKPH | <i>Gisekia pharmacoides</i> L. | AIZOACEAE |
| GYAGY | <i>Cleome gynandra</i> L. | CAPPARACEAE |
| HAKGR | <i>Hackelochloa granularis</i> (L.) O.Ktze | POACEAE |
| HEOBA | <i>Heliotropium bacciferum</i> Forssk. | BORAGINACEAE |
| HEOSB | <i>Heliotropium subulatum</i> (Hochst. ex A.DC.) Vatke | BORAGINACEAE |
| HEOSG | <i>Heliotropium strigosum</i> Willd. | BORAGINACEAE |
| HIBAS | <i>Hibiscus asper</i> Hook.f. | MALVACEAE |
| HPYSP | <i>Hyptis spicigera</i> Lam. | LAMIACEAE |
| HPYSU | <i>Hyptis suaveolens</i> Poit. | LAMIACEAE |
| HYGAU | <i>Hygrophila auriculata</i> (Schum.) Heine | ACANTHACEAE |
| IMPCA | <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P.Beauv. var. <i>africana</i> (Anderss.) C.E.Hubb. | POACEAE |
| INDCL | <i>Indigofera colutea</i> (Burm.f.) Merr. | FABACEAE |
| INDDN | <i>Indigofera dendroides</i> Jacq. | FABACEAE |
| INDHI | <i>Indigofera hirsuta</i> L. | FABACEAE |
| INDNU | <i>Indigofera nummulariifolia</i> (L.) Livera ex Alston | FABACEAE |
| INDPD | <i>Indigofera parviflora</i> Heyne ex Wight & Arn. var. <i>occidentalis</i> Gillett | FABACEAE |
| INDPI | <i>Indigofera pilosa</i> Poir. | FABACEAE |
| INDSE | <i>Indigofera secundiflora</i> Poir. | FABACEAE |
| INDSR | <i>Indigofera strobilifera</i> (Hochst.) Hochst. ex Bak. | FABACEAE |
| INDST | <i>Indigofera stenophylla</i> Guill. & Perr. | FABACEAE |
| IPGLE | <i>Iphigenia ledermanii</i> Engl. & K.Krause | LILIACEAE |
| IPOAG | <i>Ipomoea argentaurata</i> Hallier | CONVOLVULACEAE |
| IPOAQ | <i>Ipomoea aquatica</i> Forssk. | CONVOLVULACEAE |
| IPOCP | <i>Ipomoea coptica</i> (L.) Roth ex Roem. & Schult. | CONVOLVULACEAE |
| IPODC | <i>Ipomoea dichroa</i> (Roem. & Schult.) Choisy | CONVOLVULACEAE |
| IPOER | <i>Ipomoea eriocarpa</i> R.Br. | CONVOLVULACEAE |

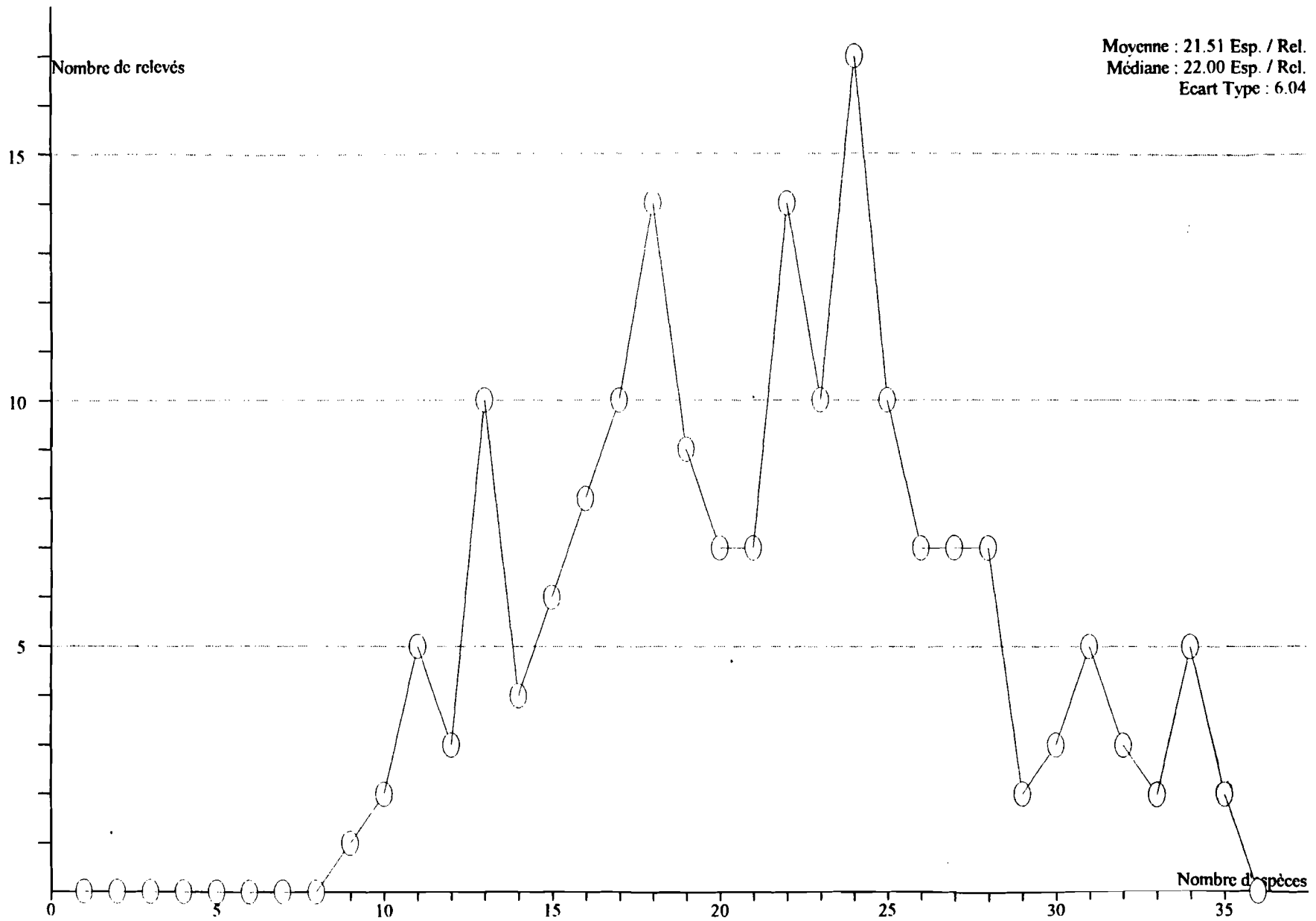
| | | |
|---------------|---|-----------------|
| IPOHC | <i>Ipomoea heterotricha</i> Didr. | CONVOLVULACEAE |
| IPOPY | <i>Ipomoea pyrophila</i> A.Chev. | CONVOLVULACEAE |
| ISCAF | <i>Ischaemum afrum</i> (J.F.Gmel.) Dandy | POACEAE |
| KOAGR | <i>Kohautia grandiflora</i> DC. | RUBIACEAE |
| KOASE | <i>Kohautia senegalensis</i> Cham. & Schltr. | RUBIACEAE |
| KYLPV | <i>Kyllinga pumila</i> Michx. | CYPERACEAE |
| KYLSQ | <i>Kyllinga squamulata</i> Thonn. ex Vahl | CYPERACEAE |
| KYLTE | <i>Kyllinga tenuifolia</i> Steudel | CYPERACEAE |
| LEVMA | <i>Leucas martinicensis</i> (Jacq.) R.Br. | LAMIACEAE |
| LICSP | <i>Lipocarpa gracilis</i> (A.Rich. ex Pers.) Nees | CYPERACEAE |
| LNECH | <i>Launaea chevalieri</i> O.Hoffm. & Muschl. | ASTERACEAE |
| LOWTO | <i>Loudezia togoensis</i> (Pilger) C.E.Hubb. | POACEAE |
| LUDLI | <i>Ludwigia hyssopifolia</i> (G.Don) Exell | ONAGRACEAE |
| LUDOB | <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven subsp. <i>brevisekala</i> (Brenan) Raven | ONAGRACEAE |
| MAPCY | <i>Mariscus cylindristachyus</i> Steud. | CYPERACEAE |
| MAPSQ | <i>Mariscus squarrosus</i> (L.) C.B.Cl. | CYPERACEAE |
| MHLIN | <i>Microchloa indica</i> (L.f.) P.Beauv. | POACEAE |
| MHMCI | <i>Monechma ciliatum</i> (Jacq.) Milne-Redh. | ACANTHACEAE |
| MOLCE | <i>Mollugo cerviana</i> (L.) Seringe | AIZOACEAE |
| MOLNU | <i>Mollugo nudicaulis</i> Lam. | AIZOACEAE |
| MRREM | <i>Merremia emarginata</i> (Burman f.) Hallier f. | CONVOLVULACEAE |
| MRRP I | <i>Merremia pinnata</i> (Hochst. ex Choisy) Hall.f. | CONVOLVULACEAE |
| MTCVI | <i>Mitracarpus villosus</i> (Sw.) DC. | RUBIACEAE |
| NENCA | <i>Nelsonia canescens</i> (Lam.) Spreng. | ACANTHACEAE |
| OCICA | <i>Ocimum canum</i> Sims | LAMIACEAE |
| OLDCO | <i>Oldenlandia corymbosa</i> L. | RUBIACEAE |
| OLDCP | <i>Oldenlandia capensis</i> L.f. | RUBIACEAE |
| PANPN | <i>Panicum pansum</i> Rendle | POACEAE |
| PANSB | <i>Panicum subatbidum</i> Kunth | POACEAE |
| PASSC | <i>Paspalum scrobiculatum</i> L. | POACEAE |
| PCYCC | <i>Polycarpaea corymbosa</i> (L.) Lam. var. <i>corymbosa</i> | CARYOPHYLLACEAE |
| PDGDA | <i>Pergularia daemia</i> (Forssk.) Chiov. | ASCLEPIADACEAE |
| PDKAN | <i>Pandiaka angustifolia</i> (Vahl) Hepper | AMARANTHACEAE |
| PEPBI | <i>Peristrophe bicalyculata</i> (Retz.) Nees | ACANTHACEAE |
| PESPE | <i>Pennisetum pedicellatum</i> Trin. | POACEAE |
| PHYAN | <i>Physalis angulata</i> L. | SOLANACEAE |
| PHYMC | <i>Physalis micrantha</i> Link | SOLANACEAE |
| POGER | <i>Polygala erioptera</i> DC. | POLYGALACEAE |
| POGPE | <i>Polygala petitiiana</i> A.Rich. | POLYGALACEAE |
| PORGR | <i>Portulaca grandiflora</i> Hook. | PORTULACACEAE |
| POROL | <i>Portulaca oleracea</i> L. | PORTULACACEAE |
| PORQU | <i>Portulaca quadrifida</i> L. | PORTULACACEAE |
| PQOAF | <i>Platostoma africanum</i> P. | LAMIACEAE |
| PYCTR | <i>Pycreus macrostachyos</i> (Lam.) Raynal | CYPERACEAE |
| PYLAM | <i>Phyllanthus amarus</i> Schum. & Thonn. | EUPHORBIACEAE |
| PYLMP | <i>Phyllanthus maderaspatensis</i> L. | EUPHORBIACEAE |
| PYLNO | <i>Phyllanthus niruroides</i> J. Mueller | EUPHORBIACEAE |
| PYLSU | <i>Phyllanthus sublanatus</i> Schum. & Thonn. | EUPHORBIACEAE |
| RHNMI | <i>Rhynchosia minima</i> (L.) DC. | FABACEAE |
| RHYRE | <i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C.E.Hubb. | POACEAE |
| RIKKR | <i>Rikiella kernii</i> (Raymond) Raynal | CYPERACEAE |
| ROOEX | <i>Rottboellia cochinchinensis</i> (Lour.) W.Clayton | POACEAE |
| RPCLO | <i>Rhamphicarpa fistulosa</i> (Hochst.) Benth. | SCROFULARIACEAE |
| RTHHI | <i>Rothia hirsuta</i> (Guill. & Perr.) Baker | FABACEAE |

| | | |
|---------------|--|-----------------|
| SCFDU | <i>Scoparia dulcis</i> L | SCROFULARIACEAE |
| SCLSP | <i>Scleria sphaerocarpa</i> (E.Robinson) Napper | CYPERACEAE |
| SEACH | <i>Sebastiania chamaelea</i> (L.) Mull. Arg. | EUPHORBIACEAE |
| SEBHE | <i>Sesbania hepperi</i> Gillett | FABACEAE |
| SEBPP | <i>Sesbania pachycarpa</i> DC. subsp. <i>pachycarpa</i> | FABACEAE |
| SEGIN | <i>Sesamum indicum</i> L | PEDALIACEAE |
| SETPF | <i>Setaria pumila</i> (Poir.) Roem. & Schult. | POACEAE |
| SETSP | <i>Setaria sphacelata</i> (Schum.) Stapf & Hubb. ex M.B.Moss | POACEAE |
| SFDGR | <i>Schoenefeldia gracilis</i> Kunth | POACEAE |
| SFLAE | <i>Siphonochilus aethiopicus</i> (Schweinf.) B.L.Burt | ZINGIBERACEAE |
| SHWAM | <i>Schwenkia americana</i> L | SOLANACEAE |
| SIDAC | <i>Sida acuta</i> Burm.f. | MALVACEAE |
| SIDOV | <i>Sida ovata</i> Forssk. | MALVACEAE |
| SIDRH | <i>Sida rhombifolia</i> L | MALVACEAE |
| SIDSP | <i>Sida alba</i> L | MALVACEAE |
| SOLCE | <i>Solanum cerasiferum</i> Dunal subsp. <i>cerasiferum</i> | SOLANACEAE |
| SOLNI | <i>Solanum nigrum</i> L | SOLANACEAE |
| SPCRA | <i>Spermacoce radiata</i> (DC.) Sieber ex Hiem | RUBIACEAE |
| SPZAF | <i>Sporobolus africanus</i> (Poir.) Robyns & Toumays | POACEAE |
| SPZCF | <i>Sporobolus cordofanus</i> (Steud.) Cass. | POACEAE |
| SPZFE | <i>Sporobolus festivus</i> Hochst. ex A.Rich. | POACEAE |
| SPZX1 | <i>Sporobolus</i> sp.1 R.Br. | POACEAE |
| STCAN | <i>Stachytarpheta angustifolia</i> (Mill.) Vahl | VERBENACEAE |
| STRGE | <i>Striga gesnerioides</i> (Willd.) Vatke | SCROFULARIACEAE |
| STRHE | <i>Striga hermonthica</i> (Del.) Benth. | SCROFULARIACEAE |
| STRPA | <i>Striga passargei</i> Engl. | SCROFULARIACEAE |
| TCCLE | <i>Tacca leontopetaloides</i> (L.) O.Ktze | TACCACEAE |
| TEPBR | <i>Tephrosia bracteolata</i> Guill. & Perr. | FABACEAE |
| TEPEL | <i>Tephrosia elegans</i> Schum. | FABACEAE |
| TEPLI | <i>Tephrosia linearis</i> (Willd.) Pers. | FABACEAE |
| TEPPE | <i>Tephrosia pedicellata</i> Bak. | FABACEAE |
| TIUPE | <i>Triumfetta pentandra</i> A.Rich. | TILIACEAE |
| TLGEL | <i>Thelepogon elegans</i> Roth ex Roem. & Schult. | POACEAE |
| TRBTE | <i>Tribulus terrestris</i> L | ZYGOPHYLLACEAE |
| TRQPR | <i>Tridax procumbens</i> L | ASTERACEAE |
| TRTPO | <i>Trianthema portulacastrum</i> L | AIZOACEAE |
| UROTR | <i>Urochloa trichopus</i> (Hochst.) Stapf | POACEAE |
| VCOLE | <i>Vicoa leptoclada</i> (Webb) Dandy | ASTERACEAE |
| VENAM | <i>Vernonia ambigua</i> Kotschy & Peyr. | ASTERACEAE |
| VENCM | <i>Vernonia chapmanii</i> C.Adams | ASTERACEAE |
| VENPE | <i>Vernonia perrottetii</i> Schultz-Bip. | ASTERACEAE |
| VIGGM | <i>Vigna gracilis</i> (Guill. & Perr.) Hook.f. var. <i>multiflora</i> (Hook.f.) Marechal | FABACEAE |
| VIGRT | <i>Vigna reticulata</i> Hook. | FABACEAE |
| VIGSC | <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp. | FABACEAE |
| VIGVE | <i>Vigna vexillata</i> (L.) A.Rich. | FABACEAE |
| WALAM | <i>Waltheria indica</i> L | STERCULIACEAE |
| WOKPI | <i>Tridax pilosum</i> (Willd.) Fern | TURNERACEAE |
| ZORGL | <i>Zornia glochidiata</i> Reichb. ex DC. | FABACEAE |
| ?ACANT | Acanthaceae inconnue x. | ACANTHACEAE |
| ?APIMO | <i>Aspilia mertonii</i> C.Adams | ASTERACEAE |
| ?ASTX1 | Asteraceae inconnue x. | ASTERACEAE |
| ?BLUXX | <i>Blumea</i> sp. DC. | ASTERACEAE |
| ?CUCUR | Cucurbitaceae inconnue x. | CUCURBITACEAE |
| ?CVTX1 | <i>Crotalaria</i> sp1. L | FABACEAE |

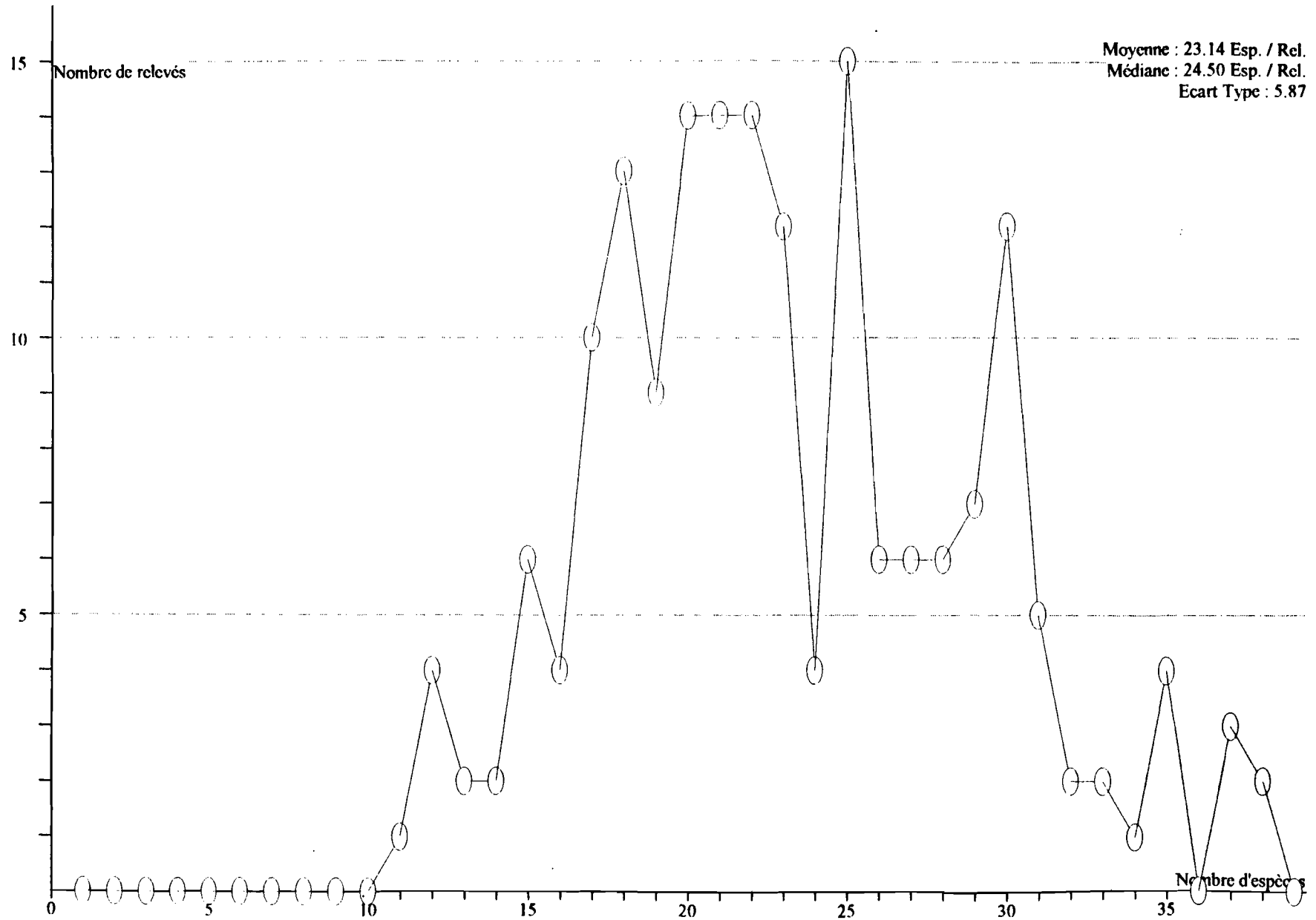
| | | |
|---------------|--|------------|
| ?HIBXY | <i>Hibiscus</i> sp2. L | MALVACEAE |
| ?INDX1 | <i>Indigofera</i> sp1. L | FABACEAE |
| ?INDX3 | <i>Indigofera</i> sp3. L | FABACEAE |
| ?INDX4 | <i>Indigofera</i> sp4. L | FABACEAE |
| ?INDX5 | <i>Indigofera</i> sp5. L | FABACEAE |
| ?INDX7 | <i>Indigofera</i> sp7 L | FABACEAE |
| ?INDX8 | <i>Indigofera</i> sp8. L | FABACEAE |
| ?INDX9 | <i>Indigofera</i> sp9. L | FABACEAE |
| ?LAMIA | <i>Lamiaceae</i> inconnue x. | LAMIACEAE |
| ?LGGX1 | <i>Laggera</i> sp.1 Schult.-Bip. ex Benth. | ASTERACEAE |
| ?LILIA | <i>Liliaceae</i> sp. L | LILIACEAE |
| ?LILXX | <i>Liliaceae</i> inconnue x. | LILIACEAE |
| ?MAPXX | <i>Mariscus</i> sp. Vahl | CYPERACEAE |
| ?PANXX | <i>Panicum</i> sp. L | POACEAE |
| ?POA01 | <i>Poaceae</i> inconnue | POACEAE |
| ?SIDX1 | <i>Sida</i> sp1. L | MALVACEAE |
| ?SIDXY | <i>Sida</i> sp. L | MALVACEAE |
| ?SYIXX | <i>Stylochiton</i> sp. Lepr. | ARACEAE |
| ?TEPXX | <i>Tephrosia</i> sp. Pers. | FABACEAE |
| ?VIGXX | <i>Vigna</i> sp. Savi | FABACEAE |



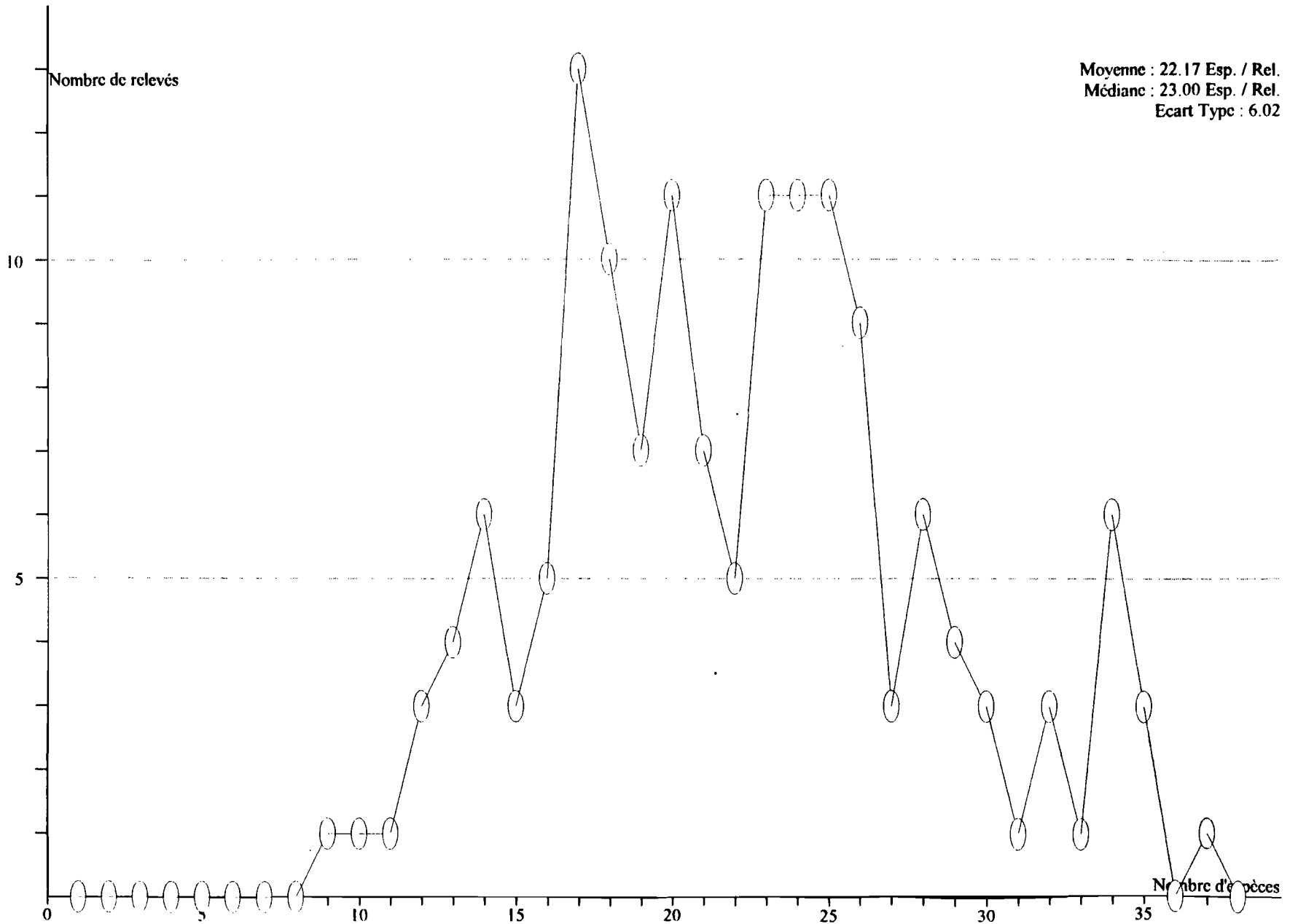
Annexe 6a : Richesse floristique parcelle en début de cycle



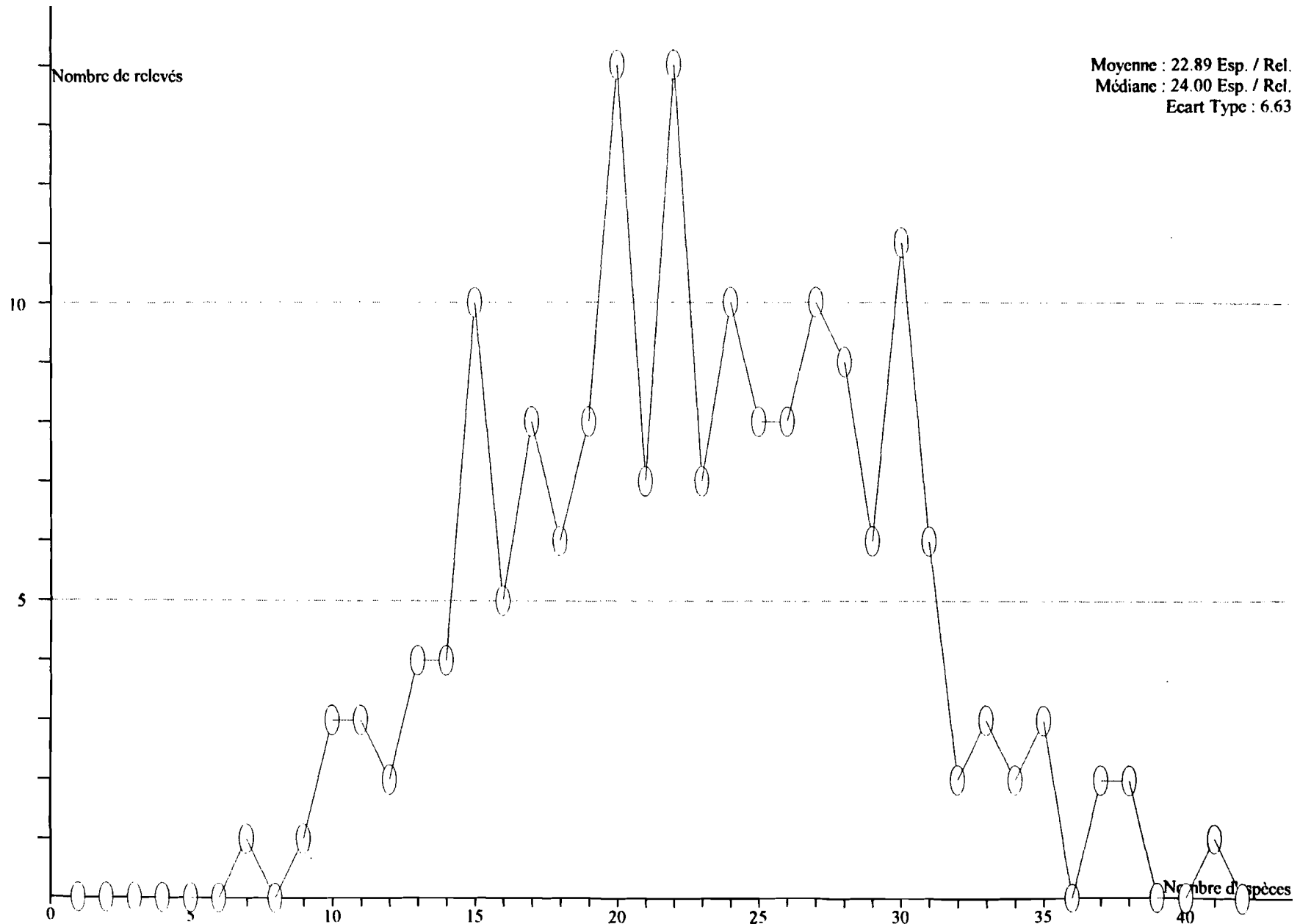
Annexe 6b : Richesse floristique parcellaire en milieu de cycle



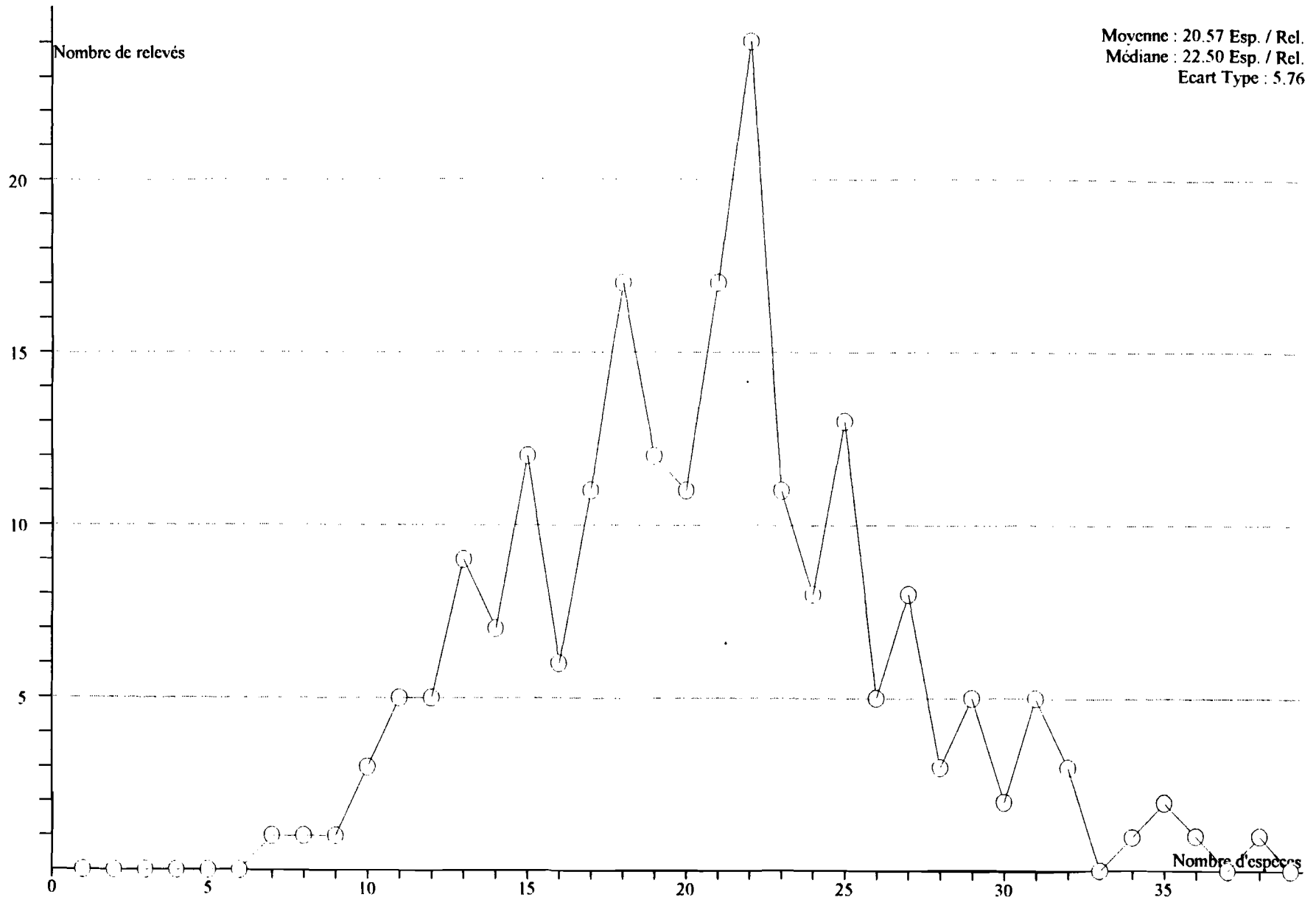
Annexe 6c : Richesse floristique parcellaire en fin de cycle



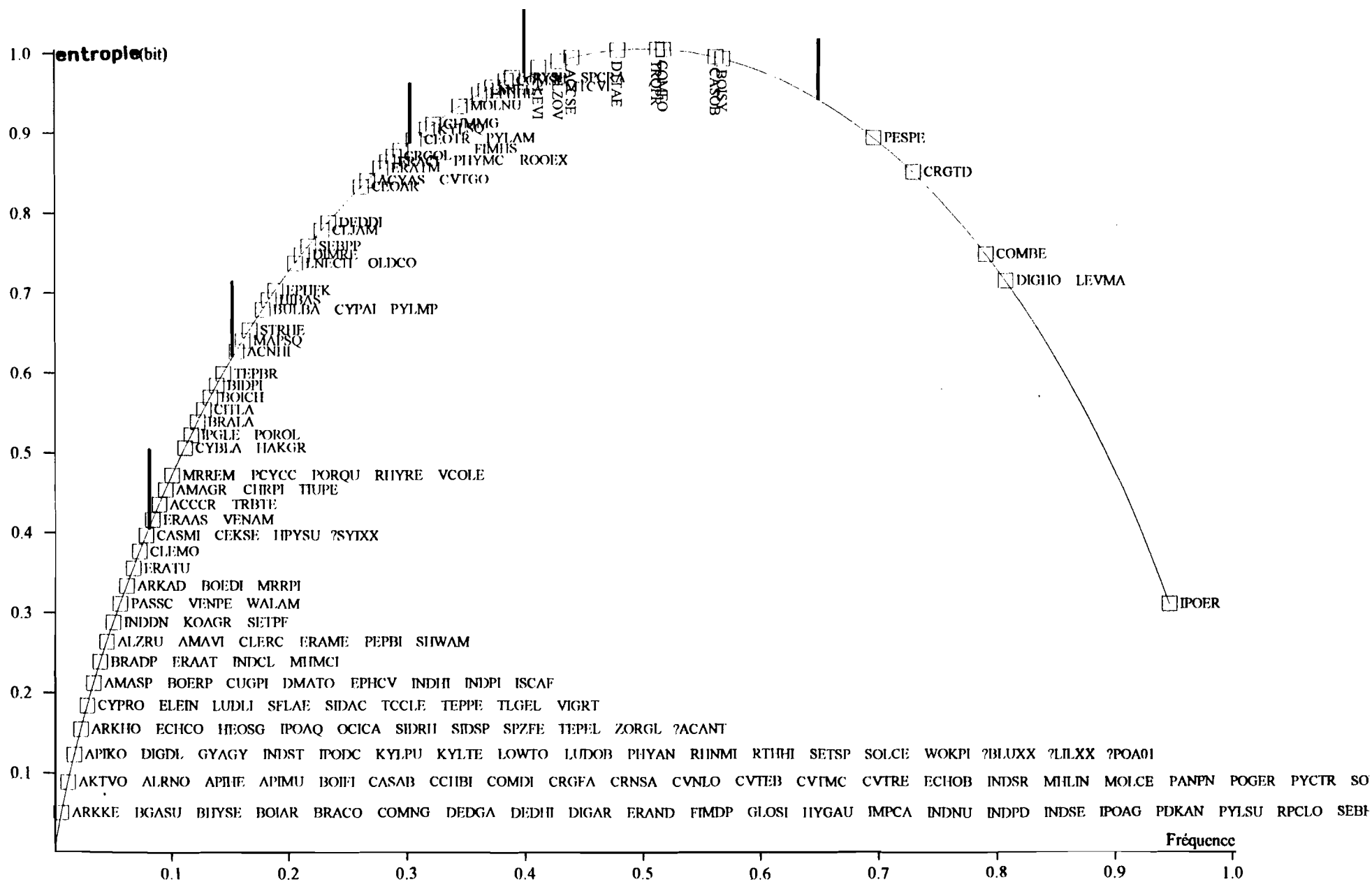
Annexe 7a : Richesse floristique parcellaire en région sahélo-soudanienne



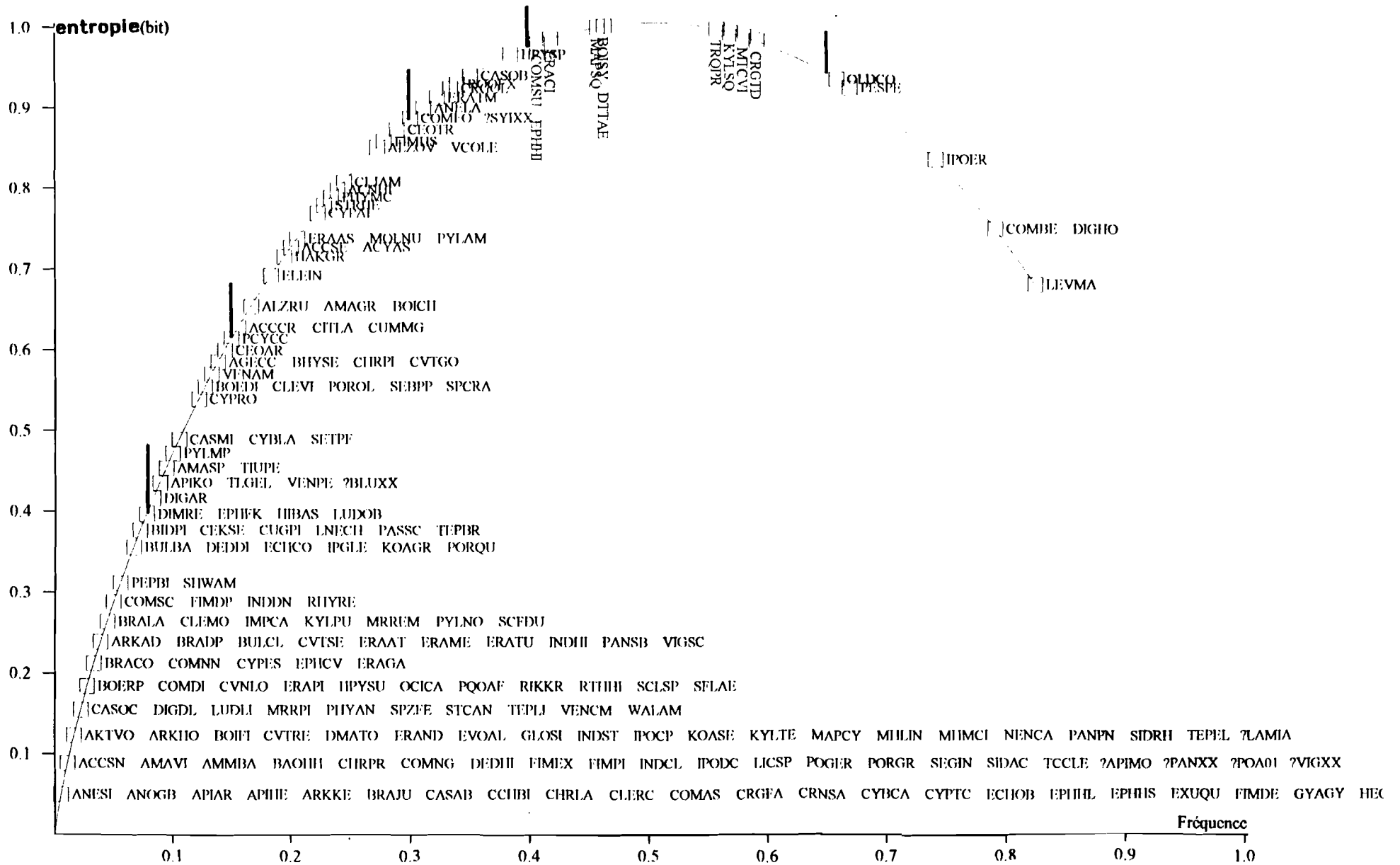
Annexe 7b : Richesse floristique parcellaire en région soudano-sahélienne



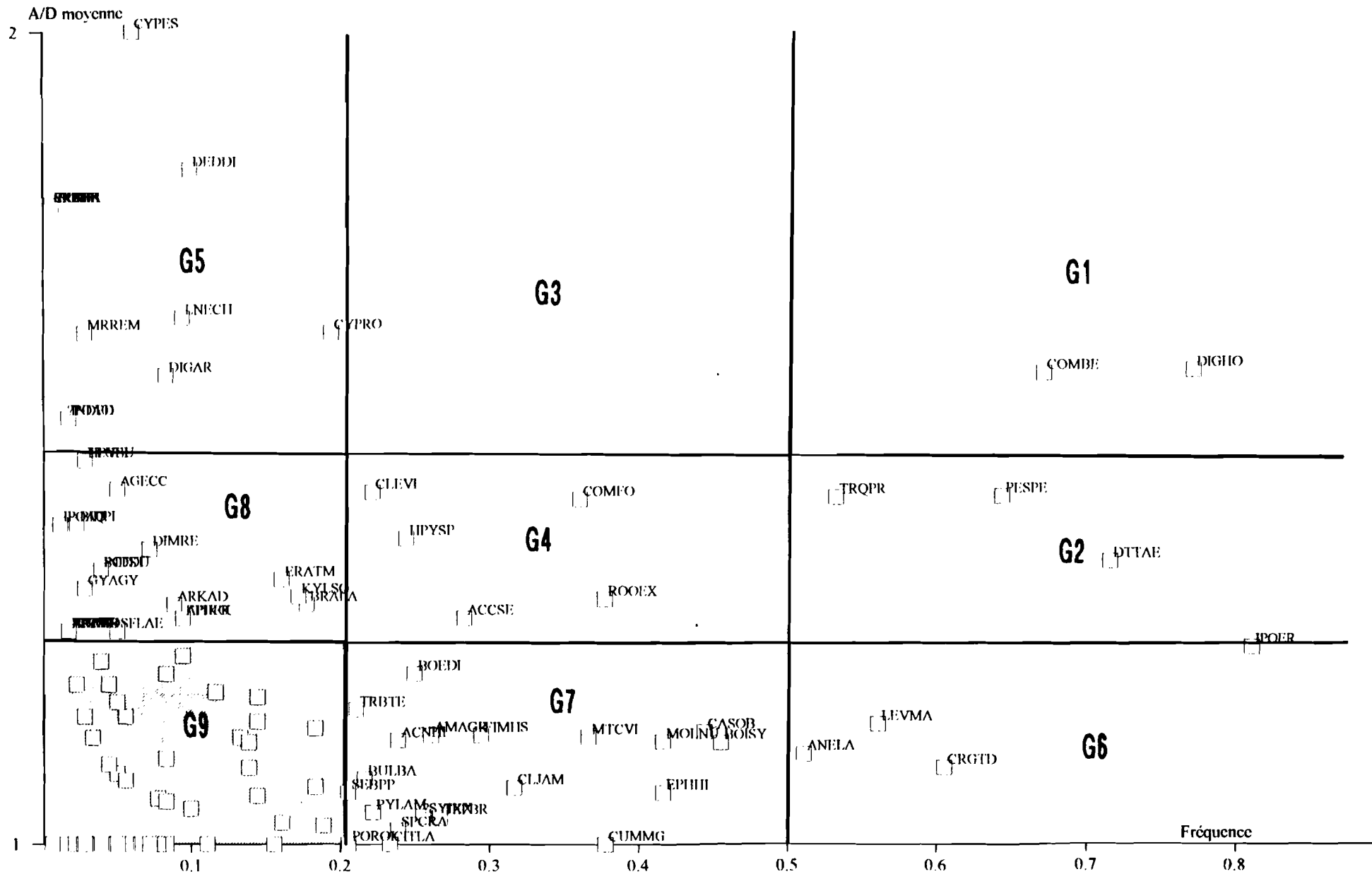
Annexe 7c : Richesse floristique parcellaire en région médio-soudanaïenne



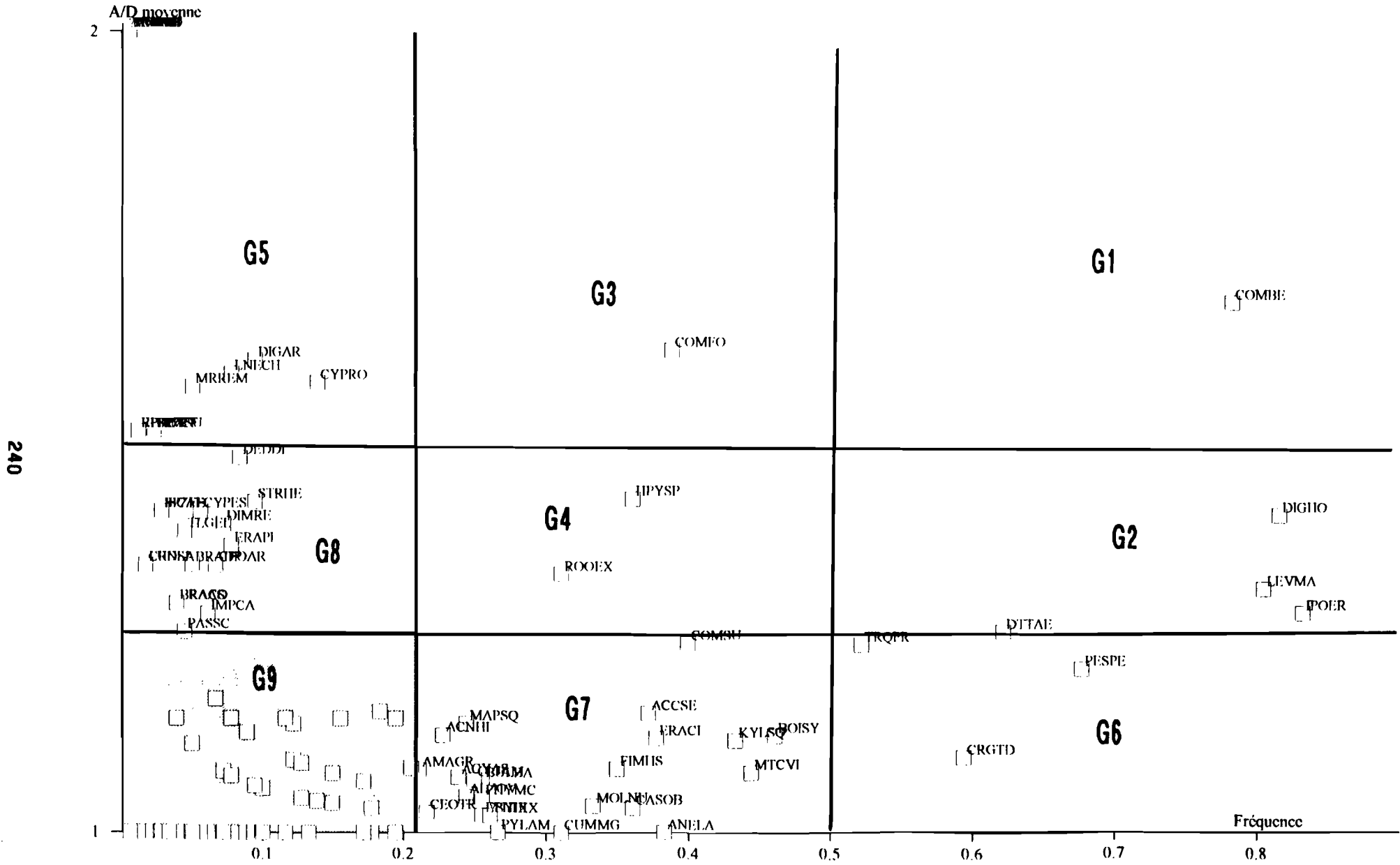
Annexe 8b : Relation entropie espèce / fréquence relative en zone soudano-sahélienne



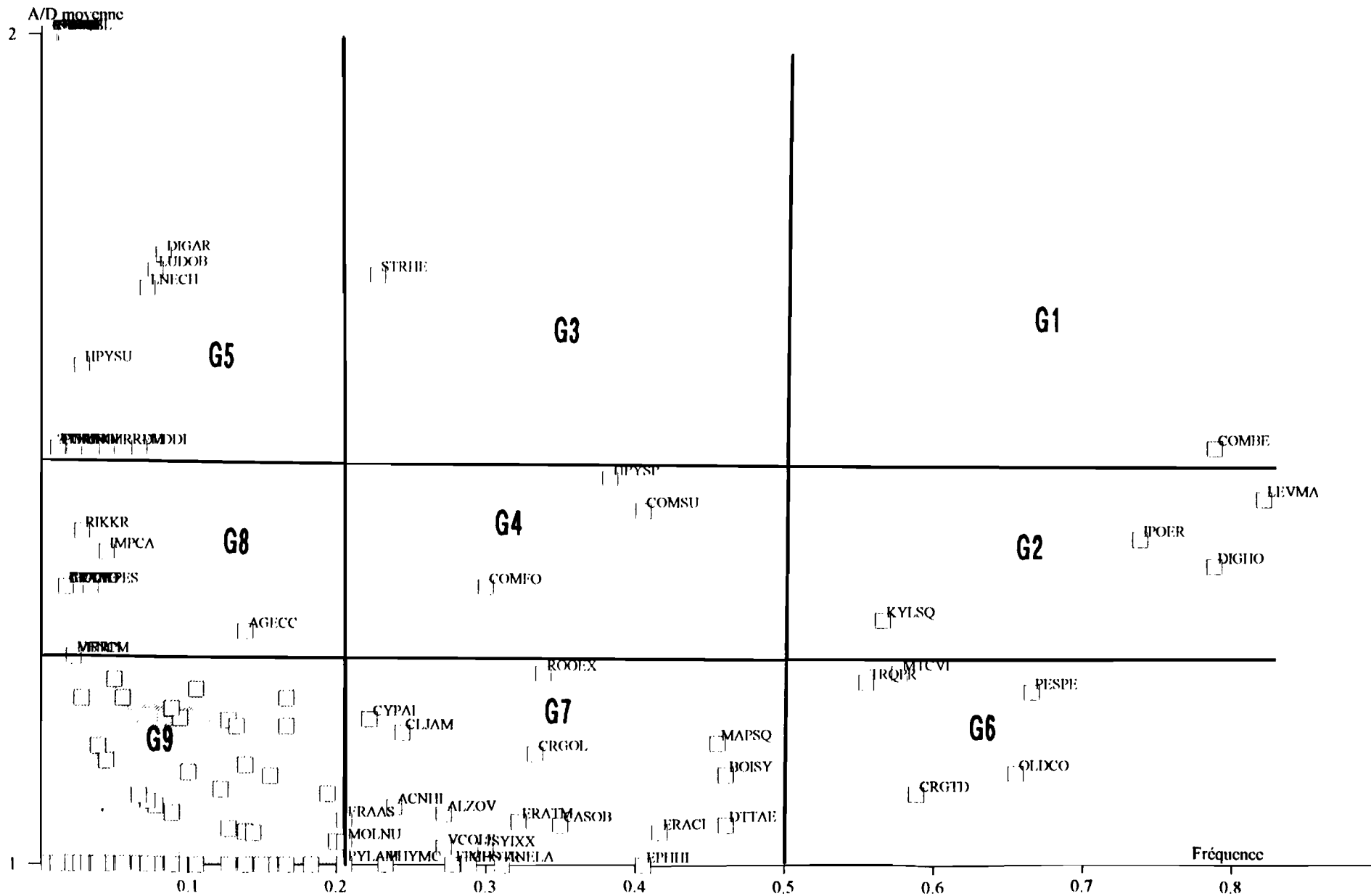
Annexe 9c : Relation entropie espèce / fréquence relative en fin de cycle



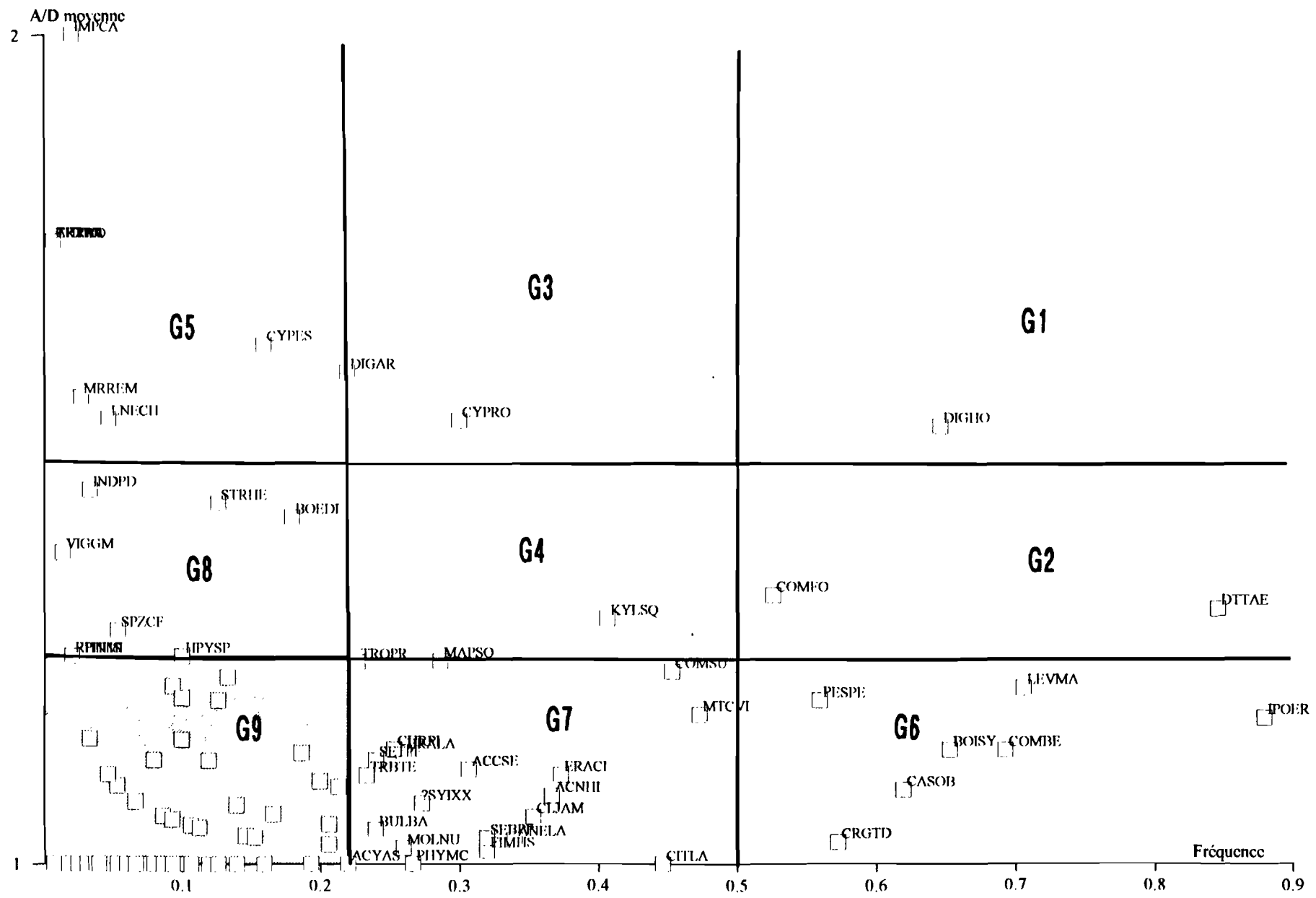
Annexe 10a : Diagramme d'infestation de début de cycle



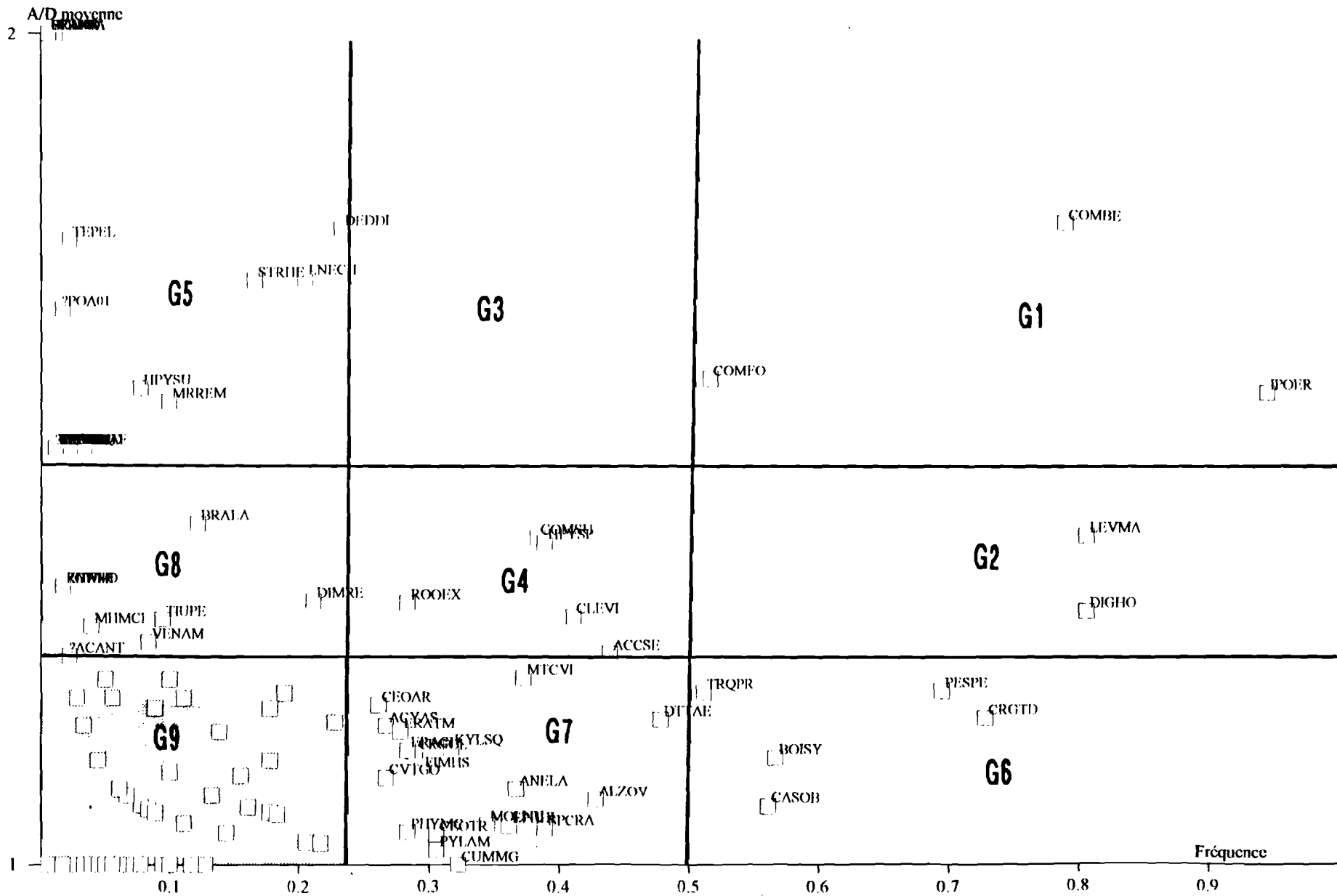
Annexe 10b : Diagramme d'infestation de milieu de cycle



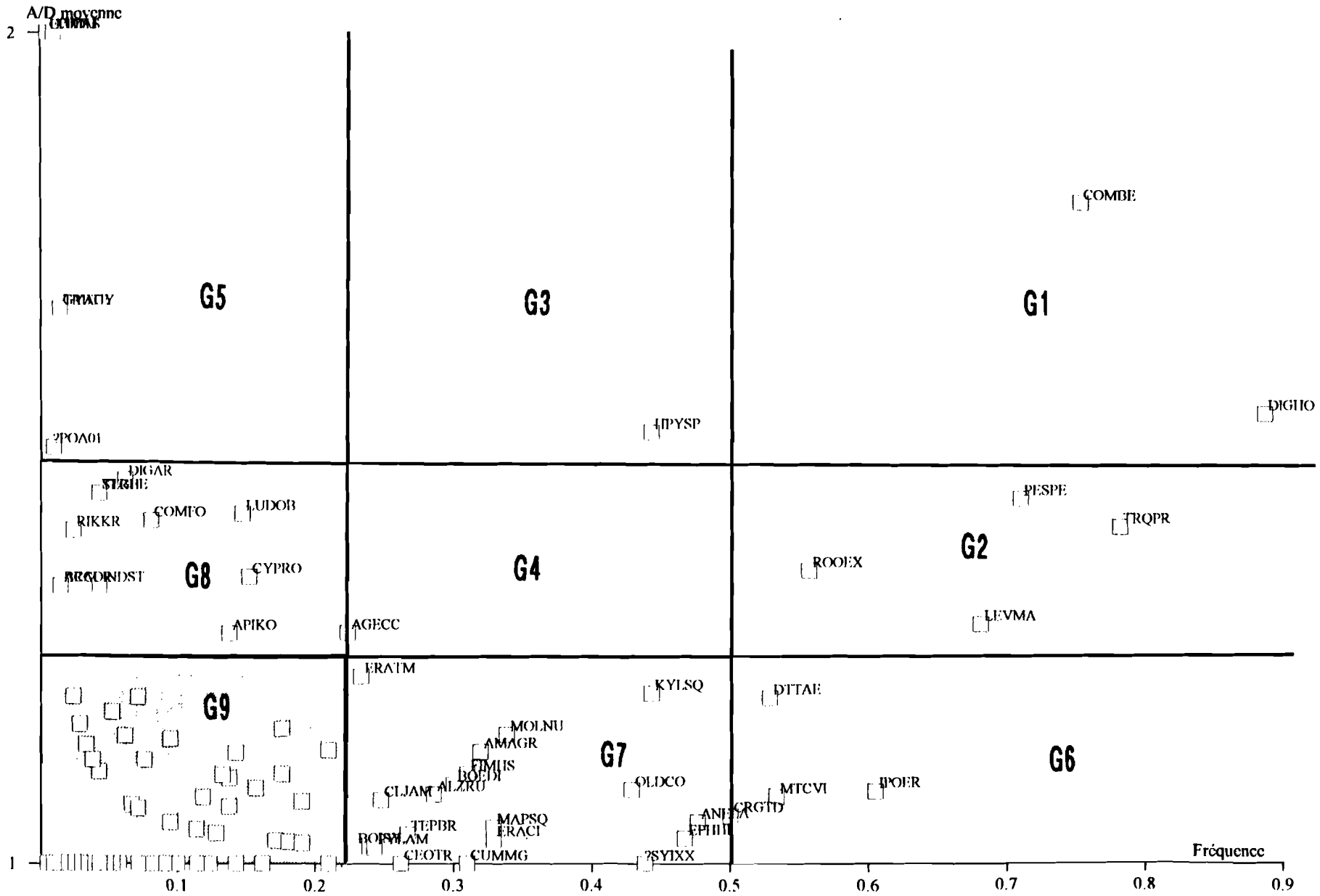
Annexe 10c : Diagramme d'infestation de fin de cycle



Annexe 11a : Diagramme d'infestation de la région sahélo-soudanienne



Annexe 11b : Diagramme d'infestation de la région soudano-sahélienne



Annexe 11c : Diagramme d'infestation de la région médo-soudanienne

ANNEXE 12 : Profil écologique des espèces en fonction de la nature du sol

8 CLASSES ENTROPIE VARIABLE= 2.61343 540 RELEVES TEST DE BASHARIN= 0.00935
 MOYENNES DES INFO.MUTUELLES ESPECE/VARIABLE: 0.04187 POUR 280 ESPECES 0.07753 POUR 130
 ESPECES

.PROFIL D'ENSEMBLE..... 210 45 54 24 48 30 87 42
 .LISTE DES CLASSES.....PE1 PE2 PE3 PE4 PE5 PE6 PE7 PE8

| NUMERO..... | ESPECE..... | FREQUENCE. | INF.MUT | AMPLITU..... | | | | | | | | PROFILS CORRIGES..... | TYPE DE SOL |
|-------------|---|------------|---------|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------------|-------------------------------------|
| | | | | HABITAT | | | | | | | | | |
| 241 | TROPR <i>Tridax procumbens</i> L. | 290 | .19 | 5.86 | +++ | +++ | - | --- | +++ | --- | - | 0 | PE1 : Ferrugineux |
| 178 | OLDCO <i>Oldenlandia corymbosa</i> L. | 159 | .06 | 6.82 | + | ++ | --- | 0 | - | 0 | 0 | + | PE2 : Planosols |
| 28 | BHYSE <i>Biophytum umbraculum</i> Welw. | 37 | .06 | 2.46 | +++ | + | - | - | - | - | - | - | PE3 : Vertisols |
| 72 | CUGPI <i>Curculigo pilosa</i> (Schum. & | 49 | .06 | 3.90 | +++ | ++ | 0 | - | - | 0 | - | - | PE4 : Ferrugineux de cordon dunaire |
| 199 | PYLNO <i>Phyllanthus niruroides</i> J. | 21 | .04 | 2.35 | ++ | + | - | - | - | 0 | 0 | 0 | PE5 : Fersialtiques |
| 204 | RODEX <i>Rottboellia cochinchinensi</i> | 185 | .05 | 6.54 | + | + | 0 | --- | 0 | --- | 0 | 0 | PE6 : Hydromorphes |
| 175 | MTCVI <i>Mitracarpus villosus</i> (Sw.) | 250 | .16 | 6.43 | +++ | 0 | --- | + | --- | 0 | ++ | + | PE7 : Peu évolués |
| 109 | ERACI <i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R | 176 | .09 | 6.55 | ++ | - | --- | + | --- | 0 | 0 | ++ | PE8 : Alluvions récentes |
| 258 | BLUXX <i>Blumea</i> sp. DC. | 23 | .05 | 2.64 | ++ | - | - | - | - | - | - | - | |
| 121 | FIMHS <i>Fimbristylis hispidula</i> (Va | 166 | .06 | 6.70 | + | --- | --- | - | ++ | 0 | + | 0 | |
| 30 | BOEDI <i>Boerhavia diffusa</i> L. | 101 | .10 | 4.80 | +++ | 0 | --- | 0 | +++ | --- | --- | --- | |
| 103 | EPHHI <i>Euphorbia hirta</i> L. | 194 | .13 | 5.72 | +++ | 0 | --- | --- | +++ | --- | 0 | - | |
| 236 | TEPLI <i>Tephrosia linearis</i> (Willd. | 13 | .03 | 1.90 | + | - | - | - | + | - | - | - | |
| 93 | DIGHO <i>Digitaria horizontalis</i> Wil | 428 | .08 | 7.85 | +++ | 0 | --- | 0 | 0 | + | --- | 0 | |
| 83 | CYPAI <i>Cyperus amabilis</i> Vahl | 74 | .05 | 5.71 | + | 0 | --- | 0 | - | 0 | + | 0 | |
| 217 | SHWAM <i>Schwenkia americana</i> L. | 28 | .05 | 1.92 | + | - | - | - | - | - | +++ | - | |
| 234 | TEPER <i>Tephrosia bracteolata</i> Guil | 88 | .04 | 6.16 | + | 0 | 0 | 0 | 0 | --- | + | 0 | |
| 43 | CASMI <i>Cassia mimosoides</i> L. | 70 | .06 | 4.37 | ++ | 0 | --- | - | - | - | 0 | ++ | |
| 57 | CLEVI <i>Cleome viscosa</i> L. | 94 | .03 | 6.77 | + | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | + | |
| 159 | KYLSQ <i>Kyllinga squamulata</i> Thonn. | 211 | .10 | 6.82 | +++ | --- | --- | 0 | 0 | 0 | 0 | ++ | |
| 168 | MAPSQ <i>Mariscus squarrosus</i> (L.) C | 141 | .06 | 6.78 | + | 0 | --- | 0 | 0 | 0 | 0 | +++ | |
| 7 | AGECC <i>Ageratum conyzoides</i> L. sub | 48 | .07 | 3.26 | +++ | 0 | --- | - | - | - | 0 | - | |
| 10 | ALZOV <i>Alysicarpus ovalifolius</i> (S | 127 | .06 | 6.12 | + | --- | 0 | 0 | 0 | --- | 0 | 0 | |
| 16 | ANELA <i>Aneilema lanceolatum</i> Benth | 217 | .05 | 7.04 | + | 0 | --- | --- | 0 | --- | 0 | 0 | |
| 50 | CEOTR <i>Celosia trigyna</i> L. | 120 | .07 | 5.68 | +++ | 0 | --- | --- | --- | - | 0 | 0 | |
| 60 | COMBE <i>Commelina benghalensis</i> L. | 404 | .04 | 7.89 | + | 0 | --- | - | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 65 | COMSC <i>Commelina schweinfurthii</i> C | 15 | .04 | 1.00 | +++ | - | - | - | - | - | - | - | |
| 73 | CUMMG <i>Cucumis melo</i> L. var. agres | 152 | .05 | 7.19 | +++ | 0 | 0 | 0 | --- | 0 | - | 0 | |
| 114 | ERATM <i>Eragrostis tremula</i> Hochst. | 122 | .13 | 5.42 | +++ | --- | --- | 0 | --- | 0 | 0 | 0 | |
| 135 | HPYSU <i>Hyptis suaveolens</i> Poit. | 14 | .04 | 1.00 | +++ | - | - | - | - | - | - | - | |
| 137 | IMPCA <i>Imperata cylindrica</i> (L.) P | 34 | .05 | 2.79 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | - | |
| 139 | INDDN <i>Indigofera dendroides</i> Jacq | 39 | .05 | 4.80 | +++ | 0 | 0 | 0 | 0 | --- | 0 | 0 | |
| 146 | INDST <i>Indigofera stenophylla</i> Gui | 12 | .03 | 1.00 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| 158 | KYLPV <i>Kyllinga pumila</i> Michx. | 27 | .04 | 2.60 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| 174 | MRRPI <i>Merremia pinnata</i> (Hochst. | 11 | .03 | 1.00 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| 202 | RHYRE <i>Rhynchelytrum repens</i> (Will | 24 | .05 | 1.60 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| 216 | SFLAE <i>Siphonochilus aethiopicus</i> | 21 | .03 | 2.67 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | 0 | |
| 224 | SPCRA <i>Spermacoce radiata</i> (DC.) S | 98 | .07 | 5.51 | +++ | - | --- | - | 0 | --- | 0 | 0 | |
| 238 | TIUPE <i>Triumfetta pentandra</i> A.Ric | 38 | .03 | 5.78 | +++ | - | 0 | 0 | 0 | - | 0 | 0 | |
| 245 | VENAM <i>Vernonia ambigua</i> Kotschy & | 42 | .05 | 2.99 | ++ | 0 | - | - | - | - | 0 | - | |
| 247 | VENPE <i>Vernonia perrottetii</i> Schul | 27 | .04 | 2.50 | +++ | - | - | - | - | - | 0 | - | |
| 134 | HPYSP <i>Hyptis spicigera</i> Lam. | 178 | .23 | 5.45 | --- | +++ | + | --- | 0 | --- | ++ | 0 | |
| 244 | VCOLE <i>Vicoa leptoclada</i> (Webb) Da | 76 | .05 | 5.06 | 0 | + | - | - | + | - | 0 | 0 | |
| 97 | ECHCO <i>Echinochloa colona</i> (L.) Li | 26 | .04 | 5.31 | --- | ++ | - | - | - | + | 0 | + | |
| 12 | AMAGR <i>Amaranthus graecizans</i> L. | 115 | .06 | 6.16 | 0 | + | --- | - | 0 | +++ | - | 0 | |
| 90 | DIGAR <i>Digitaria argillacea</i> (Hitc | 47 | .09 | 4.05 | --- | + | 0 | 0 | 0 | --- | +++ | 0 | |
| 166 | LUDOB <i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq. | 35 | .17 | 1.89 | --- | +++ | - | - | - | - | + | + | |
| 172 | MOLNU <i>Mollugo nudicaulis</i> Lam. | 172 | .07 | 6.45 | 0 | ++ | - | --- | 0 | --- | +++ | 0 | |
| 11 | ALZRU <i>Alysicarpus rugosus</i> (Willd | 83 | .13 | 4.11 | 0 | +++ | 0 | - | 0 | - | --- | 0 | |
| 13 | AMASP <i>Amaranthus spinosus</i> L. | 40 | .04 | 5.18 | 0 | +++ | 0 | - | - | - | 0 | 0 | |
| 18 | ANOGB <i>Andropogon gayanus</i> Kunth v | 10 | .06 | 1.39 | - | +++ | - | - | - | - | - | - | |
| 101 | EPHCV <i>Euphorbia convolvuloides</i> H | 18 | .03 | 3.86 | - | + | - | - | - | - | 0 | - | |
| 119 | FIMDP <i>Fimbristylis tomentosa</i> Vah | 14 | .07 | 1.45 | --- | +++ | - | - | - | - | - | - | |
| 120 | FIMEX <i>Bulbostylis hispidula</i> (Vah | 11 | .08 | 1.00 | --- | +++ | - | - | - | - | - | - | |
| 160 | KYLTE <i>Kyllinga tenuifolia</i> Steude | 9 | .04 | 1.66 | - | +++ | - | - | - | - | - | - | |
| 176 | NENCA <i>Nelsonia canescens</i> (Lam.) | 15 | .05 | 1.66 | 0 | +++ | - | - | - | - | - | - | |
| 187 | PESPE <i>Pennisetum pedicellatum</i> Tr | 358 | .07 | 7.56 | 0 | +++ | 0 | - | 0 | --- | 0 | 0 | |
| 278 | SYIXX <i>Stylochiton</i> sp. Lepr. | 147 | .08 | 6.52 | 0 | +++ | - | 0 | --- | 0 | 0 | 0 | |
| 45 | CASOB <i>Cassia obtusifolia</i> L. | 208 | .20 | 6.98 | --- | --- | + | +++ | +++ | + | 0 | ++ | |
| 211 | SEBPP <i>Sesbania pachycarpa</i> DC. su | 91 | .11 | 5.98 | --- | --- | ++ | 0 | +++ | + | 0 | 0 | |
| 62 | COMFO <i>Commelina forskalaei</i> Vahl | 189 | .13 | 6.68 | --- | --- | ++ | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | |
| 2 | ACCCR <i>Acalypha crenata</i> Hochst. e | 41 | .13 | 2.83 | --- | - | +++ | - | +++ | - | 0 | - | |
| 39 | BRALA <i>Brachiaria lata</i> (Schum.) C | 68 | .07 | 6.39 | --- | - | + | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 | |
| 198 | PYLMP <i>Phyllanthus maderaspatensi</i> | 62 | .26 | 2.49 | --- | --- | +++ | - | +++ | - | 0 | --- | |
| 152 | IPOER <i>Ipomoea eriocarpa</i> R.Br. | 429 | .05 | 7.94 | --- | 0 | ++ | 0 | 0 | + | 0 | ++ | |
| 110 | ERAGA <i>Eragrostis gangetica</i> (Roxb | 11 | .05 | 2.24 | --- | - | + | - | - | +++ | - | - | |
| 181 | PANSB <i>Panicum subalbidum</i> Kunth | 8 | .03 | 2.03 | 0 | + | - | - | - | +++ | - | - | |
| 3 | ACCSE <i>Acalypha segetalis</i> J. Muel | 154 | .18 | 5.37 | --- | --- | +++ | --- | --- | - | +++ | +++ | |
| 69 | CRGTD <i>Corchorus tridens</i> L. | 322 | .05 | 7.80 | --- | 0 | + | - | 0 | 0 | + | ++ | |

| | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------|-----------------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 49 | CEOAR | Celosia argentea L. | 53 | .12 | 4.21 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | + | |
| 29 | BIDPI | Bidens pilosa L. | 33 | .11 | 2.48 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | | |
| 87 | DEDDI | Desmodium dichotomum (Will) | 45 | .24 | 1.75 | --- | - | +++ | - | - | - | 0 | |
| 94 | DIMRE | Dinebra retroflexa (Vahl) | 40 | .27 | 1.27 | --- | - | +++ | - | - | - | 0 | |
| 102 | EPHFK | Euphorbia forskalii Gay | 48 | .28 | 1.72 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | - | |
| 147 | IPGLE | Iphigenia ledermanii Engl. | 36 | .16 | 2.36 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | - | |
| 155 | ISCAF | Ischaemum afrum (J.F.Gmel.) | 6 | .04 | 1.00 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | - | |
| 163 | LNECH | Launaea chevalieri O.Hoffm | 44 | .19 | 2.19 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | - | |
| 173 | MRREM | Merremia emarginata (Burma) | 22 | .15 | 1.00 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | - | |
| 201 | RHNMI | Rhynchosia minima (L.) DC. | 6 | .03 | 1.86 | --- | - | +++ | 0 | 0 | 0 | - | |
| 66 | COMSU | Commelina subulata Roth | 151 | .10 | 6.35 | --- | --- | + | ++ | 0 | + | +++ | |
| 5 | ACNHI | Acanthospermum hispidum DC | 127 | .07 | 6.49 | 0 | --- | --- | ++ | + | 0 | 0 | + |
| 6 | ACYAS | Achyranthes aspera L. | 105 | .05 | 7.00 | --- | 0 | - | + | + | 0 | 0 | +++ |
| 186 | PEPBI | Peristrophe bicalyculata (| 23 | .05 | 4.81 | --- | - | + | +++ | + | 0 | + | |
| 35 | BOISY | Spermacoce stachydea DC. | 248 | .07 | 7.34 | 0 | --- | 0 | + | --- | ++ | ++ | + |
| 113 | ERAPI | Eragrostis pilosa (L.) P.B | 28 | .08 | 4.28 | --- | - | 0 | ++ | + | + | +++ | |
| 240 | TRBTE | Tribulus terrestris L. | 54 | .10 | 5.13 | --- | - | 0 | +++ | 0 | +++ | + | 0 |
| 54 | CITLA | Citrullus lanatus (Thunb.) | 105 | .20 | 5.10 | --- | - | - | +++ | --- | +++ | 0 | +++ |
| 96 | DTTAE | Dactyloctenium aegyptium (| 324 | .10 | 7.49 | 0 | --- | --- | +++ | 0 | ++ | 0 | + |
| 46 | CASOC | Cassia occidentalis L. | 11 | .06 | 2.35 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 85 | CYPRO | Cyperus rotundus L. | 82 | .17 | 4.40 | --- | 0 | 0 | +++ | --- | +++ | 0 | 0 |
| 150 | IPOCP | Ipomoea coptica (L.) Roth | 18 | .13 | 1.94 | --- | - | + | +++ | +++ | + | + | |
| 226 | SPZCF | Sporobolus cordofanus (Ste | 8 | .04 | 1.86 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 128 | GYAGY | Cleome gynandra L. | 11 | .03 | 2.89 | 0 | --- | - | ++ | + | + | + | |
| 229 | STCAN | Stachytarpheta angustifoli | 14 | .04 | 4.37 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 27 | BGASU | Bergia suffruticosa (Del.) | 9 | .04 | 2.90 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 37 | BRADP | Brachiaria villosa (Lam.) | 24 | .07 | 2.57 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 52 | CHRFI | Chloris pilosa Schum. | 82 | .05 | 6.29 | --- | 0 | 0 | +++ | --- | 0 | 0 | 0 |
| 207 | SCFDU | Scoparia dulcis L. | 20 | .06 | 2.91 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 254 | ZORGL | Zornia glochidiata Reichb. | 14 | .05 | 2.78 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 55 | CLEMO | Cleome monophylla L. | 38 | .05 | 5.51 | --- | - | 0 | + | + | 0 | + | |
| 80 | CVTSE | Crotalaria senegalensis (P | 12 | .05 | 3.10 | --- | - | 0 | ++ | +++ | + | + | |
| 23 | ARKAD | Aristida adscensionis L. | 31 | .07 | 2.94 | --- | - | 0 | +++ | + | + | + | |
| 68 | CRGOL | Corchorus olitorius L. | 121 | .08 | 6.66 | --- | - | 0 | +++ | 0 | +++ | 0 | |
| 115 | ERATU | Eragrostis turgida (Schum.) | 19 | .04 | 3.72 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 116 | EVOAL | Evolvulus alsinoides L. | 9 | .03 | 2.58 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 189 | PHYMC | Physalis micrantha Link | 100 | .13 | 5.38 | --- | --- | 0 | +++ | - | +++ | 0 | |
| 197 | PYLAM | Phyllanthus amarus Schum. | 125 | .07 | 6.01 | --- | 0 | 0 | +++ | --- | ++ | 0 | |
| 239 | TLGEL | Thelepogon elegans Roth ex | 29 | .06 | 3.24 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 213 | SETPF | Setaria pumila (Poir.) Roe | 48 | .08 | 4.70 | --- | - | 0 | +++ | 0 | 0 | +++ | |
| 33 | BOICH | Spermacoce chaetocephala D | 72 | .04 | 5.74 | 0 | 0 | 0 | ++ | 0 | - | 0 | |
| 58 | CLJAM | Chrysanthellum americanum | 146 | .09 | 6.22 | --- | 0 | 0 | --- | +++ | 0 | 0 | --- |
| 77 | CVTGO | Crotalaria gorensis Guill | 71 | .09 | 4.71 | 0 | --- | --- | 0 | +++ | 0 | 0 | 0 |
| 111 | ERAME | Eragrostis cilianensis (Al | 30 | .07 | 3.21 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 129 | HAKGR | Hackelochloa granularis (L | 82 | .07 | 4.46 | 0 | 0 | 0 | --- | +++ | - | 0 | - |
| 194 | PORQU | Portulaca quadrifida L. | 34 | .11 | 3.58 | --- | - | 0 | +++ | + | + | + | |
| 31 | BOERP | Boerhavia repens L. | 20 | .04 | 4.01 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 21 | APIKO | Aspilia kotschyi (Sch.-Bip | 45 | .11 | 2.67 | --- | 0 | - | --- | +++ | +++ | +++ | |
| 161 | LEVMA | Leucas martinicensis (Jacq | 394 | .04 | 7.86 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | --- | + | +++ |
| 24 | ARKHO | Aristida hordeacea Kunth | 9 | .03 | 2.77 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 74 | CVNLO | Croton lobatus L. | 14 | .05 | 1.70 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 132 | HEOSG | Heliotropium strigosum Wil | 7 | .03 | 1.67 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 231 | STRHE | Striga hermonthica (Del.) | 58 | .03 | 6.66 | --- | - | 0 | 0 | 0 | 0 | + | 0 |
| 40 | BULBA | Bulbostylis barbata (Rottb | 97 | .03 | 6.77 | 0 | - | - | 0 | 0 | 0 | 0 | + |
| 84 | CYPES | Cyperus esculentus L. | 27 | .07 | 4.81 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 108 | ERAAT | Eragrostis atrovirens (Def | 15 | .06 | 1.80 | 0 | --- | - | +++ | + | + | + | |
| 140 | INDHI | Indigofera hirsuta L. | 15 | .03 | 3.32 | 0 | --- | - | +++ | + | + | + | |
| 165 | LUDLI | Ludwigia hyssopifolia (G.D | 7 | .03 | 1.95 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 182 | PASSC | Paspalum scrobiculatum L. | 31 | .03 | 4.04 | 0 | --- | 0 | +++ | + | + | + | |
| 246 | VENCM | Vernonia chapmanii C.Adams | 8 | .04 | 1.70 | --- | - | + | +++ | + | + | + | |
| 107 | ERAAS | Eragrostis aspera (Jacq.) | 50 | .03 | 5.32 | 0 | 0 | --- | 0 | 0 | 0 | 0 | |

+ = L'espèce réagit à la modalité du facteur par sa présence, au seuil de 5%
 ++ = L'espèce réagit par sa présence de façon significative (au seuil de 1%)
 +++ = L'espèce réagit par sa présence de façon très significative (au seuil de 0,1%)
 - = L'espèce réagit par son absence au seuil de 5%
 -- = L'espèce réagit par son absence de façon significative (au seuil de 1%)
 --- = L'espèce réagit par son absence de façon très significative (au seuil de 0,1%)
 0 = L'espèce est indifférente à la modalité de la variable
 L'absence de signe signifie : espèce pas assez échantillonnée pour le calcul de la probabilité

ANNEXE 13 : Profil écologique des espèces en fonction de la saison

3 CLASSES ENTROPIE VARIABLE= 1.58496 540 RELEVES TEST DE BASHARIN= 0.00267
 MOYENNES DES INFO.MUTUELLES ESPECE/VARIABLE: 0.00985 POUR 280 ESPECES 0.01817 POUR 130 ESPECES

.PROFIL D'ENSEMBLE..... 180 180 180
 .LISTE DES CLASSES.....PA1 PA2 PA3

| NUMERO..... | ESPECE..... | FREQUENCE | INF.MUT | AMPLITU..... | PROFILS CORRIGES..... |
|-------------|--|-----------|---------|-----------------|---------------------------------------|
| | | | | HABITAT | |
| 12 | AMAGR <i>Amaranthus graecizans</i> L. | 115 | .01 | 2.95 + 0 - | |
| 16 | ANELA <i>Aneilema lanceolatum</i> Benth | 217 | .02 | 2.94 +++ 0 -- | EPOQUE D'OBSERVATION |
| 18 | ANOGB <i>Andropogon gayanus</i> Kunth v | 10 | .01 | 2.23 + 0 0 | PA1 : Début de cycle (juin) |
| 23 | ARKAD <i>Aristida adscensionis</i> L. | 31 | .01 | 2.79 + 0 0 | PA2 : Milieu de cycle (Aout) |
| 30 | BOEDI <i>Boerhavia diffusa</i> L. | 101 | .01 | 2.89 + 0 - | PA3 : Fin de cycle (Octobre) |
| 39 | BRALA <i>Brachiaria lata</i> (Schum.) C | 68 | .03 | 2.64 + 0 --- | |
| 43 | CASMI <i>Cassia mimosoides</i> L. | 70 | .01 | 2.88 + 0 0 | |
| 45 | CASOB <i>Cassia obtusifolia</i> L. | 208 | .01 | 2.98 + 0 0 | |
| 57 | CLEVI <i>Cleome viscosa</i> L. | 94 | .01 | 2.93 + 0 - | + = L'espèce réagit à la modalité |
| 73 | CUMMG <i>Cucumis melo</i> L. var. <i>agres</i> | 152 | .03 | 2.83 +++ 0 --- | du facteur par sa présence, au |
| 78 | CVTMC <i>Crotalaria microcarpa</i> Hoch | 3 | .01 | 1.00 + | seuil de 5% |
| 85 | CYPRO <i>Cyperus rotundus</i> L. | 82 | .01 | 2.94 + 0 0 | ++ = L'espèce réagit par sa présence |
| 95 | DMATO <i>Dicoma tomentosa</i> Cass. | 14 | .01 | 2.43 + 0 0 | de façon significative |
| 96 | DTTAE <i>Dactyloctenium aegyptium</i> (| 324 | .03 | 2.95 +++ 0 --- | (au seuil de 1%) |
| 101 | EPHCV <i>Euphorbia convolvuloides</i> H | 18 | .01 | 2.55 + - 0 | +++ = L'espèce réagit par sa présence |
| 103 | EPHHI <i>Euphorbia hirta</i> L. | 194 | .02 | 2.94 + --- 0 | de façon très significative |
| 111 | ERAME <i>Eragrostis cilianensis</i> (Al | 30 | .01 | 2.67 + 0 0 | (au seuil de 0,1%) |
| 132 | HEOSG <i>Heliotropium strigosum</i> Wil | 7 | .01 | 1.82 + | - = L'espèce réagit par son absence |
| 138 | INDCL <i>Indigofera colutea</i> (Burm.f | 18 | .03 | 1.73 +++ - - | au seuil de 5% |
| 139 | INDDN <i>Indigofera dendroides</i> Jacq | 39 | .03 | 2.31 +++ -- 0 | - = L'espèce réagit par son absence |
| 143 | INDPI <i>Indigofera pilosa</i> Poir. | 9 | .01 | 1.98 + 0 0 | de façon significative |
| 172 | MOLNU <i>Mollugo nudicaulis</i> Lam. | 172 | .03 | 2.89 +++ 0 --- | (au seuil de 1%) |
| 193 | POROL <i>Portulaca oleracea</i> L. | 84 | .01 | 2.93 + 0 0 | -- = L'espèce réagit par son absence |
| 223 | SOLNI <i>Solanum nigrum</i> L. | 3 | .01 | 1.00 + | de façon très significative |
| 224 | SPCRA <i>Spermacoce radiata</i> (DC.) S | 98 | .01 | 2.91 + 0 - | (au seuil de 0,1%) |
| 229 | STCAN <i>Stachytarpheta angustifoli</i> | 14 | .01 | 2.29 + - 0 | 0 = L'espèce est indifférente à la |
| 233 | TCCLE <i>Tacca leontopetaloides</i> (L. | 20 | .02 | 2.23 ++ 0 - | modalité de la variable |
| 234 | TEPBR <i>Tephrosia bracteolata</i> Guil | 88 | .03 | 2.65 +++ 0 --- | L'absence de signe signifie : espèce |
| 236 | TEPLI <i>Tephrosia linearis</i> (Willd. | 13 | .02 | 1.85 + -- 0 | pas assez échantillonnée pour le |
| 237 | TEPPE <i>Tephrosia pedicellata</i> Bak. | 7 | .01 | 2.20 + | calcul de la probabilité |
| 240 | TRBTE <i>Tribulus terrestris</i> L. | 54 | .07 | 1.95 +++ 0 --- | |
| 249 | VIGRT <i>Vigna reticulata</i> Hook. | 9 | .01 | 1.89 + 0 - | |
| 251 | VIGVE <i>Vigna vexillata</i> (L.) A.Ric | 5 | .01 | 1.00 ++ | |
| 254 | ZORGL <i>Zornia glochidiata</i> Reichb. | 14 | .02 | 1.92 + 0 -- | |
| 271 | LILIA <i>Liliaceae</i> sp. L. | 9 | .01 | 1.98 + 0 0 | |
| 66 | COMSU <i>Commelina subulata</i> Roth | 151 | .14 | 2.28 --- +++ ++ | |
| 109 | ERACI <i>Eragrostis ciliaris</i> (L.) R | 176 | .04 | 2.84 --- + ++ | |
| 161 | LEVMA <i>Leucas martinicensis</i> (Jacq | 394 | .05 | 2.96 --- ++ ++ | |
| 189 | PHYMC <i>Physalis micrantha</i> Link | 100 | .04 | 2.65 --- ++ + | |
| 3 | ACCSE <i>Acalypha segetalis</i> J. Muel | 154 | .02 | 2.91 0 ++ -- | |
| 6 | ACYAS <i>Achyranthes aspera</i> L. | 105 | .01 | 2.94 - + 0 | |
| 29 | BIDPI <i>Bidens pilosa</i> L. | 33 | .01 | 2.65 -- + 0 | |
| 40 | BULBA <i>Bulbostylis barbata</i> (Rottb | 97 | .04 | 2.66 0 ++ --- | |
| 55 | CLEMO <i>Cleome monophylla</i> L. | 38 | .01 | 2.84 0 + 0 | |
| 113 | ERAPI <i>Eragrostis pilosa</i> (L.) P.B | 28 | .01 | 2.77 0 + 0 | |
| 133 | HIBAS <i>Hibiscus asper</i> Hook.f. | 54 | .01 | 2.82 0 + 0 | |
| 155 | ISCAF <i>Ischaemum afrum</i> (J.F.Gmel. | 6 | .01 | 1.57 + | |
| 2 | ACCCR <i>Acalypha crenata</i> Hochst. e | 41 | .03 | 2.32 -- - +++ | |
| 7 | AGECC <i>Ageratum conyzoides</i> L. sub | 48 | .01 | 2.75 - 0 ++ | |
| 8 | AKTVO <i>Alectra vogelii</i> Benth. | 3 | .01 | 1.00 + | |
| 28 | BHYSE <i>Biophytum umbraculum</i> Welw. | 37 | .03 | 2.25 --- 0 +++ | |
| 41 | BULCL <i>Bulbostylis coleotricha</i> (A | 7 | .02 | 1.00 + | |
| 49 | CEOAR <i>Celosia argentea</i> L. | 53 | .01 | 2.83 0 0 + | |
| 50 | CEOTR <i>Celosia trigyna</i> L. | 120 | .01 | 2.92 - 0 + | |
| 64 | COMNN <i>Commelina nigritana</i> Benth. | 8 | .01 | 1.75 0 - + | |
| 65 | COMSC <i>Commelina schweinfurthii</i> C | 15 | .02 | 1.96 -- 0 + | |
| 68 | CRGOL <i>Corchorus olitorius</i> L. | 121 | .03 | 2.80 --- 0 +++ | |
| 82 | CYBLA <i>Cyanotis lanata</i> Benth. | 22 | .04 | 1.61 -- - +++ | |
| 83 | CYPAI <i>Cyperus amabilis</i> Vahl | 74 | .03 | 2.66 --- 0 +++ | |
| 92 | DIGDL <i>Digitaria delicatula</i> Stapf | 5 | .01 | 1.65 + | |
| 100 | ELEIN <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaert | 63 | .01 | 2.77 - 0 ++ | |
| 107 | ERAAS <i>Eragrostis aspera</i> (Jacq.) | 50 | .05 | 2.12 --- -- +++ | |
| 112 | ERAND <i>Eragrostis namaquensis</i> Nee | 3 | .01 | 1.00 + | |
| 114 | ERATM <i>Eragrostis tremula</i> Hochst. | 122 | .02 | 2.87 - 0 +++ | |
| 119 | FIMDP <i>Fimbristylis tomentosa</i> Vah | 14 | .01 | 2.43 0 0 + | |
| 129 | HAKGR <i>Hackelochloa granularis</i> (L | 82 | .01 | 2.94 0 0 + | |
| 134 | HPYSP <i>Hyptis spicigera</i> Lam. | 178 | .01 | 2.95 -- 0 + | |
| 156 | KOAGR <i>Kohautia grandiflora</i> DC. | 19 | .01 | 2.48 0 0 + | |
| 157 | KOASE <i>Kohautia senegalensis</i> Cham | 3 | .01 | 1.00 + | |
| 159 | KYLSQ <i>Kyllinga squamulata</i> Thonn. | 211 | .09 | 2.72 --- 0 +++ | |
| 168 | MAPSQ <i>Mariscus squarrosus</i> (L.) C | 141 | .09 | 2.49 --- 0 +++ | |

| | | | | | | | | |
|-----|-------|-----------------------------|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| 175 | MTCVI | Mitracarpus villosus (Sw.) | 250 | .02 | 2.95 | -- | 0 | +++ |
| 178 | OLDCO | Oldenlandia corymbosa L. | 159 | .24 | 2.01 | --- | --- | +++ |
| 180 | PANPN | Panicum pansum Rendle | 3 | .01 | 1.00 | | | + |
| 181 | PANSE | Panicum subalbidum Kunth | 8 | .02 | 1.45 | - | 0 | ++ |
| 183 | PCYCC | Polycarpaea corymbosa (L.) | 41 | .03 | 2.33 | --- | 0 | +++ |
| 195 | PQOAF | Platostoma africanum P. | 5 | .01 | 1.00 | | | ++ |
| 203 | RIKKR | Rikliella kernii (Raymond) | 5 | .01 | 1.00 | | | ++ |
| 208 | SCLSP | Scleria sphaerocarpa (E.Ro) | 5 | .01 | 1.00 | | | ++ |
| 231 | STRHE | Striga hermonthica (Del.) | 58 | .08 | 1.83 | --- | 0 | +++ |
| 239 | TLGEL | Thelepogon elegans Roth ex | 29 | .01 | 2.68 | - | 0 | + |
| 244 | VCOLE | Vicoa leptoclada (Webb) Da | 76 | .05 | 2.45 | -- | -- | +++ |
| 245 | VENAM | Vernonia ambigua Kotschy & | 42 | .02 | 2.54 | -- | 0 | ++ |
| 247 | VENPE | Vernonia perrottetii Schul | 27 | .01 | 2.60 | 0 | 0 | ++ |
| 250 | VIGSC | Vigna unguiculata (L.) Wal | 8 | .02 | 1.45 | 0 | - | ++ |
| 258 | BLUXX | Blumea sp. DC. | 23 | .02 | 2.09 | -- | 0 | +++ |
| 269 | LAMIA | Lamiaceae inconnue x. | 3 | .01 | 1.00 | | | + |
| 9 | ALRNO | Alternanthera nodiflora R. | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 10 | ALZOV | Alysicarpus ovalifolius (S | 127 | .00 | 2.97 | - | 0 | 0 |
| 14 | AMAVI | Amaranthus viridis L. | 22 | .01 | 2.53 | 0 | 0 | - |
| 15 | AMMBA | Ammania baccifera L. | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 26 | BAOHH | Bacopa hamiltoniana (Benth | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 27 | BGASU | Bergia suffruticosa (Del.) | 9 | .01 | 1.99 | 0 | 0 | - |
| 34 | BOIFI | Spermacoce filifolia (Schu | 4 | .01 | 1.75 | | | |
| 54 | CITLA | Citrullus lanatus (Thunb.) | 105 | .00 | 2.96 | 0 | 0 | 0 |
| 60 | COMBE | Commelina benghalensis L. | 404 | .01 | 2.99 | -- | 0 | 0 |
| 62 | COMFO | Commelina forskalaei Vahl | 189 | .00 | 2.98 | 0 | 0 | 0 |
| 79 | CVTRE | Crotalaria retusa L. | 4 | .01 | 1.75 | | | |
| 80 | CVTSE | Crotalaria senegalensis (P | 12 | .00 | 2.61 | 0 | 0 | 0 |
| 89 | DEDHI | Desmodium hirtum Guill. & | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 97 | ECHCO | Echinochloa colona (L.) Li | 26 | .02 | 2.28 | --- | 0 | 0 |
| 108 | ERAAT | Eragrostis atrovirens (Def | 15 | .00 | 2.69 | 0 | 0 | 0 |
| 110 | ERAGA | Eragrostis gangetica (Roxb | 11 | .01 | 1.99 | - | 0 | 0 |
| 115 | ERATU | Eragrostis turgida (Schum. | 19 | .00 | 2.75 | 0 | 0 | 0 |
| 122 | FIMPI | Fimbristylis pilosa (Poir. | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 127 | GSKPH | Gisekia pharnacioides L. | 4 | .01 | 1.75 | | | |
| 128 | GYAGY | Cleome gynandra L. | 11 | .00 | 2.54 | 0 | 0 | 0 |
| 146 | INDST | Indigofera stenophylla Gui | 12 | .00 | 2.61 | 0 | 0 | 0 |
| 152 | IPOER | Ipomoea eriocarpa R.Br. | 429 | .01 | 3.00 | 0 | 0 | - |
| 162 | LICSP | Lipocarpha gracilis (A.Ric | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 165 | LUDLI | Ludwigia hyssopifolia (G.D | 7 | .01 | 1.98 | | | |
| 167 | MAPCY | Mariscus cylindristachyus | 4 | .01 | 1.75 | | | |
| 171 | MOLCE | Mollugo cerviana (L.) Seri | 8 | .00 | 2.46 | 0 | 0 | 0 |
| 190 | POGER | Polygala erioptera DC. | 6 | .01 | 1.89 | | | |
| 194 | PORQU | Portulaca quadrifida L. | 34 | .01 | 2.79 | - | 0 | 0 |
| 199 | PYLNO | Phyllanthus niruroides J. | 21 | .01 | 2.71 | - | 0 | 0 |
| 200 | PYLSU | Phyllanthus sublanatus Sch | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 211 | SEBPP | Sesbania pachycarpa DC. su | 91 | .01 | 2.95 | 0 | 0 | - |
| 212 | SEGIN | Sesamum indicum L. | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 213 | SETPF | Setaria pumila (Poir.) Roe | 48 | .01 | 2.79 | - | 0 | 0 |
| 225 | SPZAF | Sporobolus africanus (Poir | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 235 | TEPEL | Tephrosia elegans Schum. | 4 | .01 | 1.75 | | | |
| 238 | TIUPE | Triumfetta pentandra A.Ric | 38 | .01 | 2.83 | - | 0 | 0 |
| 246 | VENCM | Vernonia chapmanii C.Adams | 8 | .01 | 2.00 | - | 0 | 0 |
| 252 | WALAM | Waltheria indica L. | 14 | .01 | 2.59 | 0 | 0 | 0 |
| 256 | APIMO | Aspilia mortonii C.Adams | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 260 | CVTX1 | Crotalaria spl. L. | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 264 | INDX4 | Indigofera sp4. L. | 2 | .01 | 1.00 | | | |
| 275 | POA01 | Poaceae inconnue x1 | 5 | .01 | 1.96 | | | |
| 276 | SIDX1 | Sida spl. L. | 2 | .01 | 1.00 | | | |

Code Relevé : _____

Aut : _____ Ref : ___ / _____

Pas : ___ Pays : _____ Loc : _____ Par : ___

Alt : ___ m Long : _____

Lat : _____ Spé : ___ ha Sre : ___ m²

RELEVÉ PHÉNOLOGIQUE

| | CODE | NOM LATIN | BIOL | DIS | GER | REV | DF | MF | FF | DFL | MFL | FFL | DFR | MFR | FFR | DFO | MFO | FMO |
|----|------|-----------|------|-----|-----|-----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 9 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 11 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 14 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 15 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 16 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 18 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 19 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |