

ETUDE ECODYNAMIQUE DE LA REGION DE MARADI (NIGER).
UN EXEMPLE D'APPLICATION A LA LUTTE CONTRE LA SECHERESSE.

Ecodynamical study of the Maradi area (Niger).
An example of application to the struggle against drought.

J. P. BLANCK*

ABSTRACT

The ecodynamic study of the "Experimental Ecological Unit" (E.E.U.) of the Maradi region, carried out as part of a program focusing on the problem of aridity in tropical environments, was based on a system approach. The method used is explained through the description of the different steps of the study and by showing the successive integration degrees of the data. The dynamics of the E.E.U. environments are governed by four factors : the climate and particularly by the irregularity and strength of the rains; the settling conditions of the materials; their morphogenic and pedogenic evolution marked by the alternation of arid climates and climates more humid than the present day; the land use marked by a considerable increase of the millet cultivation.

The third part of this article covers the different ecodynamic units, classed according to their degree of sensitivity. In most cases these were subdivided into sub-units in order to emphasize both their common features and the factors responsible for the degradation of the environment. The following were defined for each unit : geomorphological environment, pedogenesis, hydric behaviour, soil use, vegetation, existing dynamics and the degree of sensibility.

RESUME

L'étude écodynamique de l'Unité Ecologique Expérimentale (U.E.E.) de la région de Maradi, effectuée dans le cadre d'un programme de lutte contre l'aridité en milieu tropical, a été menée selon une approche systémique. La méthode utilisée est exposée en décrivant les différentes étapes de l'étude et en montrant les degrés d'intégration successive des données. La dynamique des milieux de l'U.E.E. est commandée par quatre facteurs : le climat, en particulier l'irrégularité et l'intensité des pluies; les conditions de mise en place des matériaux; leur évolution morphogénétique et pédogénétique, marquée par l'alternance de périodes de climat aride et de climat plus humide que l'actuel; l'occupation du sol avec l'extension considérable de la culture du mil.

* Centre de Géographie Appliquée, Université Louis-Pasteur, 3, rue de l'Argonne, 67083
Strasbourg Cedex.

La troisième partie de cet article est consacrée à la présentation des différentes unités écodynamiques, classées en fonction de leur degré de sensibilité. Celles-ci ont été, pour la plupart, subdivisées en sous-unités afin de faire ressortir leurs caractères communs d'une part, et les facteurs responsables de la dégradation du milieu d'autre part. Pour chaque unité ont été précisés : le milieu géomorphologique, la pédogénèse, le comportement hydrique, l'occupation du sol, la végétation, la dynamique actuelle, le degré de sensibilité.

Depuis la sécheresse des années 1968-1973 au Sahel, dont le souvenir est encore présent dans toutes les mémoires, ces régions et d'autres ont à nouveau connu ces mêmes vicissitudes. Ce fut le cas en 1980 et en 1983 où la sécheresse a fait d'autres victimes.

Ce phénomène est un véritable fléau pour toutes les régions situées dans les zones arides ou semi-arides qui couvrent le tiers de la surface des continents.

L'analyse des données climatiques et hydrologiques - à partir des mesures effectuées dans les quelques stations en fonctionnement depuis le début du siècle - montre que la sécheresse sahélienne est un phénomène récurrent, d'une périodicité d'environ 30 ans. D'après SIRCOULON, celle-ci serait de 50 ans pour une période de sécheresse comparable à celle de 1968-1973.

Le problème est là. Les périodes de sécheresse font partie intégrante du climat sahélien. Il est donc nécessaire d'en tenir compte dans toute politique d'aménagement qui doit viser à éviter des effets aussi catastrophiques que ceux dont ont souffert récemment tous les pays du Sahel.

Ces objectifs ne pourront être atteints qu'en s'appuyant sur une bonne connaissance des milieux sahéliens. L'*Ecodynamique*, menée selon une approche systémique, peut contribuer efficacement à y parvenir.

L'étude de la région de Maradi (Niger) ⁽¹⁾, conduite dans cette optique, nous fournit un exemple à partir duquel nous examinerons l'aspect

(1) Cette étude a été réalisée dans le cadre de l'Action Complémentaire Coordonnée "Lutte contre l'aridité en milieu tropical" de la Délégation Générale à la Recherche Scientifique et Technique (D.G.R.S.T.). Dans cette action de caractère pluridisciplinaire ont été associés les organismes suivants : Centre de Géographie Appliquée (C.G.A.) de Strasbourg, le Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale (G.E.R.D.A.T.), le Laboratoire de Géographie Physique de l'Université de Reims et l'Université de Bordeaux II. L'étude a été réalisée en trois temps : en janvier 1976, la reconnaissance d'un quadrilatère de 100.000 hectares entre Mayabi et Tchadwa. En novembre 1976, une mission a été consacrée à l'étude de la dynamique hydrique et en mars-avril 1977 a été effectuée l'étude détaillée du secteur choisi comme "Unité Ecologique Expérimentale" (U.E.E.) d'une surface de 4500 hectares située à environ 80 km au NE de Maradi et englobant les terroirs des trois villages de Serkin-Haousa, Guidan-Ango et Azazala (13°50' lat. N, 7°37' long. E). Ont participé à cette étude CLOOTS-HIRSCH, GOBERT & MINAUD.

méthodologique, puis les facteurs déterminants de la dynamique des milieux de cette région. Enfin, les unités écodynamiques ainsi définies et délimitées seront présentées en fonction de leur degré de sensibilité.

METHODOLOGIE

L'objet de l'écodynamique, tel que l'a défini TRICART (1976), est d'étudier "la dynamique de notre habitat telle qu'elle est, donc en y incluant toutes les modifications qu'elle a pu subir directement ou indirectement du fait de l'homme".

Il s'agit donc de déterminer et d'étudier les composantes des différents milieux, considérés comme des systèmes, de dégager les interactions entre elles d'une part et avec d'autres forces (processus morphogéniques, actions de l'homme) d'autre part. Ceci permet de connaître la dynamique de chaque milieu et donc d'en déduire son degré de sensibilité vis-à-vis de la modification de l'une ou de plusieurs composantes.

L'étude de l'Unité Ecologique Expérimentale (U.E.E.) de la région de Maradi se situe au niveau de l'étude détaillée. Elle met donc l'accent sur les phénomènes locaux, tout en prenant soin de les replacer dans leur contexte régional.

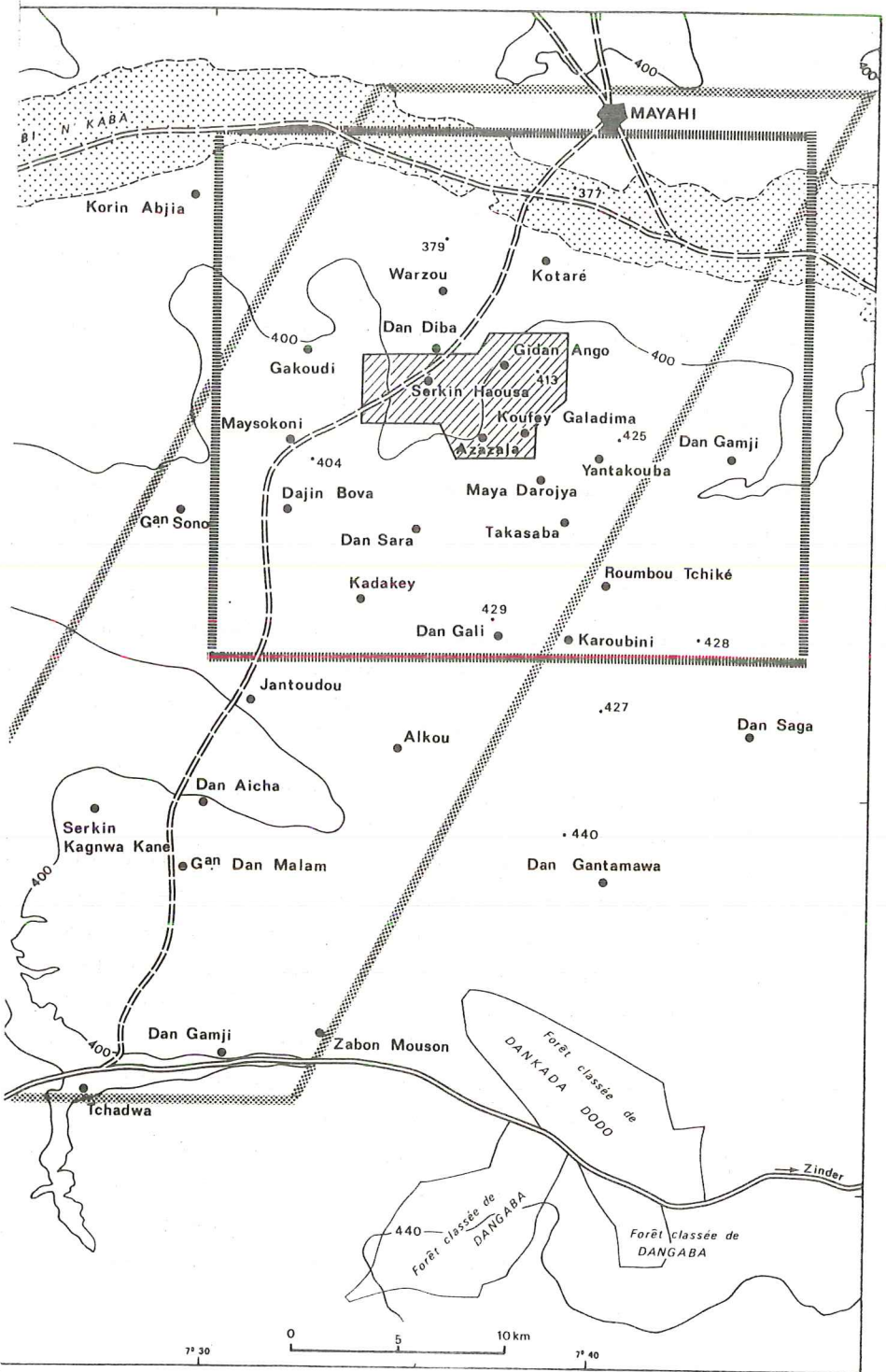
1. Documentation de base

Un jeu de photographies aériennes panchromatiques noir et blanc, à l'échelle du 1/10.000e, constituait le principal document de base. Ces photographies ont été prises en décembre 1976 (début de la saison sèche), soit quelques mois avant les levés de terrain. Nous avons ainsi disposé d'un document précis et récent sur le réseau de pistes et de chemins et sur l'occupation du sol.

Une mission plus ancienne (novembre 1957) de photographies aériennes panchromatiques noir et blanc également, mais à l'échelle du 1/50.000e, nous a fourni un état de la situation de la région avant la sécheresse. La comparaison avec la situation actuelle a permis de mettre en évidence l'évolution du milieu dans un laps de temps qui, en prospective, correspond au moyen terme.

2. Travaux sur le terrain

Les travaux sur le terrain à l'intérieur de l'Unité Ecologique Expérimentale (U.E.E.) ont été effectués en deux étapes :



des secteurs étudiés.

- Une première mission s'est déroulée à la fin de la saison de pluies (novembre 1976) avec pour objectif l'étude de l'action des eaux de surface d'une part, la mesure de la teneur en eau des sols (lato sensu) dans les 50 cm supérieurs d'autre part,
- Une deuxième mission, plus longue (mars-avril 1977), a été consacrée à l'étude écodynamique proprement dite.

Les travaux de terrain ont été menés selon une approche systémique. Notre démarche a donc consisté, selon un cheminement dialectique, à analyser les différentes composantes du milieu, à étudier les interactions entre les différents facteurs et à examiner chaque milieu dans son ensemble, dans sa globalité, y compris les rapports avec les milieux voisins.

Dans cette optique, nous avons procédé en premier lieu à une reconnaissance détaillée du secteur environnant l'U.E.E. (environ 50.000 hectares) (Fig. 1). Cette reconnaissance nous a permis de mettre en place les grandes unités morphopédologiques, les différents dépôts quaternaires ainsi que les étapes principales de l'évolution géomorphologique de ce secteur dans lequel est incluse l'U.E.E. Elle nous a permis également de faire la part des caractères spécifiques à l'U.E.E. et de ceux qui ont un intérêt régional.

Puis, nous avons concentré nos travaux à l'intérieur du périmètre de l'U.E.E. Dans ce milieu dunaire, homogène tant du point de vue granulométrique que pétrographique, nous avons recherché les critères discriminants pour les formations superficielles et les sols. L'étude des sols étant effectuée par l'I.R.A.T. ⁽¹⁾, nous nous sommes limités à prendre en considération les différents types de pédogénèse ainsi que les indices pédogénétiques significatifs pour l'évolution géomorphologique et pour l'écodynamique (consistance, bandes ferrugineuses, limites entre les horizons, revêtements d'argiles). Comme l'étude pédologique a précédé notre arrivée sur le terrain, nous avons pu bénéficier des fosses ouvertes à cet effet. Il est cependant regrettable que les études pédologiques et écodynamiques ne se soient pas déroulées simultanément, ce qui aurait permis d'acquérir une connaissance plus approfondie des interactions entre la pédogénèse et les processus morphogéniques. Nous avons donc mis l'accent sur la détermination des conditions de mise en place des matériaux et de leur évolution postérieure, ce qui nous a conduit à

(1) I.R.A.T. : Institut de Recherches en Agronomie Tropicale, regroupé au sein du GERDAT.

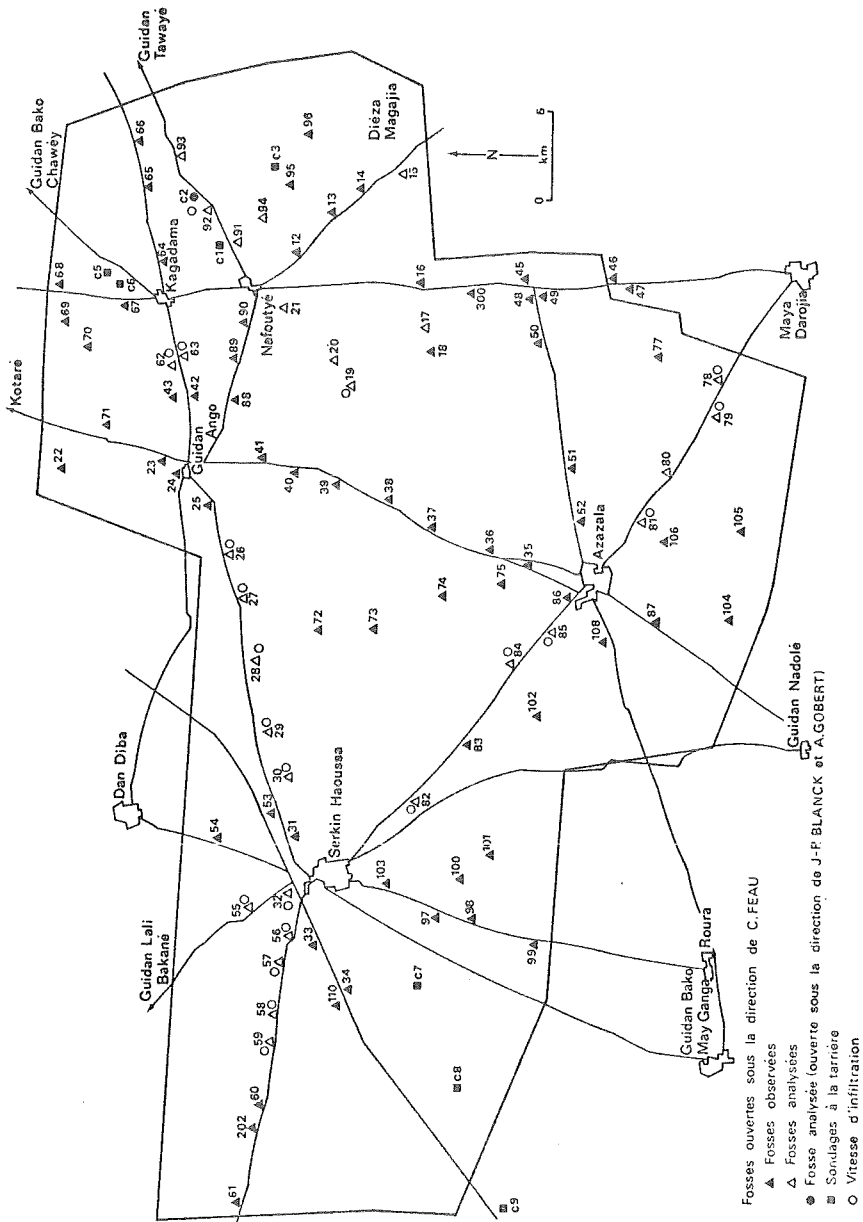


Fig. 2 : Localisation (des sites) de profil et de mesure.

distinguer plusieurs unités morphopédologiques, telles que les a définis KILIAN (1974).

La dynamique actuelle est commandée par l'action combinée des eaux de surface (objet de la première mission) et du vent. Nous nous sommes appuyés sur l'observation minutieuse des microformes pour la détermination des différents types de phénomènes et de leur intensité. Ces observations ont été effectuées systématiquement pour toutes les unités morphopédologiques représentées par une fosse. Elles ont été complétées par des observations comparatives - à l'intérieur d'une même unité - en relation avec l'occupation du sol (champs de mil et jachères). D'autre part, toute modification observée de la dynamique actuelle a été assortie d'une recherche - sur le terrain - de la (ou des) cause(s).

Nous avons également dû constater, au cours de cette mission, l'importance du durcissement de certains matériaux à la fin de la saison sèche. Ceci nous a amené à faire quelques mesures de la vitesse d'infiltration selon la méthode des cylindres de BURGER. Ces mesures ont été effectuées sur 22 sites représentatifs (Fig. 2), chacun étant situé à proximité d'une fosse analysée et échantillonnée. Sur chaque site la vitesse d'infiltration a été mesurée dans trois cylindres, disposés en triangle équilatéral d'environ 1 m de côté, suivant la méthode expérimentée par l'auteur dans les "Llanos centrales" du Vénézuéla.

Ainsi, après avoir examiné chaque composante - individuellement puis replacée dans le système - nous avons établi un diagnostic sur chaque milieu en tenant compte de toutes les informations disponibles, y compris les observations faites à la fin de la saison des pluies sur la dynamique hydrique, la répartition de l'humidité dans les sols, l'aspect de la végétation. Cette même démarche a été suivie pour toutes les observations qui ont été faites, aussi bien à partir des fosses pédologiques (100) que des sondages à la tarière (20).

La méthode des transects a également été utilisée de façon complémentaire afin de déterminer les facteurs responsables des modifications de la dynamique : topographie, contact entre deux unités morphopédologiques, occupation du sol, granulométrie, etc ...

Enfin, une représentation spatiale des milieux et des phénomènes était nécessaire. Pour ce faire, nous avons procédé, au cours de travaux sur le terrain, à une confrontation systématique des photographies aériennes avec le terrain afin d'établir des "clés" d'interprétation à

partir desquelles ont pu être tracées les limites des unités morphopédologiques et a pu être figurée l'extension des processus morphogéniques actuels. Nous avons procédé :

- par détermination de la teinte et de la texture de l'image de chaque élément du paysage⁽¹⁾ afin de pouvoir l'identifier. Il en a été de même pour les processus,
- par détermination des répercussions sur l'image, des modifications ou des variations de l'une ou l'autre composante d'un milieu donné,
- et, réciproquement, l'observation d'une variation de la teinte, par exemple, d'un milieu identifié a donné lieu à une confrontation avec le terrain afin d'en rechercher la (ou les) cause(s).

3. Elaboration de la carte écodynamique

La carte écodynamique "a pour objet de contribuer à définir un degré de sensibilité de notre habitat vis-à-vis des phénomènes spontanés comme vis-à-vis de nos interventions" (TRICART, 1976). Une fois établi le diagnostic du degré de sensibilité, basé sur la connaissance de la dynamique, il est nécessaire de délimiter la portion de territoire à laquelle il s'applique. La représentation spatiale de la dynamique des milieux requiert de recourir à une démarche plus analytique, constituée entre autres par l'établissement de cartes sur lesquelles seront représentées une ou plusieurs composantes - étroitement liées entre elles - de cette dynamique. Le but recherché est d'arriver soit à des regroupements d'unités, soit à subdiviser certaines unités afin d'aboutir à délimiter des aires équiprobématiques. Par exemple, dans la région de Maradi, l'erg ancien est constitué par différents types de dunes plus ou moins remaniées, associées à des cuvettes interdunaires dont certaines sont inondables, et à des glacis. La couverture sableuse est plus épaisse à l'Ouest qu'à l'Est de l'U.E.E., et l'évolution géomorphologique dans ces deux secteurs a été différente. La cartographie de ces faits géomorphologiques a abouti à subdiviser le système de l'erg ancien en plusieurs sous-systèmes, chacun étant constitué par l'association d'un certain nombre de formes et de processus, qui lui confèrent un caractère spécifique.

Les levés de terrain, complétés par une photointerprétation s'appuyant sur les clés d'interprétation, permettaient de réaliser une carte des unités morphopédologiques et une carte de la dynamique actuelle (à

(1) Utilisé dans le même sens que "Landschaft".

l'échelle du 1/10.000e). Ces cartes sont déjà le résultat d'une intégration à un certain niveau de plusieurs facteurs dont les interactions caractérisent un certain type de dynamique.

3.1. Carte morphopédologique

L'objectif de la carte morphopédologique, tel que l'a défini KILIAN, est de délimiter des étendues caractérisées par des rapports spécifiques entre la géomorphologie et les sols et appelés unités morphopédologiques. Celles-ci se caractérisent par des matériaux - ou une succession de matériaux - mis en place dans les mêmes conditions et ayant subi une évolution morphogénétique et pédogénétique identique.

Dans cette optique a été établie une maquette au 1/10.000e sur laquelle ont été figurées toutes les unités morphopédologiques de l'U.E.E. Celles-ci peuvent être regroupées en quatre grands ensembles :

a) *L'erg ancien* : constitué par des alignements dunaires orientés généralement E-O ou ENE-OSO, séparés par des dépressions interdunaires, jalonnées par des cuvettes peu profondes. Ce système dunaire est composé de plusieurs unités morphopédologiques :

- des dunes rouges en place avec sols ferrugineux tropicaux faiblement lessivés⁽¹⁾,
- des dunes rouges arasées les formes sont émoussées et les sols sont tronqués,
- des dunes rouges résiduelles, isolées, témoins de l'érosion de l'erg anciens. Les sols sont également tronqués et du type sol ferrugineux tropical appauvri, à pseudo-gley peu intense,
- des dunes rouges arasées remaniées en glacis, avec enrichissement en limons et argiles par le ruissellement. Les sols sont plus compacts et présentent des bandes ferrugineuses dans la partie supérieure du profil,
- des glacis de versant sur dunes rouges, constitués par des sables éoliens remaniés par le ruissellement, qui recouvrent l'horizon d'accumulation des argiles et des oxydes de fer,
- des cuvettes interdunaires dont certaines sont inondées temporairement pendant la saison des pluies. Les sols sont de type ferrugineux tropical hydromorphe, avec une accentuation des caractères hydromorphes dans les cuvettes inondables.

(1) D'après la classification de la Commission de Pédologie et de Cartographie des Sols (C.P.C.S.), 1967.

b) *Les épandages sablo-argileux sur cailloutis du Quaternaire ancien* : ils remblaient de vastes dépressions fermées au milieu des dunes parsemées de cuvettes d'inondation saisonnière. Le matériel est constitué par des sables mal triés, mélangés à des limons et argiles (20 à 30 %); il repose sur des cailloutis siliceux. Les sols sont de type ferrugineux tropical hydromorphe à pseudogley, avec accumulation de fer qui se traduit par la phénomène de prise en masse et avec cuirasse ferrugineuse de type nodulaire au contact avec les cailloutis. Nous avons distingué :

- les dépressions à engorgement saisonnier par les eaux de ruissellement,
- les dépressions avec drainage où les eaux de ruissellement sont évacuées par des rigoles et des ravines,
- les glacis qui façonnent les versants des dunes rouges et ont remblayé les dépressions interdunaires. Cette unité se localise dans les secteurs où la couverture sableuse est peu épaisse,
- les cuvettes inondables dans lesquelles s'étalent les glacis précédents.

c) *Les dunes orangées* : le modelé correspondant est constitué par une succession de dunes de forme et de taille variables, sans orientation prédominante, et séparées par des cuvettes parfois très étendues (photo 1 et 3). Les sols se caractérisent par un horizon orangé de légère accumulation des oxydes de fer. Ils peuvent être classés dans la catégorie des sols ferrugineux tropicaux appauvris avec parfois un pseudogley. Quatre unités morphopédologiques ont été différenciées :

- les dunes orangées sableuses avec des sols ferrugineux tropicaux peu caractéristiques ou appauvris,
- les dunes orangées sablo-limoneuses séparées par des cuvettes interdunaires dont la plupart sont inondées pendant la saison des pluies. Les sols de cette unité présentent des caractères hydromorphes plus ou moins intenses,
- les dunes orangées intergrades qui ont des caractéristiques intermédiaires entre les deux unités précédentes,
- les glacis de versants sur dunes orangées.

d) *La nappe d'épandage dans la vallée fossile* : cette nappe d'épandage a remblayé une ancienne vallée qui actuellement ne fonctionne plus et qui se discerne mal dans le modelé. Cependant, le matériel est très caractéristique; il est constitué par l'association de sables bien triés et de sables plus hétérométriques mélangés à des limons et argiles dont la proportion peut atteindre 11 %. Ces variations de la granulométrie

sont directement liées à la dynamique de mise en place de la nappe d'épandages, dynamique qui est le caractère spécifique déterminant de cette unité et qui a connu des variations aussi bien dans l'espace que dans le temps. Dans ce cas la granulométrie n'est pas un facteur discriminant, elle n'est que le reflet des fluctuations des écoulements qui sont à l'origine de cette accumulation.

Quant aux sols, ils sont homogènes et se caractérisent par une succession de bandes ferrugineuses, sinueuses, souvent entrecroisées, qui semblent souligner la disposition en lits et lentilles du matériel.

Pour ces raisons, la nappe d'épandages dans son ensemble a été considérée comme unité morphopédologique.

3.2. Carte de la dynamique actuelle

Cette carte est la représentation spatiale des différents types de dynamique actuelle. Celle-ci est commandée par l'action combinée du vent pendant la saison sèche particulièrement et du ruissellement pendant la saison des pluies. Les travaux sur le terrain nous ont conduit à retenir, pour chaque phénomène, cinq catégories en fonction de l'intensité du processus :

- Ruissellement : ruissellement aréolaire (A)
ruissellement embryonnaire (B)
ruissellement diffus (C)
ruissellement concentré (D)
ruissellement organisé en écoulement avec ravine-
ments incipents (E)
- Actions éoliennes : nappage sableux mince (1)
façonnement en rides (2)
façonnement en "ripple-marks" (3)
édification de nebkhas (4)
accumulation d'une épaisse couche de sables vils (5)

Nous avons construit un tableau à double entrée où chaque type de ruissellement a été représenté par une lettre (A à E) et chaque type d'action éolienne par un chiffre (1 à 5). Ce tableau permet de faire apparaître les combinaisons d'intensité entre ces deux processus : la dynamique actuelle du type C3, par exemple, se caractérise par l'association du ruissellement diffus et de la formation de trains réguliers de ripple-marks.

Nous avons délimité des secteurs où régnait le même type de dynamique. Celle-ci a été caractérisée en tenant compte non seulement de l'intensité des processus mais également de leur extension, c'est-à-dire de leur "dominance". Un exemple : au sommet de dunes rouges en place, le vent a accumulé une épaisse couche de sables vifs, remis en marche par les vents efficaces (vitesse supérieure à 4 m/s) de la saison sèche et par les tornades du début de la saison des pluies. Sur ce matériel le ruissellement est quasiment inexistant. Sur les versants les actions éoliennes se manifestent par la formation de rides et de ripple-marks, leur intensité est moindre. Par contre, le ruissellement se développe et passe du type aréolaire en haut des versants, au type embryonnaire sur le reste du versant. L'intégration de ces différentes catégories d'intensité des processus, compte tenu de leur extension, aboutit à classer la dynamique actuelle des dunes en place dans le type B 5, caractérisé par l'association du ruissellement embryonnaire (B) et de l'accumulation de sables vifs (5).

Autre élément dont il a été tenu compte : l'importance relative de l'action du vent et du ruissellement. Cette appréciation est nécessaire pour l'établissement du diagnostic de la sensibilité des milieux. Il est en effet important de déterminer si tel ou tel milieu est plus sensible aux processus éoliens ou aux processus de ruissellement. Dans cette optique, nous avons classé l'importance relative des phénomènes dans quatre catégories :

- Prépondérant : lorsque le phénomène est généralisé et qu'il s'exerce sur toutes les surfaces de l'unité. Sur les dunes orangées sableuses, par exemple, le vent exerce une action prépondérante avec édification de nebkhas derrière les plants de mil ou les touffes de graminées, alors que l'on n'observe que quelques rares traces, très localisées de surcroît, de ruissellement aréolaire,
- Dominant : le vent et le ruissellement contribuent au façonnement du modelé actuel, mais l'action de l'un est plus importante, plus étendue, que l'autre. Si l'on considère une surface déterminée, les manifestations du processus dominant s'observent sur environ 75 % de la surface. Si l'on reprend l'exemple des dunes rouges en place, à mi-versant s'exercent à la fois le ruissellement embryonnaire et l'action du vent avec formation de rides, de ripple-marks et de quelques nebkhas. Les plages où s'observent les traces de ruissellement embryonnaire représentent environ 30 % de la surface à mi-versant et près de 40 % au

piéd du versant. Il faut tenir compte également de ce qui se passe au sommet de la dune où l'action éolienne est prépondérante. Donc, si l'on considère l'ensemble de la dune, il est clair que la dynamique actuelle est dominée par l'action du vent, celle du ruissellement étant secondaire,

- Importance relative égale : la part des actions éoliennes et celle du ruissellement sont égales. Cette situation se rencontre particulièrement dans les milieux hétérogènes, constitués par l'association de différentes unités morphopédologiques (dunes résiduelles ou arasées, glacis, cuvettes) peu étendues, sur lesquelles s'exerce un type différent de processus,
- Secondaire : ce sont les processus dont les actions sont visibles mais dont l'importance dans la dynamique actuelle est secondaire. Cette notion est étroitement liée à celle de processus dominant.

Ce système a permis également de représenter l'association de deux intensités différentes d'un même processus. Ainsi sur les épandages sablo-argileux qui recouvrent les cailloutis du Quaternaire ancien l'action du ruissellement est prépondérante; cependant celle-ci revêt deux intensités différentes, d'une part sous la forme d'un ruissellement diffus généralisé, associé à un ruissellement concentré, avec incision de rigoles d'autre part.

Bien entendu, l'estimation de l'importance relative des processus a été effectuée en tenant compte des observations faites à la fin de la saison des pluies. Cependant, il s'agit bien d'une estimation car on est en présence de deux dynamiques (éolienne et hydrique) qui fonctionnent par relais et qui peuvent avoir des effets antagonistes. La formation d'une croûte pelliculaire argilo-limoneuse, sous l'action du ruissellement diffus peut - si elle n'est pas détruite par le piétinement - exercer une action protectrice vis-à-vis des processus éoliens.

3.3. Carte écodynamique

Cette carte, dessinée au 1/20.000e, a été établie en prenant comme base les deux cartes précédentes, c'est-à-dire d'une part en intégrant les unités morphopédologiques et la dynamique actuelle, d'autre part en tenant compte également d'un certain nombre d'autres facteurs tels que :

- le comportement hydrique, évalué à partir des profils de l'humidité dans les sols à la fin de la saison des pluies, des mesures de la

vitesse d'infiltration et des courbes $pF = f(H)^{(1)}$.

- la végétation : dans un secteur dominé par la culture du mil, la végétation nous a apporté des compléments d'information comme indicateur de ressources en eau (en relation avec le comportement hydrique), comme indicateur de dégradation, ainsi que comme facteur jouant un rôle important dans la dynamique actuelle (déflation autour des arbres, piégeages du sable dans les haies et les buissons).

La délimitation des unités écodynamiques, tout en s'appuyant sur la cartographie d'un certain nombre de composantes du milieu, à un certain niveau d'intégration, doit faire appel à toute l'information disponible, en particulier aux résultats des analyses de laboratoire⁽²⁾, information dont on ne disposait pas au moment des levés de terrain. L'étude comparative de la dynamique actuelle dans un champ de mil et dans une jachère, situés sur la même unité morphopédologique, ont permis de mettre en évidence l'influence de la culture sur la dégradation des terres. Tous ces éléments rassemblés, confrontés, corrélés les uns avec les autres, ont permis d'affiner le diagnostic établi sur le terrain, de délimiter des unités caractérisées par un type de dynamique, d'établir une classification des unités écodynamiques en fonction de leur degré de sensibilité. Au niveau de la représentation graphique les milieux géomorphologiques, qui coïncident dans la plupart des cas aux unités morphopédologiques, sont représentés par des signes, et la dynamique actuelle par deux types de trame (l'une pour le ruissellement et l'autre pour les actions éoliennes). L'intensité des processus est figurée par des trames de densité différente : claires pour les faibles intensités et de plus en plus foncées pour les processus d'intensité croissante. Pour des raisons de technique cartographique, nous n'avons retenu que quatre classes d'intensité, celle de faible intensité (A pour le ruissellement, 1 pour les actions éoliennes) a été supprimée. L'importance relative des processus est indiquée par des bandes verticales de largeur différente.

(1) pF = potentiel matriciel; H = teneur en eau pondérale. La teneur en eau des sols en fonction du potentiel matriciel a été déterminée au laboratoire à l'aide de l'appareil d'extraction de l'humidité pour les pressions inférieures ou égales à 1000 g/cm² et de la presse à membrane de Richards pour les pressions supérieures. Ces mesures ont été effectuées à quatre pressions différentes (160, 320, 1000 et 16.000 g/cm²) caractéristiques de l'état de l'eau dans le sol en relation avec l'alimentation des plantes.

(2) En plus des déterminations du potentiel matriciel, ont été effectuées des analyses granulométriques (135 échantillons), des analyses de la morphométrie des galets du Quaternaire ancien, des mesures de l'indice de stabilité structurale (Hénin), ainsi que la morphoscopie des sables sur quelques échantillons représentatifs.

Avant d'aborder la présentation des différentes unités écodynamiques, il est nécessaire d'étudier les facteurs qui jouent un rôle déterminant dans la dynamique de ces milieux. Ce qui permettra de mieux saisir leur sensibilité à toute modification - naturelle ou anthropique - de cette dynamique et de mettre en évidence les répercussions de la récente sécheresse sur l'équilibre (ou sur l'état stationnaire) de certains milieux.

FACTEURS DETERMINANTS DE LA DYNAMIQUE DES MILIEUX

1. Climat

L'U.E.E. se trouve dans la zone de climat sud-sahélien, caractérisé par l'alternance d'une longue saison sèche et d'une courte saison des pluies, par une forte variabilité des précipitations d'une année à l'autre, et d'un endroit à l'autre et par la récurrence de périodes de sécheresse.

Dans le périmètre de l'U.E.E., il n'y a pas de stations climatologiques. Les plus proches se trouvent à Mayahi (au Nord), Kanan Bakatche (à l'Est) et à Tessaoua (à l'ESE). Cependant les relevés ne sont pas assez nombreux et pas assez suivis pour la détermination du régime climatique. Celui-ci a été caractérisé à partir des données de la station météorologique de Maradi, située à environ 80 km à l'OSO de l'U.E.E.

L'année climatique se divise en deux saisons :

- une longue saison sèche : la courbe ombrothermique (Fig. 3) montre que, en moyenne, la saison sèche commence vers la mi-octobre et se termine vers la fin juin, soit une durée moyenne de huit mois et demi. Pendant cinq mois, de novembre à mars, la sécheresse est totale, accentuée encore par l'"Harmattan", vent du secteur NE, qui souffle sans discontinuité et dessèche l'air : l'humidité relative moyenne mensuelle est inférieure à 30 %, elle atteint son minimum au mois de mars (17 %). C'est aussi pendant la saison sèche que les contrastes de températures sont les plus marqués : décembre et janvier sont les mois les plus "froids" avec des températures minimales moyennes respectivement de 12,8° C et 12,7° C; avril est le mois le plus chaud avec des températures maximales moyennes supérieures à 40° C. Dans ces conditions l'évaporation est forte. La moyenne annuelle, pour la période 1961-1970, est de 2628 mm (2976 mm en 1975), dont 2031 de novembre à