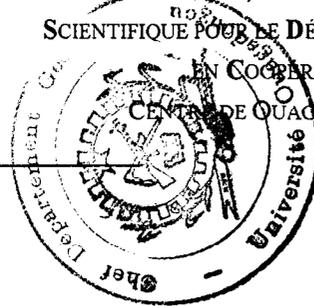


UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

O.R.S.T.O.M

FACULTÉ DES LETTRES, DES LANGUES, DES ARTS,
DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES
(F.L.A.S.H.S)
DÉPARTEMENT DE GÉOGRAPHIE

INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE
SCIENTIFIQUE POUR LE DÉVELOPPEMENT
EN COOPÉRATION
CENTRE DE OUAGADOUGOU



MEMOIRE DE MAITRISE

Thème :

*"Application d'un Système d'Information
Géographique à l'Identification des Unités de
Paysage de l'Afrique de l'Ouest"*

Présenté et soutenu par :
THIOMBIANO Annonciata

Sous la direction de :
Dapola E. C. DA
Maître assistant

Année universitaire :
1993 - 1994

ERRATA

Page 12 ; ligne 4 : lire précédent.

Page 44 ; ligne 20 : lire La lecture de ces tableaux.

Page 48 ; ligne 8 : lire excellente

Page 49 ; ligne 6 : lire soit que.

Page 78 ; ligne 2 : lire précédentes

Page 80 ; colone 9 ; ligne 2 : lire fourrés

Planche III : sur la carte et le légende, lire -carte simplifiée.

Planche V : sur la carte et le légende, lire -carte simplifiée.

Planche VIII : sur la carte et le légende, lire -carte simplifiée.

Planche XII : sur la légende, ligne 4 : lire Mosaïque de forêts ombrophiles et de forêts de montagne sur sols tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols.

DEDICACE

*A mon petit frère Léon qui nous a quitté très tôt,
et qui aurait sans doute mieux fait que moi,
je dédie ce mémoire.*

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	1
REMERCIEMENTS.....	3
AVANT PROPOS.....	5
RÉSUMÉ.....	6
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	7
LISTE DES FIGURES.....	8
LISTE DES PLANCHES.....	9
LISTE DES TABLEAUX.....	10
INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	11
PREMIÈRE PARTIE : GÉNÉRALITÉS ET MÉTHODE D'ÉTUDE... 13	
Chapitre I : Généralités.....	14
1 - Cadre géographique de l'étude.....	14
1.1 - Les structures édaphiques.....	17
1.2 - Le climat.....	19
1.3 - Les types de temps.....	20
1.4 - La végétation.....	20
2 - Le Système d'Information Géographique <i>SAVANE</i>	21
2.1 - Définition générale.....	21
2.2 - Présentation de <i>SAVANE</i> et ses caractéristiques.....	22
2.3 - Les applications de <i>SAVANE</i>	23
2.4 - Le logiciel <i>MYGALE</i> sur <i>PC</i>	24
Chapitre II : Méthode D'étude.....	25
1 - Collecte des données.....	25
1.1 - Choix et description des documents.....	25
2 - La constitution de la base de données.....	36
2.1 - La saisie graphique des documents.....	36

3.1 - Approche analytique par superposition	43
3.2 - Analyse multivariée	44
DEUXIÈME PARTIE : RÉSULTATS	45
Chapitre III : Résultats des premiers types de croisements	46
1 - Le croisement des cartes deux à deux	46
1.1 - Le croisement de la carte de la végétation et de la carte des précipitations	46
1.2- Le croisement des cartes de la végétation et des sols	54
1.3 - Le croisement des cartes des sols et de la géologie	59
2 - Le croisement des cartes de synthèse	62
2.1 - La synthèse 1	62
2.2 - La synthèse 2	67
3 - Remarques	68
3.1 - Première remarque	68
3.2 - Deuxième remarque	69
Chapitre IV : Résultats des deuxièmes types de croisements	70
1 - Croisement des cartes de géologie et du relief	70
2 - Croisement des cartes de géologie et des sols	74
3 - Croisement des cartes de végétation et des sols	77
4 - Le croisement des cartes de végétation et des précipitations	79
Conclusion de la deuxième partie	81
CONCLUSION GENERALE	82
BIBLIOGRAPHIE	85
A N N E X E S	88
GLOSSAIRE	117



REMERCIEMENTS

La préparation et la soutenance d'une thèse ou d'un mémoire constituent un épisode majeur dans la vie d'un étudiant. C'est un cap à franchir pour accéder à un grade plus élevé. C'est le couronnement d'un travail de longue haleine, d'un travail scientifique, d'un travail d'équipe avec pour souci majeur le renforcement de la communauté universitaire.

C'est à ce titre que je tiens à remercier du fond du coeur tous ceux qui ont contribué à l'aboutissement de la présente étude.

Toute ma reconnaissance à mes professeurs du département de Géographie de l'Université de Ouagadougou, pour m'avoir appris à connaître et à aimer la GEOGRAPHIE.

Je remercie en particulier Monsieur Dapola E. C. DA mon directeur de mémoire, qui m'a toujours soutenue et aidée à franchir les obstacles qui me semblaient insurmontables.

Toute ma reconnaissance à Monsieur Georges GRANDIN, Directeur de l'ORSTOM, centre de Ouagadougou, qui a bien voulu accepter de m'ouvrir grandement les portes de son centre et qui m'a donné également des conseils pratiques.

Je remercie Monsieur Olivier PLANCHON mon maître de stage, chercheur à l'ORSTOM, centre de Ouagadougou pour son précieux concours : il a su m'encadrer et initier à la recherche et à la conception d'un travail de portée scientifique.

Je remercie Monsieur Dominique REMY, ingénieur en Informatique, responsable de l'atelier informatique de l'ORSTOM, centre de Ouagadougou, qui m'a permis de bénéficier d'une formation complémentaire en informatique et qui m'a guidée pour les traitements statistiques.

Merci à messieurs Issiaka ZOUNGRANA, Lamourdia THIOMBIANO, Lomezzy P. BAZIN, Urbain WENMENGA, Yacouba YARO, Sylvain ZONGO, Jean-de-Dieu VOKOUMA, Passari OULA, Adama TRAORE, Paul OUEDRAOGO et André BILGO pour leurs diverses contributions.

Merci à tout le personnel de l'ORSTOM, centre de Ouagadougou et à mes collègues stagiaires Boukary KOROGO et Laurent COULIBALY, pour la bonne ambiance, pour le cadre sain de travail dans lequel je me suis retrouvée.

Toute ma profonde gratitude à mon père Robert et ma mère Rita, qui ont su me communiquer une part de leur patience, une part de leur amour du travail bien fait, une part de leur courage et de leur ambition. Qu'ils soient assurés de toute mon affection.

Que mes frères et soeurs Jean Louis, Gaston, Frédéric, Emmanuel, Paulette, Léontine, Jocelyne, Justine, Clémentine et Odette, ne se doutent jamais de mon amour pour eux et qu'ils acceptent mes sincères remerciements pour leur soutien permanent.

Enfin, que tous les parents amis et camarades étudiants qui d'une manière ou d'une autre ont contribué à l'aboutissement de ce travail, trouvent ici le témoignage d'une sincère reconnaissance.

AVANT PROPOS

L'étude du thème "*APPLICATION D'UN SYSTEME D'INFORMATION GEOGRAPHIQUE A L'IDENTIFICATION DES UNITES DE PAYSAGE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST*" entre dans le cadre du programme français Géosphère-Biosphère, le programme Environnement du CNRS (CNRS-ORSTOM). C'est notamment le projet Savane à Long Terme (SALT) qui se propose d'analyser la dynamique de certaines unités de paysage d'Afrique de l'Ouest à travers les mécanismes sous-jacents et la spatialisation des processus. Au nombre des objectifs de SALT figure la fourniture d'outils opérationnels de l'aide à la décision. Ces outils sont nécessaires à l'identification des processus-clefs pour une agriculture à faibles intrants (potentialités naturelles) et surtout à l'analyse des conséquences de divers scénarios de modes d'utilisation des terres.

Dans ce contexte, l'application d'un système d'information géographique pour l'identification d'unités de paysage constitue une opération privilégiée pour l'étude des espaces environnementaux. Le but poursuivi est de contribuer à mettre à la disposition de SALT une approche basée sur un système d'information géographique qui puisse aider efficacement à l'aboutissement de ses perspectives.

La présente étude a été réalisée en collaboration avec l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM).

RÉSUMÉ

"APPLICATION D'UN SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE A L'IDENTIFICATION DES UNITÉS DE PAYSAGE DE L'AFRIQUE DE L'OUEST", tel est le thème de la présente étude qui constitue notre mémoire de maîtrise.

Outre l'introduction et la conclusion, cette étude comporte deux grandes parties. La première partie porte sur les généralités et la méthode d'étude. Elle est subdivisée en deux grands chapitres ; l'un portant sur les généralités sur la zone d'étude et l'outil de travail qu'est le SIG SAVANE et l'autre sur la méthode d'étude. Pour ce qui est de la méthode, il y a eu deux phases essentielles : la collecte des données et le traitement et l'analyse de données. L'originalité de ce système tient du fait qu'il permet de multiples croisements ou combinaisons, de mise en relation, de regroupement, d'agrégation de données géographiques d'origines diverses.

La deuxième partie porte sur les résultats à différents niveaux de combinaisons. Ces résultats sont essentiellement des représentations factorielles, des tableaux de classification ascendante hiérarchique et des tableaux de contingence. Les résultats des premiers types de croisement sont présentés sous formes de cartes de synthèse (voir planches).

Dans la présente étude, le SIG SAVANE a permis de mettre en oeuvre une méthode d'étude basée sur des cartes préexistantes. A partir des cartes thématiques (géologie, sols, relief, végétation, précipitations) une analyse des corrélations a pu être faite à l'aide de figures et de tableaux issus des combinaisons.

D'une manière générale, les résultats obtenus devraient permettre aux chercheurs et aux décideurs de mieux aborder les problèmes de développement et de l'environnement.

Mots clés

Afrique de l'Ouest - Système d'Information Géographique - SAVANE - Analyse Factorielle des correspondances - Classification Ascendante Hiérarchique - unités de paysage.

SIGLES ET ABREVIATIONS

AETFAT	: Association pour l'Etude Taxinomique de la Flore de l'Afrique de l'Ouest.
AFC	: Analyse Factorielle des Correspondances.
CAH	: Classification Ascendante Hiérarchique.
CNRS	: Centre National de Recherches Scientifiques.
COR	: Corrélation.
CRT	: Contribution.
EPS	: Format post-script.
FAO	: Food and Agriculture Organisation of the United Nation.
FIT	: Front Intertropical.
FLASHS	: Faculté des Lettres , des Langues, des Arts, des Sciences Humaines et Sociales.
IFAN	: Institut Fondamental de l'Afrique Noire.
IGN	: Institut Géographique National.
ORSTOM	: Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération.
PC	: Personal Computer.
SALT	: Savane à Long Terme.
SAS	: Statistical analysis system
SIG	: Systèmes d'Information Géographique.
TIFF	: Tag Image File Format.
UNESCO	: Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture.
UNSO	: Office Soudano-sahélien des Nations Unies.

LISTE DES FIGURES

- Figure 1 : Découpage politique de l'Afrique de l'Ouest
- Figure 2 : Délimitation de la zone d'étude
- Figure 3 : Représentation de l'AFC de végétation/précipitations
- Figure 4 : Représentation de l'AFC de végétation/sols
- Figure 5 : Représentation de l'AFC de sols/géologie
- Figure 6 : Représentation de l'AFC de sols/végétation et précipitations

LISTE DES PLANCHES

- Planche I : Carte de géologie
- Planche II : La carte de géologie simplifiée
- Planche III : Carte des sols
- Planche IV : La carte des sols simplifiée
- Planche V : Carte des précipitations
- Planche VI : Carte de végétation
- Planche VII : La carte de végétation simplifiée
- Planche VIII : Carte de synthèse de la végétation et des précipitations
-
- Planche IX : Carte de synthèse des sols et de la végétation
- Planche X : Carte de synthèse des sols et de la végétation (Hors classification)
- Planche XI : Carte de synthèse des sols/végétation et de la carte des précipitations :
synthèse 1

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau I : Les classes issues du croisement des cartes de la végétation et des précipitations
- Tableau II : Valeurs propres et taux d'inertie des cinq premiers facteurs (végétation/précipitations)
- Tableau III : Tableau de contingence végétation/précipitations
- Tableau IV : Valeurs propres et taux d'inertie des cinq premiers facteurs (végétation/sols)
- Tableau V : Tableau de contingence végétation/sols
- Tableau VI : Les classes issues du croisement des cartes de la végétation et des sols
- Tableau VII : Valeurs propres et taux d'inertie des cinq premiers facteurs (géologie/sols)
- Tableau VIII : Les grandes zones climatiques
- Tableau IX : Résultats du croisement des cartes de la végétation, des sols et des précipitations
- Tableau X : Les classes de la synthèse¹
- Tableau XI : Les classes de la synthèse²
- Tableau XII : Les résultats du croisement des cartes simplifiées de géologie et du relief
- Tableau XIII : Les résultats du croisement des cartes simplifiées de géologie et des sols
- Tableau XIV : Les résultats du croisement des cartes simplifiées des sols et de la végétation
- Tableau XV : Les résultats du croisement des cartes simplifiées de la végétation et des précipitations

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les systèmes d'information géographique tout comme la télédétection peuvent faciliter des tâches qui manuellement sont bien difficiles : suivre les processus dynamiques et analyser les caractéristiques de vastes zones ; examiner de grandes quantités de données afin de pouvoir faire des choix fondés sur les informations nécessaires en matière d'environnement et de développement etc. Ils permettent ainsi d'aborder les problèmes de développement et de l'environnement dans une perspective pluridisciplinaire.

En choisissant ce sujet comme thème de mémoire, nous visons les objectifs suivants :

- Premièrement, expérimenter ce nouvel outil qu'est le SIG, en l'appliquant à un grand échantillon pour tester sa performance ;
- Deuxièmement, attirer l'attention des chercheurs et des décideurs sur cet outil ;
- Troisièmement, voir comment ce nouvel outil est spécifiquement intéressant pour les géographes que nous sommes.

La démarche suivie comporte six étapes essentielles :

- 1- Rassembler les documents cartographiques ;
- 2- Digitaliser ces documents ;
- 3- Introduire les documents digitalisés dans le programme de traitement SAVANE ;
- 4- Croiser par le procédé de la jointure géométrique ;
- 5- Sortir des figures d'AFC, des tableaux de CAH et des tableaux de contingence à partir des croisements ;
- 6- Dégager à l'aide de ces résultats des ensembles homogènes pouvant être cartographiés.

L'étude comporte deux grandes parties :

La première partie aborde les généralités sur la zone étudiée (Afrique de l'Ouest) et les moyens mis en oeuvre et la méthode de travail pour cette étude. Pour ce qui est des généralités, ce sont essentiellement les données physiques : les structures édaphiques, le climat et la végétation. Au titre des moyens, il s'agit particulièrement du système d'information géographique *SAVANE*. En ce qui concerne la méthode de travail, il y a eu deux phases : la collecte de données (essentiellement les cartes) et le traitement et l'analyse des données.

Dans la deuxième partie, les résultats des combinaisons sont présentés et analysés. Ces résultats sont essentiellement constitués de représentations factorielles, des tableaux de

classification ascendante hiérarchique et de tableaux de contingence. Dans le cas des combinaisons des cartes non simplifiées (les premiers types de croisement), les résultats ont permis de réaliser quatre cartes de synthèse représentant des unités de paysages suivant les thèmes combinés.

Pour ce qui est des combinaisons des cartes simplifiées, seuls les tableaux de contingence ont été pris en compte. L'analyse de ces tableaux a permis d'observer des grandes unités de paysages de l'Afrique de l'Ouest sur deux plans :

- sur le plan de chaque thème d'abord (les extrêmes) ;
- et sur le plan des deux thèmes combinés (les intersections).

Mais ces résultats ne sont pas cartographiés comme dans le cas précédent.

Tous ces résultats devraient permettre d'obtenir des informations assez intéressantes et assez originales sur les unités de paysage de l'Afrique de l'Ouest.

PREMIÈRE PARTIE :
GÉNÉRALITÉS ET MÉTHODE D'ÉTUDE

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1 - CADRE GÉOGRAPHIQUE DE L'ÉTUDE

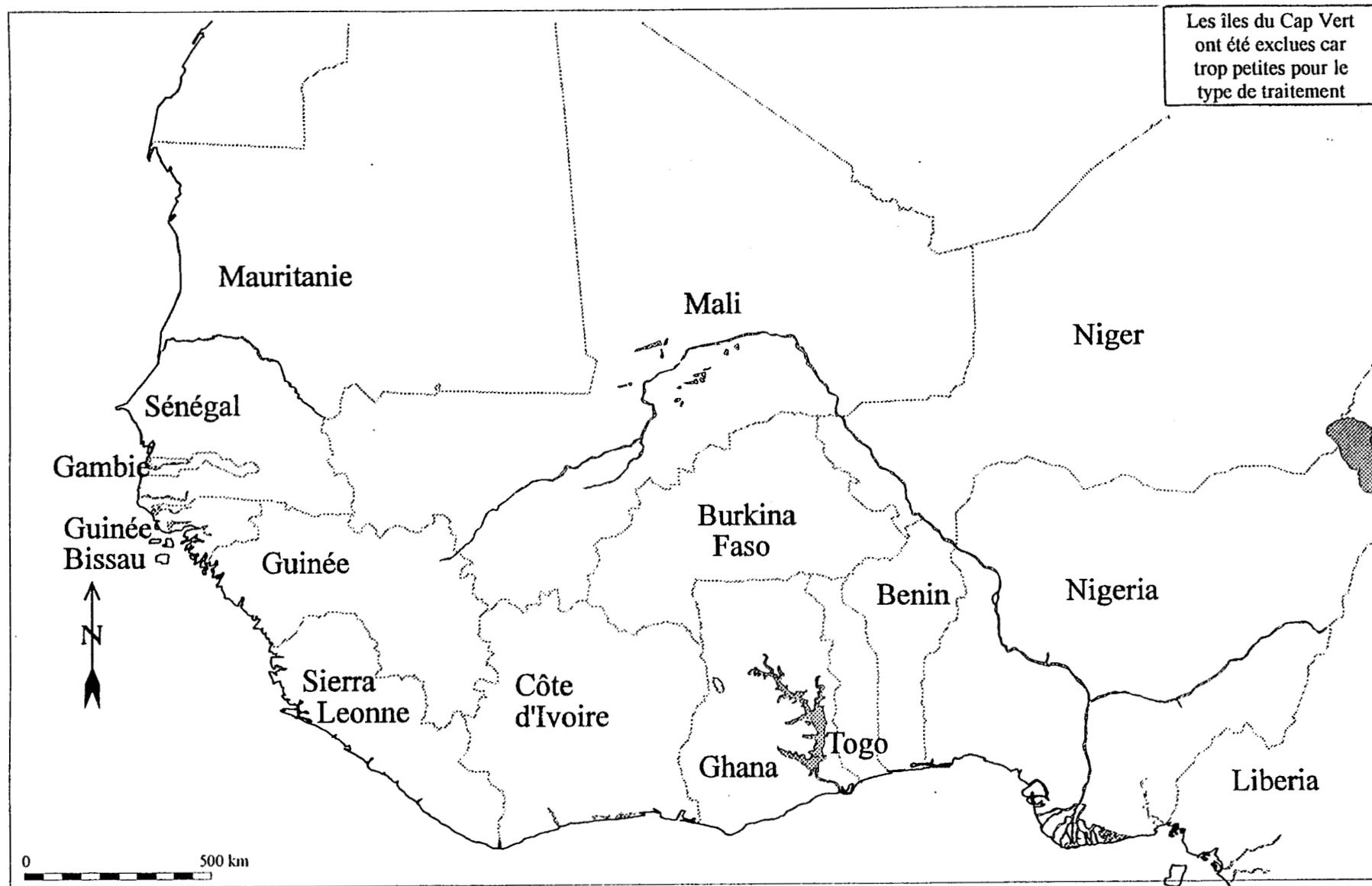
L'Afrique de l'Ouest couvre environ le cinquième de la surface du continent africain, soit près de 6 000 000 de km². Elle va de l'Atlantique à la frontière soudano-tchadienne et du Sahara central au golfe de Guinée. Cette partie de l'Afrique est comprise en grande partie entre 10 et 16° de latitude nord¹. Il faut rappeler qu'il y a une distinction entre le découpage politique et celui géographique de l'Afrique de l'Ouest.

Le premier découpage suit le contour des limites des pays qui composent cette partie de l'Afrique (figure 1 ci-après). Ainsi l'Afrique de l'Ouest compte 16 pays qui sont par ordre alphabétique : le Bénin, le Burkina Faso, le Cap vert, la Côte d'Ivoire, la Gambie, le Ghana, la Guinée, la Guinée Bissau, le Liberia, le Mali, la Mauritanie, le Niger, le Nigeria, le Sénégal, la Sierra Leone et le Togo.

Le second ne tient pas compte de ces limites mais plutôt des coordonnées géographiques : 19°06 Ouest, 21°53 Nord ; 19°06 Ouest, 2°41 Nord ; 17°20 Est, 21°53 Nord ; 17°20 Est, 2°41 Nord (figure 2 ci-après).

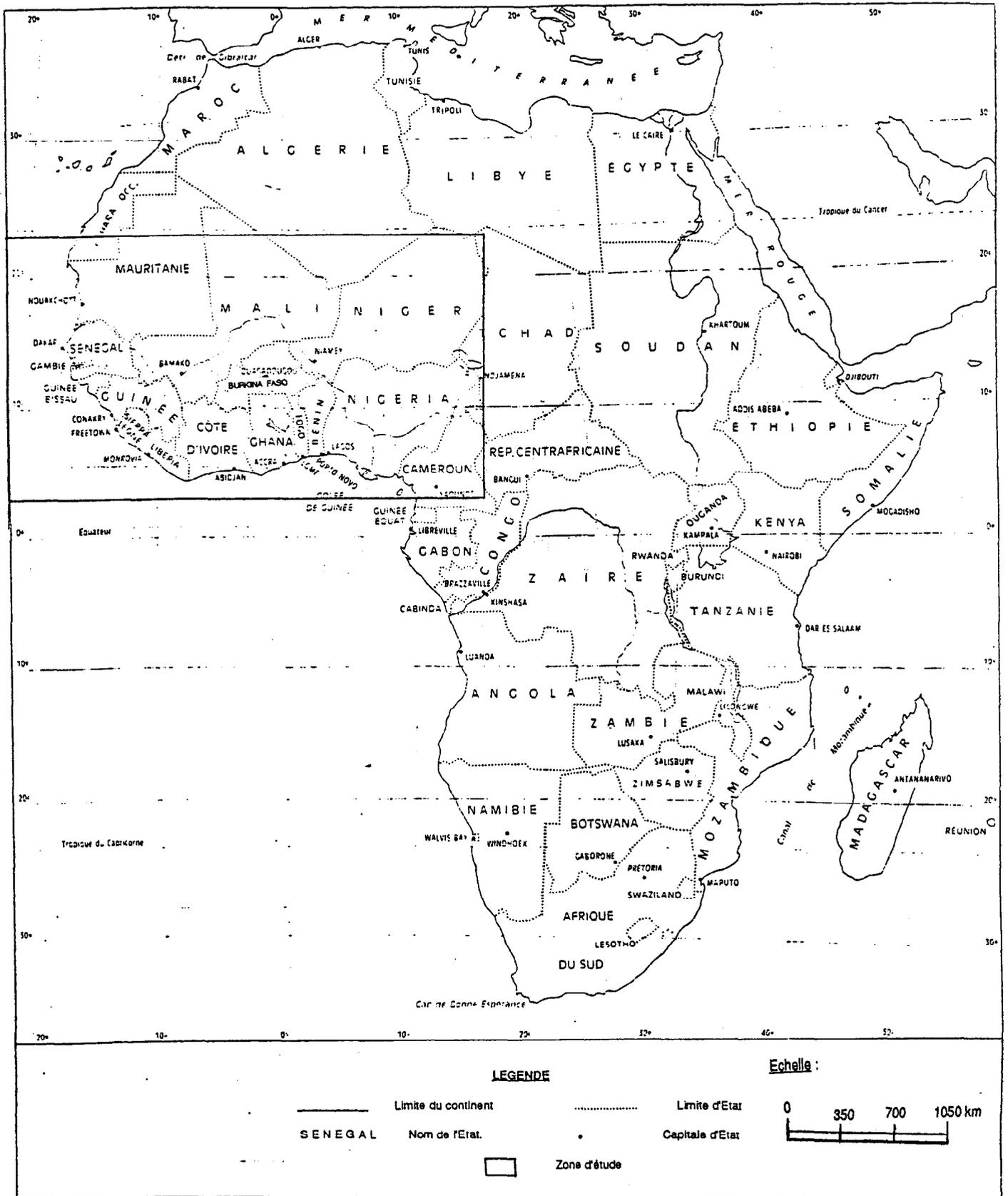
¹ cf Grand Atlas du continent africain, 1973.

Figure 1 : Découpage politique de l'Afrique de l'Ouest



Thiombiano A., 1994

Figure 2 : Délimitation de la zone d'étude



1.1- Les structures édaphiques

1.1.1- *La géologie : constitution et histoire*

Selon les travaux du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) de Dakar, l'Afrique de l'Ouest est formée par un assemblage de chaînes arasées largement granitisées. Ces chaînes appartiennent aux deux cycles les plus anciens du Précambrien (Précambrien D et Précambrien C).

A partir du Précambrien A ou Infra Cambrien , un grand bassin subsident, le bassin de Taoudéni et ses prolongements, s'est installé sur un immense craton. Ce bassin était localement bordé par des sillons dont les dépôts épais ont connu des transformations et des plissements plus ou moins profonds au cours de plusieurs orogènes (riphéenne, taconique, calédonnienne, hercynienne). C'est le cas de la chaîne des mauritanides, de la bordure métamorphique orientale du Voltaïen et de la zone métamorphique et plissée du Gourma. Après une période d'émersion, un nouveau bassin s'est dessiné dans les parties centrale et orientale de la plate-forme Ouest-africaine.

Depuis le Jurassique jusqu'au Néogène, il y a eu alternance des influences marines et continentales. Et de façon synchrone, la bordure occidentale et méridionale de cette plate-forme a connu localement des incursions marines. D'importantes accumulations au Niger, au Mali et dans les grandes vallées se sont formées au Quaternaire par des dépôts lacustres éoliens anciens ou fluviaux. Dans les bassins côtiers, les sédiments marins viennent relayer les dépôts du Continental Terminal. Enfin, des formations dunaires recouvrent de larges étendues dans la zone saharienne en Mauritanie, au Mali, au nord du Burkina Faso et au Niger oriental.

1.1.2- *La géomorphologie*

Dans le Grand Atlas du continent africain, on présente l'Afrique de l'Ouest comme une large plate-forme de roches anciennes, relevée sur ses bordures nord et sud. Au nord il y a les bombements sahariens et au sud les bombements cristallins.

Au nord, se dressent de lourdes hauteurs décharnées par l'érosion désertique. Ainsi se succèdent d'Ouest en Est l'Adrar mauritanien, l'Adrar des Iforas et l'Aïr. Ce faite nord s'ouvre largement entre le bassin de Taoudéni et le moyen Niger. Il ne présente pas un front continu. De l'Ouest à l'Est s'échelonnent de grandes cuvettes : le bassin de Sénégal et les cuvettes du moyen Niger occidental et oriental. Elles forment des zones de colmatage remblayées par des sédiments de toutes les époques géologiques, du Primaire au Quaternaire. Ces sédiments continentaux ou marins masquent complètement le socle.

Au Sud on retrouve la ligne de faite Soudano-guinéenne constituée de hauts bombements cristallins. Dépouillé de ses couvertures, le socle affleure largement. Mais parfois des chicots et des barres aux arrêtes vives (Mont Nimba) le dominant. D'Ouest en Est s'alignent le Fouta Djalon (1200 à 1500 m), la dorsale guinéenne, le massif de l'Atakora, les hauts plateaux du Nigeria (1700 m). Ces hautes terres méridionales se raccordent aux cuvettes intérieures par des plateaux bas souvent recouverts d'une croûte de "latérite". Le faite guinéen offre un front discontinu vers le Sud. Ce front est fragmenté par des zones effondrées transversales : synclinal de moyenne et basse Volta, fossé de la Benoué.

De façon générale, la géomorphologie de l'Afrique de l'Ouest présente quatre niveaux de modelés : des plaines, des bas plateaux, des hauts plateaux et des montagnes.

1.1.3- Les sols

Jusqu'à une époque récente, on considérait toujours que la répartition des sols en Afrique de l'Ouest était zonale, comme celle du climat. C'est ainsi que pour HOORE il y avait "au sud les sols ferrallitiques, puis les sols ferrugineux tropicaux et les vertisols, et plus au nord les sols subarides".

Selon GRANDIN "avec la carte pédologique au 1/5 000 000 de l'Atlas international de l'Ouest africain (Boulet, et al., 1971), un grand pas a été fait", et des critères plus justes sont pris en compte pour permettre d'améliorer la connaissance pédologique de cette partie de l'Afrique, contrairement à la répartition selon les zones climatiques. Il poursuit en disant que "néanmoins, on constate une zonalité en latitude selon la répartition actuelle du climat. Mais c'est surtout le propre des sols occupant des formes de reliefs façonnés récemment. C'est aussi le cas des sols qui se développent dans des conditions climatiques très agressives (transformation des minéraux), dont la marque domine facilement les caractères hérités des périodes antérieures".

Les sols de l'Afrique de l'Ouest sont de type tropical de manière générale. En zone humide (domaine guinéen) où les précipitations sont supérieures à 1200 mm, la décomposition chimique est active. Ainsi l'altération interne des roches mères (sur plusieurs dizaines de mètres) se caractérise par une libération d'alumine et de la silice. Mais le lessivage intense que subit la silice libérée limite la formation des argiles par recombinaison avec l'alumine. Il y a donc présence d'alumine libre. Ce qui donne des sols ferrallitiques très épais encore appelés "sols rouges". Ces sols présentent des aptitudes agronomiques généralement faibles.

En zone moins humide (domaine soudanien, 800 à 900 mm), l'insuffisance d'eau ne permet pas la décomposition chimique. La longue saison sèche favorise un autre processus caractérisé par la concentration des oxydes de fer. Il résulte de ce phénomène la formation de

sols ferrugineux tropicaux au potentiel de fertilité médiocre. Ces sols s'épuisent facilement. En effet, en période sèche, les oxydes de fer subissant une déshydratation (par la réduction du volume d'eau), précipitent et colorent quelques fois les sols en rouge.

En revanche, en périodes humides, l'altération des roches mères est due essentiellement à la grande mobilité des oxydes de fer. En raison du lessivage insuffisant, les autres éléments issus de l'altération (Si, Al) se recombinaient au fur et à mesure pour donner des argiles du type kaolinite généralement. Il n'existe donc pas d'alumine libre dans ces types de sols.

Un peu plus au nord en zone sèche (domaine sahélien), la rareté de l'eau bloque les processus de décomposition. Cette zone connaît plutôt les processus d'érosion dus à l'action mécanique (vent, eau pluviale, ruissellement, variation de température, etc). Ce qui explique la présence presque exclusive des sols minéraux bruts et parfois des sols peu évolués. A côté de ces types de sols, il existe des sols azonaux. C'est le cas des cordons littoraux, des sols hydromorphes dans les vallées, des sols halomorphes, des vertisols... Ces sols sont très fertiles, mais pour leur mise en valeur une maîtrise des eaux de surface s'avère indispensable.

1.2- Le climat

L'Afrique de l'Ouest est caractérisée par une zonalité climatique qui présente toutes les variations depuis le climat désertique sec au Nord jusqu'au climat équatorial chaud et humide au Sud. Ces variations se perçoivent naturellement au niveau des facteurs tels la température, les précipitations, l'évapotranspiration, ou l'indice d'aridité. A partir des grands ensembles climatiques se dégagent deux sous ensembles régionaux : le groupe soudano-sahélien et le groupe "guinéen".

Le groupe soudano-sahélien compte le Sénégal, la Gambie, le Mali, le Burkina Faso, le Niger, le Tchad, la Mauritanie, la Guinée-Bissau et les îles du Cap Vert. Il est caractérisé par un rythme tropical, avec alternance de deux saisons : une saison humide (2 à 4 mois) et une saison sèche (6 à 8 mois).

Le groupe "guinéen" est composé de la Guinée, la Sierra Leone, le Liberia, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo, le Bénin et du Nigeria. Il est caractérisé au sud par un climat subéquatorial à quatre saisons, une longue saison pluvieuse (Mars-Juillet) et une courte saison pluvieuse (Octobre-début Décembre), séparées par deux saisons sèches (une longue de fin Décembre-Février et une courte d'Août-Septembre). Cette partie connaît de fortes pluies (plus de 1250 mm) et une constante humidité.

Au Nord du parallèle 9° Nord on a un climat tropical humide à saisons pluvieuse et sèche alternées. A partir du parallèle 15° Nord, la diminution et l'irrégularité des pluies font

évoluer le climat vers la semi-aridité. Au-delà du parallèle 18° Nord, le climat tend vers le type désertique caractérisé par une aridité quasi totale.

1.3- Les types de temps

Selon les travaux de CASANOVA, la position du Front Inter-Tropical ou F.I.T. (contact entre l'harmattan ou alizé au Nord et la "mousson" au Sud) détermine les types de temps en Afrique de l'Ouest. Cette position est étroitement liée aux variations annuelles de la déclinaison du soleil.

En moyenne, le F.I.T. se situe, de Décembre à Février entre les parallèles 3° et 8° Nord. Les hautes pressions sahariennes et l'anticyclone des Açores repoussent ainsi la "mousson" vers le Sud. Puis, le FIT remonte vers le Nord jusqu'au mois d'Août et se place entre les parallèles 20° et 25° Nord au maximum. Ensuite il amorce le mouvement inverse. Au cours de l'année, le temps sur l'Afrique de l'Ouest résulte donc de ce mouvement saisonnier du FIT. A chaque saison correspond un type de temps et des situations météorologiques particulières.

En saison sèche, s'installe un régime d'harmattan. Il n'y a pratiquement pas de développement cumuliforme. Seuls des altocumulus sur le Sénégal et la Mauritanie existent. Sur les autres régions il n'y a que des cirrus épars. Sur le Nord du Niger, la visibilité est bonne avec la descente d'air polaire. Partout ailleurs, on observe des poussières en suspension et de la brume sèche. Les matins, les températures sont relativement basses (25°c en moyenne). Au milieu de la journée, on enregistre des températures maximales pouvant atteindre 45°, voire plus.

En saison pluvieuse, la situation est tout autre. Au Nord du FIT, la nébulosité est assez faible à cause de l'instabilité des altocumulus et des cirrus et aussi à cause de la rareté des cumulus. Au Sud du FIT, du Nord au Sud, le ciel est nuageux et parfois très nuageux à tous les niveaux. Il est localement couvert. Sur le Sud-Ouest, il y a des pluies de "mousson" et des averses localement orageuses. Sur le reste de la région, la même situation se présente principalement l'après midi et la nuit. On note cependant l'absence de précipitations en bordure de la côte Sud (petite saison sèche de la côte Sud).

1.4- La végétation

En Afrique de l'Ouest, le climat joue un rôle déterminant dans la répartition des grands ensembles végétaux. En effet, on y rencontre une forte zonalité climatique et végétale. D'autres facteurs interviennent et peuvent parfois prendre une place prépondérante : l'homme, les variations paléoclimatiques et les influences édaphiques...

En allant du Sud au Nord, on passe progressivement de la forêt dense à la savane, puis à la steppe plus sèche, soumise au climat sahélien. Selon les recherches de MONNIER, il y a également trois grandes formations végétales :

- les formations forestières denses ;
- les formations savanicoles qui regroupent les savanes pré-forestières guinéennes, les forêts claires et les savanes soudanaises ;
- les formations steppiques.

Ces formations végétales subissent des transformations plus ou moins importantes dues essentiellement à la dégradation anthropique dans les forêts ; et à l'action conjuguée de l'homme et de l'aridité pour ce qui est des formations savanicoles et steppiques. Elles se caractérisent également par "la grande variabilité des contenus de chaque formation et l'absence de toute évolution progressive de ce contenu lorsqu'on passe des formations forestières denses aux formations steppiques"². "Ainsi plus qu'à une zonation des paysages végétaux, qui sous-entend une transformation normale et logique de leur contenu en fonction d'un facteur prépondérant, en l'occurrence le climat, nous avons affaire à une juxtaposition de formations végétales très différentes par leur physionomie, leur composition floristique, leurs réactions face aux diverses agressions dont elles sont l'objet"³.

L'activité principale dans cette partie de l'Afrique reste l'agriculture. C'est pourquoi une bonne connaissance du milieu naturel s'avère plus que nécessaire. L'approche par les systèmes d'information géographique se présente de nos jours comme un des moyens les plus efficaces pour une étude complète du milieu naturel.

2- LE SYSTÈME D'INFORMATION GÉOGRAPHIQUE *SAVANE*

2.1- Définition générale

Il existe plusieurs systèmes d'information géographique. Dans Télédétection et SIG, n° 3, les SIG sont définis comme des systèmes informatiques servant à saisir, mettre en mémoire, traiter, analyser et afficher des données spatialisées. Ces données peuvent être tirées de sources différentes (par exemple cartes imprimées, données électroniques, statistiques).

Selon ROUET, les S.I.G. utilisent des moyens informatiques pour stocker, partager, consulter et manipuler les objets représentés sur les cartes ou plans, ainsi que les informations qui leur sont directement ou indirectement attachées. Ils gèrent des données susceptibles de figurer sur une carte ou un plan. Deux perspectives, sensiblement différentes, permettent de

² cf MONNIER Y., 1990, p 39.

³ cf MONNIER Y., 1990, p 40.

définir les S.I.G. soit en limitant le champ des S.I.G. à la cartographie proprement dite, soit en étendant leur champ à l'ensemble des données géo-référencées, c'est-à-dire rattachées à certains éléments pouvant figurer sur des cartes ou des plans.

2.2- Présentation de SAVANE et ses caractéristiques

2.2.1- Présentation de SAVANE

L'ORSTOM a développé *SAVANE* de 1983 à 1991, respectivement à Bondy, Quito et Puebla. M. SOURIS a réalisé la conception et l'architecture, sur l'initiative du service informatique (TREUIL et MULLON 1981). M. SOURIS, M. LEPAGE, F. PELLETIER et D. REMY. ont assuré le développement et la programmation. Le système fonctionne sur station SUN et sur PC (digitalisation). Il est écrit en C et en Fortran. *SAVANE* est un système d'information géographique et de gestion de base de données géographiques. Il est composé de plusieurs logiciels distincts organisés en modules qui sont :

- *SAVATECA* pour l'administration et la gestion (gestion du schéma, des vues externes, intégration graphique et descriptive) ;
- *URANUS* pour la gestion des droits d'accès ;
- *EDISAV* pour la correction graphique après intégration ;
- *MYGALE/PC* pour la saisie graphique ;
- *TRANSLATOR* pour l'échange de format ; et enfin
- *SAVANE* pour l'exploitation du système d'information géographique.

Lors de l'installation du système, tous ces modules existent automatiquement dans la machine.

2.2.2- Caractéristiques de SAVANE

SAVANE est un système informatique tourné vers la géographie. Son objet est de grouper, gérer, traiter, cartographier des données géographiques de diverses origines. Ces données géographiques peuvent être des données d'enquête, des cartes thématiques (comme dans la présente étude), des données topographiques, des réseaux, des images satellites, des photographies aériennes, des modèles numériques de terrain, ...

L'originalité de *SAVANE* vient surtout des multiples possibilités de croisement, de mise en relation, de regroupement, d'agrégations de données géographiques d'origines diverses. Dans *SAVANE* il n'y a pas de séparation entre la localisation et la description, entre le dessin et l'information. Chaque objet est conservé avec tous ses attributs, qu'ils soient graphiques ou descriptifs. C'est le système qui gère l'ensemble.

SAVANE, en plus de la simple gestion de données localisées, est un outil d'investigation et de recherche. Il est enfin un système d'information géographique à vocation scientifique, capable d'effectuer de nombreuses opérations :

- traiter une grande masse et une variété de données : cartes, relevés de terrain, données statistiques, images de télédétection, modèles numériques de terrain...
- analyser, mettre en relation, croiser, agréger des données de types différents (ponctuelles, linéaires, zonales, images) grâce à une double structure interne vecteur-raster ;
- accéder directement aux logiciels SAS, PLANETES par des interfaces transparentes ;
- exporter des cartes sous différents formats graphiques (EPS, TIFF, ...).

De la constitution d'une base de données géographiques au produit cartographique, *SAVANE* permet de faire :

- la saisie cartographique ;
- la constitution et la gestion de base de données relationnelles localisées ;
- l'analyse et le traitement de l'information géographique ;
- l'intégration d'images satellitaires et le calcul de modèles numériques de terrain ;
- la cartographie et le dessin automatique.

2.3- Les applications de *SAVANE*

Le système *SAVANE* a déjà servi à l'étude de plusieurs thèmes :

- Les ressources renouvelables en Equateur (Département H, 1986) ;
- La transition démographique en Equateur (Département H, 1987) ;
- Démographie et télédétection (Département SUD, IGM, IPGH, Mairie de Quito, 1987) ;
- L'Atlas Informatisé de Quito (Département SUD, IGM, IPGH, Mairie de Quito, 1988) ;
- Le SIG Veracruz (Département MAA, INEGI, 1989) ;
- Le projet CHALCO, Mexique (département DEC, SUD, Estado de Mexico, 1990) ;
- Suivi de l'extension urbaine à Marne la vallée et à Quito (Département SUD, 1991) ;
- Milieu naturel et épidémiologie en Equateur (Fondation Natura, IPGH, 1991) ;
- Le système Urbain d'Information de Quito (Département SUD, Mairie de Quito, 1991) ;
- Le projet Fronteras, Mexique (Département SUD, Colegio de la Fronteras, 1991).

2.4- Le logiciel *MYGALE* sur PC

Le logiciel *MYGALE/PC* de Marc SOURIS, version 1.02, Janvier 1988, (c) 1988 copyright Orstom-Informatique est un programme de saisie graphique de cartes thématiques zonales, linéaires, ponctuelles ou de fonds cartographiques non thématiques. La saisie s'effectue sur une table à digitaliser.

MYGALE/PC comprend quatre différents types de saisie graphique qui sont :

- la saisie de la carte thématique zonale : ce type de carte est un ensemble de zones dans lequel chaque zone représente une valeur thématique précise ;
- La saisie de la carte thématique linéaire : ce type de carte est constituée d'un ensemble de lignes, à chaque ligne est affectée une valeur thématique ;
- la saisie de carte thématique ponctuelle qui est un ensemble de points ;
- la saisie de fond cartographique qui est un ensemble purement graphique d'éléments divers. Un fond cartographique peut être saisi en plusieurs niveaux. Mais les éléments d'un même niveau ne sont pas différenciés du point de vue thématique, comme le sont les éléments des cartes thématiques.

Dans ce programme, une saisie thématique correspond à une structure relationnelle des données graphiques. A chaque niveau d'information est associé un type de saisie. Même si plusieurs informations se trouvent sur une même carte, il faudra les saisir séparément (c'est fondamental dans la philosophie de la saisie avec *mygale*). Le programme est également caractérisé par une saisie supervisée. En effet, de multiples contrôles topologiques et graphiques permettent de produire des documents exempts d'erreurs le plus possible.

Grâce à une compatibilité avec les principaux formats de données graphiques, il est possible d'exporter des fichiers produits vers la plupart des logiciels qui utilisent des données cartographiques vectorisées.

Conclusion

Les SIG sont capables de traiter d'importantes quantités de données géo-référencées en provenance de multiples sources. Ces données peuvent être intégrées de manière à produire des cartes, à suivre l'évolution des ressources et à modéliser l'impact des décisions de gestion. Ils permettent d'accroître l'exhaustivité, l'exactitude, la rapidité et la rentabilité de la collecte, de l'intégration et de l'analyse des données.

Dans les pages qui suivent, sera présentée la méthode d'approche par le SIG *SAVANE*.

CHAPITRE II : METHODE D'ÉTUDE

La méthode comporte trois grands points. Dans un premier temps il y a la collecte des données. La seconde phase consiste à élaborer une base à partir des données collectées. Et enfin, la troisième partie est celle de l'analyse des données.

1- COLLECTE DES DONNÉES

De nombreuses activités scientifiques commencent par un recueil de données. La collecte des données de base pour la présente étude a consisté à rechercher les cartes thématiques disponibles de l'Afrique de l'Ouest. Ces cartes sont les éléments fondamentaux de l'étude. Elles sont essentiellement la base de données de cette étude.

1.1- Choix et description des documents

Les critères de choix des cartes ont porté sur le thème, la légende, l'échelle, la projection, la source ... Il est important de noter que toutes les cartes manquent d'informations complètes (quand celles-ci existent) sur la projection utilisée pour leur élaboration. Cinq grands thèmes font l'objet de l'étude. Il s'agit des cartes du relief, de la géologie, des sols, de la végétation et des précipitations.

1.1.1- *La carte du relief*

La carte du relief a été établie au département de géologie de l'Institut Fondamental de l'Afrique Noire (IFAN) à Dakar. Elle a été réalisée à l'échelle 1/2 500 000 en 4 planches, par R. COMES et G. LECOMTE, à l'I.G.N Paris, 1971. Sa projection est inconnue. Pour ces derniers, en Afrique de l'Ouest, des altitudes comprises entre 200 et 500 m dominent le relief. Seule la plaine sénégal-mauritanienne enregistre des altitudes inférieures à 100 m. Sur quelques surfaces, il y a des altitudes supérieures à 1000 m et exceptionnellement 2000 m.

"L'Afrique de l'Ouest est un immense plateau, mais pas un plateau uniforme"⁴. Il y a globalement trois grandes régions : deux régions de hauteurs qui encadrent une région déprimée.

⁴ cf Grand Atlas du continent africain, 1973.

Les hauteurs septentrionales sont composées de l'Adrar mauritanien, l'Adrar des Ifoghas, de l'Ahaggar et de l'Air.

Les hauteurs méridionales comprennent : le Fouta Djallon, la dorsale guinéenne, les Monts du Togo (Mont Agou, Mont des fétiches, Mont du Fazao), l'Atakora et les reliefs du Nigeria (Shere Hill, Oshogbo Hills, Oban Hills, Mont Chebchi, plateau de Jos, etc).

La région déprimée est composée de la cuvette sénégal-mauritanienne, de la cuvette structurale du Niger occidentale, du bassin des Voltas et la cuvette structurale du Niger moyen, et enfin de la moitié occidentale de la cuvette structurale du Tchad.

Les points culminants de l'Afrique de l'Ouest sont :

- Le dôme du Tahat dans l'Ahaggar avec 2918 m d'altitude,
- Le Mont Loma dans la dorsale guinéenne avec 1948 m d'altitude,
- L'Adrar Greboum dans l'Air avec 1944 m d'altitude,
- Shere Hill dans les hauteurs du Nigeria avec 1870 m d'altitude,
- Le Mont Loura dans le Fouta Djallon avec 1538 m d'altitude,
- Le Mont les Fétiches dans les Monts du Togo avec 902 m d'altitude,
- Essali dans l'Adrar des Ifoghas avec 890 m d'altitude.

Pour la présente étude, quatre niveaux ont été définis comme suit :

- De 0 à 200 m, ce sont des plaines.
- De 200 à 500 m, ce sont des bas plateaux et les collines.
- De 500 à 1000 m, ce sont des hauts plateaux et les reliefs isolés (inselbergs).
- A plus de 1000 m d'altitude, ce sont des montagnes.

C'est avec cette légende que se fera le travail. Elle ne connaîtra aucun changement.

1.1.2- Les cartes de géologie et des sols

1.1.2.1- La carte de géologie

La carte de géologie au 1/5000 000 éditée en 1970, est établie par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) à Dakar. Elle a été dessinée par R. COMES et imprimée par IGN Paris en 1970.

La projection de représentation est une Lambert sécante de parallèles 7° Nord, 20° Nord.

Cette carte de Géologie de l'Afrique de l'Ouest ne traduit pas toujours les interprétations les plus récemment émises, mais c'est la seule qui était disponible pour cette étude (voire planche I., hors texte). Ainsi les concepteurs de cette carte n'ont pas adopté le

point de vue de certains spécialistes de l'Ahaggar qui, s'appuyant essentiellement sur des données géochronologiques, ont "rajeuni" le Pharusien et mis en doute l'attribution de la majeure partie du Suggarien au Précambrien D.

De même, ils n'ont pas retenu la conception selon laquelle le Dahoméen serait l'équivalent catamétamorphique et plissé du Voltaïen.

La légende de cette carte est présentée en annexe II. Cette légende a été utilisée comme telle pour les croisements avec les autres cartes.

Par la suite des regroupements ont été faits. Ces regroupements tiennent compte de deux facteurs essentiels : il s'agit de l'âge et de la propriété chimique de la roche. La nouvelle légende se présente comme suit : les initiales entre parenthèses sont les clés utilisées pour les deuxièmes types de croisements au chapitre III. Les autres initiales (PC2 ... VC) sont les symboles des unités géologiques de la carte de la ^{type de} planche I. Ils sont également utilisés comme clés dans les croisements du premier traitement au chapitre III. Ainsi, pour ce qui est du Précambrien, trois grandes unités sont retenues. Mais sur la carte de départ il comporte jusqu'à dix sept unités géologiques différentes. Les trois unités retenues sont :

- les granitoïdes (gp) qui regroupent les migmatites, les Ectinites, les charnockites, les granites atectoniques et syntectoniques : PC2, PC2v, PCm, PD, PDch, PDM, D&, D&s, C&, C&s, A&, A&v ;
- les formations à dominante sédimentaire (fdsp) regroupant les grès, les quartzites, les schistes argileux, le calcaire et la dolomie du groupe d'Ydouban-Gourma et les séricito-schistes les quartzito-schistes et les quartzites de la série d'Akjoujt : PA, PAm, PAvm ;
- les roches volcano-sédimentaires (rvsp) qui comportent du grès et du granite du Tarkwaïen et des conglomérats, arkose, grès et grauwackes de la série d'Aïoun Abd El Malek : PC1, PC1v.

Sur la carte, le Primaire compte 11 unités différentes. Mais avec le regroupement il y a finalement quatre unités qui sont :

- les formations sédimentaires calcaires, gréseuses et argileuses (fsp1) : C, D ;
- les formations sédimentaires gréseuses et argileuses (fsp2) : S-D, S ;
- les formations sédimentaires à dominante gréseuse (fsdg) : OS, COs-OS, COi, COivm, CO, COS ;
- les intrusions basiques post-hercyniennes (ibph) : B.

Le secondaire compte quatre unités regroupées en deux dans cette étude. Ce sont :

- les formations sédimentaires du Secondaire (fss) à grès, dolomie, arkose, argiles, shales, marnes : Crs, Cri, Pe-J ;
- les granites jeunes (gjs) : Y&, Y&v .

Le Tertiaire a deux unités regroupées en une seule dans la présente étude. Il s'agit des formations sédimentaires à dominante sableuse (fsds) : M-PI, Pa.

Le Quaternaire a trois unités regroupées en une seule sous le nom de formations superficielles (fsq) composées de sables, de calcaire à microforme marine, de diatomites, d'alluvions, etc : d, a, b.

Il y a enfin un dernier groupe formé de roches basiques du Secondaire, Tertiaire et Quaternaire (rb). Ce groupe est composé de tufs, de coulées basaltiques, de phonolites, de rhyolites, etc : Vm, Vc.

Après ce regroupement la carte comporte douze unités (voire planche II , hors texte).

1.1.3- La carte des sols

Elle a été établie en 1971 à l'Institut Géographique National (I.G.N.) de Paris, par R. Boulet, R. Fauck, B. Kaloga, J.P. Leprun, J. Vieillefon, ORSTOM centre de Dakar et J. Riquier F.A.O.-Rome. La cartographie fut l'oeuvre de R. Comes. Dans cette carte pédologique, la liste des unités cartographiques a été ordonnée selon la classification française des sols⁵. La projection de représentation est une Lambert sécante de parallèle 7° nord, 20° nord.

La classification française des sols, encore appelée classification mixte ou morphogénétique, prend en considération à la fois les propriétés chimiques des sols et leur évolution climatique. Les principes de base de cette classification sont :

- le degré d'évolution du profil marqué par l'individualisation ou non de l'horizon B,
- l'altération dont l'intensité croît des sols peu évolués aux sols des régions chaudes, et qui se manifeste par une individualisation croissante des sesquioxides,
- le type d'humus qui conditionne en grande partie aussi bien l'altération que la migration,
- les facteurs tels que l'hydromorphie et l'halomorphie.

Ainsi la classification française tient compte de huit niveaux dans la hiérarchie des sols : la classe, la sous-classe, le groupe, le sous-groupe, la famille, la série, le type et la phase.

Les symboles utilisés sont ceux de la légende de la CARTE MONDIALE DES SOLS établie par la F.A.O. (Rome) et publiée par l'U.N.E.S.C.O. (Paris), feuille n° VI-1. Ces symboles ont été modifiés en ce qui concerne les lithosols et autres unités pédologiques tels les sols subarides qui ne sont pas dissociés sur la carte mondiale des sols.

⁵ cf Aubert G., 1965.

La carte pédologique de l'Afrique de l'Ouest comporte dix classes et soixante et douze (72) types de sols (voir annexe II). Mais en ce qui concerne cette étude et pour des raisons de simplification, des regroupements ont été faits pour certaines classes. Et avec ces regroupements il n'y a plus que trente-huit (38) unités (dans la base de données il y a les 72 unités et les regroupements se font à partir d'elle), présentées sur la planche III, hors texte.

Ainsi la légende suivante a été adoptée :

SOLS MINERAUX BRUTS

- 1- SApD, sols d'apports des déserts.
- 2- SAbD, sols d'ablation des déserts.
- 3- SMBonc, sols minéraux bruts d'origine non climatique dans la zone sèche.
- 4- SMBoncf, sols minéraux bruts d'origine non climatique dans la zone humide.

Les deux dernières unités (SMBonc et SMBoncf) regroupent les lithosols sur roches diverses, les lithosols sur cuirasses et les lithosols sur matériau non différencié.

SOLS PEU EVOLUES

- 5- SPECss, sols peu évolués d'origine climatique, sols subdésertiques. Cette unité regroupe :
 - les sols subdésertiques modaux sur roches diverses
 - les sols subdésertiques modaux sur sables éoliens.
- 6- SPEsr, sols peu évolués d'érosion d'origine non climatique, sols régiques. Elle regroupe :
 - les sols régiques sur matériau gravillonnaire,
 - les sols régiques sur matériau caillouteux
 - les sols régiques sur grès argileux du Continental terminal et sur quartzites.
- 7- SPEam, sols peu évolués d'origine climatique d'apports modaux sur sables éoliens.
- 8- SPEah, sols peu évolués d'apports hydromorphes, regroupant :
 - les sols peu évolués d'apports hydromorphes sur matériau sableux à niveau grossier sur granite,
 - les sols peu évolués d'apports hydromorphes sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux ,
 - les sols peu évolués d'apports hydromorphes sur alluvions sableuses à argilo-sableuses.
- 9- SPEas-a, sols peu évolués d'apports salés ou alcalisés sur dépôts marins ou lacustres à texture variée.
- 10- VTden, vertisols topomorphes (à drainage externe nul) qui regroupent :

- les vertisols topomorphes grumosoliques modaux sur alluvions argileuses ,
- les vertisols topomorphes non grumosoliques modaux sur alluvions argileuses,
- et les vertisols topomorphes non grumosoliques alcalisés sur alluvions argileuses.

11- VLdep, vertisols lithomorphes (à drainage externe possible) regroupant :

- les vertisols lithomorphes non grumosoliques modaux sur matériau argileux,
- et les vertisols lithomorphes non grumosoliques alcalisés sur matériau indifférencié.

SOLS ISOHUMIQUES

12- SBSm, sols bruns subarides modaux sur matériau sableux,

13- SBSv, sols bruns subarides vertiques qui regroupent :

- les sols bruns subarides vertiques sur matériau argilo-sableux,
- les sols bruns subarides vertiques sur alluvions argileuses,
- et les sols bruns subarides vertiques sur matériau argileux issu de marnes.

14- SBSfa, sols bruns subarides faiblement alcalisés sur matériau argilo-sableux.

15- SBRs, sols bruns rouges subarides à faciès peu différencié sur sables éoliens.

SOLS A MULL

16- SBE, sols bruns eutrophes qui regroupent :

- les sols bruns eutrophes modaux sur matériau argileux parfois graveleux,
- les sols bruns eutrophes vertiques sur matériau argileux,
- et les sols bruns eutrophes ferruginisés sur matériau indifférencié.

SOLS A SEXQUIOXYDES

17- SFTpl, sols ferrugineux tropicaux peu lessivés regroupant :

- les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés faciès peu différencié sur sables éoliens,
- les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à faciès modal sur sables éoliens,
- et les sols ferrugineux tropicaux peu lessivés à faciès hydromorphe sur matériau sableux.

18- SFTlm, sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux.

19- SFTc, sols ferrugineux tropicaux lessivés concrétionnés.

20- SFTr, sols ferrugineux tropicaux lessivés remaniés.

21- SFTh, sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes.

22- SFTi, sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés.

SOLS FERRALLITIQUES

23- SFfdt, sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques qui regroupent :

- les sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques modaux,

- et les sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques indurés.
- 24- SFfda, sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris qui regroupent :
 - les sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris modaux,
 - et les sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris indurés.
- 25- SFfdr, sols ferrallitiques faiblement désaturés remaniés qui regroupent :
 - les sols ferrallitiques faiblement désaturés remaniés modaux,
 - et les sols ferrallitiques faiblement désaturés remaniés indurés.
- 26- SFmdt, sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques qui regroupent :
 - les sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques modaux et jaunes,
 - les sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques faiblement rajeunis,
 - et les sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques faiblement appauvris.
- 27- SFmdh, sols ferrallitiques moyennement désaturés humifères.
- 28- SFmda, sols ferrallitiques moyennement désaturés appauvris regroupant :
 - les sols ferrallitiques moyennement désaturés appauvris modaux,
 - et les sols ferrallitiques moyennement désaturés appauvris jaunes.
- 29- SFmdr, sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés qui regroupent :
 - les sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés modaux,
 - les sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés indurés,
 - et les sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés rajeunis.
- 30- SFfdtp, sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques pénévulés.
- 31- SFfodt, sols ferrallitiques fortement désaturés typiques regroupant :
 - les sols ferrallitiques fortement désaturés typiques modaux,
 - les sols ferrallitiques fortement désaturés typiques jaunes,
 - et les sols ferrallitiques fortement désaturés typiques indurés.
- 32- SFfodh sols ferrallitiques fortement désaturés humifères.
- 33- SFfodr sols ferrallitiques fortement désaturés remaniés qui regroupent :
 - les sols ferrallitiques fortement désaturés remaniés modaux et jaunes, et
 - les sols ferrallitiques fortement désaturés remaniés faiblement rajeunis.

SOLS HYDROMORPHES

- 34- SHmo, sols hydromorphes moyennement organiques : sols hydromorphes humiques à gley.
- 35- SHmg, sols hydromorphes minéraux à gley qui regroupent :
 - les sols hydromorphes minéraux à gley d'ensemble, et
 - les sols hydromorphes minéraux à gley de profondeur.

36- SHmpg, sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley qui regroupent :

- les sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley à taches et à concrétions à faciès modal, et
- les sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley à taches et à concrétions à faciès verticale.

SOLS HALOMORPHES

37- SHaSS sols halomorphes à structure non dégradée (sols salins) qui regroupent :

- les sols salins à encroûtement, et
- les sols salins acidifiés.

38- SHaSAL sols halomorphes à structure dégradée (sols à alcali lessivés) qui regroupent :

- les solonetz à structure en colonnette de l'horizon B, et
- les solonetz à structure prismatique ou massive de l'horizon B.

Avec cette légende, un premier traitement a été fait. Mais des difficultés dues au grand nombre de modalités ont conduit à un nouveau regroupement. Cette fois-ci, seules les classes sont prises en compte. La légende dans ce dernier ^{Cas} comporte 9 modalités comme suit (les initiales en lettres minuscules représentent les clés utilisées pour le deuxième type de croisement ; les autres constituent celles des premiers croisements et qui font l'objet du regroupement) :

- 1- smb (sols minéraux bruts) qui regroupent : SApD, SAbD, SMBonc, SMBoncf.
- 2- spe (sols peu évolués) regroupant : SPECss, SPEsr, SPEam, SPEah, SPEas-a.
- 3- v (vertisols) regroupant : VTden, VLdp.
- 4- si (sols isohumiques) qui regroupent : SBSm, SBSv, SBSfa, SBRS.
- 5- sm (sols à mull) : SBE.
- 6- ss (sols à sesquioxydes) : SFTpl, SFTlm, SFTc, SFTr, SFTh, SFTi.
- 7- sf (sols ferrallitiques) : SFfdt, SFfda, SFfdr, , SFmdt, SFmdh, SFmda, SFmdr, SFfdtp, SFfodt, SFfodh, SFfodr.
- 8- shy : (sols hydromorphes) : SHmo, SHmg, SHmpg.
- 9- sha : (sols halomorphes) : SHaSS, SHaSAL.

La carte pédologique avec cette dernière légende se trouve sur la planche IV, hors texte.

1.2- Les cartes des précipitations et de la végétation

1.2.1- *La carte des précipitations*

La carte des précipitations de l'Afrique de l'Ouest a été établie par Ch. TOUPET /I.F.A.N.-Dakar-1965. Elle a été cartographiée par R. COMES et imprimée par l'Institut géographique National (IGN), Paris-1967. Son échelle est 1/10000000 mais la projection est inconnue.

Cette carte est destinée à représenter l'élément essentiel du climat de l'Afrique de l'Ouest ; la pluie sous ses deux aspects les plus classiques : la hauteur moyenne et le nombre de jours moyens annuels de pluie. Pour la présente étude, un aspect seulement a été considéré ; la hauteur moyenne annuelle. Sur la carte, la figuration des hauteurs de pluie est traitée à l'aide d'une gamme de trames d'un pouvoir imprimant progressif séparées par des isohyètes : 25, 50, 100, 250, 500, 750, 1000, 1250, 1500, 2000, 2500, 3000, 3500, et 4000 millimètres. Les isohyètes seules sont prises en compte dans le cas présent (voir planche V , hors texte).

Il est important de noter que la période de référence est à la fois homogène et suffisamment longue pour englober les valeurs extrêmes des précipitations. Cette période est de 30 ans soit 1931-1960, en accord avec les recommandations de la commission de climatologie de l'OMM réunie à Londres en 1960. La légende de cette carte n'a pas subi de modification.

1.2.2- *La carte de végétation*

La carte de végétation de l'Afrique de l'Ouest est tirée de celle de toute l'Afrique. Cette dernière a été préparée par le comité pour la carte de végétation de l'Association pour l'Etude Taxonomique de la Flore de l'Afrique Tropicale (A.E.T.F.A.T.), en collaboration avec l'UNESCO et l'Office Soudano-sahélien des Nations Unies (UNSO). Elle a été publiée en 1981 dans le cadre du programme à long terme de L'UNESCO ayant pour objet la synthèse et la diffusion des informations concernant les ressources naturelles.

Cette carte comporte trois feuilles à l'échelle 1/5 000 000, dont celle de l'Afrique de l'Ouest qui est exploitée pour cette étude. Sa projection est inconnue.

La carte est presque entièrement basée sur la physionomie et la composition floristique de la végétation et non sur le climat. Sur la carte, les unités cartographiques sont groupées de manière traditionnelle, suivant la physionomie. Par contre dans le texte qui accompagne la carte, elles sont groupées selon les régions floristiques où elles sont présentes⁶.

⁶ cf WHITE, 1986.

A priori, elle n'est pas la mieux indiquée pour la présente étude. Mais elle était la seule carte qui existait sur la place, surtout une carte qui soit établie à l'échelle 1/5 000 000.

Il faut pourtant souligner que la légende de cette carte est un extrait (seules les unités figurant dans la partie Ouest africaine y sont) et se présente comme suit (les initiales qui sont au début représentent les clés des modalités) :

FORETS

- 1- FOPrh : forêt ombrophile planitiaire : type relativement humide ;
- 2- FOPrs : forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement sec ;
- 3- M1a-2 : Mosaïque de 1 et de 2 ;
- 4- FM : forêt marécageuse.

TRANSITIONS ET MOSAIQUES DE FORETS

- 5- MFOPfhs : mosaïque de forêt ombrophile planitiaire et de formation herbeuse secondaire ;
- 6- MCw-a : mosaïque côtière ouest africaine ;
- 7- FMtIa : forêt de montagne indifférenciée afromontagnarde.

FORETS CLAIRES

- 8- FCSI : forêt claire soudanienne avec abondance d'Isobertia ;
- 9- FCIS : forêt claire indifférenciée soudanienne.

MOSAIQUES DE FORETS CLAIRES ET TRANSITIONS

- 10- MFCTpj : mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Jos ;
- 11- MFCTpm : mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Mandara.

FORMATIONS BUISSONNANTES ET FOURRES

- 12- FHBa : formation herbeuse boisée à Acacia et formation buissonnante décidue du Sahel.

VEGETATION SEMI-DESERTIQUE

- 13- FHAs-d : formation herbeuse et arbustive semi-désertique du Sahel.

MOSAIQUES DE FORMATIONS HERBEUSES EDAPHIQUES

- 14- MFHEa : mosaïque de formation herbeuse édaphique avec la formation herbeuse boisée à Acacia ;
- 15- MFHEvs-a : mosaïque de formation herbeuse édaphique avec une végétation semi-aquatique.

DESERTS

- 16- DA : désert absolu ;
- 17- DCa : désert côtier de l'Atlantique ;

- 18- Dd : dunes désertiques dépourvues de végétation pérenne ;
- 19- Ddvp : dunes désertiques à végétation pérenne ;
- 20- RHW : regs, hamadas, wadis ;
- 21- VM : végétation montagnarde du Sahara.

VEGETATION AZONALE

- 22- VMH-VA-: végétation marécageuse herbacée et végétation aquatique ;
- 23- Vh : végétation halophitique ;
- 24- Mgr : mangrove.

Il n'y a pratiquement pas eu de regroupement des unités cartographiques (voire planche VI , hors texte). Par la suite, pour le deuxième type de croisement où l'on a considéré seules les grandes classes, un regroupement a été fait. La légende suivante a été adoptée : les lettres qui sont entre les parenthèses sont les initiales de la classe et constituent en même temps la clé des modalités lors des croisements.

Forêts (f) qui regroupent :

- FOPrh : forêt ombrophile planitiaire : type relativement humide ;
- FOPrs : forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement sec ;
- M1a-2 : Mosaïque de forêt ombrophile planitiaire : type relativement humide et de forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement sec ;
- FMtla : forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement sec.

Transition et mosaïque de forêts (tmf) regroupant :

- MFOPfhs : mosaïque de forêt ombrophile planitiaire et de formation herbeuse Secondaire ;
- MCw-a : mosaïque côtière ouest africaine ;
- FMtIa : forêt de montagne indifférenciée afromontagnarde .

Forêts claires (fc) regroupant :

- FCSI : forêt claire soudanienne avec abondance d'Isoberlinia ;
- FCIS : forêt claire indifférenciée soudanienne.

Mosaïque de forêts claires et transition (mfct) :

- MFCTpj : mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Jos ;
- MFCTp : mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Mandara.

Formations buissonnantes et fourrés (fbf) :

- FHBa : formation herbeuse boisée à Acacia et formation buissonnante décidue du Sahel.

Végétation semi-désertique (vsd) qui comporte :

- FHAs-d : formation herbeuse et arbustive semi-désertique du Sahel.

Mosaïque de formation herbeuse édaphique (mfhe) qui regroupent :

- MFHEa : mosaïque de formation herbeuse édaphique avec la formation herbeuse boisée à Acacia ;
- MFHEvs-a : mosaïque de formation herbeuse édaphique avec une végétation semi-aquatique.

Formations désertiques (fd) regroupant :

- DA : désert absolu ;
- CD : désert côtier de l'Atlantique ;
- Dd : dunes désertiques dépourvues de végétation pérenne ;
- Ddvp : dunes désertiques à végétation pérenne ;
- RHW : regs, hamadas, wadis ;
- VM : végétation montagnarde du Sahara.
- Végétation marécageuse (vm), constituée d'une seule unité.
- Végétation halophitique (vh), comportant aussi une seule unité.
- Mangrove (m), également composée d'une unité.

Ces trois dernières unités forment une seule classe (végétation azonale). Elles n'ont pas été regroupées car n'ayant pas de propriété fondamentale commune. Cette nouvelle légende a donné la carte consignée dans la planche VII , hors texte.

Toutes les cartes sont éditées à l'échelle 1/5 000 000, sauf celle des précipitations (1/10 000 000). Elles ont été introduites dans le système pour être analysées.

2- LA CONSTITUTION DE LA BASE DE DONNÉES

La constitution de la base de données cartographiques à introduire dans un système d'information géographique se fait soit par création, soit par reprise de documents papiers traditionnels, soit enfin par l'acquisition et l'incorporation de données cartographiques déjà numérisées. La méthode de reprise de documents papiers traditionnels a été utilisée dans cette étude. Les documents papiers traditionnels sont des cartes ou des plans sur des supports en papier ou sur polyester plus solides et moins sensibles aux variations d'humidité.

Il existe deux moyens de numériser des documents papiers existants : la digitalisation et le balayage électronique (scanner). Dans cette étude, le procédé de la digitalisation (saisie graphique) a été choisi.

2.1- La saisie graphique des documents

La digitalisation est un procédé permettant de récupérer la géométrie des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante (une carte pour le cas présent). Elle consiste à faire évoluer un curseur sur la carte posée sur une table à digitaliser et préalablement calée en coordonnées. La table est réceptive aux signaux électromagnétiques émis par le curseur. Elle

peut localiser ces signaux sur le plan de la table avec une précision de l'ordre du dixième de millimètre.

L'opération de la saisie graphique est une étape très importante. C'est d'elle que dépendra la facilité de l'analyse des données. Dans le cadre de cette étude elle a été la phase la plus contraignante, longue et lourde. La saisie des documents cartographiques a été effectuée avec le logiciel MYGALE /PC dont les caractéristiques sont décrites à la page 24. Le matériel pour saisir comporte un PC et une table à digitaliser au format A3.

2.1.1- Préparation de la saisie

Les cartes de pédologie, de végétation, et de géologie à l'échelle de 1/5 000 000 sont de dimensions 75.5 cm sur 52.5 cm (format A2). Pour résoudre ce problème de dimension, les documents ont été découpés en quatre parties égales (en coordonnées) et dessinés sur papier calque polyester. Chacune de ces parties a été saisie séparément.

2.1.2- Saisie des zones

Le principe du programme est une saisie des arcs zone par zone, chaque arc n'étant saisi qu'une seule fois, point par point. Les zones sont numérotées de 20 à 1500. La saisie de zone se fait par numéro d'ordre croissant.

Pour chaque zone, il faut digitaliser un centroïde ainsi qu'une clé descriptive qui permettra de relier la zone à l'information descriptive qu'elle contient. Les arcs qui délimitent une zone sont repérés à la fois par le numéro de la zone courante et par celui de la zone adjacente. Ainsi, pour chaque zone, seuls les arcs dont le numéro de zone adjacente est soit inférieur à 20, soit supérieur au numéro de zone courante peuvent être saisis. Les numéros de zone de 1 à 19 sont réservés à des arcs adjacents à des zones non descriptives, hors du thème (mer, lac, voie de communication ...).

La saisie d'une zone comporte deux niveaux distincts qui correspondent à deux types d'enregistrements différents. D'une part il y a les arcs qui appartiennent à une zone déjà saisie (de numéro inférieur) et d'autre part, les arcs qui appartiennent à une zone non encore saisie, de numéro supérieur à la zone courante. Dans ce cas, s'il y a erreur, la correction se fait également à deux niveaux distincts, suivant que l'on corrige un arc du premier type ou du second.

Lors de l'affichage de la zone courante, la couleur des arcs permet de repérer leur niveau : bleu foncé pour l'arc n'appartenant pas à la zone, bleu clair pour l'arc de la zone et adjacent à une zone de numéro inférieur, jaune pour l'arc de la zone et adjacent à une zone de numéro supérieur. Chaque feuille peut contenir un maximum de 1480 zones. Si la feuille en contient plus, elle doit obligatoirement être découpée et saisie en plusieurs feuilles distinctes.

2.1.3- Problème de numéro de zone

Comme précédemment indiqué, chaque zone a un numéro compris entre 20 et 1500. Ce numéro propre à Mygale/PC est indépendant de tout autre numéro ou code déjà assigné à la zone. Ce numéro est indispensable pour la saisie. Il n'est possible de saisir une zone que lorsque toutes les zones de numéro inférieur sont déjà saisies. Pour la numérotation des zones, il y a plusieurs méthodes. Dans cette étude, les numéros sont donnés au fur et à mesure que l'on saisit. Dans tout les cas, il s'agit de faire attention pour ne pas donner le même numéro à deux zones distinctes.

Il faut aussi noter que les dix-neuf premiers numéros sont réservés pour les cas particuliers des arcs qui n'ont pas de zones adjacentes appartenant à la thématique. Autrement dit c'est le cas d'un arc qui borde la zone courante mais qui de l'autre côté n'a pas une autre zone thématique, mais une mer, un lac, une rivière, etc. Il s'agit d'un espace en général ouvert ne faisant pas partie du thème saisi. Chaque arc possède obligatoirement deux numéros : le numéro de la zone courante et celui de la zone adjacente.

Ainsi, dans le cas de ces arcs, on indiquera un numéro de 1 à 19, en fonction de la codification suivante :

- 1 : mer ;
- 2 : lac ;
- 3 : rivière ou fleuve ;
- 4 : voie de communication (route, autoroute, chemin de fer, etc.) ;
- 5 : espace interstitiel ;
- 6 : espaces verts ;
- 7 à 17 : divers définis par l'opérateur ;
- 18 : limites de feuilles fictives ;
- 19 : limites de feuilles réelles.

Il est également important de savoir que mygale n'effectue pas de construction topologique automatique (contrairement à d'autres modules de saisie tels que ARC/INFO ou ILWIS). Ainsi, la saisie d'un arc dans mygale est toujours accompagnée de la saisie manuelle des numéros de zones adjacentes. Le programme impose une certaine cohérence au cours de la saisie. Ce qui oblige à faire un travail préparatoire important et, permet en revanche d'être assuré que la carte saisie est topologiquement correcte.

2.1.4- Problème des limites de feuilles

Les cartes ont été saisies en plusieurs feuilles. Ce qui fait que certains arcs limitrophes se trouvent sur deux feuilles. Ces arcs sont digitalisés une fois pour chaque feuille, donc deux fois. Ils sont dits arcs limites de feuille.

Le découpage en feuilles est naturel dans beaucoup de cas, c'est-à-dire que la carte à digitaliser est déjà découpée en espaces rectangulaires (coupures ou feuilles en cartographie). Dans d'autres cas, pour certaines raisons (la feuille est trop grande pour être saisie en un seul morceau sur la table à digitaliser comme dans le cas présent, ou la feuille contient plus de 1480 zones, ou encore l'opérateur désire avoir des feuilles ne contenant pas plus de 500 zones, etc.) le découpage de la carte en feuilles est fait par l'opérateur. Pour ces deux cas de coupures, certaines zones vont être coupées par cette division rectangulaire arbitraire.

Pour une zone coupée, un bout va se trouver sur une coupure et l'autre bout sur une autre. Alors, le trait qui divise cette zone fait office de bord de cartes. Ce trait est un arc limite fictif. Il n'a été introduit que pour des besoins cartographiques ; et 18 est le numéro de zone adjacente pour cet arc. Par la suite, après recalage et intégration de la feuille dans la base de données, on pourra faire disparaître l'arc limite fictif.

Parfois, le découpage de la carte en feuilles peut conserver l'intégrité des zones. Dans ce cas, certains arcs des zones limitrophes serviront de bords à la nouvelle feuille. Ces arcs sont alors des arcs limites réels. Le numéro de zone adjacente doit être 19 pour ces arcs. Le problème réside en réalité au niveau de la différenciation de ces deux types d'arcs : les arcs limites fictifs et les arcs limites réels. Il est toujours important de bien les distinguer afin de leur assigner le bon numéro de zone adjacente.

2.2- Introduction des documents digitalisés dans le Programme

SAVANE

Les données cartographiques ou numériques sont introduites sous forme numérique dans les systèmes d'information géographique. Elles sont en général exprimées dans un système de coordonnées projetées permettant entre autre de rapprocher facilement des données de sources hétérogènes. Ce raccordement à un système de projection n'est cependant pas obligatoire. Le problème sera d'incorporer tous ces ingrédients de sources hétérogènes dans un ensemble cohérent et homogène, assez précis pour les besoins, assez fiable et à jour⁷. Cette opération appelée recalage est importante pour la constitution d'une bonne base de données.

2.2.1- *Le recalage des documents*

Tous les documents digitalisés pour cette étude décrivent un même espace géographique (Afrique de l'Ouest). Il est donc important que ceux-ci soient recalés correctement pour éviter toutes incohérences lors des traitements futurs. On entend par

⁷ cf ROUET P., 1991, p. 47-48.

recalage l'opération qui consiste à mettre en correspondance dans un même référentiel les différentes informations géographiques.

Lorsque l'on connaît les caractéristiques de la projection géographique (UTM, Lambert) du document digitalisé, l'utilisation d'une table standard de conversion assure un recalage optimal.

2.2.1.1- La prise de points d'amers

L'étape préliminaire avant d'effectuer ce premier recalage, est de saisir une série de couples de points dit "points d'amers". Le point d'amer est un point dont la localisation est connue dans différents repères géométriques (au moins deux). Dans notre cas il s'agit de couples de points dont on connaît :

- les coordonnées du point dans le repère de la table et,
- les coordonnées du point dans la projection.

Dans le cas classique, c'est à dire lorsque les caractéristiques du système de projection sont connues, la prise de deux points d'amers suffit pour effectuer la série d'opérations géométriques simples (rotation, translation, homothétie) de changement de repère. Les éléments d'un couple de points sont:

- les coordonnées du point dans le document d'origine et,
- les coordonnées du point dans le document de destination.

Ces points peuvent être saisis sur table à digitaliser à partir du programme MYGALE. C'est ce procédé de prise de point d'amers qui est retenu pour le cas présent (tableau I). On prendra garde d'associer à chaque couple de points d'amers une clé unique ; dans le présent cas la clé est WESTAF (comme west africa). On peut aussi le faire avec le programme VISURECAL qui permet d'effectuer le recalage à partir de l'écran. Il a été utilisé pour certains cas de la présente étude.

2.2.1.2- Les types de recalage

- Recalage par polynôme de degré 1

Pour ce type de recalage, il s'agit de calculer à partir des points d'amers (2 points au moins), les paramètres d'homothétie (changement d'échelle), de rotation et de translation. Le principe de cette procédure est le suivant :

- soit (X_i, Y_i) $2 \leq i \leq n$, les coordonnées des points dans le document de destination ;
- soit (x_i, y_i) $2 \leq i \leq n$, les coordonnées des points dans le document d'origine.

On tente de trouver les coefficients a, b, c, d tel que :

à chaque point de coordonnées (x, y) dans l'image d'origine correspond un point de coordonnées (X, Y) dans l'image de destination obtenue à partir des formules suivantes :

$$X = ax - by + c \text{ équivalent à } X = (x \cos \alpha - y \sin \alpha)k + c$$

$$Y = bx + ay + d \text{ équivalent à } Y = (x \sin \alpha + y \cos \alpha)k + d$$

où α est l'angle de rotation et k le facteur d'échelle.

Trouver ces coefficients revient à minimiser

$$\sum_{1 \leq i \leq n} (X_i - (ax_i - by_i + c))^2 \quad \text{et} \quad \sum_{1 \leq i \leq n} (Y_i - (bx_i + ay_i + d))^2$$

La procédure de recalage donne en sortie :

- un document issu du document d'origine, mais dont les coordonnées des entités graphiques sont ajustées par la fonction de transfert calculée à l'aide des points d'amers.
- des indicateurs de la transformation effectués : *le facteur d'échelle k ; l'angle α de la rotation ; et les valeurs c et d de la translation effectuée en x et en y .*
- des indicateurs statistiques permettant de vérifier la cohérence des points d'amers sélectionnés : *l'écart type, le couple de points dont l'écart est le plus important entre la valeur réelle et la valeur calculée par le programme de recalage.*

Ces indicateurs ne sont valables que si l'utilisateur a pris plus de 2 points, minimum nécessaire pour résoudre le système d'équation.

b) Recalage par polynôme de degré 3

A partir de points d'amers, la procédure génère une fonction polynomiale de degré 3 permettant de calculer les nouvelles coordonnées. Le principe est de construire une matrice d'ajustement aux moindres carrés selon les fonctions polynomiales suivantes :

$$X = f(x, y) \text{ et } Y = g(x, y) \text{ avec } X, Y \text{ coordonnées calculées et } x, y \text{ coordonnées d'origine}$$

et

$$f(x, y) = ax^3 + bx^2y + cxy^2 + dy^3 + fxy + gy^2 + hx + iy + j ;$$

$$g(x, y) = a' x^3 + b' x^2 + c' xy^2 + d' y^3 + f' xy + g' y^2 + h' x + i' y + j' .$$

$$\text{Comme précédemment on minimise } \sum_{1 \leq i \leq n} (X_i - f(x_i, y_i))^2 \text{ et } \sum_{1 \leq i \leq n} (Y_i - g(x_i, y_i))^2 .$$

Le système est résolu séparément, mais la matrice à inverser est la même pour les deux systèmes.

En sortie, le programme en plus du fichier de données graphiques recalées, donne pour vérifier la cohérence des points d'amers saisis, deux indicateurs: *l'écart type ; et l'écart maximum* enregistré entre la valeur réelle et la valeur calculée d'un des couples de points. Ces indicateurs ne sont valables que si le nombre de points d'amers saisis est strictement supérieur à 10, nombre de points minimum pour résoudre le système d'équations.

2.2.2- Les étapes du recalage

Les fichiers informatiques obtenus après la saisie contiennent les arcs des différentes zones. Un arc est un ensemble de points. Ces points sont repérés dans l'espace défini par la table à digitaliser et leur distance par rapport à l'origine de la table. Les coordonnées sont exprimées en 1/10 mm. Il est nécessaire de passer de ces coordonnées "table à digitaliser" aux coordonnées "projection", pour permettre la localisation dans l'espace géographique des documents utilisant la même projection mais saisie indépendamment. L'opération de recalage s'effectue en deux étapes :

- la conversion des coordonnées "table à digitaliser" en coordonnées de la projection initiale du document ;
- la conversion des coordonnées de la projection aux coordonnées "SAVANE".

Ce ne sont que des étapes de fonctionnement, car en général c'est le même programme qui effectue ces transformations.

2.2.2.1- Conversion des coordonnées "table à digitaliser" en coordonnées de la projection

Les coordonnées "table à digitaliser" d'un point, exprimées en 1/10 mm, est la distance par rapport à une origine se situant en bas et à gauche de la table. Le passage du repère "table à digitaliser" au repère de la projection permet de localiser géographiquement les feuilles entre elles. Le système ne permet que de localiser convenablement les éléments géographiques d'une même feuille.

2.2.2.2- Conversion des coordonnées de la projection aux coordonnées "SAVANE".

La surface terrestre est très proche d'une surface sphérique (les deux axes de l'ellipsoïde décrits par cette surface ont respectivement pour mesure 6378 km et 6356 km). Le fait fondamental est que cette surface ne peut pas être matérialisée sur un plan. Le cartographe est obligé, pour réaliser un document plan, de choisir un ellipsoïde de référence, et faire subir à celui-ci, selon une convention, une certaine transformation telle qu'à chaque point de la surface corresponde un point du plan.

C'est cette transformation que l'on nomme système de projection. Dans le cas présent deux systèmes de projection sont utilisés: une projection cylindrique de Mercator et une projection conique sécante conforme de Lambert. Ces différents systèmes de représentation obligent à effectuer un nouveau changement de repère, permettant l'intégration des différents documents dans la base de données. Lors de la constitution de la base de données, on définit un

point haut et un point bas de la base. Ces points délimitent la zone d'étude concernant la base. Toutes les feuilles associées à cette base doivent se trouver dans cette zone.

Le système *SAVANE* fonctionne à l'aide d'un repère cartésien ; le point y est représenté en pseudo-coordonnées géographiques par rapport au point bas de la base. Ces coordonnées sont exprimées en minute. Par exemple, pour la présente étude, la fenêtre sélectionnée couvre la surface comprise entre les points de coordonnées 19° Ouest, 2° Nord et 15° Est et 36° Nord.

Après toutes ces opérations, la base est maintenant constituée. Dans cette base, chaque carte détermine une relation. Il y a donc cinq relations dans ce cas. Chaque relation est définie par un ou plusieurs attributs nominaux. Ici les attributs sont les légendes des cartes (autant de légendes par carte, autant d'attributs). Les légendes sont décrites par des unités. Dans la base ces unités sont appelées modalités. Par exemple la relation pédologie comporte deux attributs nominaux (donc deux légendes) qui ont respectivement 38 et 9 modalités (les unités pédologiques).

3- MÉTHODE D'ANALYSE

L'objectif premier de notre étude est d'appréhender tous les phénomènes étudiés à égalité, de façon à faire ressortir leurs relations et le poids de chacun dans la définition globale du paysage. Cela sous entend une analyse globale et simultanée des paramètres et leur regroupement en ensembles relativement homogènes et aussi restreints. Pour ce faire, plusieurs types d'opérations sont possibles sur les données de base (ici les cartes digitalisées) : intersection, juxtaposition, superposition, masquage, éclatement... Toute opération aboutit toujours à une nouvelle carte, celle-ci étant alors une synthèse des cartes ayant servi à l'opération. Dans le cas présent, l'opération de superposition ou croisement des cartes a été employée.

3.1- Approche analytique par superposition

Cette opération consiste à combiner deux cartes pour en créer une nouvelle qui contienne les informations de chacune. Le but recherché dans ce type de croisement est de savoir s'il est possible d'obtenir des regroupements ou classes qui représentent des unités relativement homogènes.

A partir d'un croisement on obtient un certain nombre de zones inférieur ou égal au produit des modalités de la première carte et celles de la deuxième carte. Avec les données brutes du croisement on peut obtenir facilement une surface par zone. Si par exemple deux cartes A et B sont croisées, cette surface par zone détermine en réalité le nombre de pixels qui répondent à la fois aux critères A de la première carte et B de la deuxième. La carte obtenue

donne une nouvelle relation zonale qui a comme attribut $A*B$. Chaque zone obtenue résulte de l'intersection d'une zone de la carte A et d'une zone de la carte B. A chacune de ces zones, on associe un nouvel attribut numérique 'surface' qui quantifie la surface occupée par la zone.

Ce résultat est obtenu à partir de l'opération de jointure géométrique. C'est l'opérateur relationnel de jointure classique qui est ici utilisé mais appliqué à l'attribut de localisation. En parcourant la carte de synthèse et en sommant le nombre de pixels répondant aux deux critères, on peut pour l'ensemble des critères construire un tableau dit de contingence généralisé. Celui-ci encore appelé tableau de Burt⁸ est une matrice carrée dont chaque ligne et chaque colonne représentent une rubrique de la légende de l'une des cartes. Le tableau de Burt permet de faire une analyse statistique.

3.2- Analyse multivariée

Ce type d'analyse comporte trois approches :

- l'approche à partir de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC en Annexe III) : elle est basée sur l'observation du nuage de points issu de la représentation factorielle des différentes modalités.
- l'approche à partir de la Classification Ascendante Hiérarchique : elle est basée sur la classification automatique des diverses modalités suivant le facteur de la proximité spatiale.
- l'approche à partir des tableaux de contingence : elle est basée sur le poids statistique des intersections et des totaux marginaux. La lecture ces tableaux se fait en trois phases :
verticalement, horizontalement et les deux à la fois.
 - La lecture verticale permet d'obtenir la répartition quantitative des modalités de l'attribut représenté sur ce plan, et également la répartition de chaque modalité par rapport à toutes les modalités de l'attribut représenté horizontalement.
 - La lecture horizontale permet d'obtenir la répartition quantitative des modalités de l'attribut représenté sur ce plan, et également la répartition de chaque modalité par rapport à toutes les modalités de l'attribut représenté verticalement.
 - La lecture à la fois verticale et horizontale (les intersections) permet d'observer les combinaisons des modalités des deux attributs et donc de voir les unités importantes.

⁸ cf J.P.FENELON,1981

DEUXIÈME PARTIE :

RÉSULTATS

CHAPITRE III : RÉSULTATS DES PREMIERS TYPES DE CROISEMENTS

Avant d'aborder cette partie, il a été nécessaire de dresser un tableau signalétique des symboles utilisés dans le texte (voir tableau I, annexe I). Les symboles sont classés par thème. Aussi, tous les croisements se feront-ils avec les cartes non simplifiées de la base de données.

La combinaison brute des modalités des quatre attributs (Géologie, Sols, Précipitations, Végétation) devrait donner plus de 5 000 zones différentes. Or il y a seulement 2 871 modalités qui représentent en fait différentes zones. Une classification de fait s'est déjà effectuée, traduisant les affinités (géographiques, climatiques...) des différents attributs et, renforçant la tentative de définir des unités de paysage.

1 - LE CROISEMENT DES CARTES DEUX À DEUX

Pour tous les tableaux qui représentent les classes obtenues, la CAH a été disjointe pour donner l'ordre qu'il y a. L'analyse à partir des représentations des AFC est globalement complexe parce que la hiérarchie des axes n'est pas bien établie. Presque tous les résultats se présentent sous forme de parabole⁹).

1.1 - Le croisement de la carte de la végétation et de la carte des précipitations

Dans un premier temps, une jointure géométrique de ces deux relations (végétation et précipitations) a été effectuée. Les résultats bruts de ce croisement sont consignés dans le tableau II en Annexe I. A l'aide de la classification ascendante hiérarchique, une classification a été faite comme l'indique le tableau I ci-dessous. Six grandes classes homogènes ont pu être dégagées.

⁹ l'axe qui oppose les extrêmes est l'axe de corrélation et celui qui oppose les moyens est l'axe de contribution

Tableau I : Les classes issues du croisement des cartes de végétation et des précipitations.

Formations végétales	Précipitations en mm	Nom de la classe (%)
<ul style="list-style-type: none"> - végétation montagnarde du Sahara - désert absolu - regs, hamadas, wadis - dunes désertiques dépourvues de végétation pérenne - désert côtier de l'Atlantique - dunes désertiques à végétation pérenne - Végétation halophitique 	<p style="text-align: center;">0</p> <p style="text-align: center;">à</p> <p style="text-align: center;">100</p>	formations désertiques
<ul style="list-style-type: none"> - formation herbeuse et arbustive semi-désertique du Sahel - formation herbeuse boisée à Acacia et formation buissonnante décidue du Sahel - mosaïque de formation herbeuse édaphique avec la formation herbeuse boisée à Acacia 	<p style="text-align: center;">100</p> <p style="text-align: center;">à</p> <p style="text-align: center;">500</p>	formations semi-désertiques à dominante herbeuse et à acacia.
<ul style="list-style-type: none"> - végétation marécageuse herbacée et végétation aquatique - mosaïque de formation herbeuse édaphique avec une végétation semi-aquatique 	<p style="text-align: center;">100</p> <p style="text-align: center;">à</p> <p style="text-align: center;">500</p>	Formations herbeuses aquatiques et semi-aquatiques.
<ul style="list-style-type: none"> - forêt claire indifférenciée soudanienne - mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Mandara - mosaïque côtière ouest africaine - forêt claire soudanienne avec abondance d'Isoberlinia - mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Jos 	<p style="text-align: center;">500</p> <p style="text-align: center;">à</p> <p style="text-align: center;">1500</p>	Forêt claire et mosaïque de forêt claire de type soudanien.
<ul style="list-style-type: none"> - mosaïque de forêt ombrophile planitiaire et de formation herbeuse secondaire - forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement humide - forêt marécageuse - mosaïque de forêts ombrophiles planitiales - forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement sec - forêt de montagne indifférenciée afromontagnarde 	<p style="text-align: center;">1500</p> <p style="text-align: center;">à</p> <p style="text-align: center;">3000</p>	Formations forestières et mosaïque de forêts ombrophiles.
<ul style="list-style-type: none"> - mangrove 	<p style="text-align: center;">2000 à</p> <p style="text-align: center;">4500</p>	Mangrove

constitue une excellente représentation et il est inutile d'aller plus loin. Si ce n'est pas le cas, on peut toujours projeter sur d'autres couples d'axes factoriels pris dans l'ordre et obtenir ainsi, non pas un graphique unique mais un ensemble de deux, trois ou p graphiques donnant en quelque sorte un plan à deux, trois ou p vues de nuages (c'est là le principe de l'AFC). Mais dans le cas présent, les valeurs sont petites et si l'analyse doit se poursuivre, il y aura plus d'une dizaine de graphiques. C'est pourquoi l'accent est mis sur la CAH et les tableaux de contingence.

Tableau II : Valeurs propres et taux d'inertie des cinq premiers facteurs

Facteurs	Valeurs propres	Taux d'inertie (%)	Taux Cumulé (%)
1	0.98382	8.986	8.986
2	0.89691	8.193	17.179
3	0.8	7.307	24.486
4	0.675	6.170	30.657
5	0.61050	5.576	36.233

Les facteurs 1 et 2 ont pour valeurs propres 0.98 et 0.89 ce qui représente environ 9 % et 8 % de l'inertie totale du nuage et 17 % en valeurs cumulées (tableau II ci-dessus).

Ces taux faibles s'expliquent par le type de données traitées et la diminution régulière des valeurs propres. Les taux d'inertie indiquent simplement l'hétérogénéité des facteurs étudiés.

Le nuage de points formé par les différentes modalités des facteurs étudiés, projeté dans le plan formé par les axes 1 et 2 décrit une parabole (figure 3 ci-après). Celui-ci traduit l'intensité d'un facteur d'échelle dans les données étudiées. Ce facteur est dans ce cas les précipitations.

Le premier axe de cette AFC représente les hauteurs de pluie (de la plus faible à la plus forte). Également, les différents types de végétation s'ordonnent de gauche (zone sèche) à droite (zone humide) en fonction de leur "affinité climatique" le long de l'axe 1.

Il n'y a pratiquement rien au centre ; ce qui indique l'absence d'individus moyens. Alors deux situations se présentent : soit que la végétation est vraiment zonale (suivant les isohyettes), soit la carte n'est pas fiable. Mais, le premier cas de figure semble la plus plausible car elle rejoint l'avis de nombreux chercheurs.

Sans tenter d'approfondir davantage l'interprétation des différents facteurs, une vision globale de l'ensemble des modalités croisées est donnée par la représentation spatiale du

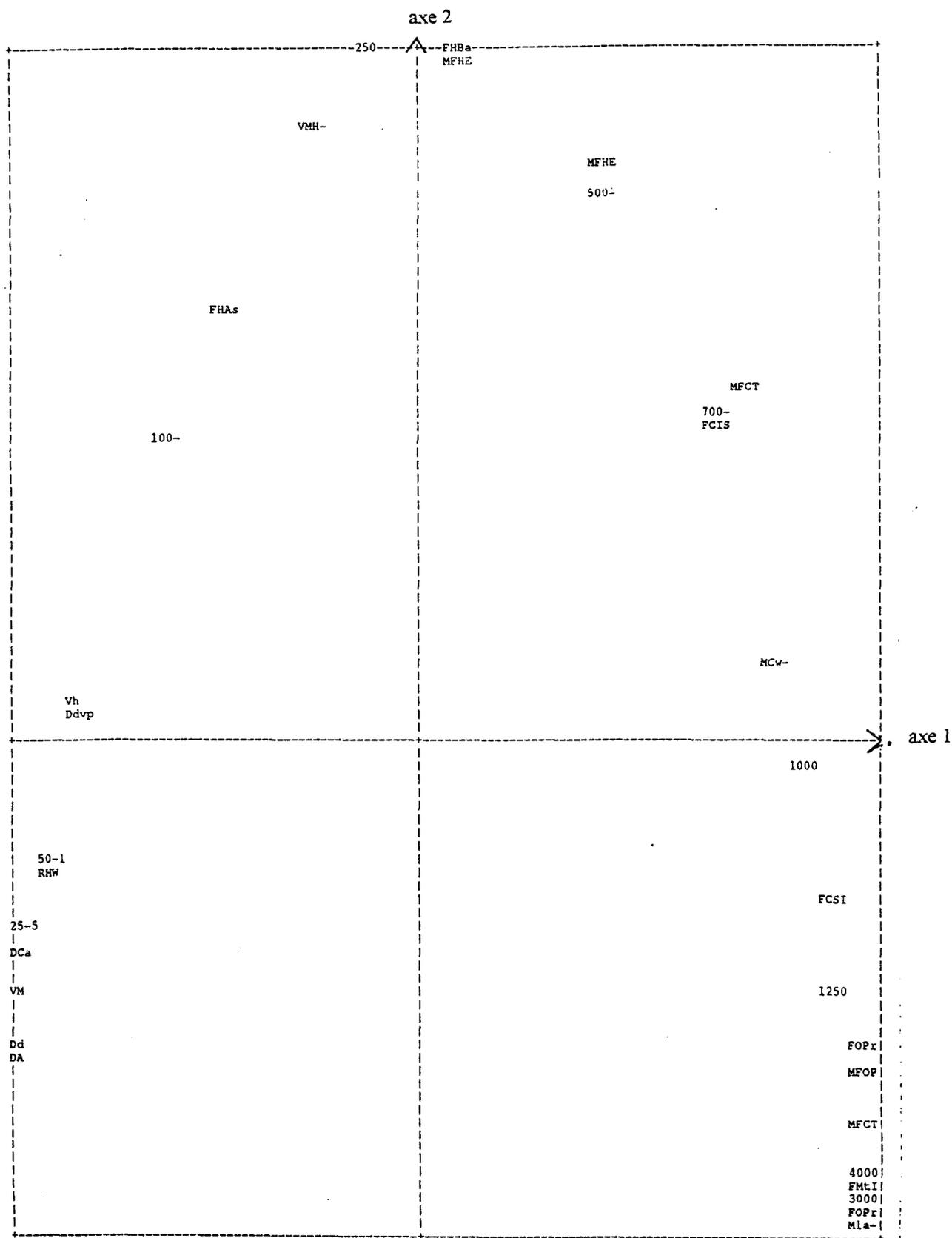
Le premier axe de cette AFC représente les hauteurs de pluie (de la plus faible à la plus forte). Également, les différents types de végétation s'ordonnent de gauche (zone sèche) à droite (zone humide) en fonction de leur "affinité climatique" le long de l'axe 1.

Il n'y a pratiquement rien au centre ; ce qui indique l'absence d'individus moyens. Alors deux situations se présentent : soit que la végétation est vraiment zonale (suivant les isohyettes), soit la carte n'est pas fiable. Mais, le premier cas de figure semble la plus plausible car elle rejoint l'avis de nombreux chercheurs.

Sans tenter d'approfondir davantage l'interprétation des différents facteurs, une vision globale de l'ensemble des modalités croisées est donnée par la représentation spatiale du nuage des points formés par les modalités des deux relations. Celle-ci permet de constituer rapidement un tableau de contingence (tableau III ci-après). Sur le tableau, ce qui est entouré représente une classe ; ce qui est en raies obliques désigne des unités représentant plus de 5 % des combinaisons totales ; ce qui est en raies verticales désigne des unités représentant à moins de 5 % et plus de 1 % des combinaisons totales ; les autres chiffres sont des unités de moins de 1 % (ceci est valable pour tous les tableaux de contingence). Les tableaux de contingence permettent de vérifier les classes définies à l'aide de la CAH.

Aussi bien sur le tableau que sur la projection dans le plan formé des axes des facteurs 1 et 2, certaines modalités de végétation couvrent un domaine géographique plus large que celui couvert par la classe à laquelle elles appartiennent. Par exemple : FHAs-d (formation herbeuse et arbustive semi-désertique) se situe à mi-chemin entre les valeurs 100-250 et 250-500 sur la figure. Cela s'explique par les associations avec les différentes intensités de pluie.

Figure 3 : Représentation de l'AFC de végétation/précipitations



ONOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 46

FHBa (FHBa)	250- (250-)	MFHE (MFHE)	VMH- (VMH-)	MFHE (MFHE)	500- (500-)	FHAa (FHAa)	MFCT (MFCT)	700- (700-)	FCIS (FCIS)
100- (100-)	MCw- (MCw-)	Vh (Vh)	Ddvp (Ddvp)	1000 (1000)	50-1 (50-1)	RHW (RHW)	FCSI (FCSI)	25-5 (25-5)	DCa (DCa)
VM (VM)	1250 (1250)	0-25 (Dd)	FOPr (FOPr)	Dd (Dd)	0-25 (Dd)	DA (DA)	MFOP (MFOP)	1500 (MFCT)	MFCT (MFCT)
1500 (MFCT)	4000 (4000)	FMTI (FMTI)	2500 (3000)	3000 (3000)	2500 (3000)	Mgr (FOPr)	2000 (FOPr)	FOPr (FOPr)	Mgr (FOPr)
2000 (FOPr)	FM (Mia-)	3500 (Mia-)	Mia- (Mia-)	FM (Mia-)	3500 (Mia-)				

La carte de synthèse issue de ce croisement se trouve dans la planche **VIII**, hors texte et comporte six unités qui sont :

- les formations désertiques sous précipitations comprises entre 0 et 100 mm ;
- les formations semi-désertiques à dominante herbeuse sous précipitations comprises entre 100 et 500 mm ;
- les formations herbeuses aquatiques et semi-aquatiques sous précipitations comprises entre 100 et 500 mm ;
- les forêts claires et mosaïque de forêts claires de type soudanien sous précipitations comprises entre 500 et 1500 mm ;
- les formations forestières et mosaïque de forêts ombrophiles sous précipitations comprises entre 1500 et 3000 mm ;
- la mangrove sous précipitations comprises entre 2000 et 4500 mm ;

Il y a également des associations non moins significatives qui se retrouvent en "hors classification". Elles représentent en fait les transitions entre les grandes unités prédéfinies. C'est le cas des formations suivantes :

- Les formations désertiques sous précipitations comprise entre 100 et 500 mm.
- Les formations semi-désertiques a dominante herbeuse et à Acacia sous précipitations comprise entre 0 et 100 mm.
- Les formations semi-désertiques a dominante herbeuse et à Acacia sous précipitations comprise entre 500 et 1500 mm.
- Les formations forestières et mosaïque de forêts ombrophiles sous précipitations comprise entre 500 et 1500 mm.
- Les formations forestières et mosaïque de forêts ombrophiles sous précipitations comprise entre 3000 et 4500 mm.

Observations

Les résultats ainsi consignés sur la carte (Planche) rejoignent l'avis de nombreux auteurs qui pensent que la végétation de l'Afrique de l'Ouest est zonale ; en suivant les isohyètes. Ce sont donc des résultats auxquels l'on pouvait s'attendre.

Dans les associations "hors classification, s'il y a certaines unités dont le fondement s'expliquent par le fait qu'elles représentent des transitions entre grands ensembles, il y a d'autres par contre qui nous semblent sortir de l'ordinaire. C'est le cas des formations suivantes :

- formations désertiques sous précipitations comprise entre 100 et 500 mm.
- formations semi-désertiques a dominante herbeuse et à Acacia sous précipitations comprise entre 100 et 1500 mm.

- formations forestières et mosaïque de forêts ombrophiles sous précipitations comprise entre 500 et 1500 mm.

Ces différents cas de figures pourraient s'expliquer :

- Soit par le fait que les classes des précipitations sont grandes. En effet entre 100 et 500 mm, il y a 400 mm d'écart, entre 500 et 1500 mm il y a 1000 mm d'écart. Dans ce cas il serait plus judicieux de refaire un traitement avec des écarts beaucoup plus réduits (100 mm par exemple).
- Soit qu'en réalité il existe des unités de ce type que seulement le traitement manuel ne pouvait révéler.

Tableau III : Tableau de contingence de végétation/précipitations

	P L U V I O M E T R I E															Total	%
	0-25	50	100	250	500	700	1000	1250	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500		
Végétation Montagnarde du Sahara	2	4														6	0.06
Désert absolu	1314	703	89	1												1507	15.1
Regs, Hamadas, Wadis	348	137	272	172												926	9.26
Dunes désertiques dépourvues de végétations pérennes	352	50	61	4												478	4.78
Désert cotier de l'Atlantique	61		13	13												88	0.88
Dunes désertiques à végétation pérenne	47	102	84	215												529	5.29
Végétation halophytique	1	2	2	4												9	0.09
Formations herbeuses et arbustives semi désertiques			34	688	368											987	9.87
Formations herbeuses boisées à acacias et formations buissonnantes				26	541	240										907	9.07
Mozaïque de formations herbeuses à acacias et arbres à larges feuilles				4	32	25										62	0.62
Végétation marecageuse herbacée et végétation aquatique					14	1										15	0.15
Formations herbeuses édaphiques avec végétations semi aquatiques					3	17	6									26	0.26
Forêt claire indifférenciée soudanienne					442	634	378	49	8							1512	15.1
Mozaïque du plateau de Jos							10									10	0.1
Mozaïque côtière ouest-africaine							2	5								7	0.07
Forêt claire soudanienne avec abondance d'Isoberlinia							24	338	348	77						837	8.37
Mozaïque du plateau de Mandara									5	10						15	0.15
Forêt ombrophile planitiaire: type relativement humide								51	122	118	9	2				315	3.15
Forêt de montagne indifférenciée afro-montagnarde									3	13	4	2	2			25	0.25
Mozaïque de formation ombrophile planitiaire et de formation herbeuse secondaire						1	9	203	389	408	83	85	38	13	10	1189	11.9
Forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise: types relativement secs									9	72	97	33	20	19	2	304	3.04
Forêt marécageuse									1	8	11	7	3	2	1	32	0.32
Mozaïque de forêt ombrophile										50	38	53	16	6	1	164	1.64
Mangrove							1	2	2	4	9	12	10	9	4	52	0.52
Total en valeurs absolues	2132	398	635	1127	855	826	686	1027	890	819	251	194	89	49	18	9996	100
Total en valeurs relatives	21.3	3.98	6.35	11.3	8.55	8.26	6.86	10.3	8.9	8.19	2.51	19.4	0.89	0.49	0.19	99.96	

1.2- Le croisement des cartes de la végétation et des sols

Comme pour le croisement précédent, l'AFC des valeurs attribués de la végétation et de la pédologie présente des taux faibles d'inertie (tableau IV).

Tableau IV : Valeurs propres et taux d'inertie des quatre premiers facteurs.

Facteurs	Valeurs propres	Taux d'inertie (%)	Taux Cumulé (%)
1	0.9558	5.840	5.840
2	0.76446	4.672	10.512
3	0.63910	3.905	14.418
4	0.61272	3.745	18.162

La parabole à valeurs ordonnées se retrouve encore dans la représentation graphique de la projection du nuage de points, dans le plan formé par les axes 1 et 2 (Figure 4 ci-après).

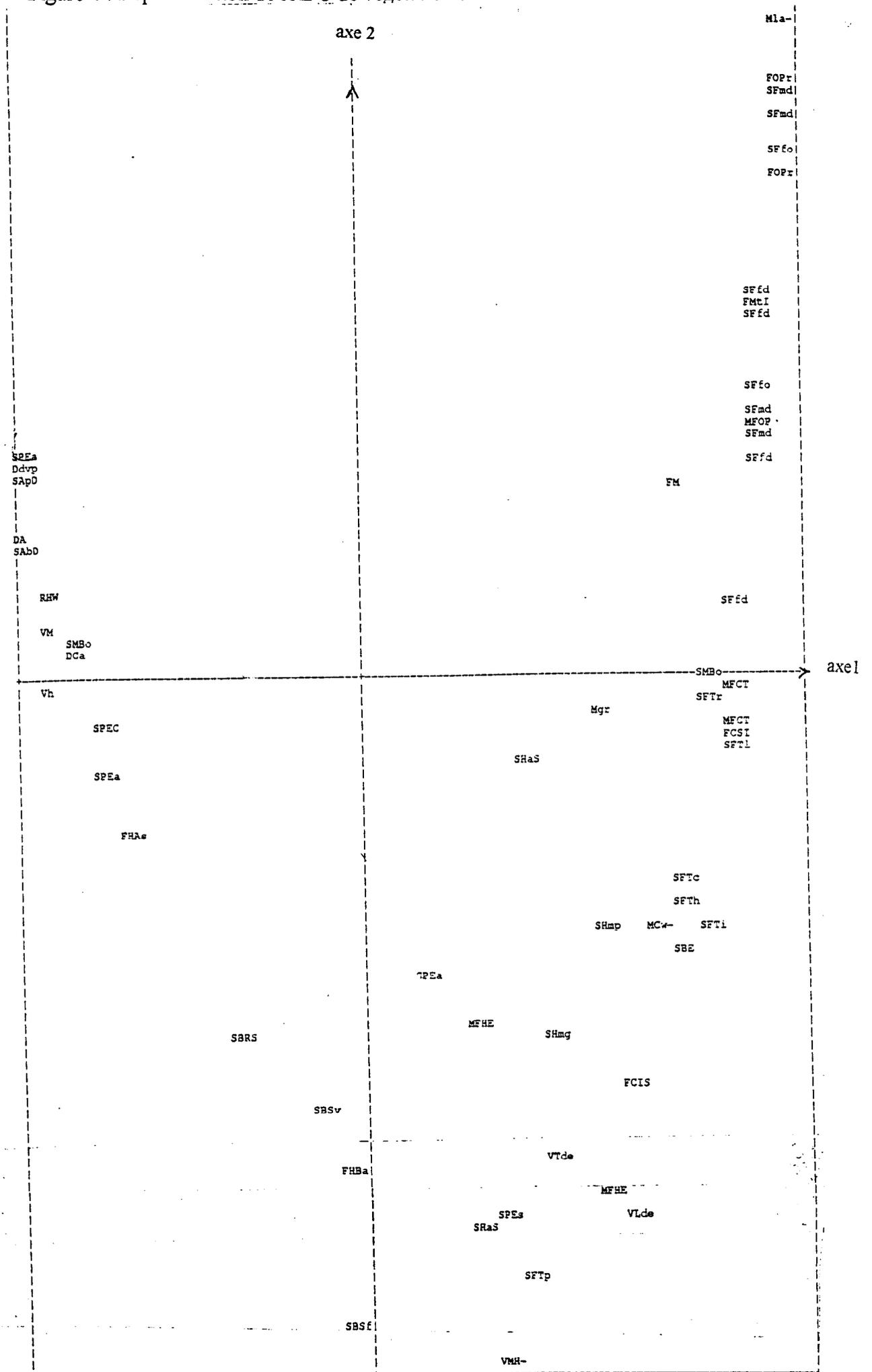
L'axe 1 s'interprète assez facilement. La partie gauche décrit les zones végétales sèches (dunes désertiques à végétation pérenne (Ddvp), désert côtier de l'Atlantique (DCa), dunes désertiques (Dd), désert absolu (DA), ...) et celle de droite les zones végétales humides (mangrove (Mgr), mosaïque de forêt ombrophile (M1a-2), forêt marécageuse (FM), ...).

Sur le plan pédologique, la partie gauche décrit les sols peu évolués et les sols minéraux bruts (sols peu évolués d'apport (SPEa), sols d'ablation des déserts (SAbD), sols d'apport des déserts (SApD), sols minéraux bruts d'origine non climatique (SMBonc), ...) et la droite, les sols ferrugineux et ferralitiques (sols ferralitiques faiblement désaturés (SFfd), sols ferralitiques moyennement désaturés (SFmd), sols ferralitiques fortement désaturés (SFfod), ...).

Cette interprétation est renforcée par les valeurs significatives prises par la contribution (CRT) et la corrélation (COR) des modalités. Un rapport étroit existe donc entre les types de sols et les types de végétation.

Comme dans le traitement précédent, cette représentation est utilisée pour construire un tableau de contingence, tableau V ci-après (les résultats bruts se trouvent dans le tableau III en Annexe I). Sur ce tableau, les valeurs sont faibles et quelque peu disparates et ne permet donc pas de définir des regroupements pertinents. Un seul lot se distingue bien (voir encadré dans le tableau). C'est pourquoi dans le cas présent, les résultats de la CAH ont beaucoup été utilisés pour la définition des classes qui sont au nombre de cinq comme l'indique le tableau VI, page 57.

Figure 4 : Représentation de l'AFC de végétation/sols



ONOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 63

SHmo (SHmo)	Mla- (Mla-)	FOPr (FOPr)	SFmd (SFmd)	SFfo (SFmd)	SFmd (SFmd)	SFfo (SFmd)	SFfo (SFfo)	FOPr (FOPr)	SFfd (SFfd)
FmI (FmI)	SFfd (SFfd)	SEfo (SEfo)	SFmd (SFmd)	MFOP (MFOP)	SFmd (SFmd)	SPEa (SPEa)	Dd (Ddvp)	SFfd (SFfd)	Ddvp (Ddvp)
Dd (Ddvp)	SAPD (SAPD)	FM (FM)	DA (DA)	SABD (SABD)	RHW (RHW)	SFfd (SFfd)	VM (VM)	SMBo (SMBo)	Dca (Dca)
SMBo (SMBo)	MFCT (MFCT)	Vh (Vh)	SFTTr (SFTTr)	Mgr (Mgr)	SPEC (SPEC)	MFCT (MFCT)	FCSI (FCSI)	SFTI (SFTI)	SHAs (SHAs)
SPEa (SPEa)	FMAe (FMAe)	SFTc (SFTc)	SFTTh (SFTTh)	SHmp (SHmp)	SFTI (SFTI)	MCw- (MCw-)	SBE (SBE)	SPEa (SPEa)	MFRE (MFRE)
SHmg (SHmg)	SBRs (SBRs)	FCIS (FCIS)	SBSv (SBSv)	VTde (VTde)	FRBa (FRBa)	MFRE (MFRE)	VLde (VLde)	SPEa (SPEa)	SHAs (SHAs)
SFTp (SFTp)	SBSf (SBSf)	VMR- (VMR-)							

Tableau V : Tableau de contingence de végétation/sols

		V E G E T A T I O N																			Total	%						
		RHIV	VM	DA	FHAs-d	Ddvp	Dd	DCa	Vh	Mla-2	MCl-a	FMTla	MFTpm	MFOPhs	FM	FOPh	FOPrs	FCSI	FCIS	MFCTpj	MFHEa	MFHEvs-g	FHBa	FMH-Va	Mgr	Total	%	
S O L S	SMBonc	278	6	44	36	40	26												9			4	94			1061	11	
	SAbD	114		82	77	53	10	56	3										5				3			1753	18	
	SBRS	59			38	8		13											27			16	1		2	768	7.7	
	SAPD	110			109	38	26																	1			995	10
	SPEC	55		46	108	32	24	8	1					2										37			313	3.1
	SPEam			15			20																	1			36	0.4
	SPEas-a	1			10			12	4															2			29	0.3
	SFodt									63		1		12	8	27	2									4	228	2.3
	SFodh									3	2				3				1	1	1						11	0.1
	SFidt														26					11							37	0.4
	SFmdr									2		1			29		11	9	34	5						1	92	0.9
	SFfda										1	4					47	34	37	11	1					2	283	2.8
	SFmdh									13		7			18	5	55	64	1								254	2.5
	SFTr														13				2	9	11						35	0.4
	SMBoncf									14		5	8	12	12	5	12	94			3					2	548	5.5
	SFfdtp												2		15		1										18	0.2
	SFmda									1					88	2	58	23	58	26	3					8	267	2.7
	SFfodr									60		1			56	1	61	38	33							1	251	2.5
	SFmdt									8					49		11	11	18	3							195	2
	SHmo														1		1	3									5	0.1
	SFidr												1		26		3	6	47	10	2						94	0.9
	SFTc												2	2	13			6	13	13			8	15		3	859	8.6
	SFTi														5				57	44							106	1.1
	SFTIm																		2								2	0
	SPEsr	2			45							1							5	13		4				1	482	4.8
	SBE														8			1	11	30	1	1					52	0.5
	SFTh											1			38				29	86	5						159	1.6
	SHmpg				7							1	1		47	10	12	5	34	10		10	31	42	1	7	309	3.1
	VLden														1					40		7		1			51	0.5
	VTdep				1										3				3	20				11	2		40	0.4
SHmg				1												4		6	11				15		1	38	0.4	
SFTpl				1												1			11		1			8		408	4.1	
SBSv	3			5												1						3	17			29	0.3	
SHaSAL											1			2					7				18			28	0.3	
SBSfa																							8			8	0.1	
SPEah	3			5										6	3	2	1		1				33		7	61	0.6	
SHaSS	7		3	6		1	1							15	3	5			15		2		11		21	90	0.9	
Total	932	6	1521	985	528	480	90	8	164	9	25	10	1175	32	305	312	834	1510	15	15	25	62	896	13	58	9995	100	
°o	9.325	0.06	15.22	9.855	5.283	4.802	0.9	0.08	1.641	0.09	0.25	0.1	11.76	0.32	3.052	3.122	8.344	15.11	0.15	0.25	0.62	8.964	0.13	0.58	100			

Tableau VI : les classes issues du croisement végétation/pédologie

Classes	Formations végétales	Formations pédologiques	Nom de la classe
V1/P1	<ul style="list-style-type: none"> - regs, hamadas, wadis - végétation montagnarde du Sahara - désert absolu - formation herbeuse et arbustive semi-désertique du Sahel - désert côtier de l'Atlantique - Végétation halophitique - dunes désertiques à végétation pérenne - dunes désertiques dépourvues de végétation pérenne 	<ul style="list-style-type: none"> - sols d'ablation des déserts - sols minéraux bruts d'origine non climatique dans la zone sèche - sols d'apport des déserts - sols peu évolués d'origine climatique d'apports modaux - sols peu évolués d'apports salés ou alcalisés - sols peu évolués d'origine climatique, sols subdésertiques - sols bruns rouges subarides 	Formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués
V2/P2	<ul style="list-style-type: none"> - mosaïque de forêts ombrophiles planitiaires - mosaïque côtière ouest africaine - mosaïque de forêt ombrophile planitiaire et de formation herbeuse secondaire - forêt de montagne indifférenciée afro-montagnarde - mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Mandara - forêt marécageuse 	<ul style="list-style-type: none"> - sols minéraux bruts d'origine non climatique dans la zone humide - sols ferrallitiques moyennement désaturés humifères - sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris - sols ferrugineux tropicaux lessivés remaniés - sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques - sols ferrallitiques fortement désaturés typiques - sols ferrallitiques fortement désaturés humifères - sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés - sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques pénévoués 	Mosaïque de forêts ombrophiles et forêts de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés

V3/P3	<ul style="list-style-type: none"> - forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement humide - la forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : type relativement sec 	<ul style="list-style-type: none"> - sols ferralitiques moyennement désaturés appauvris - sols ferralitiques moyennement désaturés typiques - sols ferralitiques fortement désaturés remaniés - sols hydromorphes moyennement organiques - sols hydromorphes à gley 	Forêts ombrophiles planitiales sur sols ferralitiques plus ou moins désaturés
V4/P4	<ul style="list-style-type: none"> - forêt claire soudanienne avec abondance d'Isobertinia - forêt claire indifférenciée soudanienne - mosaïque de forêt claire et transition du plateau de Jos - mosaïque de formation herbeuse édaphique avec la formation herbeuse boisée à Acacia - formation herbeuse boisée à Acacia et formation buissonnante décidue du Sahel - végétation marécageuse herbacée et végétation aquatique 	<ul style="list-style-type: none"> - sols peu évolués d'érosion d'origine non climatique, sols régiques - sols peu évolués d'apport hydromorphes - vertisols topomorphes à drainage externe nul - vertisols lithomorphes à drainage externe possible - sols bruns subarides vertiques - sols bruns subarides faiblement alcalisés - sols bruns eutrophes - sols ferrugineux tropicaux peu lessivés - sols ferrugineux tropicaux peu lessivés modaux - sols ferrugineux tropicaux lessivés concrétionnés - sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes - sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés - sols ferralitiques faiblement désaturés remaniés - sols hydromorphes minéraux à gley - sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley - sols halomorphes à structure dégradée : sols à alcali lessivés 	Forêts claires et mosaïque de forêts claires avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertiques
V5/P5	- mangrove	- sols halomorphes à structure non dégradée : sols salins	mangrove sur sols salins

Avec ces classes, la carte de synthèse de ce croisement a été faite (voir Planche IX , hors texte). Cela signifie que sur les plans pédologique et végétal, l'Afrique de l'Ouest comporte cinq grandes unités de paysage qui sont :

- les formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués ;
- la mosaïque de forêts ombrophiles et forêts de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés ;
- les forêts ombrophiles planitiaires sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés ;
- les forêts claires et mosaïque de forêts claires avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertiques ;
- la mangrove sur sols salins.

Dans la représentation matricielle des classes qui viennent d'être définies, certaines modalités ont des associations "hors classe" loin d'être négligeables. C'est le cas par exemple de SBRS (sols brun-rouges subarides) pour la classe 1. La somme de ces associations "hors classe" constitue 30% de l'effectif global (voir Planche X , hors texte) et sont réparties en neuf unités :

- les forêts claires et mosaïque de forêts claires avec formations herbeuses sur sols minéraux bruts et sols peu évolués ;
- les forêts ombrophiles sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés ;
- les forêts claires et mosaïque de forêts claires avec formations herbeuses sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés ;
- la mosaïque de forêts ombrophiles et forêts de montagne sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols ;
- les forêts ombrophiles relativement sèche sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols ;
- les forêts ombrophiles sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols ;
- la mangrove sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols ;
- la mosaïque de forêts ombrophiles et forêts de montagne sur sols salins ;
- les forêts claires et mosaïque de forêts claires avec formations herbeuses sur sols salins.

Tout comme dans le cas précédant, ces formations son en réalités des transitions entre les grandes unités prédéfinies.

Observations

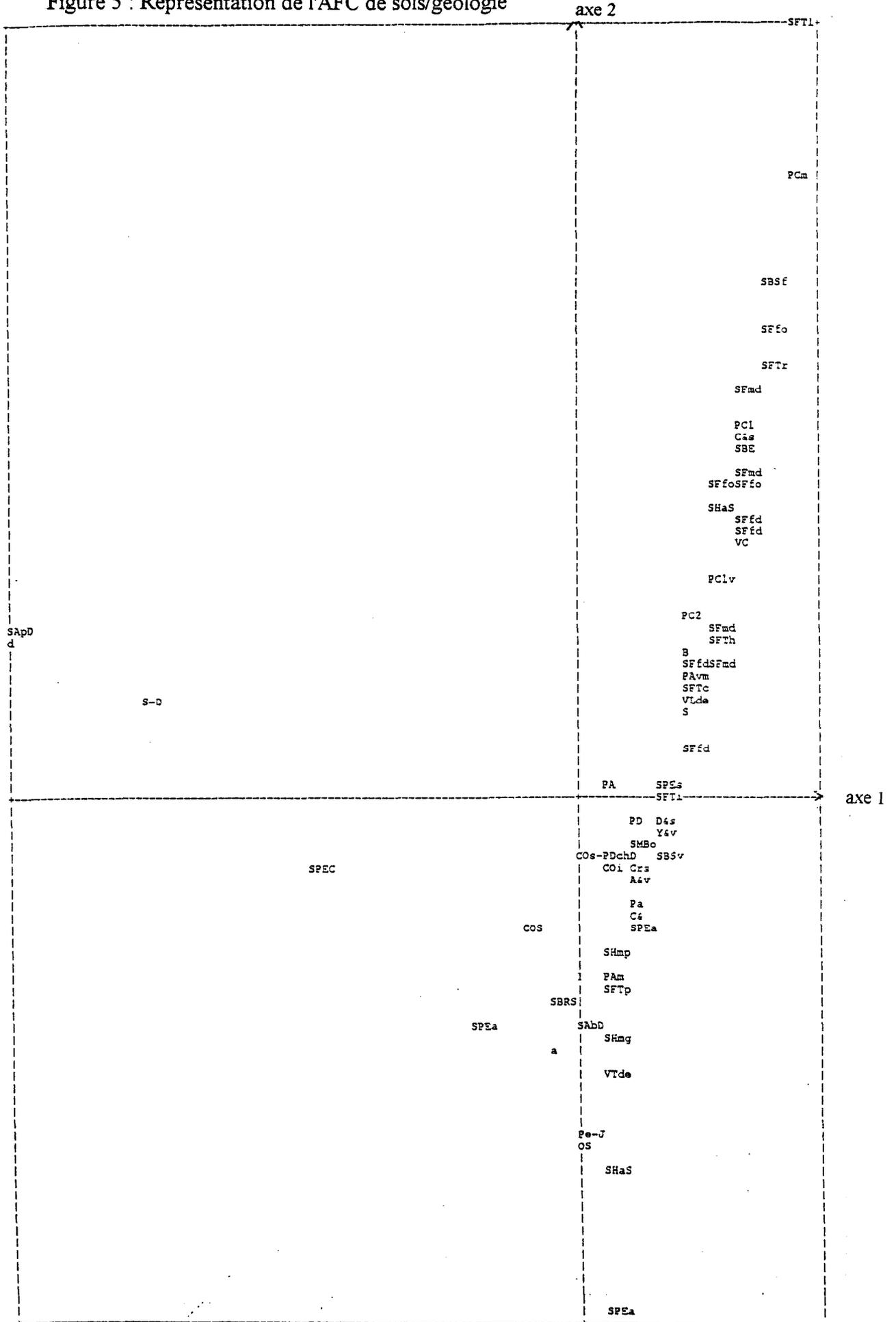
Dans ce croisement, les résultats sont assez logiques. Ils représentent des conclusions auxquelles le géographe peut s'attendre.

Néanmoins, un cas semble particulier et mérite de ce fait une attention. Il s'agit de l'unités composée de la forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formation herbeuse sur sols minéraux bruts et sur sols peu évolués.

1.3 - Le croisement des cartes des sols et de la géologie

Le tableau de contingence issu de ce croisement est volumineux si bien qu'il est difficile de l'exploiter (Tableau IV, Annexe I). L'analyse s'est donc effectuée directement sur l'AFC (Figure 5 ci-après).

Figure 5 : Représentation de l'AFC de sols/géologie



ONOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 93

SFT1(SFT1)	PCm (PCm)	SBSf(SBSf)	SFfo(SFfo)	SFTr(SFTr)	SFmd(SFmd)	PC1 (PC1)	C4s (C4s)	SBE (SBE)	SFmd(SFmd)
PC2v(SFfo)	SFfo(SFfo)	SFfo(SFfo)	PC2v(SFfo)	SHaS(SHaS)	SFfd(SFfd)	SFfd(SFfd)	VC (VC)	PC1v(PC1v)	PC2 (PC2)
SMBo(SFmd)	PDm (SFmd)	SFmd(SFmd)	SMBo(SFmd)	SAPD(SAPD)	PDm (SFmd)	SFTh(SFTh)	d (d)	B (B)	SHmo(SFmd)
D4 (SFmd)	SFmd(SFmd)	SHmo(SFmd)	SFfd(SFfd)	D4 (SFmd)	PAvm(PAvm)	SFTc(SFTc)	VLde(VLde)	S-D (S-D)	S (S)
SFfd(SFfd)	SPEs(SPEs)	PA (PA)	Y4 (SFTI)	Vm (SFTI)	SFTI(SFTI)	Y4 (SFTI)	Vm (SFTI)	PD (PD)	D4s (D4s)
Y4v (Y4v)	SMBo(SMBo)	SBSv(SBSv)	PDch(PDch)	COS-(COS-)	D (D)	SPEC(SPEC)	Crs (Crs)	COi (COi)	A4v (A4v)
COlv(Pa)	CO (Pa)	Pa (Pa)	COiv(Pa)	CO (Pa)	A4 (C4)	C4 (C4)	A4 (C4)	SPEa(SPEa)	COS (COS)
M-PI(SHmp)	SHmp(SHmp)	M-PI(SHmp)	18 (18)	18 (18)	PAM (PAM)	SFTp(SFTp)	Cri (SBRS)	SBRS(SBRS)	Cri (SBRS)
SPEa(SPEa)	SAbD(SAbD)	SHmg(SHmg)	a (a)	VTde(VTde)	C (Pe-J)	Pe-J(Pe-J)	C (Pe-J)	OS (OS)	b (SHaS)
SHaS(SHaS)	b (SHaS)	SPEa(SPEa)							

Il se dessine difficilement sept grandes classes. Mais contrairement aux deux types de croisement précédents, ce dernier n'a pu faire l'objet d'une classification significative. Il a donc été impossible de nommer les classes obtenues (il aurait fallu pour cela intégrer les données chimiques et minéralogiques, ce qui aurait été fastidieux vu la taille du champ d'étude). Chaque classe regroupe plusieurs types de sols et plusieurs unités géologiques fondamentalement différents. Cette AFC présente donc des résultats statistiquement peu significatifs. Le poids des facteurs est faible (voir Tableau VII).

Tableau VII : Valeurs propres et taux d'inertie des cinq premiers facteurs

Facteurs	Valeurs propres	Taux d'inertie (%)	Taux cumulé (%)
1	0.8276	3.992	3.992
2	0.6728	3.246	7.238
3	0.6044	2.915	10.154
4	0.5791	2.793	12.947
5	0.5545	2.675	15.622

Le taux cumulé des deux premiers facteurs est inférieur à 10% (7.2%) comme l'indique le tableau VII ci-dessus. Dans ce cas, si l'analyse doit être poussée à bout, il y aura beaucoup de graphiques (une trentaine environ) à interpréter.

Deux hypothèses peuvent être posées :

- 1) les formations pédologiques et les formations géologiques ne sont pas corrélées.
- 2) une grande partie des résultats de ce croisement représente des transitions.

En effet, à tel type de sol ne correspond pas forcément tel type de formation géologique et vice versa. Tout dépend des conditions climatiques. Par exemple dans des formations granitiques il peut y avoir des sols profonds en zone humide et des lithosols en zone sèche.

Pour obtenir tout de même des associations les plus pertinentes possibles, les modalités de la zone géographique étudiée ont été réduites sur le plan géologique. Ainsi, un regroupement de certaines modalités de la relation carte géologique a été fait ; en prenant en compte les sous-familles et en procédant à la suppression de certains faciès. Il s'agit de :

- Vm et Vc : formations volcaniques (FV) ;
- Y&, A& et C& : granites atectoniques (GA) ;
- Y&v et A&v : granites atectoniques à faciès subvolcanique (GA) ;
- C&s et D&s : granites syntectoniques (GS) ;
- PA et PC1 : formations sédimentaires (FS) ;

- PC2 et PD : Ectinites (E) ;
- PAVm et PC1v : formations volcano-sédimentaires (FVS) ;
- PCm et PDm : migmatites(M) .

Mais les résultats sont restés pratiquement les mêmes.

2 - LE CROISEMENT DES CARTES DE SYNTHÈSE

2.1 - La synthèse 1

Elle est le résultat du croisement de la carte issue de la combinaison de sols/végétation et de la carte des précipitations. Les traitements précédents ont permis d'étudier la répartition géographique des différents types de végétation et de sols par rapport aux précipitations. Il a été noté l'importance primordiale du climat sur les affinités sol/végétation.

Là à nouveau, le traitement consiste toujours à croiser deux cartes, dont l'une ne est la synthèse de la carte des sols et de la carte de la végétation et l'autre la carte des précipitations. La représentation spatiale du nuage de points projeté dans le plan 1 et 2 est de nouveau une parabole (figure 6, page suivante). Ce résultat n'a rien d'étonnant. Il indique simplement que les affinités sols/végétation se font en fonction de la pluviosité. Ce qui confirme les résultats des deux premiers croisements.

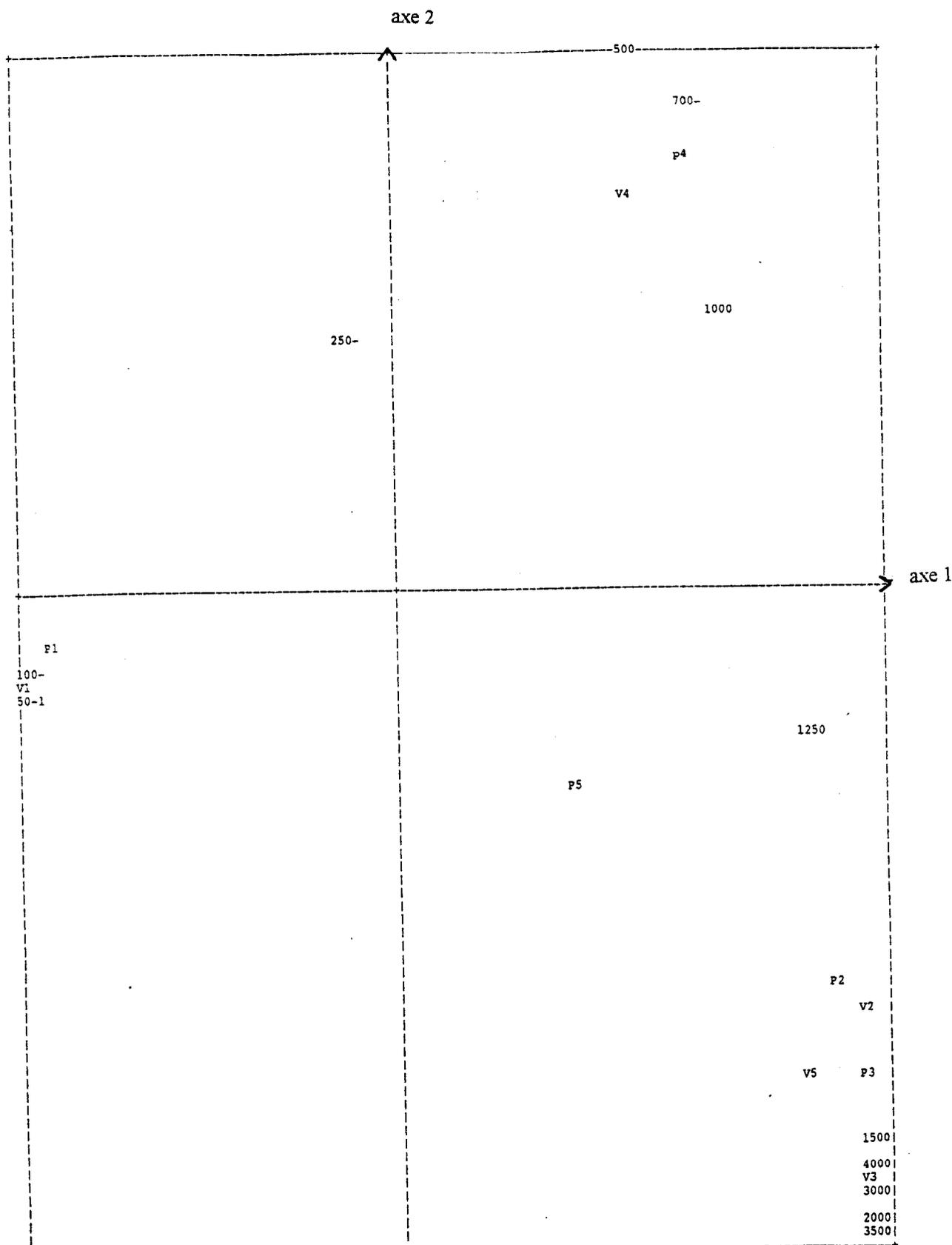
Sur cette représentation, les modalités végétation/sols se positionnent comme suit :

- Les formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués (P1V1) s'agglutinent avec la modalité de précipitations 0-250 mm.

- La mosaïque de forêts ombrophiles et forêts de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés (P2V2) s'agglutinent avec 250-1250 mm .

La CTR (contribution) et la COR (corrélation) des classes formations désertiques (V1) et sols minéraux bruts et sols peu évolués (P1) sont excellentes sur l'axe 1. Leur proximité spatiale indique le choix pertinent dans la contribution de la classe formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués (V1P1). De même, la modalité forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols (V4P4) contribue de manière satisfaisante dans la CTR de l'axe 2. Aussi la projection est-elle excellente sur cet axe.

Figure 6 : Représentation de l'AFC de sols/végétation et des précipitations



ONOMBRE DE POINTS SUPERPOSES : 28

500-(500-)	700-(700-)	p4 (p4)	V4 (V4)	1000(1000)	250-(250-)	P1 (P1)	100-(100-)	V1 (V1)	25-5(50-1)
0-25(50-1)	50-1(50-1)	25-5(50-1)	0-25(50-1)	1250(1250)	P5 (P5)	P2 (P2)	V2 (V2)	P3 (P3)	V5 (V5)
1500(1500)	4000(4000)	V3 (V3)	2500(3000)	3000(3000)	2500(3000)	2000(2000)	3500(3500)		

En réalité, l'axe 1 sépare les formations désertiques des autres formations ; et pour une étude plus poussée il serait judicieux de refaire une analyse uniquement sur les formations non désertiques.

Par contre, la classe forêt marécageuse sur sols halomorphes et sur sols peu évolués d'apports salés ou alcalisés (V5P5) est mal représentée sur cette projection ; cependant celle-ci permet de voir que les affinités des sols constituant la classe sols halomorphes et sols peu évolués d'apports salés ou alcalisés (P5) et celles de la forêt marécageuse (V5) sont différentes. Ce phénomène s'explique facilement si on se réfère au tableau V. La classe P5 est constituée d'un seul type de sol : sols halomorphes à structure dégradée : sol salin (SHaSS). Or si mangrove (Mgr) est presque exclusivement associée à un sol salin, la réciproque n'est pas vraie. Cette diversité de répartition de SHaSS induit le phénomène constaté.

Tous les points V1P1 sont également proches mais ils ne sont pas confondus. Ceci indique qu'il existe d'autres associations végétation/sols/précipitations. Les précipitations peuvent être regroupé dans trois grandes classes (voir tableau VIII).

Tableau VIII : les grandes zones climatiques

L1	0-250	Zone sahélienne
L2	250-1250	Zone soudanienne
L3	>1250	Zone guinéenne

A partir de ces résultats, chaque zone peut être classer comme suit : L1P1V1, L2P2V2, L3P3V3, L1P2V2, L2P1V1, etc. Cette nouvelle classification est appliquée à chacune des cartes étudiées. Ainsi la carte des précipitations est désormais constituée de 3 classes, celle de végétation de 5 classes et celle des sols de 5 classes également. Après le croisement de ces trois nouveaux attributs, le résultat consigné dans le tableau suivant a pu être obtenu :

Tableau IX : résultat du croisement végétation/sols et précipitations.

Modalités	Surface (%)
P1V1L1	42.08
P1V1L2	2.44
P2V2L3/P3V2L3	10.01
P2V2L2/P3V2L2	1.01
P3V3L3/P2V3L3	5.27

P4V4L2	20.84
P4V4L3	2.18
P1V4L2	4.78
P2V4L2/P3V4L2	2.60
P2V4L3/P3V4L3	2.80
P4V2L3	1.70
P4V2L2	1.26

Pour éviter d'avoir de nombreuses petites unités, seules les modalités qui représentent au moins 1% de la surface totale sont retenues. Avec cette méthode, 70 % des modalités sont correctement classées. Mais il existe des associations du type V2P3 (mosaïque de forêt ombrophile et forêt de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés), V3P2 (forêt ombrophile sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés), V2P4 (forêt ombrophile relativement sèche sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols), V4P1 (forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols minéraux bruts et sols peu évolués) qui ne peuvent être négligées. Ce phénomène peut s'expliquer pour plusieurs raisons :

- 1) La répartition géographique de certains types de végétation et de sols est étendue en latitude.
- 2) La légende des cartes utilisées associe des modalités différentes dans la réalité, sous la même rubrique sur la carte.
- 3) Il y a des zones frontières entre les zones climatiques qui ont été définies.
- 4) Enfin il y a parfois des erreurs de recalage entre les différents documents thématiques inhérentes à ce type de traitement.

Ainsi l'association V2P3 (mosaïque de forêt ombrophile et forêt de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés) s'explique simplement par le fait que P2 et P3 sont pratiquement les mêmes types de sols à quelques variantes près (P2 = P3 = sols ferrallitiques plus ou moins désaturés). Il en est de même pour l'association V3P2 (forêt ombrophile sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés). C'est pourquoi les modalités V2P2 et V2P3 ont été regroupées dans une même classe ; pareil pour les modalités V3P3 et V3P2. L'association V2P4 (mosaïque de forêt ombrophile et forêt de montagne sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes et vertiques) s'explique aussi naturellement.

Enfin, l'association V4P1 (forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formation herbeuse sur sols minéraux bruts et sols peu évolués) peut également se justifier naturellement. Sur des sols peu évolués il peut y avoir une forêt claire, la précipitations également en dépend.

Le premier croisement, précipitations/végétation donne une classification qui va des zones sèches aux zones humides. Le deuxième croisement, végétation/sol donne également une classification allant des zones sèches vers les zones humides (comme constaté précédemment).

Ce phénomène traduit la corrélation de la végétation et du type de sol en fonction de l'intensité des précipitations.

La carte de synthèse 1 est celle des cartes de végétation, des sols et des précipitations. Elle comporte neuf unités de paysage homogènes (voire planche XI , hors texte). Ces unités se présentent comme suit :

Tableau X : Les classes de la synthèse 1

Classes	Unités de paysage	%
V1P1	Formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués	44.37
V2P2/V2P3	Mosaïque de forêt ombrophile et forêt de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés	8.31
V3P3/V3P2	Forêt ombrophile sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés	5.54
V4P4	Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols	25.20
V5P5	Mangrove sur sols salins	0.18
V2P4	Forêt ombrophile relativement sèche sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols	5.19
V4P2/V4P3	Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés	2.65
V4P1	Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols minéraux bruts et sols peu évolués	5.12

La carte de synthèse 1 présente deux importantes unités qui sont :

- les formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués (V1P1): elle occupe près de la moitié de la surface totale de la carte (44.37 %, Tableau X ci-dessus). C'est dire que cette partie de l'Afrique est beaucoup représentée par des sols minéraux bruts et des sols peu évolués sur lesquels se développent des formations végétales de type désertique ;
- les forêts claires et mosaïque de forêts claires avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols : ces formations occupent le quart de la surface totale (25.2 %).

Observations

La carte de synthèse 1 ressemble beaucoup à la carte issue du croisement de la carte des sols et de la carte de végétation. Toutes les unités de paysage de cette dernière se retrouvent dans la carte de synthèse 1. Il n'y a que trois nouvelles unités qui se sont ajoutées, à des proportions faibles. Ce sont :

- Forêt ombrophile relativement sèche sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols (5.19 %) - Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés (2.65 %) - Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols minéraux bruts et sols peu évolués (5.12 %) soit un total de 12.96 %. Ce phénomène pourrait s'expliquer par le fait que ces trois thèmes sont très corrélés. C'est ce que de nombreux auteurs ont appelé la zonalité des sols et de la végétation en fonction de l'intensité des précipitations.

2.2 - La synthèse 2

La carte de synthèse 2 est issue du croisement de la carte de synthèse 1 et de la carte de géologie. A l'aide de la CAH, il a pu être dégagé des unités de paysage comme l'indique le tableau suivant.

Tableau XI : Les classes de la synthèse 2

Classe	%	Unités de paysage
C1/d	10.45	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans des formations dunaires
C1/Cri, C1/Crs	7.85	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Crétacé
C1/E, C1/GA, C1/GS, C/GFS	9.10	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans des roches acides
C1/a	4.93	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans des dépôts continentaux
C1/M-PI	3.21	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Mio-pliocène.
C1/C	1.86	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Carbonifère
C1/COs-OS C1/COi	2.64	formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Cambro-Ordovicien
C2/GS, C2/M C2/E, C2/GA	12.41	mosaïque de forêt ombrophile et forêt de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés dans des roches acides
C4/GS, C4/M C4/E, C4/GA	11.54	forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans des roches acides
C4/M-PI	3.9	forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans le Mio-pliocène
C4/a	2.75	forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans des dépôts continentaux

Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans le Cambro-Ordovicien inférieur	1.29
Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans le Crétacé	2.15
Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans des formations sédimentaires	3.13
Forêt ombrophile sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés dans des roches acides	4.17
Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Cambro-Ordovicien inférieur	1.15
Forêt ombrophile relativement sèche sur sols ferrugineux tropicaux et sur sols hydromorphes et vertisols dans des roches acides	2.03
Forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Mio-pliocène	0.97

Les formations les plus importantes dans cette synthèse sont les suivantes :

- La mosaïque de forêt ombrophile et forêt de montagne sur sols ferrallitiques plus ou moins désaturés dans des roches acides (12.4%).
- La forêt claire et mosaïque de forêt claire avec formations herbeuses sur sols ferrugineux tropicaux et sols hydromorphes minéraux dans des roches acides (11.54%).
- Les formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans des formations dunaires (10.45%).
- Les formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans des roches acides (9.1%).
- Les formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués dans le Crétacé (grès, sables, dolomies, shales, argiles) (7.85%).

Contrairement à la synthèse 1, il ne se dégage pas de grosses unités.

3- REMARQUES

3.1- Première remarque

Il est important de souligner que la classification n'est pas automatique. C'est plutôt suivant un choix raisonné qu'elle s'effectue. Ce qui implique que les classes ne sont pas quantitativement égales. En effet, il y a des classes qui regroupent plusieurs modalités des deux attributs croisés. C'est le cas par exemple de la première classe du croisement des cartes

de végétation et des sols : formations désertiques sur sols minéraux bruts et sols peu évolués (Tableau V).

Il y a également des classes qui regroupent beaucoup plus de modalités d'un attribut par rapport à l'autre. C'est le cas de la classe 1 du premier croisement (Tableau I). Enfin, il y a des classes qui ne regroupent qu'une seule modalité de chacun des deux attributs croisés. C'est le cas de la dernière classe issue du croisement des cartes des sols et de végétation, composée de mangrove (Mgr) comme formation végétale et de sols salins (SHaSS) pour ce qui est de la formation pédologique (Tableau V).

Par ailleurs, il faut souligner que le découpage des classes n'est pas très net dans la réalité. Par exemple il y a des modalités qui peuvent être présentes dans toutes les classes. Dans ce cas précis, seules les valeurs relatives (pourcentage de surface) sont prises en compte pour leur classement. C'est le cas par exemple de la modalité SMBonc (sols minéraux bruts d'origine non climatique) dans le croisement des cartes pédologique et de végétation. Cette présence se comprend d'ailleurs essentiellement. Elle a été rangée dans la première classe où elle présente une forte proportion (61.6 %).

3.2- Deuxième remarque

Les modalités des différentes cartes thématiques sont nombreuses et sont morcelées un peu partout sur la carte. Du fait de la grande superficie de la zone d'étude, la carte issue de la synthèse comporte trop d'unités mal classées, donc difficiles à caractériser. C'est ce qui a amené dans un premier temps à faire un découpage de la zone en trois suivant les grandes régions climatiques. Mais le problème n'a pas été résolu pour la simple raison que l'on retrouve presque les mêmes modalités (ou le même nombre de modalités) dans ces régions.

Cet état de fait a amené à considérer seulement les grandes unités qui décrivent les différentes cartes thématiques. Comme dans ce cas les modalités ne sont pas nombreuses, l'analyse s'est faite seulement à l'aide des tableaux de contingence issus des croisements. Ce qui a donné les deuxièmes types de croisements suivants.

CHAPITRE IV : RÉSULTATS DES DEUXIÈMES TYPES DE CROISEMENTS

Les deuxièmes types de croisements se feront avec les légendes simplifiées des cartes. Le critère de regroupement sera le poids statistique des modalités les unes par rapport aux autres. Le principe du croisement reste le même que pour les premiers types. L'analyse se fera à l'aide des tableaux de contingence seulement.

1- CROISEMENT DES CARTES DE GÉOLOGIE ET DU RELIEF

Ce croisement a donné le tableau XII, page 73. Le tableau est relativement simple et présente clairement les types d'unités observés.

Dans un premier temps il permet de voir que sur le plan altimétrique les bas plateaux sont dominants en Afrique de l'Ouest (65.27%). Ensuite viennent les hauts plateaux et les plaines qui représentent respectivement 16.42% et 16.05% de la surface totale de la zone étudiée. Les montagnes sont assez rares (2.23%) et sont localisées sur les parties nord-est et sud-est.

Sur le plan géologique, les granitoïdes du Précambrien (gp) dominent avec 36.21% de la surface totale. Ils sont essentiellement composés de migmatites, d'Ectinites, de charnockites et de granites. Les formations superficielles du Quaternaire (fsq) sont aussi non négligeables (20.93%). Ce sont des sables, du calcaire, des diatomites et des alluvions. Les formations sédimentaires du Secondaire (grès, dolomie, shales, arkose, argiles, marnes) représentent près de 13% (12.97%). Les formations du Tertiaire à dominante sableuse (10.62%) sont composées de sables blanc et jaune, de shales, de calcaire, d'argiles et de grès (voir planche II, hors texte).

Sur les bas plateaux (65.3 % du relief) les formations géologiques se répartissent comme suit :

- 56.04 % des granitoïdes du Précambrien ;
- 76.84 % des formations superficielles de Quaternaire ;
- 18.86 % des roches basiques ;
- 58.39 % des formations sédimentaires à dominante sableuse de Tertiaire ;
- 85.98 % des formations à dominante sédimentaire du Précambrien ;
- 77.76 % des formations sédimentaires du Secondaire ;

- 55.50 % des intrusions basiques post-hercyniennes ;
- 60.47 % des formations sédimentaires à dominante gréseuse du Primaire ;
- 80 % des roches volcano-sédimentaires du Précambrien ;
- 41.66 % des granites jeunes du Secondaire ;
- 50 % des formations sédimentaires (grès, argiles) du Primaire ;
- 56.73 % des formations sédimentaires (calcaire, grès, argiles) du Primaire.

Toutes les formations géologiques se retrouvent sur les bas plateaux à de fortes proportions (de 18.86 à plus de 85 %).

Sur les montagnes, il n'y a que sept formations géologiques présentes à de faibles proportions sauf une seule qui vaut 41.50 % :

- 41.50 % des roches basiques ;
- 8.33 % des granites du Secondaire ;
- 3.95 % des granitoïdes du Précambrien ;
- 2.36 % des formations sédimentaires à dominante gréseuse du Primaire ;
- 1.24 % des formations superficielles de Quaternaire ;
- 0.76 % des formations sédimentaires du Secondaire ;
- 0.09 % des formations sédimentaires à dominante sableuse de Tertiaire.

Les formations géologiques suivantes sont totalement absentes sur les montagnes :

- les formations à dominante sédimentaire du Précambrien ;
- les intrusions basiques post-hercyniennes ;
- les roches volcano-sédimentaires du Précambrien ;
- les formations sédimentaires du Primaire.

Les formations superficielles du Quaternaire se retrouvent sur tout le relief. En effet, elles occupent :

- 13.14 % des plaines ;
- 56.04 % des bas plateaux ;
- 26.87 % des hauts plateaux ;
- 3.95 % des montagnes.

Les roches volcano-sédimentaires du Précambrien (0.2 % des formations géologiques) sont seulement présentes en quantité infime sur les plaines (0.24 %) et les bas plateaux (0.24 %) et complètement absentes sur les hauts plateaux et les montagnes.

Sur les deux plans combinés, les unités suivantes se distinguent :

- les granitoïdes du Précambrien sur bas plateaux (20.29 %)
- les formations superficielles du Quaternaire sur bas plateaux (16.06 %)
- les formations sédimentaires du Secondaire sur bas plateaux (10.11 %)
- les granitoïdes du Précambrien sur hauts plateaux (9.73 %)

- les formations sédimentaires à dominante sableuse du Tertiaire sur bas plateaux (6.19 %)
- les formations à dominante sédimentaire du Précambrien sur bas plateaux (4.91 %)
- les formations sédimentaires à dominante gréseuse du Primaire sur bas plateaux (4.85 %)
- les granitoïdes du Précambrien sur plaines (4.76 %)
- les formations sédimentaires à dominante sableuse du Tertiaire sur plaines (4.17 %)
- les formations superficielles du Quaternaire sur plaines (2.56 %)
- les formations sédimentaires à dominante gréseuse du Primaire sur plaines (2.21 %)
- les formations superficielles du Quaternaire sur hauts plateaux (2.05 %)
- les formations sédimentaires du Primaire sur bas plateaux (1.60 %)
- les formations sédimentaires du Secondaire sur hauts plateaux (1.51 %)
- les formations sédimentaires du Secondaire sur plaines (1.25 %)
- les granitoïdes du Précambrien sur montagnes (1.43 %)
- les formations sédimentaires du Primaire sur hauts plateaux (1.07 %)

Toutes les autres combinaisons sont insignifiantes (moins de 1 %) ou inexistantes.

Tableau XII : Résultat du croisement des cartes de géologie et du relief

		R E L I E F						
		plaines	bas plateaux	hauts plateaux	montagnes	Total en valeurs absolues	Total en valeurs relatives	
	gp	granitoïdes du précambrien	476	2029	973	143	3621	36.2
	fsq	formations superficielles du Quaternaire	258	1606	205	26	2093	20.9
G	rb	roches basiques	2	10	19	22	53	0.53
E	fsds	formations sédimentaires à dominante sableuse du Tertiaire	417	619	25	1	1062	10.6
O	fdsp	formations à dominante sédimentaire du Précambrien	62	491	18		571	5.71
L	fss	formations sédimentaires du Secondaire	125	1011	151	10	1297	13
O	ibph	intrusions basiques post-hercynienne	11	61	42		114	1.14
G	fsdg	formations sédimentaires à dominante gréseuse du Primaire	221	485	77	19	802	8.02
I	rvsp	roches volcano-sédimentaires du Précambrien	4	16			20	0.2
E	gjs	granites jeunes du Secondaire		10	12	2	24	0.24
	fsp2	formations sédimentaires (grès, argiles) du Primaire	16	29	13		58	0.58
	fsp1	formations sédimentaires (calcaire, grès argiles) du Primaire	15	160	107		282	2.82
		<i>Total en valeurs absolues</i>	1605	6527	1642	223	9997	100
		<i>Total en valeurs relatives</i>	16.1	65.3	16.4	2.23		
		Unités représentant plus de 5% des combinaisons						
		Unités représentant moins de 5% et plus de 1% des combinaisons						

2- CROISEMENT DES CARTES DE GÉOLOGIE ET DES SOLS

Les résultats issus de ce croisement (tableau XIII, page 76) se présentent comme suit.

Toutes les formations pédologiques se retrouvent sur cinq grandes formations géologiques : les granitoïdes du Précambrien, les formations superficielles du Quaternaire, les formations sédimentaires à dominante sableuse du Tertiaire, les formations à dominante sédimentaire du Primaire les formations sédimentaires du Secondaire. Elles représentent 86.6 % du total des douze formations géologiques précédemment définies. Cela confirme le fait que le socle ouest-africain est largement dominé par ces cinq formations géologiques.

Le tableau permet de quantifier les formations pédologiques de l'Afrique de l'Ouest. Elles se présentent comme suit :

- les sols minéraux bruts (44 %) ;
- les sols ferrallitiques (17 %) ;
- les sols à sesquioxydes (16 %) ;
- les sols peu évolués (9.1 %) ;
- les sols isohumiques (8 %) ;
- les sols hydromorphes (3.3 %) ;
- les sols halomorphes (1 %) ;
- les vertisols (1 %) ;
- les sols à mull (0.4 %).

De toutes les combinaisons il se dégage cinq unités importantes :

- les sols ferrallitiques dans les granitoïdes du Précambrien (12.9 %) ;
- les sols minéraux bruts dans les formations superficielles du Quaternaire (12.4%) ;
- les sols minéraux bruts dans les granitoïdes du Précambrien (12 %) ;
- les sols à sesquioxydes dans les granitoïdes du Précambrien (7.5 %) ;
- les sols minéraux bruts dans les formations sédimentaires du Secondaire (6.8 %).

Il y a beaucoup de combinaisons nulles dans ce tableau (50 %). En effet, sur les cent huit (108) combinaisons possibles, 54 sont nulles, vingt neuf (29) sont comprises entre 0 et 1 %, vingt (20) entre 1 et 5 % et seulement cinq (5) sont représentées à plus de 5% (entre 5 et 13 %). Cette situation s'explique par le fait que les sols ne se développent pas sur toutes les formations géologiques et que par conséquent il y a beaucoup de roches qui affleurent.

Par exemple, les roches volcano-sédimentaires représentent 0.1 % du total des formations géologiques sur lesquelles il s'est développé 0.05 % des sols ferrallitiques. De même, les granites jeunes du Secondaire représentent 0.1 % des formations géologiques sur lesquels il s'est développé 0.02 % des sols minéraux bruts.

En revanche, sur les granitoïdes du Précambrien (36 % des formations géologiques)
il y a tous les types de sols :

- 7.58 % des sols ferrallitiques ;
- 2.72 % des sols minéraux bruts
- 0.5 % des sols isohumiques
- 2.08 % des sols peu évolués ;
- 100 % des sols à mull ;
- 3 % des sols halomorphes ;
- 4.68 % des sols à sesquioxydes ;
- 1.81 % des sols hydromorphes ;
- 3 % des vertisols.

Tableau XIII : Résultat du croisement des cartes de géologie et des sols

		G E O L O G I E														
		Granitoïdes du Précambrien	Formations superficielles du Quaternaire	Formations sédimentaires à dominante sableuse	Formations à dominante sédimentaire	Formations sédimentaires du Secondaire	Roches volcano-sédimentaires	Formations sédimentaires à dominante gréseuse	Formations sédimentaires (calcaire, grès argiles)	Formations sédimentaires (grès, argiles)	Intrusions basiques post-hercynienne	Roches basiques	Granites jeunes du Secondaire	Total en valeurs absolues	Total en valeurs relatives	
	Sols ferrallitiques	129	2	12	3	16	1	5			1	3		172	17	
	Sols minéraux bruts	120	124	24	16	68		44	26	5	9	2	1	439	44	
S	Sols isohumiques	4	21	22	8	16		9						80	8	
O	Sols peu évolués	19	29	15	11	10		7						91	9.1	
L	Sols à mull	4												4	0.4	
S	Sols à sesquioxydes	75	16	26	15	12		12			1			157	16	
	Sols halomorphes	3	5	1				1						10	1	
	Sols hydromorphes	6	12	4	3	6		2						33	3.3	
	Vertisols	3	2	3		2								10	1	
	Total en valeurs absolues	363	211	107	56	130	1	80	26	5	11	5	1	996	100	
	Total en valeurs relatives	36	21	11	6	13	0	8	3	1	1	1	0	100		
			Unités représentant plus de 5% des combinaisons													
			Unités représentant moins de 5% et plus de 1% des combinaisons													

3- CROISEMENT DES CARTES DE VÉGÉTATION ET DES SOLS

Les résultats issus de ce croisement sont présentés dans le tableau XIV de la page suivante.

Le tableau permet dans un premier temps de quantifier les formations végétales de l'Afrique de l'Ouest. Suivant les résultats, les formations désertiques sont les plus nombreuses (35.6 %). Il y a également les forêts claires (23.4 %), les transitions et mosaïque de forêts (12 %), la végétation semi-désertique (9.74 %), les formations buissonnantes et fourrés (9.07 %) et les forêts (8.15 %). Les autres formations sont représentées à moins de 1 %.

Ce croisement permet de constater qu'effectivement le type de végétation est liée au type de sols. Par exemple, sur les sols ferrallitiques il y a des forêts (88.46 %), des transitions et mosaïque de forêts (57.58 %), de la mangrove (28.07 %), de la mosaïque de forêts claires et transitions (25 %) et des forêts claires (12.69 %). Par contre sur ces mêmes sols il n'y a pas de mosaïque de formations herbeuses édaphiques, pas de formations buissonnantes et fourrés, pas de végétation marécageuse, pas de végétation semi-désertique ou désertique, ni de végétation halophitique.

Sur les sols minéraux bruts, on retrouve toutes formations végétales même si elles sont infimes, sauf la végétation marécageuse :

- les formations désertiques (91 %) ;
- la végétation halophitique (50 %) ;
- la végétation semi-désertique (45.4 %) ;
- la mosaïque de forêts claires et transitions (41.66 %) ;
- les transitions et mosaïque de forêts (19.25 %) ;
- les forêts claires (12.13 %) ;
- les formations buissonnantes et fourrés (10.91 %) ;
- la mosaïque de formations herbeuses édaphiques 4.49 %) ;
- les forêts (3.92 %) ;
- la mangrove (3.50 %).

Sur ce tableau, il n'y a pas d'importants regroupements (combinaisons) comme dans le tableau du premier croisement. Cependant, il y a quelques unités assez remarquables. C'est par exemple le cas de formations désertiques sur sols minéraux bruts. Cette unité représente à elle seule 32,42% du total. C'est également le cas de forêts claires sur sols à sesquioxydes qui représente 11.54%.

Il y a aussi deux autres unités non négligeables. Il s'agit de forêts sur sols ferrallitiques et de transitions et mosaïque de forêts sur sols ferrallitiques qui représentent respectivement 7.21% et 6.91%. Ces deux peuvent être regroupées en une seule unité : forêts et mosaïque de

forêts et transitions sur sols ferrallitiques. Dans ce cas elle représente 14.12%. En dehors des quatre précédentes unités, toutes les autres sont petites (moins de 5%).

Tableau XIV : Résultat du croisement des cartes de végétation et des sols

	V	E	G	E	T	A	T	I	O	N				
	Forêts	Transitions et mosaïques de forêts	Mangrove	Forêts claires	Mosaïque de forêts claires et transition	Mosaïque de formation herbeuse éplaphique	Formations buissonnantes et fourrés	Végétation marécageuse	Végétation semi-désertique	Formations désertiques	Végétation halophile	Total en valeurs absolues	Total en valeurs relatives	
	f	tmf	m	fc	mfct	mfhe	fbf	vm	vsd	fd	vh	TVA	TVR	
Sols halomorphes	9	18	21	22		3	25	8		13		119	1.19	
Sols ferrallitiques	721	691	16	297	6							1731	17.3	
Sols minéraux bruts	32	231	2	284	10	4	99		443	3242	4	4351	43.5	
S Sols hydromorphes	36	49	8	152		41	56	1	11			354	3.54	
O Sols peu évolués	6	9	7	299		5	204		167	220	4	921	9.21	
L Sols isohumiques	1			27		19	322		351	82		802	8.02	
S Vertisols		5		63		7	16		1			92	0.92	
Sols à sesquioxides	9	195	3	1154	7	9	185	11	1			1574	15.7	
Sols à mull	1	8		41	1	1						52	0.52	
<i>Valeurs absolues</i>	815	1206	57	2339	24	89	907	20	974	3557	8	9996	100	
<i>Valeurs relatives</i>	8.15	12.1	0.57	23.4	0.24	0.89	9.07	0.2	9.74	35.6	0.08	100		
		Unités représentant plus de 5% des combinaisons												
		Unités représentant moins de 5% et plus de 1% des combinaisons												

4- LE CROISEMENT DES CARTES DE VÉGÉTATION ET DES PRÉCIPITATIONS

Les résultats de ce croisement sont consignés dans le tableau XV ci-après. Ce tableau permet de voir nettement les divers regroupements des unités végétales par rapport aux précipitations.

Sur le tableau, on constate une certaine diagonalisation. Au bout supérieur de la diagonale il y a les formations forestières sous précipitations fortes (1000 à 4500 mm). Ces formations sont composées de forêts, de transitions et mosaïque de forêts et enfin, de forêts claires. Elles représentent près de 44% du total des formations végétales (43.73 %).

Au bout inférieur il y a les formations buissonnantes et fourrés, les formations désertiques et semi-désertiques qui s'associent aux faibles précipitations (0 à 700 mm). Ces formations sont plus importantes. Elles représentent un peu plus de 54 % (54.3 %).

A côté de ces deux groupes remarquables, il y a d'autres formations représentées à moins de 1%. Il s'agit de mangrove (0.5 %) sous précipitations comprises entre 1000 et 4500 mm, de mosaïque de forêt claire et transition (0.3 %) sous précipitations comprises entre 1000 et 2000 mm, de mosaïque de formations herbeuses édaphiques (0.89 %) sous précipitations comprises entre 250 et 700 mm, de végétation marécageuse (0.26 %) sous précipitations comprises entre 250 et 700 mm, et enfin de végétation halophytique (0.09 %) sous précipitations comprises entre 0 et 250 mm.

CONCLUSION DE LA DEUXIÈME PARTIE

Les combinaisons de cartes ont donné des résultats assez intéressants :

- L'analyse des résultats de la combinaison des cartes de végétation et des précipitations a donné six grandes unités homogènes au sens des deux thèmes.

- L'analyse des résultats de la combinaison des cartes de végétation et des sols a donné cinq grandes unités homogènes au sens des deux thèmes.

- L'analyse des résultats de la combinaison des cartes de végétation/précipitations et sols a donné neuf grandes unités homogènes au sens des trois thèmes.

- L'analyse des résultats de la combinaison des cartes de végétation/précipitations/sols et géologie a donné dix huit grandes unités homogènes au sens des quatre thèmes.

Cela prouve que des corrélations existent entre les thèmes abordés dans la présente étude. Cet état de fait rejoint l'avis de nombreux auteurs (PINCHEMEL P. et G., 1988 ; RICHARD J. F., 1988, 1989 ; etc.). Mais toutes les combinaisons ne sont pas pertinentes. Par exemple, la combinaison des cartes des sols et de la géologie n'a pas donné de résultats intéressants. Cette situation traduit le fait que les sols et la géologie ne sont pas très corrélés. Il y a donc d'autres facteurs qui rentrent en ligne de compte pour la formation de ces deux éléments fondamentaux.

L'étude pouvait être poursuivie si d'autres cartes étaient disponibles. Ainsi par exemple, il aurait été possible de greffer la carte d'occupation humaine pour pouvoir apprécier l'impact de l'action anthropique sur les unités de paysage déterminées à partir des cinq thèmes développés.

CONCLUSION GENERALE

Les résultats auxquels nous avons abouti permettent d'avoir des informations simultanées sur de grandes unités de paysage de l'Afrique de l'Ouest. En effet, un SIG, en intégrant des types multiples de données, donne la possibilité d'examiner simultanément divers aspects d'un problème et de mieux en comprendre les interactions.

Pour ce qui est de la présente étude, le SIG SAVANE a permis de mettre en place une méthode d'approche basée sur des cartes préexistantes. A partir des cartes thématiques (géologie, sols, précipitations, végétation et relief) une analyse des corrélations entre ces thèmes a été effectuée à l'aide de figures et tableaux issus des croisements. Pour des informations plus précises qui portent notamment sur de petites zones, la présente démarche pourrait être adoptée. Il y aurait ainsi des informations plus raffinées et éventuellement beaucoup plus précises.

Les cartes de synthèse issues de la présente étude ne sont pas figées dans le temps. Elles représentent un instantané à une époque donnée. Les cartes SIG sont plus faciles à utiliser et à mettre à jour que les cartes standards. A tout moment on peut poursuivre l'expérience en améliorant la capacité de gestion. Il suffira de réactualiser chaque fois les données introduites dans la base.

Il convient d'attirer l'attention sur la délicatesse des opérations qui pourraient des fois conduire à des erreurs ou à des résultats inattendus. L'essentiel est de réussir à garder une certaine objectivité dans l'exploitation ou l'utilisation de ces résultats.

L'utilisation d'un SIG comporte des avantages par rapport au traitement manuel. D'une manière générale, ces avantages sont fonction du degré de complexité, d'intégration

et de sophistication qu'offre l'analyse fournie par le SIG par rapport au traitement manuel. Ils sont fonction également de l'intérêt que cette information présente aux yeux de l'utilisateur.

La connaissance des SIG en Afrique de l'Ouest n'est pas parfaite. "On note la prédominance des formations à caractère professionnel (formation sur projet, stages d'organismes internationaux ...) au détriment des formations initiales "diplomante" quasiment inexistantes. Il y a également une approche des formations qui privilégie l'apprentissage des logiciels au détriment des concepts et des méthodes de l'information géographique. Pour cela, la nécessité de supports pédagogiques bien adaptés aux réalités africaines s'impose. Ensuite, un enseignement solide des concepts, des méthodes et de la fonctionnalité des SIG devrait toujours précéder l'apprentissage des logiciels proprement dits"¹⁰.

En général, dans les pays d'Afrique et en particulier en Afrique de l'Ouest, l'utilisation intégrée des SIG pour le développement durable connaît de nombreux obstacles. Il y a à titre d'exemple :

- le manque d'homogénéité des données et des formats d'échange ;
- le caractère fragmentaire des couvertures cartographiques. Celles-ci sont le plus souvent d'une qualité inégale ;
- la rareté, voire l'absence, de données socio-économiques géo-référencées ;
- le manque de financement et d'exécution.

Cependant, plusieurs possibilités peuvent permettre d'atténuer ces différents obstacles. Il faudrait pour cela :

- homogénéiser les données et les systèmes ;

¹⁰ Extrait du compte-rendu, colloque AFRICAGIS 93, Tunis, 14-17 Juin 1993.

- réaliser un catalogue de description de données existantes et d'inventaires locaux, régionaux et nationaux pour un meilleur partage des données ;
- construire à partir des moyens et des systèmes déjà en place un réseau de communications et d'échanges entre les intervenants, de préférence par messagerie électronique ;
- mener des études d'intérêt économique et des études du processus de la prise de décision pour que les SIG puissent pleinement constituer un outil d'aide à la décision.

BIBLIOGRAPHIE

OUVRAGES GÉNÉRAUX

- ANTHEAUME B. et autres**, 15 Juillet - 18 Août 1974, Géosystèmes naturels et humanisés du plateau de Daye et de ses abords (sud-ouest du Togo), session de formation sur l'environnement rural en zone de forêt et de savane arborée, Lomé, Togo.
- AVENARD J. M.**, 1971, La répartition des formations végétales en relation avec l'eau du sol dans la région de Man-Touba, ORSTOM, Adiopodoumé, Abidjan, Côte d'Ivoire, 159 pages.
- BESSELES B.**, 1977, Géologie de l'Afrique : Le craton Ouest-africain, Mémoires du BRGM, n° 88, édition BRGM, Paris Cedex 15, 402 pages.
- BREMOND G.**, 1986, L'informatique : Enjeux économiques et sociaux, Hatier, Paris, Collection J. BREMOND, 4e édition mise à jour, 336 pages.
- DA D. E. C.**, 1989, Application de la télédétection à la cartographie géomorphologique sur six sites au centre-nord du Burkina Faso, Mémoire de fin de cycle supérieur en télédétection appliquée, Ouagadougou, 53 pages.
- DA D. F. E. C.**, 1984, Recherches géomorphologiques dans le sud-ouest de la Haute-Volta : la dynamique actuelle en pays Lobi, Thèse de Doctorat de 3e cycle, ULP Strasbourg, 310 pages.
- DEBUSCHE G. et LACAZE B.**, 1976, Analyse critique des possibilités de traitement des données numériques Landsat 1 s'appliquant à un enregistrement du 26 Janv. 1973 du Bas-Languedoc (France), CNRS-CEPE Montpellier, Doc. n° 82, 121 pages.
- FRANQUIN P.**, 1967, La climatologie en Afrique Occidentale, ORSTOM, Paris, 153 pages.
- GRANDIN G.**, 1976, Aplanissements cuirassés et enrichissement des gisements de manganèse dans quelques régions d'Afrique de l'Ouest, Mémoire ORSTOM n° 82, ORSTOM, Paris, 275 pages.
- GOUNOT M.**, 1969, Méthode d'étude quantitative de la végétation, Masson, Paris, 314 pages.
- LAFRANCE P. et DUBOIS J-M.**, 1990, Apports de la télédétection à la lutte contre la sécheresse, John Libbey Eurotext, France, 283 pages.
- LASSERRE G., VENNETIER P. et autres**, 1978, Géomorphologie des reliefs cuirassés dans les pays tropicaux chauds et humides, C.E.G.T., C.N.R.S., Bordeaux, Talence Cedex France, 414 pages.
- MONNIER Y.**, 1990, La poussière et la cendre : Paysage, dynamique des formations végétales et stratégies des sociétés en Afrique de l'Ouest, 2e édition mise à jour, Ministère de la coopération et du développement, Paris, 267 pages.
- MOREL R.**, 1988, ORSTOM, Paris, Veille climatique satellitaire n° 22, 26-45 pages.
- MOREL R.**, 1988, Remarque à propos des facteurs locaux sur la baisse de la pluviométrie observée en Afrique de l'Ouest, ORSTOM, Paris, Veille climatique satellitaire n°23, 23-27 pages.
- OUADBA J. M.**, 1983, Essai d'analyse diachronique de l'occupation du sol en Haute-Volta par photo-interprétation et télédétection, UPS de Toulouse, France, Thèse de Doctorat de 3e cycle, 245 pages.
- OUEDRAOGO B.**, 1992, "Etablissement de carte hydrologique au 1/100 000 du bassin versant de Bomboré à partir de données de télédétection, Mémoire de fin de stage CYRETEL 92, Ouagadougou, 77 pages.

- PINCHEMEL P. et G.**, 1988, La face de la terre, A. Colin, Paris, 507 pages.
- PLANCHON O.**, 1991, Etude spatialisée des écoulements sur les versants et leurs conséquences sur l'hydrologie et l'érosion. Exemple en savane humide (Booro-Borotou), ORSTOM, Côte d'Ivoire, 340 pages.
- PONCET Y.**, 1986, Images spatiales et paysages sahélien, ORSTOM, Paris, Col. Travaux et Documents n° 200, 255 pages.
- RICHARD J. F.**, 1974, Paysage, écosystème et environnement : une approche géographique, ORSTOM, Abidjan Côte d'Ivoire, Centre d'Adiopodoumé, 28 pages.
- RICHARD J. F.**, 1988, Cartographie intégrée du milieu naturel : Réalisation et utilisation de la carte des paysages à 1/50 000, ORSTOM, Abidjan Côte d'Ivoire, 35 pages.
- RICHARD J. F.**, 1989, Méthode d'analyse des paysages. Un Système d'Information Géographique, ORSTOM, Paris, Col. Initiation, Document technique n° 72, 68 pages.
- RICHARD J. F.**, 1990, La dégradation des paysages en Afrique de l'Ouest, J. F. RICHARD, Dakar, 310 pages.
- ROUGERIE G.**, 1988, Géographie de la biosphère, A. Colin, Paris.
- TRICART J.**, Les méthodes d'analyse des systèmes en géographie physique, Ann. Géogr. n° 451, 335-336 pages.
- TRICART J. et KILIAN J.**, 1979, L'éco-géographie, Herodote, Paris, Col. Maspéro, 326 pages.
- ZOUNGRANA I.**, 1991, Recherches sur les aires pâturées du Burkina Faso, Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Bordeaux III, U.F.R. Aménagement et ressources naturelles.

REVUES ET BULLETINS

- Courrier de la planète : L'inventaire du paysage.** Juin 1993, n° 7, INRA, édition SONAGRAL, 31 pages.
- Environnement et développement,** n° 3, 1992, édition UNESCO, 16 pages.
- Grand Atlas du continent africain,** 1e édition, 1973, édition Jeune Afrique, Paris, 336 pages.
- L'ESPACE Géographique,** 1992, N° 4, Doin éditeurs, groupe Lamarre, Paris, pages 289 à 303.
- ORSTOM actualité,** 1992, n° 37, édition de l'ORSTOM, Bondy, Cedex, Paris, pages 20 à 25.
- ORSTOM actualité,** 1993, n° 39, édition de l'ORSTOM, 30 pages.
- S.I.G et Télédétection n° 8,** Jan. 1993, Scot Conseil, Parc Technologique du Canal-1, édition Hermès, 12 pages.
- S.I.G et Télédétection n° 8,** Sep. 1993, Scot Conseil : Actualité des systèmes d'information géographique et de la télédétection, Parc Technologique du Canal-1, édition Hermès, 16 pages.
- Recherches géologiques en Afrique,** n° 1 Travaux géologiques en Afrique de l'Ouest (68-71), Juillet 1972, édition du CNRS, 15, quai Anatole-France-Paris VIIe.
- Sécheresse, science et changements planétaires,** Mars 1993, n° 1, Vol. 4, pages 3 à 66.

DOCUMENTS TECHNIQUES

- BOULET R., Fauck, Kaloga, Leprun, Riquier et Vieillefon, 1971, Atlas international de l'Afrique de l'Ouest, IGN, Paris.**
- COOK, HAMMOND et KELL LTD, 1981, North-Western Africa, UNESCO, Paris.**
- EASTMAN R. et autres, 1990, Global change database project, Pilot project for Africa, Workbook, Clark University, Massachusetts, USA, 205 pages.**
- ESCOFFIER B., PAGES J., 1989, Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation, Dunod, 240 pages.**
- Grand Atlas du Continent Africain, 1976.**
- LORTIC B. et DANDOY G., 1991, Le recalage d'images par la procédure Recal, édition ORSTOM, Bondy, 102 pages.**
- ROUET P., 1991, Les données dans les systèmes d'information géographique, Hermès, Paris, 275 pages.**
- SOURIS M., 1990, SAVANE, Guide de l'administrateur, ORSTOM, Bondy, 109 pages.**
- SOURIS M., 1993, SAVANE : Système d'information géographique, édition ORSTOM, Département SUD, ORSTOM, Paris, 8 pages.**
- SOURIS M., 1990, MYGALE/PC, Guide de l'utilisateur, ORSTOM, Bondy, 109 pages.**
- SOURIS M., 1988, MYGALE, MYGALE/PC : la saisie graphique, ORSTOM-LIA, Bondy, Multigraphie, 51 pages.**
- WHITE F., 1986, Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique, Unesco/AETFAT/UNSO, ORSTOM-UNESCO, Paris, 384 pages.**

A N N E X E S

ANNEXE I

1- TABLEAU I : LEGENDE DES SYMBOLES

SYMBOLE	LEGENDE	THEME
a	Dépôts continentaux (sables, dunes)	Géologie
A&	Granites atectoniques } Granites des Taourirts	Géologie
A&v	Faciès subvolcanique } Granites des Taourirts	Géologie
b	dépôts marins (sables, grès, calcaire à microfaune marine, diatomites, argiles)	Géologie
B	Intrusions basiques post-hercyniennes	Géologie
C	carbonifère (calcaire, argiles, grès)	Géologie
CO	Cambro-Ordovicien indifférencié (grès, schistes)	Géologie
COi	Cambro-Ordovicien inférieur sédimentaire (grès, shales, jaspes, phanites, silstones, tillites)	Géologie
COivm	Cambro-Ordovicien inférieur volcano-sédimentaire métamorphique (série de Mbout) (quartzites, micaschistes)	Géologie
COS	Cambro-Silurien indifférencié (grès)	Géologie
COs-OS	Cambro-Ordovicien supérieur/Ordovicien supérieur (grès micacés, quartzitiques et feldspathiques)	Géologie
Cri	crétacé inférieur (continental intercalaire) (grès, sables, argiles versicolores)	Géologie
Crs	crétacé supérieur (marin ou continental) (dolomies, shales)	Géologie
C&	Granites atectoniques ou post-tectoniques	Géologie
C&s	Granites syntectoniques	Géologie
d	formations dunaires (sables)	Géologie
D	dévonien (grès, argiles, calcaire, alternance de grès et argiles)	Géologie
D&	Granites intrusifs à bords circonscrits	Géologie
D&s	Granites syntectoniques	Géologie
fdsp	Formations à dominante sédimentaire du Précambrien	Géologie
fsdg	Formations sédimentaires à dominante gréseuse du Primaire	Géologie
fsds	Formations sédimentaires à dominante sableuse du Tertiaire	Géologie
fsp1	Formations sédimentaires à calcaire, grès et argile du Primaire	Géologie
fsp2	Formations sédimentaires à grès et argile du Primaire	Géologie

fss	Formations sédimentaires du Secondaire	Géologie
fsq	Formations superficielles du QUATERNAIRE	Géologie
gjs	Granites jeunes du Secondaire	Géologie
gp	Granitoïdes du Précambrien	Géologie
ibph	Intrusions basiques post-hercyniennes du Primaire	Géologie
M-PI	mio-pliocène (sables blancs et jaunes)	Géologie
Os	ordovicien supérieur (grès quartzitiques, massifs ou lités)	Géologie
Pa	paléogène (sables, grès, shales, calcaire, argiles)	Géologie
PA	Formations sédimentaires (grès, schistes)	Géologie
PAm	Formations méta-sédimentaires (Groupe d'Ydouban-Gourna) (schistes argileux, grès, quartzites, calcaire, dolomie)	Géologie
PAvm	Formations volcano-sédimentaires métamorphiques (série d'Akjoujt) (sericito-schistes quartzito-schistes, quartzites, basaltes, andhésites)	Géologie
PC1	Formations sédimentaires (Tarkwaïen) (grès, granite)	Géologie
PC1V	Formations volcano-sédimentaires (série d'Aïoun Abd el Malek) (grès, arkoses, conglomérats, grauwackes)	Géologie
PC2	Ectinites d'origine sédimentaire } Birrimien	Géologie
PC2v	Ectinites d'origine volcano-sédimentaire } Birrimien	Géologie
PCm	Migmatites	Géologie
PD	Ectinites	Géologie
PDch	Faciès karnockitique	Géologie
PDm	Migmatites	Géologie
Pe-J	permo-jurassique (arkose, grès arkosique, argiles, marnes, grès calcaire)	Géologie
rb	Roches basiques	Géologie
rvsp	Roches volcano-sédimentaires du Précambrien	Géologie
S	silurien alternance de schistes et de grès)	Géologie
S-D	siluro-dévonien (grès variés, argilites)	Géologie
VC	Volcanisme Crétacé-actuel (Cameroun)	Géologie
Vm	Volcanisme mio-holocène (Cap-Vert, Plateau de Jos, Hoggar)	Géologie
Y&	Granites atectoniques	Géologie
Y&v	Faciès subvolcanique	Géologie
SAbD	Sols d'ablation des déserts	Pédologie
SAPD	Sols d'apport des déserts	Pédologie
SBE	Sols bruns eutrophes	Pédologie
SBRs	Sols bruns rouges subarides	Pédologie
SBSfa	Sols bruns subarides faiblement alcalisés	Pédologie

SBSv	Sols bruns subarides vertiques	Pédologie
sf	Sols ferrallitiques	Pédologie
SFfda	Sols ferrallitiques faiblement désaturés appauvris	Pédologie
SFfdr	Sols ferrallitiques faiblement désaturés remaniés	Pédologie
SFfdt	Sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques	Pédologie
SFfdtp	Sols ferrallitiques faiblement désaturés typiques pénévoués	Pédologie
SFfodh	Sols ferrallitiques fortement désaturés humifères	Pédologie
SFfodr	Sols ferrallitiques fortement désaturés remaniés	Pédologie
SFfodt	Sols ferrallitiques fortement désaturés typiques	Pédologie
SFmda	Sols ferrallitiques moyennement désaturés appauvris	Pédologie
SFmdh	Sols ferrallitiques moyennement désaturés humifères	Pédologie
SFmdr	Sols ferrallitiques moyennement désaturés remaniés	Pédologie
SFmdt	Sols ferrallitiques moyennement désaturés typiques	Pédologie
SFTc	Sols ferrugineux tropicaux concrétionnés	Pédologie
SFTh	Sols ferrugineux tropicaux humifères	Pédologie
SFTi	Sols ferrugineux tropicaux indurés	Pédologie
SFTlm	Sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux	Pédologie
SFTpl	Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés	Pédologie
SFTr	Sols ferrugineux tropicaux remaniés	Pédologie
sha	Sols halomorphes	Pédologie
SHaSAL	Sols halomorphes à structure non dégradée : sols à alcali lessivés	Pédologie
SHaSS	Sols halomorphes à structure non dégradée : sols salins	Pédologie
SHmg	Sols hydromorphes minéraux à gley	Pédologie
SHmo	Sols hydromorphes moyennement organiques	Pédologie
SHmpg	Sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley	Pédologie
shy	Sols hydromorphes	Pédologie
si	Sols isohumiques	Pédologie
sm	Sols à mull	Pédologie
smb	Sols minéraux bruts	Pédologie
SMBonc	Sols minéraux bruts d'origine non climatique en zone sèche	Pédologie
SMBoncf	Sols minéraux bruts d'origine non climatique en zone humide	Pédologie
spe	Sols peu évolués	Pédologie
SPEah	Sols peu évolués d'apport hydromorphe	Pédologie
SPEam	Sols peu évolués d'origine climatique (sols d'apport modaux)	Pédologie
SPEas-a	Sols peu évolués d'apport salés ou alcalisés	Pédologie

SPESr	Sols peu évolués d'origine non climatique (sols régiques)	Pédologie
SPEss	Sols peu évolués d'origine climatique (sols subdésertiques)	Pédologie
ss	Sols à sexquioxyde	Pédologie
v	Vertisols	Pédologie
VTden	Vertisols topomorphes à drainage externe nul	Pédologie
VLdep	Vertisols lithomorphes à drainage externe possible	Pédologie
DA	Désert absolu	Végétation
DCa	Désert côtier de l'Atlantique	Végétation
Dd	Dunes désertiques dépourvues de végétations pérennes	Végétation
Ddvp	Dunes désertiques à végétation pérenne	Végétation
f	Forêts	Végétation
fc	Forêts claires	Végétation
fbf	Formations buissonnantes et fourrés	Végétation
FCIS	Forêt claire indifférenciée soudanienne	Végétation
FCSI	Forêt claire soudanienne avec abondance d' <i>Isobertlinia</i>	Végétation
fd	Formations désertiques	Végétation
FHAs-d	Formations herbeuses et arbustives semi-désertiques	Végétation
FHBa	Formations herbeuses boisées à acacias et formations buissonnantes	Végétation
FM	Forêt marécageuse	Végétation
FMtfa	Forêt de montagne indifférenciée afromontagnarde	Végétation
FOPrh	Forêt ombrophile planitiaire : type relativement humide	Végétation
FOPrs	Forêt ombrophile planitiaire guinéo-congolaise : types relativement secs	Végétation
m	Mangrove	Végétation
M1a-2	Mosaïque de forêt ombrophile	Végétation
MCw-a	Mosaïque côtière ouest-africaine	Végétation
mft	mosaïque de forêts claires et transition	Végétation
MFCTj	Mosaïque du plateau de Jos	Végétation
MFCTm	Mosaïque du plateau de Mandara	Végétation
MFHEa	Mosaïque de formations herbeuses à acacias et arbres à larges feuilles	Végétation
MFHEvs-a	Formations herbeuses édaphiques avec végétations semi-aquatiques	Végétation
Mgr	Mangrove	Végétation
MFOPfhs	Mosaïque de formation ombrophile planitiaire et de formation herbeuse secondaire	Végétation
RHW	Regs, Hamadas, Wadis	Végétation
tmf	Transition et mosaïque de forêts	Végétation
Vh	Végétation halophytique	Végétation

vm	Végétation marécageuse	Végétation
VM	Végétation Montagnarde du Sahara	Végétation
VMH-VA	Végétation marécageuse herbacée et végétation aquatique	Végétation
vsd	Végétation semi-désertique	Végétation

2- TABLEAU II : RÉSULTATS BRUTS DU CROISEMENT VÉGÉTATION/PRECIPITATIONS

Feb 3 09:28

sortie.cah

1

LIBRARY ADDAD - VERS. 83 -

CLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE - METHODE DES VOISINS RECIPROQUES (CAHVR - 204)
AUTEUR : J. JUAN

OCARTE 1 - TITRE DE L'ANALYSE
CAH ANNUNCIATA

OCARTE 2 - PARAMETRES GENERAUX : NI, NJ, IOPT, LECIJ, STCAH
39 39 2 1 0

OCARTE 3 - OPTIONS : HISTO, DESCR, ARBRE
1 1 1

OCARTE 4 - NOMS DES VARIABLES :
FOPr Mla- MFOP FOPr Mgr FM MCw- FmtI FCSI FCIS MFCT MFCT MFHE FHBa VMH- MFHE FHAs RHW Ddvp DA
Dd DCa Vh VM 3000 2500 2000 4000 3500 1500 1250 1000 700- 500- 250- 100- 50-1 25-5 0-25

OCARTE 5 - FORMAT DES DONNEES :
(A4, 39F4.0)

SOMME DES INDICES DE NIVEAU 0.10932E+02

HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU DE LA HIERARCHIE

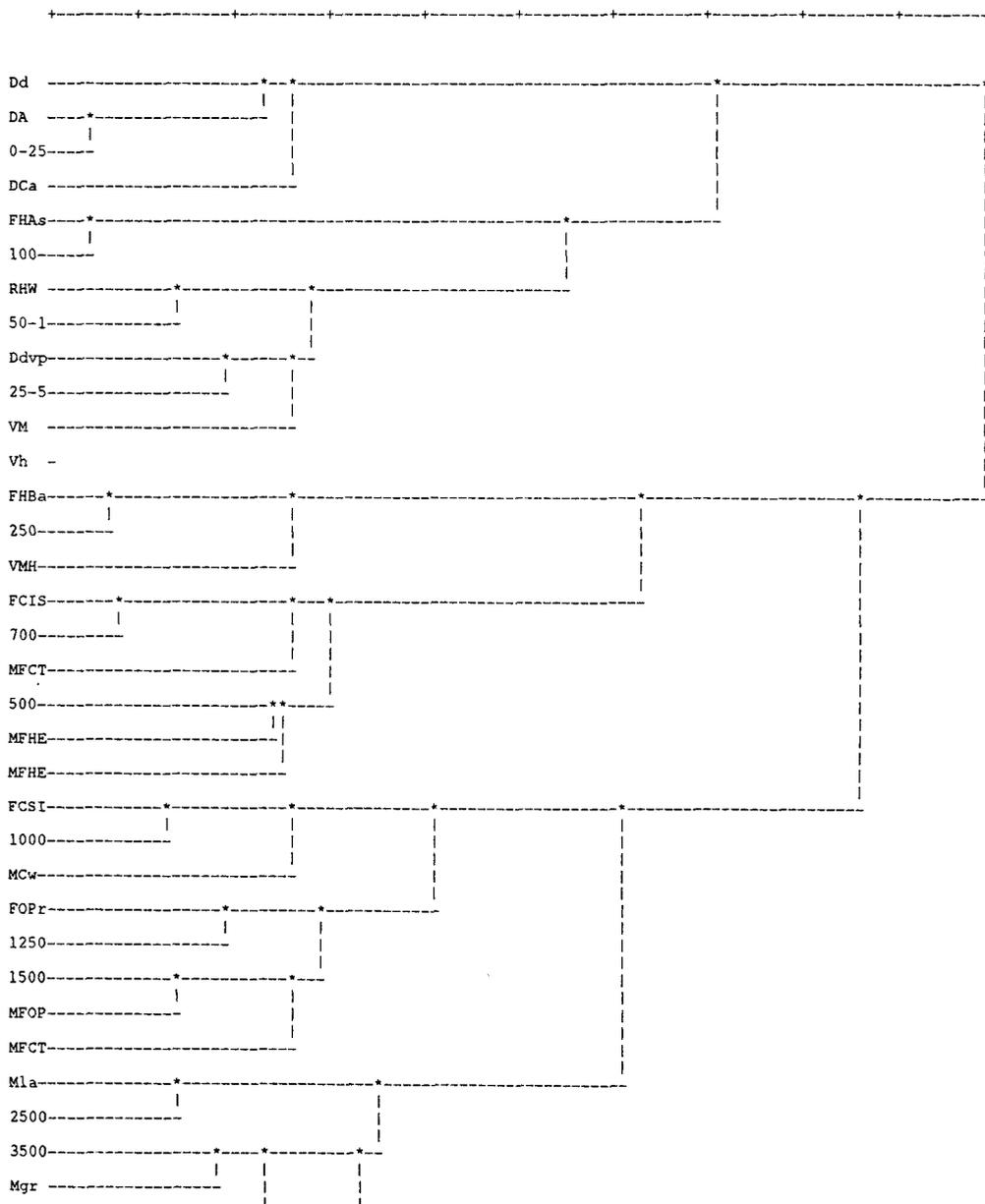
J	I(J)	A(J)	B(J)	T(J)	T(Q)	HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU DE LA HIERARCHIE
77	947	75	76	87	87	*****
76	824	74	73	75	162	*****
75	681	63	72	62	224	*****
74	600	58	68	55	279	*****
73	581	71	70	53	332	*****
72	524	41	66	48	380	*****
71	397	61	67	36	417	*****
70	333	48	69	30	447	*****
69	322	52	65	29	476	*****
68	287	60	56	26	503	*****
67	281	51	59	26	528	*****
66	271	47	62	25	553	*****
65	267	64	45	24	578	*****
64	253	8	54	23	601	*****
63	251	53	22	23	624	*****
62	249	57	23	23	646	*****
61	249	44	7	23	669	*****
60	249	43	12	23	692	*****
59	248	46	11	23	715	*****
58	248	42	15	23	737	*****
57	248	50	24	23	760	*****
56	237	55	13	22	782	*****
55	235	34	16	21	803	*****
54	231	25	6	21	824	*****
53	227	21	40	21	845	*****
52	221	49	28	20	865	*****
51	185	4	31	17	882	*****
50	182	19	38	17	899	*****
49	176	29	5	16	915	*****
48	142	2	26	13	928	*****
47	138	18	37	13	941	*****
46	136	30	3	12	953	*****
45	131	27	1	12	965	*****
44	125	9	32	11	976	*****
43	81	10	33	7	984	****
42	70	14	35	6	990	****
41	56	17	36	5	996	***
40	49	20	39	4	1000	***

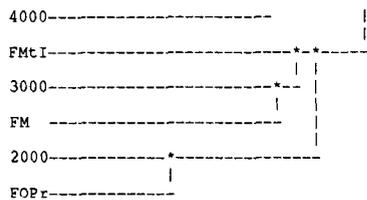
DESCRIPTION DES CLASSES DE LA HIERARCHIE

J	I(J)	A(J)	B(J)	P(J)	DESCRIPTION DES CLASSES DE LA HIERARCHIE
77	947	75	76	39	
76	824	74	73	27	FHBa 250- VMH- FCIS 700- MFCT 500- MFHE MFHE FCSI 1000 MCw- FOPr 1250 1500 MFOP MFCT Mla- 2500 3500 Mgr 4000 FmtI 3000 FM 2000 FOPr
75	681	63	72	12	Dd DA 0-25 DCa FHAs 100- RHW 50-1 Ddvp 25-5 VM Vh
74	600	58	68	9	FHBa 250- VMH- FCIS 700- MFCT 500- MFHE MFHE
73	581	71	70	18	FCSI 1000 MCw- FOPr 1250 1500 MFOP MFCT Mla- 2500 3500 Mgr 4000 FmtI 3000 FM 2000 FOPr
72	524	41	66	8	FHAs 100- RHW 50-1 Ddvp 25-5 VM Vh
71	397	61	67	8	FCSI 1000 MCw- FOPr 1250 1500 MFOP MFCT
70	333	48	69	10	Mla- 2500 3500 Mgr 4000 FmtI 3000 FM 2000 FOPr
69	322	52	65	8	3500 Mgr 4000 FmtI 3000 FM 2000 FOPr
68	287	60	56	6	FCIS 700- MFCT 500- MFHE MFHE
67	281	51	59	5	FOPr 1250 1500 MFOP MFCT
66	271	47	62	6	RHW 50-1 Ddvp 25-5 VM Vh
65	267	64	45	5	FmtI 3000 FM 2000 FOPr
64	253	8	54	3	FmtI 3000 FM
63	251	53	22	4	Dd DA 0-25 DCa
62	249	57	23	4	Ddvp 25-5 VM Vh
61	249	44	7	3	FCSI 1000 MCw-
60	249	43	12	3	FCIS 700- MFCT
59	248	46	11	3	1500 MFOP MFCT
58	248	42	15	3	FHBa 250- VMH-
57	248	50	24	3	Ddvp 25-5 VM

56	237	55	13	3	500- MFHE MFHE
55	235	34	16	2	500- MFHE
54	231	25	6	2	3000 FM
53	227	21	40	3	Dd DA 0-25
52	221	49	28	3	3500 Mgr 4000
51	185	4	31	2	FOPr 1250
50	182	19	38	2	Ddvp 25-5
49	176	29	5	2	3500 Mgr
48	142	2	26	2	M1a- 2500
47	138	18	37	2	RHW 50-1
46	136	30	3	2	1500 MFOP
45	131	27	1	2	2000 FOPr
44	125	9	32	2	FCSI 1000
43	81	10	33	2	FCIS 700-
42	70	14	35	2	FHBa 250-
41	56	17	36	2	FHAs 100-
40	49	20	39	2	DA 0-25

REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE





1FIN NORMALE DU PROGRAMME CAHVOR

3- TABLEAU III : RÉSULTATS BRUTS DU CROISEMENT VÉGÉTATION/SOLS

Feb 3 09:46

sortie.cah

1

IBIBLIOTHEQUE ADDAD - VERS. 63 -

OCCLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE - METHODE DES VOISINS RECIPROQUES (CAHVOR - 204)
AUTEUR : J. JUAN

OCARTE 1 - TITRE DE L'ANALYSE

CAH ANNUNCIATA

OCARTE 2 - PARAMETRES GENERAUX : NI,NJ,IOP,T,LECIJ,STCAH

62 62 2 1 0

OCARTE 3 - OPTIONS : HISTO,DESCRI,ARBRE

1 1 1

OCARTE 4 - NOMS DES VARIABLES :

SHaS SFmd SFmd SMBo SFfo SFmd SHmp SPEa SHmo SHmg SFfd SFfd SBSv SFmd SFfo SFfd SFfo VLde SFTp SHaS
SPEs SFTp SFTp 18 SFTc SFfd VTde SPEC SBE SFTI SFTI SMBo SBRS SBSf SPEa SAbD SApD SPEa FOPr Mla-
MFOP FOPr Mgr FM MCw- FMTI FCSI FCIS MFCT MFCT MFHE FHBA VMH- MFHE FHAS RHW Ddvp DA Dd DCA
Vh VM

OCARTE 5 - FORMAT DES DONNEES :

(A4, 62F4.0)

1

SOMME DES INDICES DE NIVEAU 0.16642E+02

HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU DE LA HIERARCHIE

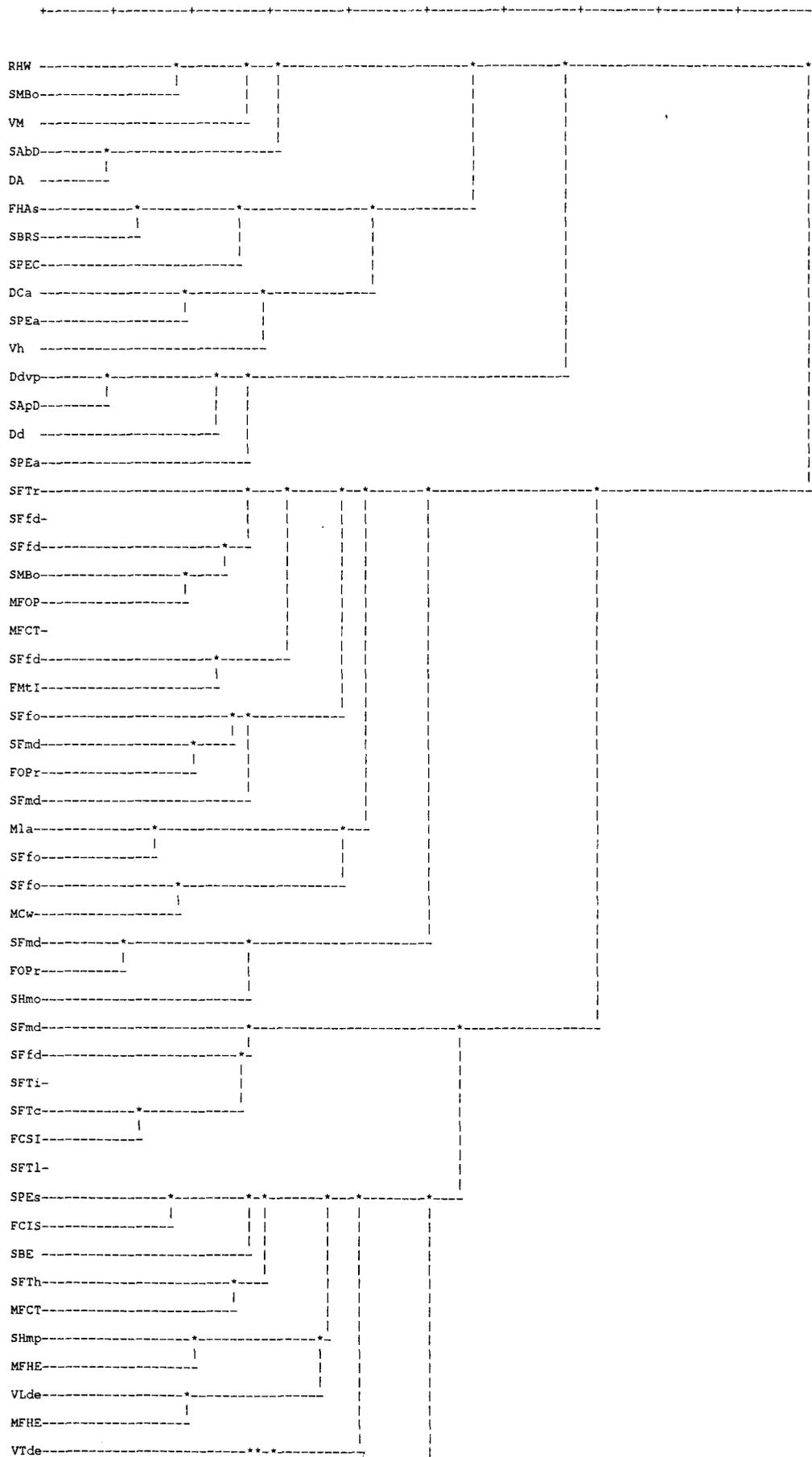
J	I(J)	A(J)	B(J)	T(J)	Q	
123	903	121	122	54	54	*****
122	652	118	119	39	93	*****
121	617	120	101	37	130	*****
120	506	107	116	30	161	*****
119	493	99	117	30	191	*****
118	460	115	94	28	218	*****
117	455	114	110	27	246	*****
116	392	88	104	24	269	*****
115	387	113	112	23	292	*****
114	371	111	106	22	315	*****
113	361	108	95	22	336	*****
112	357	69	71	21	358	*****
111	342	105	109	21	378	*****
110	335	73	68	20	398	*****
109	329	78	77	20	418	*****
108	291	100	80	18	436	*****
107	285	96	64	17	453	*****
106	275	103	83	17	469	*****
105	264	91	84	16	485	*****
104	263	76	61	16	501	*****
103	262	102	20	16	517	*****
102	253	93	10	15	532	*****
101	252	81	35	15	547	*****
100	250	97	50	15	562	*****
99	250	98	31	15	577	*****
98	249	61	89	15	592	*****
97	249	23	90	15	607	*****
96	249	72	62	15	622	*****
95	248	85	21	15	637	*****
94	247	65	91	15	652	*****
93	247	92	34	15	667	*****
92	246	27	86	15	681	*****
91	244	70	29	15	696	*****
90	244	12	82	15	711	*****
89	242	16	87	15	725	*****
88	240	67	28	14	740	*****
87	239	30	66	14	754	*****
86	236	75	13	14	768	*****
85	233	5	79	14	782	*****
84	226	22	49	14	796	*****
83	224	44	8	13	809	*****
82	221	11	74	13	823	*****
81	213	63	59	13	836	*****
80	209	26	46	13	848	*****
79	182	3	39	11	859	*****
78	182	7	54	11	870	*****
77	180	18	51	11	881	*****
76	179	60	38	11	891	*****
75	177	19	52	11	902	*****
74	176	4	41	11	913	*****
73	171	24	53	10	923	*****
72	167	56	32	10	933	*****
71	163	15	45	10	943	*****
70	160	21	48	10	952	*****
69	140	40	17	8	961	*****
68	136	43	1	8	969	*****
67	122	55	33	7	976	*****
66	121	25	47	7	984	*****
65	100	14	42	6	990	*****
64	89	36	58	5	995	*****
63	83	57	37	5	1000	*****

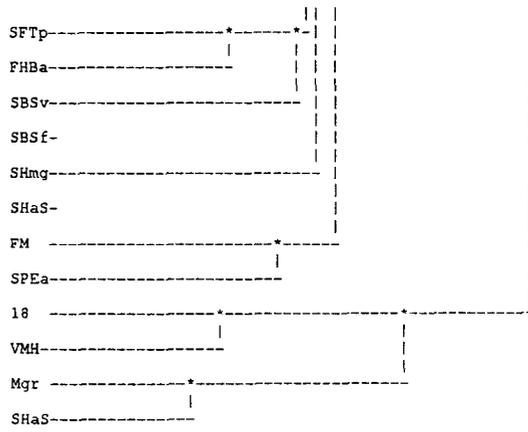
DESCRIPTION DES CLASSES DE LA HIERARCHIE

J	I(J)	A(J)	B(J)	P(J)	
123	903	121	122	62	
122	652	118	119	47	SFTp SFfd SFfd SMBo MFOP MFCT SFfd FMTI SFfo SFmd FOPr SFmd Mla- SFfo SFfo MCw- SFmd FOPr SHmo SFmd SFfd SFTI SFTc FCSI SFTI SFTI SFTI SBE SFTp MFCT SHmp MFHE VLde MFHE VTde SFTp FHBA SBSv SBSf SHmg SHaS FM SPEa 18 VMH- Mgr SHaS
121	617	120	101	15	RHW SMBo VM SAbD DA FHAs SBRS SPEC DCA SPEa Vh Ddvp SApD Dd SPEa
120	506	107	116	11	RHW SMBo VM SAbD DA FHAs SBRS SPEC DCA SPEa Vh
119	493	99	117	28	SFmd SFfd SFTI SFTc FCSI SFTI SFTI SBE SFTp MFCT SHmp MFHE VLde MFHE VTde SFTp FHBA SBSv SBSf SHmg SHaS FM SPEa 18 VMH- Mgr SHaS
118	460	115	94	19	SFTp SFfd SFfd SMBo MFOP MFCT SFfd FMTI SFfo SFmd FOPr SFmd Mla- SFfo SFfo MCw- SFmd FOPr SHmo
117	455	114	110	22	SPEs FCIS SBE SFTp MFCT SHmp MFHE VLde MFHE VTde SFTp FHBA SBSv SBSf SHmg SHaS FM SPEa 18 VMH- Mgr SHaS

116	392	88	104	6	FHAs SBRS SPEC DCa SPEa Vh
115	387	113	112	16	SFTr SFfd SFfd SMBo MFOP MFCT SFfd FMTI SFfo SFmd FOPr SFmd Mla- SFfo SFfo MCw-
114	371	111	106	18	SPEs FCIS SBE SFTh MFCT SHmp MFHE VLde MFHE VTde SFTp FHBa SBSv SBSf SHmg SHaS FM SPEa
113	361	108	95	12	SFTr SFfd SFfd SMBo MFOP MFCT SFfd FMTI SFfo SFmd FOPr SFmd
112	357	69	71	4	Mla- SFfo SFfo MCw-
111	342	105	109	9	SPEs FCIS SBE SFTh MFCT SHmp MFHE VLde MFHE
110	335	73	68	4	l8 VMH- Mgr SHaS
109	329	78	77	4	SHmp MFHE VLde MFHE
108	291	100	80	8	SFTr SFfd SFfd SMBo MFOP MFCT SFfd FMTI
107	285	96	64	5	RHW SMBo VM SAbD DA
106	275	103	83	9	VTde SFTp FHBa SBSv SBSf SHmg SHaS FM SPEa
105	264	91	84	5	SPEs FCIS SBE SFTh MFCT
104	263	76	61	3	DCa SPEa Vh
103	262	102	20	7	VTde SFTp FHBa SBSv SBSf SHmg SHaS
102	253	93	10	6	VTde SFTp FHBa SBSv SBSf SHmg
101	252	81	35	4	Ddvp SApD Dd SPEa
100	250	97	50	6	SFTr SFfd SFfd SMBo MFOP MFCT
99	250	98	31	6	SFmd SFfd SFTi SFTc FCSI SFTl
98	249	6	89	5	SFmd SFfd SFTi SFTc FCSI
97	249	23	90	5	SFTr SFfd SFfd SMBo MFOP
96	249	72	62	3	RHW SMBo VM
95	248	85	2	4	SFfo SFmd FOPr SFmd
94	247	65	9	3	SFmd FOPr SHmo
93	247	92	34	5	VTde SFTp FHBa SBSv SBSf
92	246	27	86	4	VTde SFTp FHBa SBSv
91	244	70	29	3	SPEs FCIS SBE
90	244	12	82	4	SFfd SFfd SMBo MFOP
89	242	16	87	4	SFfd SFTi SFTc FCSI
88	240	67	28	3	FHAs SBRS SPEC
87	239	30	66	3	SFTi SFTc FCSI
86	236	75	13	3	SFTp FHBa SBSv
85	233	5	79	3	SFfo SFmd FOPr
84	226	22	49	2	SFTh MFCT
83	224	44	8	2	FM SPEa
82	221	11	74	3	SFfd SMBo MFOP
81	213	63	59	3	Ddvp SApD Dd
80	209	26	46	2	SFfd FMTI
79	182	3	39	2	SFmd FOPr
78	182	7	54	2	SHmp MFHE
77	180	18	51	2	VLde MFHE
76	179	60	38	2	DCa SPEa
75	177	19	52	2	SFTp FHBa
74	176	4	41	2	SMBo MFOP
73	171	24	53	2	l8 VMH-
72	167	56	32	2	RHW SMBo
71	163	15	45	2	SFfo MCw-
70	160	21	48	2	SPEs FCIS
69	140	40	17	2	Mla- SFfo
68	136	43	1	2	Mgr SHaS
67	122	55	33	2	FHAs SBRS
66	121	25	47	2	SFTc FCSI
65	100	14	42	2	SFmd FOPr
64	89	36	58	2	SAbD DA
63	83	57	37	2	Ddvp SApD

REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE





IFIN NORMALE DU PROGRAMME CAHVOR

4- TABLEAU IV : RÉSULTATS BRUTS DU CROISEMENT SOLS/GÉOLOGIE

Feb 3 09:21

sortie.cah

IBIBLIOTHEQUE ADDAD - VERS. 83 -

OCCLASSIFICATION ASCENDANTE HIERARCHIQUE - METHODE DES VOISINS RECIPROQUES (CAHVR - 204)

AUTEUR : J. JUAN

1

OCARTE 1 - TITRE DE L'ANALYSE

CAH ANNUNCIATA

OCARTE 2 - PARAMETRES GENERAUX : NI,NJ,IOPT,LECIJ,STCAH

78 78 2 1 0

OCARTE 3 - OPTIONS : HISTO,DESCRI,ARBRE

1 1 1

OCARTE 4 - NOMS DES VARIABLES :

SHaS SFmd SFmD SMBo SFfo SFmd SHmp SPEa SHmo SHmg SFfd SFfd SBSv SFmd SFfo SFfd SFfo VLde SFTp SHaS
 SPEs SFTTh SFTTr l8 SFTc SFfd VTde SPEC SBE SFTi SFTl SMBo SBRS SBSf SPEa SAbD SApD SPEa PDM PD
 PDch b VC Pa D&s PA Cts M-PI PC2 PCm PC2v C& C&s B COs- PCl Cri D& COi A&
 PClv COiv PAVm Y& Vm s Y&v a D PAm d S-D Pe-J CO C OS COS A&v

OCARTE 5 - FORMAT DES DONNEES :

(A4, 78F4.0)

1

SOMME DES INDICES DE NIVEAU 0.20731E+02

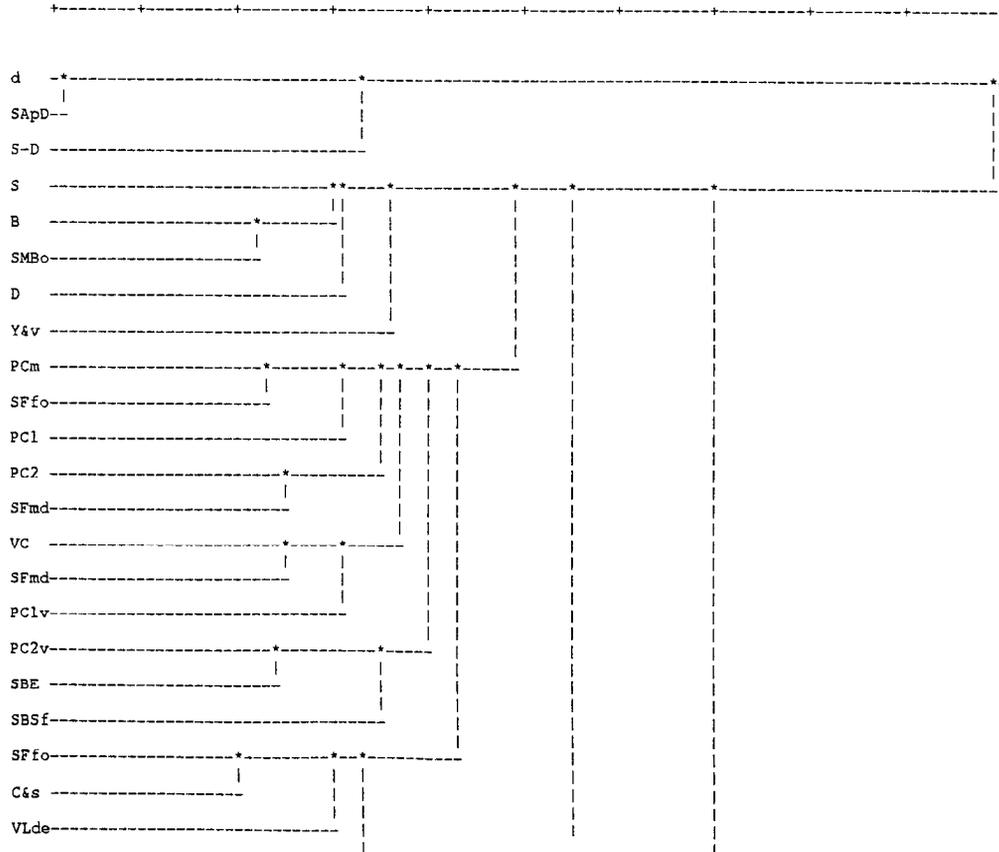
J	I(J)	A(J)	B(J)	T(J)	T(Q)	HISTOGRAMME DES INDICES DE NIVEAU DE LA HIERARCHIE
155	793	132	154	38	38	*****
154	563	149	153	27	65	*****
153	552	152	151	27	92	*****
152	508	140	150	25	117	*****
151	507	80	89	24	141	*****
150	475	148	146	23	164	*****
149	444	147	31	21	185	*****
148	436	130	133	21	206	*****
147	392	137	145	19	225	*****
146	362	144	141	17	243	*****
145	349	142	131	17	260	*****
144	342	143	90	16	276	*****
143	327	101	139	16	292	*****
142	324	138	134	16	308	*****
141	313	122	106	15	323	*****
140	310	93	126	15	338	*****
139	308	127	136	15	352	*****
138	297	135	114	14	367	*****
137	289	119	67	14	381	*****
136	283	128	24	14	394	*****
135	282	118	96	14	408	*****
134	282	92	34	14	421	*****
133	272	129	97	13	435	*****
132	268	79	72	13	448	*****
131	267	110	113	13	460	*****
130	266	125	65	13	473	*****
129	261	124	100	13	486	*****
128	255	105	98	12	498	*****
127	254	85	27	12	510	*****
126	252	123	12	12	523	*****
125	250	117	78	12	535	*****
124	249	121	76	12	547	*****
123	249	120	9	12	559	*****
122	249	115	64	12	571	*****
121	249	55	116	12	583	*****
120	249	103	112	12	595	*****
119	248	108	69	12	607	*****
118	248	88	56	12	619	*****
117	247	60	111	12	631	*****
116	247	73	82	12	643	*****
115	247	104	10	12	654	*****
114	247	95	61	12	666	*****
113	246	20	63	12	678	*****
112	245	26	84	12	690	*****
111	245	77	109	12	702	*****
110	242	107	23	12	714	*****
109	241	74	102	12	725	*****
108	239	66	87	12	737	*****
107	238	83	18	11	748	*****
106	235	94	13	11	760	*****
105	234	33	70	11	771	*****
104	232	22	99	11	782	*****
103	229	58	11	11	793	*****
102	223	52	86	11	804	*****
101	223	91	28	11	815	*****
100	222	41	15	11	825	*****
99	212	16	47	10	836	*****
98	209	59	30	10	846	*****
97	208	35	75	10	856	*****
96	206	49	14	10	866	*****
95	203	43	6	10	875	*****
94	196	3	44	9	885	*****
93	194	2	45	9	894	*****
92	194	51	29	9	904	*****
91	193	7	68	9	913	*****
90	190	21	46	9	922	*****
89	189	38	81	9	931	*****
88	189	50	5	9	940	*****
87	182	54	4	9	949	*****
86	170	40	32	8	957	*****
85	168	19	48	8	965	*****
84	167	25	39	8	973	*****
83	164	17	53	8	981	*****
82	150	36	57	7	988	*****
81	143	42	1	7	995	*****
80	78	62	8	4	999	*****
79	18	71	37	1	1000	*

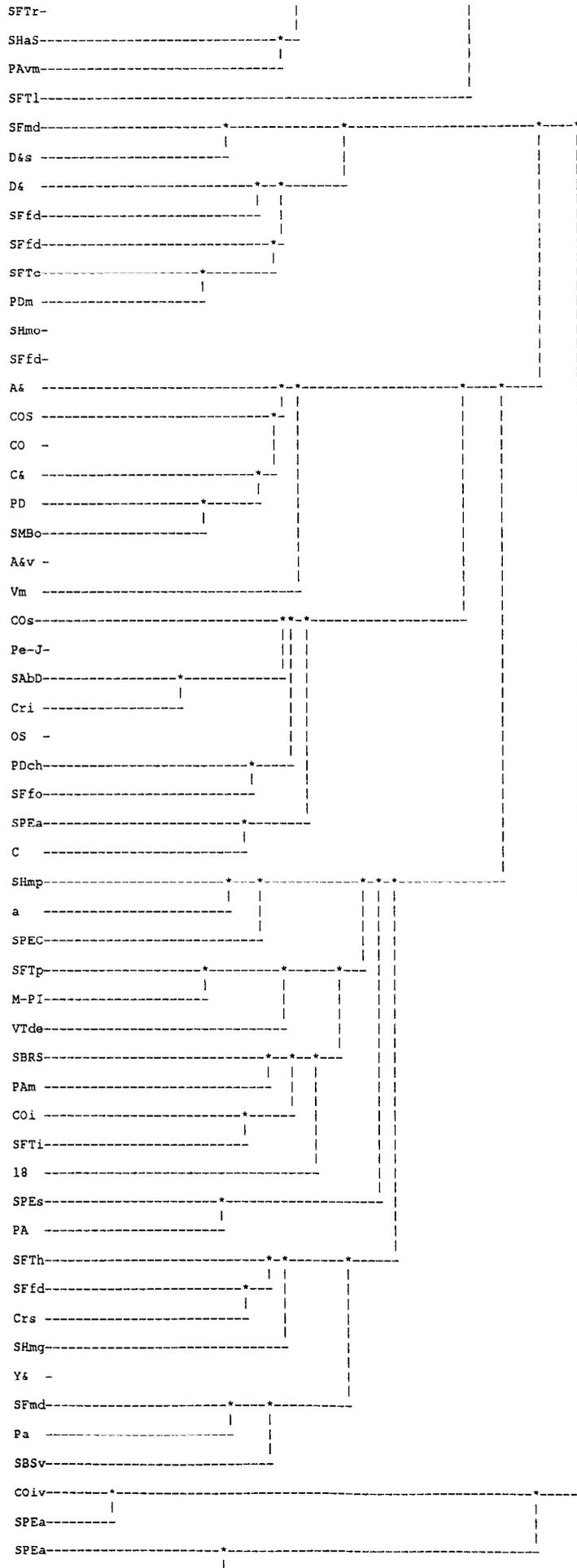
J	I(J)	A(J)	B(J)	P(J)	DESCRIPTION DES CLASSES DE LA HIERARCHIE
155	793	132	154	78	
154	563	149	153	75	S B SMBo D Y&v PCm SFfo PCl PC2 SFmd VC SFmd PClv PC2v SBE SBSf SFfo C&s

					VLde	SFTr	SHaS	PAvm	SFTl	SFmd	D&s	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm	SHmo	Sffd	A&	COS	CO	C&
					PD	SMBo	A&v	Vm	COs-	Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo	SPEa	C	SHmp	a	SPEC	SFTp	M-PI
					VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi	18	SPEs	PA	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&	SFmd	Pa	SBSv	COiv	SPEa
							SHaS															
153	552	152	151	52	SFmd	D&s	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm	SHmo	Sffd	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo	A&v	Vm	COs-
					Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo	SPEa	C	SHmp	a	SPEC	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi
					18	SPEs	PA	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&	SFmd	Pa	SBSv	COiv	SPEa	SPEa	b	SHaS		
152	508	140	150	47	SFmd	D&s	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm	SHmo	Sffd	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo	A&v	Vm	COs-
					Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo	SPEa	C	SHmp	a	SPEC	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi
					18	SPEs	PA	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&	SFmd	Pa	SBSv							
151	507	80	89	5	COiv	SPEa	SPEa	b	SHaS													
150	475	148	146	38	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo	A&v	Vm	COs-	Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo	SPEa	C	SHmp
					a	SPEC	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi	18	SPEs	PA	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&	SFmd
					Pa	SBSv																
149	444	147	31	23	S	B	SMBo	D	Y&v	PCm	SFfo	PC1	PC2	SFmd	VC	SFmd	PC1v	PC2v	SBE	SBSf	SFfo	C&s
					VLde	SFTr	SHaS	PAvm	SFTl													
148	436	130	133	17	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo	A&v	Vm	COs-	Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo	SPEa	C	
147	392	137	145	22	S	B	SMBo	D	Y&v	PCm	SFfo	PC1	PC2	SFmd	VC	SFmd	PC1v	PC2v	SBE	SBSf	SFfo	C&s
					VLde	SFTr	SHaS	PAvm														
146	362	144	141	21	SHmp	a	SPEC	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi	18	SPEs	PA	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&
					SFmd	Pa	SBSv															
145	349	142	131	17	PCm	SFfo	PC1	PC2	SFmd	VC	SFmd	PC1v	PC2v	SBE	SBSf	SFfo	C&s	VLde	SFTr	SHaS	PAvm	
144	342	143	90	13	SHmp	a	SPEC	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi	18	SPEs	PA					
143	327	101	139	11	SHmp	a	SPEC	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi	18							
142	324	138	134	11	PCm	SFfo	PC1	PC2	SFmd	VC	SFmd	PC1v	PC2v	SBE	SBSf							
141	313	122	106	8	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&	SFmd	Pa	SBSv										
140	310	93	126	9	SFmd	D&s	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm	SHmo	Sffd									
139	308	127	136	8	SFTp	M-PI	VTde	SBRS	PAm	COi	SFTi	18										
138	297	135	114	8	PCm	SFfo	PC1	PC2	SFmd	VC	SFmd	PC1v										
137	289	119	67	5	S	B	SMBo	D	Y&v													
136	283	128	24	5	SBRS	PAm	COi	SFTi	18													
135	282	118	96	5	PCm	SFfo	PC1	PC2	SFmd													
134	282	92	34	3	PC2v	SBE	SBSf															
133	272	129	97	9	COs-	Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo	SPEa	C									
132	268	79	72	3	d	SAPD	S-D															
131	267	110	113	6	SFfo	C&s	VLde	SFTr	SHaS	PAvm												
130	266	125	65	8	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo	A&v	Vm										
129	261	124	100	7	COs-	Pe-J	SAbD	Cri	OS	PDch	SFfo											
128	255	105	98	4	SBRS	PAm	COi	SFTi														
127	254	85	27	3	SFTp	M-PI	VTde															
126	252	123	12	7	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm	SHmo	Sffd											
125	250	117	78	7	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo	A&v											
124	249	121	76	5	COs-	Pe-J	SAbD	Cri	OS													
123	249	120	9	6	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm	SHmo												
122	249	115	64	5	SFTh	Sffd	Crs	SHmg	Y&													
121	249	55	116	4	COs-	Pe-J	SAbD	Cri														
120	249	103	112	5	D&	Sffd	Sffd	SFTc	Pdm													
119	248	108	69	4	S	B	SMBo	D														
118	248	88	56	3	PCm	SFfo	PC1															
117	247	60	111	6	A&	COS	CO	C&	PD	SMBo												
116	247	73	82	3	Pe-J	SAbD	Cri															
115	247	104	10	4	SFTh	Sffd	Crs	SHmg														
114	247	95	61	3	VC	SFmd	PC1v															
113	246	20	63	2	SHaS	PAvm																
112	245	26	84	3	Sffd	SFTc	Pdm															
111	245	77	109	5	COS	CO	C&	PD	SMBo													
110	242	107	23	4	SFfo	C&s	VLde	SFTr														
109	241	74	102	4	CO	C&	PD	SMBo														
108	239	66	87	3	S	B	SMBo															
107	238	83	18	3	SFfo	C&s	VLde															

106	235	94	13	3	SFmd Pa	SBSv
105	234	33	70	2	SRRS PAm	
104	232	22	99	3	SFTh SFfd Crs	
103	229	58	11	2	D& SFfd	
102	223	52	86	3	C& PD	SMB0
101	223	91	28	3	SHmp a	SPEC
100	222	41	15	2	PDch SFfo	
99	212	16	47	2	SFfd Crs	
98	209	59	30	2	COi SFTi	
97	208	35	75	2	SPEa C	
96	206	49	14	2	PC2 SFmd	
95	203	43	6	2	VC SFmd	
94	196	3	44	2	SFmd Pa	
93	194	2	45	2	SFmd D&s	
92	194	51	29	2	PC2v SBE	
91	193	7	68	2	SHmp a	
90	190	21	46	2	SPEs PA	
89	189	38	81	3	SPEa b	SHaS
88	189	50	5	2	PCm SFfo	
87	182	54	4	2	B	SMB0
86	170	40	32	2	PD	SMB0
85	168	19	48	2	SFTp M-PI	
84	167	25	39	2	SFTc PDM	
83	164	17	53	2	SFfo C&s	
82	150	36	57	2	SAbD Cri	
81	143	42	1	2	b	SHaS
80	78	62	8	2	COiv SPEa	
79	18	71	37	2	d	SAPD

REPRESENTATION DE LA CLASSIFICATION HIERARCHIQUE





Feb 3 09:21

sortie.cah

5

b -----
SHA5----- |

1FIN NORMALE DU PROGRAMME CAHVOR

1- LEGENDE DE LA CARTE GEOLOGIQUE NON SIMPLIFIEE

QUATERNAIRE

- d : formations dunaires (sables)
- a : Dépôts continentaux (sables, dunes)
- b : dépôts marins (sables, grès, calcaire à microfaune marine, diatomites, argiles)

TERTIAIRE

- M-PI : Mio-pliocène (sables blancs et jaunes)
- Pa : Paléogène (sables, grès, shales, calcaire, argiles)

SECONDAIRE

- Crs crétaé supérieur (marin ou continental) (dolomies, shales)
- Cri : Crétaé inférieur (continental intercalaire) (grès, sables, argiles versicolores)
- Pe-J : Permo-jurassique (arkose, grès arkosique, argiles, marnes, grès calcaire)

PRIMAIRE

- C : Carbonifère (calcaire, argiles, grès)
- D : Dévonien (grès, argiles, calcaire, alternance de grès et argiles)
- S-D : Siluro-dévonien (grès variés, argilites)
- S : Silurien (alternance de schistes et de grès)
- Os : Ordovicien supérieur (grès quartzitiques, massifs ou lités)
- COs-OS : Cambro-Ordovicien supérieur/Ordovicien supérieur (grès micacés, quartzitiques et feldspathiques)
- COi : Cambro-Ordovicien inférieur sédimentaire (grès, shales, jaspes, phanites, silstones, tillites)
- COivm : Cambro-Ordovicien inférieur volcano-sédimentaire métamorphique (série de Mbout) (quartzites, micaschistes)
- CO : Cambro-Ordovicien indifférencié (grès, schistes)
- COS : Cambro-Silurien indifférencié (grès)

PRECAMBRIEN A

- PA : Formations sédimentaires (grès, schistes)
- PAm : Formations méta-sédimentaires (Groupe d'Ydouban-Gourma) (schistes argileux, grès, quartzites, calcaire, dolomies)
- PAvm : Formations volcano-sédimentaires métamorphiques (série d'Akjoujt) (sericito-schistes, quartzito-schistes, quartzites, basaltes, andhésites, trachites, rhyolites)

PRECAMBRIEN C

- PC1 : Formations sédimentaires (Tarkwaïen) (grès, granite)
 - PC1V : Formations volcano-sédimentaires (série d'Aïoun Abd el Malek) (grès, arkoses, conglomérats, grauwackes)
 - PC2 : Ectinites d'origine sédimentaire } Birrimien
 - PC2v : Ectinites d'origine volcano-sédimentaire } Birrimien
 - PCm : Migmatites
- PRECAMBRIEN D
- PD : Ectinites

PDch : Faciès karnockitique
PDm : Migmatites

ROCHES ERRUPTIVES

FIN QUATERNAIRE- DEBUT TERTIAIRE

Vm : Volcanisme Mio-holocène (Cap-Vert, Plateau de Jos, Hoggar)

FIN QUATERNAIRE-TERTIAIRE-DEBUT SECONDAIRE

Vc : Volcanisme Crétacé-actuel (Cameroun)

FIN SECONDAIRE

Y& : Granites atectoniques

Y&v : Faciès subvolcanique

DEBUT PRIMAIRE

B : Intrusions basiques post-hercyniennes

PRECAMBRIEN A

A& : Granites atectoniques } Granites des Taourirts

A&v : Faciès subvolcanique } Granites des Taourirts

PRECAMBRIEN C

C& : Granites atectoniques ou post-tectoniques

C&s : Granites syntectoniques

PRECAMBRIEN D

D& : Granites intrusifs à bords circonscrits

D&s : Granites syntectoniques

2- LEGENDE DE LA CARTE DES SOLS NON SIMPLIFIEE

SOLS MINERAUX BRUTS

Sols minéraux bruts d'origine climatique

sols minéraux bruts des déserts

sols d'apport des déserts

1- sur sables éoliens

sols d'ablation des déserts

2- sur roches diverses

Sols minéraux bruts d'origine non climatique

sols minéraux bruts d'érosion

lithosols

3- sur roches diverses

4- sur cuirasses

5- sur matériau non différencié

SOLS PEU EVOLUES

Sols peu évolués d'origine climatique

sols subdésertiques

sols subdésertiques modaux

6- sur roches diverses

7- sur sables éoliens

Sols peu évolués d'origine non climatique

sols peu évolués d'érosion

sols régiques

8- sur matériau gravillonnaire

- 9- sur matériau caillouteux
- 10- sur grès argileux du Continental terminal et sur quartzites
- sols peu évolués d'apport
 - sols peu évolués d'apports modaux
 - 11- sur sables éoliens
 - sols peu évolués d'apports hydromorphes
 - 12- sur matériau sableux à niveau grossier sur granite
 - 13- sur matériau sablo-argileux à argilo-sableux
 - 14- sur alluvions sableuses à argilo-sableuses
 - sols peu évolués d'apports salés ou alcalisés
 - 15- sur dépôts marins ou lacustres à texture variée

ANDOSOLS

- Andosols des régions chaudes
 - 16- sur matériau basique issu de roches éruptives

VERTISOLS

- Vertisols topomorphes (à drainage externe nul)
 - vertisols topomorphes grumosoliques
 - vertisols topomorphes grumosoliques modaux
 - 17- sur alluvions argileuses
 - vertisols topomorphes non grumosoliques
 - vertisols topomorphes non grumosoliques modaux
 - 18- sur alluvions argileuses
 - vertisols topomorphes non grumosoliques à taches d'hydromorphie d'ensemble et à gley de profondeur
 - 19- sur alluvions argileuses
 - vertisols topomorphes non grumosoliques alcalisés
 - 20- sur alluvions argileuses
- Vertisols lithomorphes (à drainage externe possible)
 - Vertisols lithomorphes non grumosoliques
 - Vertisols lithomorphes non grumosoliques modaux
 - 21- sur matériau argileux
 - Vertisols lithomorphes non grumosoliques alcalisés
 - 22- sur matériau indifférencié

SOLS ISOHUMIQUES

- Sols isohumiques à complexe saturé
 - sols bruns subarides
 - sols bruns subarides modaux
 - 23- sur matériau sableux
 - sols bruns subarides vertiques
 - 24- sur matériau argilo-sableux
 - 25- sur alluvions argileuses
 - 26- sur matériau argileux issu de marnes
 - sols bruns subarides faiblement alcalisés
 - 27- sur matériau argilo-sableux
 - sols brun rouge subarides
 - 28- faciès peu différencié sur sables éoliens
 - 29- faciès modal sur sables éoliens

SOLS A MULL

- Sols à mull des régions tropicales
 - sols bruns eutrophes
 - sols bruns eutrophes modaux
 - 30- sur matériau argileux parfois graveleux
 - sols bruns eutrophes vertiques
 - 31- sur matériau argileux

sols bruns eutrophes ferruginisés
32- sur matériau indifférencié

SOLS A SEXQUIOXYDES ET A MATIERE ORGANIQUE RAPIDEMENT MINERALISEE

Sols ferrugineux tropicaux

- sols ferrugineux tropicaux non ou peu lessivés
 - sols ferrugineux tropicaux peu lessivés
 - 33- faciès peu différencié sur sables éoliens
 - 34- faciès modal sur sables éoliens
 - 35- faciès hydromorphe sur matériau sableux
- sols ferrugineux tropicaux lessivés
 - 36- sols ferrugineux tropicaux lessivés modaux
 - 37- sols ferrugineux tropicaux lessivés remaniés
 - 38- sols ferrugineux tropicaux lessivés concrétionnés
 - 39- sols ferrugineux tropicaux lessivés remaniés
 - 40- sols ferrugineux tropicaux lessivés hydromorphes
 - 41- sols ferrugineux tropicaux lessivés indurés

SOLS FERRALITIQUES

Sols ferralitiques faiblement désaturés

- sols ferralitiques faiblement désaturés typiques
 - 42- sols ferralitiques faiblement désaturés typiques modaux
 - 43- sols ferralitiques faiblement désaturés typiques indurés
- sols ferralitiques faiblement désaturés appauvris
 - 44- sols ferralitiques faiblement désaturés appauvris modaux
 - 45- sols ferralitiques faiblement désaturés appauvris indurés
- sols ferralitiques faiblement désaturés remaniés
 - 46- sols ferralitiques faiblement désaturés remaniés modaux
 - 47- sols ferralitiques faiblement désaturés remaniés indurés

Sols ferralitiques moyennement désaturés

- sols ferralitiques moyennement désaturés typiques
 - 48- sols ferralitiques moyennement désaturés typiques modaux et jaunes
 - 49- sols ferralitiques moyennement désaturés typiques faiblement rajeunis
 - 59- sols ferralitiques moyennement désaturés typiques faiblement appauvris
 - 51- sols ferralitiques moyennement désaturés humifères
- sols ferralitiques moyennement désaturés appauvris
 - 52- sols ferralitiques moyennement désaturés appauvris modaux
 - 53- sols ferralitiques moyennement désaturés appauvris jaunes
- sols ferralitiques moyennement désaturés remaniés
 - 54- sols ferralitiques moyennement désaturés remaniés modaux
 - 55- sols ferralitiques moyennement désaturés remaniés indurés
 - 56- sols ferralitiques moyennement désaturés remaniés rajeunis
 - 57- sols ferralitiques faiblement désaturés typiques pénévoués

Sols ferralitiques fortement désaturés

- sols ferralitiques fortement désaturés typiques
 - 58- sols ferralitiques fortement désaturés typiques modaux
 - 59- sols ferralitiques fortement désaturés typiques jaunes
 - 60- sols ferralitiques fortement désaturés typiques indurés
 - 61- sols ferralitiques fortement désaturés humifères
- sols ferralitiques fortement désaturés appauvris et lessivés
 - 62- sols ferralitiques fortement désaturés appauvris et lessivés modaux et jaunes
 - 63- sols ferralitiques fortement désaturés remaniés faiblement rajeunis

SOLS HYDROMORPHES

Sols hydromorphes moyennement organiques

- sols hydromorphes humiques à gley
 - 64- sols hydromorphes humiques à gley et à angor acide

Sols hydromorphes minéraux

- sols hydromorphes minéraux à gley
 - 65- sols hydromorphes minéraux à gley d'ensemble
 - 66- sols hydromorphes minéraux à gley de profondeur
- sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley
 - sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley à taches et à concrétions
 - 67- faciès modal
 - 68- faciès verticale

SOLS HALOMORPHES

Sols halomorphes à structure non dégradée

sols salins

69- sols salins à encroûtement

70- sols salins acidifiés

Sols halomorphes à structure dégradée

sols à alcali lessivés

71- solonetz à structure en colonnette de l'horizon B

72- solonetz à structure prismatique ou massive de l'horizon B

LISTE DE FICHIERS**1 - Informations contenues dans SAVANE**Chemin d'accès :

Ouaga login : savane

Password : africa

cmdtool - /bin / csh

ouaga% savane4

cliquer sur base choisir ouvrir

Nom de la base : africa

Utilisateur : remy

vue externe : essai

cliquer sur base, choisir back

cliquer sur list, choisir attributs et les informations suivantes apparaissent:

1* pedologie = données sur les cartes simplifiée et non simplifiée des sols

2* geologie = données sur les cartes simplifiée et non simplifiée de géologie

3* végétations = données sur les cartes simplifiée et non simplifiée de végétation

4. Cote = fond de carte de l'Afrique de l'Ouest.

6* pluvio = données sur les cartes simplifiée et non simplifiée des précipitations

57* veg/ped = données sur la carte de synthèse du croisement de végétation et sols.

58* veg/pluvio = données sur la carte de synthèse du croisement de végétation et précipitations

59* veg/ped/pl = données sur la carte de synthèse du croisement de végétation/sols et précipitations

60* veg/ped/pl/geol = données sur la carte de synthèse du croisement de végétation/sols/précipitations et géologie

61* relief = données sur la carte de relief.

2 - fichiers contenus dans microsoft-exel

NOM DE FICHIER	DONNÉES
f:\annoncia\cartes\geolo1.txt	Trames de la carte de géologie non simplifiée
f:\annoncia\cartes\geolo11.txt	Trames de la légende de la carte de géologie non simplifiée
f:\annoncia\cartes\geolo111.txt	Trames de la légende de la carte de géologie non simplifiée (suite)
f:\annoncia\cartes\geolo2.txt	Trames de la carte de géologie simplifiée
f:\annoncia\cartes\geolo21.txt	Trames de la légende de la carte de géologie simplifiée
f:\annoncia\cartes\gsvgl.txt	Trames de la carte de synthèse de géologie simplifiée/sols simplifiés/végétations/précipitations
f:\annoncia\cartes\gsvgl1.txt	Trames de la carte de synthèse de géologie simplifiée/sols simplifiés/végétations/précipitations
f:\annoncia\cartes\gsvgl11.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse de géologie simplifiée /sols simplifié /végétation/précipitations
f:\annoncia\cartes\gsvgl111.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse de géologie simplifiée /sols simplifié /végétation/précipitations
f:\annoncia\cartes\pluie1.txt	Trames de la carte des précipitations
f:\annoncia\cartes\pluie11.txt	Trames de la légende de la carte des précipitations
f:\annoncia\cartes\pluie11.txt	Trames de la carte de
f:\annoncia\cartes\relief.txt	Trames de la carte du relief
f:\annoncia\cartes\relief1.txt	Trames de la légende de la carte du relief
f:\annoncia\cartes\sols1.txt	Trames de la carte des sols non simplifiée
f:\annoncia\cartes\sols11.txt	Trames de la légende de la carte des sols non simplifiée
f:\annoncia\cartes\sols111.txt	Trames de la légende de la carte des sols non simplifiée (suite)
f:\annoncia\cartes\sols2.txt	Trames de la carte des sols simplifiée
f:\annoncia\cartes\sols21.txt	Trames de la légende de la carte des sols simplifiée
f:\annoncia\cartes\vege1.txt	Trames de la carte de végétation non simplifiée

f:\annoncia\cartes\vege11.txt	Trames de la légende de la carte de végétation non simplifiée
f:\annoncia\cartes\vege2.txt	Trames de la carte de végétation simplifiée
f:\annoncia\cartes\vege2l.txt	Trames de la légende de la carte de végétation simplifiée
f:\annoncia\cartes\vgped1.txt	Trames de la carte de synthèse de végétation/sols
f:\annoncia\cartes\vgped1l.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse végétation/sols
f:\annoncia\cartes\vgped2.txt	Trames de la carte de synthèse de végétation/sols (hors classification)
f:\annoncia\cartes\vgped2l.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse de végétation/sols (hors classification)
f:\annoncia\cartes\vgpedp11.txt	Trames de la carte de synthèse de végétation/sols/précipitations
f:\annoncia\cartes\vgpedp1l.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse de végétation/sols/précipitations
f:\annoncia\cartes\vgpl.txt	Trames de la carte de synthèse végétation/précipitations
f:\annoncia\cartes\vgpl1.txt	Trames de la carte de synthèse de végétation/précipitations (hors classification)
f:\annoncia\cartes\vgpl1l.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse de végétation/précipitations (hors classification)
f:\annoncia\cartes\vgpll.txt	Trames de la légende de la carte de synthèse de végétation/précipitations
f:\annoncia\tableau\geoal.xls	Tableau de contingence du croisement de géologie et relief
f:\annoncia\tableau\geosol2.xls	Tableau de contingence du croisement de géologie et sols (2e type de croisement)
f:\annoncia\tableau\vgsols1.xls	Tableau de contingence du croisement de végétation et sols (1er type de croisement)
f:\annoncia\tableau\vgsols2.xls	Tableau de contingence du croisement de végétation et sols (2e type de croisement)
f:\annoncia\tableau\vgpreci1.xls	Tableau de contingence du croisement de végétation et précipitations (1er type de croisement)

f:\annoncia\tableau\vgpreci2.xls	Tableau de contingence du croisement de végétation et précipitations (2e type de croisement)
----------------------------------	--

3 - fichiers contenus dans Corel PHOTO-PAINT

NOM DE FICHIER	DONNÉES (modèle de trames)
f:\annoncia\arbres\ahcesp.bmp	arbres courts + herbes courtes espacés
f:\annoncia\arbres\ahlgdens.bmp	arbres longs + herbes longues denses
f:\annoncia\arbres\courdens.bmp	arbres courts denses
f:\annoncia\arbres\couresp.bmp	arbres courts espacés
f:\annoncia\arbres\desert.bmp	herbes courtes très espacés
f:\annoncia\arbres\hedens.bmp	herbes longues denses
f:\annoncia\arbres\heesp.bmp	herbes longues espacées
f:\annoncia\arbres\hepdens.bmp	herbes petites denses
f:\annoncia\arbres\hepesp.bmp	herbes petites espacées
f:\annoncia\arbres\longbv.bmp	arbres longs bleus et verts
f:\annoncia\arbres\longdens.bmp	arbres longs denses
f:\annoncia\arbres\longesp.bmp	arbres longs espacés
f:\annoncia\arbres\mosa1.bmp	mosaïque d'arbres longs et d'arbres courts
f:\annoncia\arbres\mosa4.bmp	mosaïque d'arbres
f:\annoncia\arbres\mosaher.bmp	mosaïque d'herbes longues et d'herbes courtes
f:\annoncia\cr-raie\cr601020.bmp	croies inclinées à 60°, épaisseur 10, espacement 20
f:\annoncia\cr-raie\cr602040.bmp	croies inclinées à 60°, épaisseur 20, espacement 40
f:\annoncia\cr-raie\cr901010.bmp	croies, épaisseur 10, espacement 10
f:\annoncia\cr-raie\cr901020.bmp	croies, épaisseur 10, espacement 20
f:\annoncia\cr-raie\rah0205.bmp	raies horizontales, épaisseur 02, espacement 05
f:\annoncia\cr-raie\rah0210.bmp	raies horizontales, épaisseur 02, espacement 10
f:\annoncia\cr-raie\rah0510.bmp	raies horizontales, épaisseur 05, espacement 10
f:\annoncia\cr-raie\rah0515.bmp	raies horizontales, épaisseur 05, espacement 15

f:\annoncia\cr-raie\rah0530.bmp	raies horizontales, épaisseur 05, espacement 30
f:\annoncia\cr-raie\rah1010.bmp	raies horizontales, épaisseur 10, espacement 10
f:\annoncia\cr-raie\rah1030.bmp	raies horizontales, épaisseur 10, espacement 30
f:\annoncia\cr-raie\raiv0205.bmp	raies verticales, épaisseur 02, espacement 05
f:\annoncia\cr-raie\raiv0207.bmp	raies verticales, épaisseur 02, espacement 07
f:\annoncia\cr-raie\raiv0210.bmp	raies verticales, épaisseur 02, espacement 10
f:\annoncia\cr-raie\raiv0510.bmp	raies verticales, épaisseur 05, espacement 10
f:\annoncia\cr-raie\raiv0515.bmp	raies verticales, épaisseur 05, espacement 15
f:\annoncia\cr-raie\raiv0525.bmp	raies verticales, épaisseur 05, espacement 25
f:\annoncia\cr-raie\ro601020.bmp	raies inclinées à 60°, épaisseur 10, espacement 20
f:\annoncia\cr-raie\ro602040.bmp	raies inclinées à 60°, épaisseur 20, espacement 40
f:\annoncia\points\mosai1.bmp	mosaïque de points
f:\annoncia\points\p0203.bmp	points, diamètre 02, espacement 03
f:\annoncia\points\p0204.bmp	points, diamètre 02, espacement 04
f:\annoncia\points\p0307.bmp	points, diamètre 03, espacement 07
f:\annoncia\points\p0314.bmp	points, diamètre 03, espacement 14
f:\annoncia\points\p08.bmp	points, diamètre 08, espacement 08
f:\annoncia\points\p12.bmp	points, diamètre 12, espacement 12
f:\annoncia\points\p14.bmp	points, diamètre 02, espacement 14
f:\annoncia\points\p25.bmp	points, diamètre 02, espacement 25
f:\annoncia\points\p312.bmp	points, diamètre 3, espacement 12
f:\annoncia\points\p50.bmp	points, diamètre 02, espacement 50
f:\annoncia\ronds\divers.bmp	mosaïque de ronds
f:\annoncia\ronds\ro0816.bmp	ronds, diamètre 08, espacement 16
f:\annoncia\ronds\ro0820.bmp	ronds, diamètre 08, espacement 20
f:\annoncia\ronds\ro1015.bmp	ronds, diamètre 10, espacement 15
f:\annoncia\ronds\ro1020.bmp	ronds, diamètre 10, espacement 20
f:\annoncia\ronds\ro1225.bmp	ronds, diamètre 12, espacement 25

4 - Fichiers contenus dans commade MS-DOS

Nom de fichiers	Données
f:/annoncia>cartrame cartram.pak	cartes à tramer
f:\annoncia>cartrame run.bat	pour tramer les cartes
f:\annoncia>cartrame runl.bat	pour tramer les légendes des cartes

5 - Fichiers contenus dans CorelDRAW

NOM DE FICHIER	DONNÉES
f:\annoncia\corel\cartes.cdr	Fond de carte de l'Afrique de l'Ouest
f:\annoncia\corel\legende.cdr	maquette des légendes

GLOSSAIRE

- Analyse spatiale : Ensemble des traitements de l'information permettant de comprendre la structure et les relations fonctionnelles d'objets distribués géographiquement.
- Attribut : Caractéristique non graphique associé à un point, une ligne ou une aire (élément de base de l'information sémantique appelé aussi "variable"). Un attribut prend selon les objets différentes valeurs (appelées aussi modalités").
- Base de données : Ensemble d'informations exhaustives et non redondantes nécessaires à une série d'applications automatisées et connues par un système logiciel qui en assure la gestion (dictionnaire de l'informatique ; Morvan, 1981).
- Banque de données : une base de données particulière au sein de laquelle les relations peuvent faire l'objet d'une interrogation directe et constituer une information supplémentaire (Legros).
- Carte : "Une carte est une image, représentation du Monde ou d'une partie du Monde" (Brunet, 1987).
"Une carte est une représentation géométrique plane, simplifiée et conventionnelle, de tout ou partie de la surface terrestre, dans un rapport de similitude convenable qu'on appelle échelle" (Joly, 1985).
- Cartographie automatique : Processus de dessin de cartes à l'aide d'un ordinateur sur un écran, une imprimante ou une table traçante. Ce terme n'inclut pas nécessairement les traitements sur les données de base collectées sur le terrain.
- Format TIFF : (Tag Image File Format) Format flexible pour stocker des images bit-map dont la résolution et le nombre de couleurs ou de niveau de gris sont divers.