

# MORPHOLOGIE ET AMENAGEMENT DU SITE DE L'UNIVERSITE DE KARA, NORD- TOGO : METHODES, LEVES DE TERRAIN ET MODELISATIONS

*Adoté Blim BLIVI*  
*Université de Lomé*  
*Faculté des Lettres et Sciences Humaines*  
*Département de géographie*  
*Centre de Gestion Intégrée du Littoral et de l'Environnement*  
*Lomé - Togo*

## RÉSUMÉ

Les besoins obligeant la connaissance du site imposent, dans tous les cas d'objectivité et d'efficacité, une étude de référence du contexte naturel, particulièrement physique, en vue d'optimiser essentiellement la planification des ouvrages et des infrastructures. L'émergence d'une deuxième université au Togo est rendue concrète par le nombre croissant d'étudiants dans la première université et par la mise en évidence de difficultés de gestion, de contrôle et d'accès aux cadres universitaires devenus très étroits. Le choix du site de la deuxième université, dans la région de la Kozah au Nord du Togo, étant fait, il requiert une étude de géométrie pour découvrir, à travers les profils transversaux et les points cotés, les unités de relief ou de paysage circonscrites, interdépendantes de l'hydrographie et du drainage sur un socle granito-gneissique aux déclivités assez abruptes. Une combinaison de méthodes de relevé de terrain a rendu possible un modèle numérique de terrain traduit en modèle physique, à partir duquel le maillage a donné la possibilité de faire les regroupements par unité de pente. Ce facteur soutient l'approche de répartition des ensembles d'ouvrages par rapport aux objectifs de recherche et d'enseignement retenus.

*Mots clés :* Site, optimiser, accès, déclivités, modèle, numérique, physique, ouvrages, maillage, recherché.

## ABSTRACT

The needs that force site knowledge require, in all the cases of objectivity and effectiveness, a reference study of the natural context, particularly physical, in order to optimize, firstly the planning of the works and secondly, the infrastructures. The creation of a second university in Togo is prompted by the increasing number of students at the first university and by the difficulty in management, control and access to the only one university infrastructures. The choice of the site of the second university, in the Kozah region in the North of Togo, requires a study of the geometry to discover, through the transverse profiles and the dimensioned points, the structure of the landscape

A combination of methods of ground statement have caused a digital ground model change into physical model, approach of distribution of the sets of works compared to the objectives of research and teaching goals.

*Key words :* Site, to optimize, accessibility, declivities, model, numerical, physical, works, grid, research.

### INTRODUCTION

La deuxième université est localisée dans le Nord du Togo ; son domaine physique est à cheval sur les préfectures de la Kozah et de Doufelgou (fig.1). L'approbation d'ériger un complexe universitaire sur un terrain assez difficile en spatialisation des unités fonctionnelles nécessite une série d'études géotechniques parmi lesquelles la topo-morphologie permettant d'assembler les cotes pour faciliter la mise en place d'un format matériel numérique puis physique pour conduire la réflexion sur l'aménagement et la planification.

Le site est géographiquement bien situé le long de la nationale n°1 et traversé par deux rivières distinguant les grands modelés qui partagent les mêmes questions liées à la morphologie, aux sols, aux drainages superficiels, aux petites retenues d'eau et aux usages

des sédentaires isolés en petits hameaux et des transhumants.

La succession des tâches essentielles d'identification et de caractérisation du physique a fixé l'objectif de modélisation physique. Cette entreprise a établi la création de la base de données des points altimétriques ramenés au WGS 84 reliant les points aux coordonnées géoréférencées. Du contrôle à l'exécution du logiciel validé, les erreurs ont été corrigées par le biais des tests effectués et en définitive un modèle numérique a été mis au point. La translation des points cotés de l'échelle de base à celle appropriée pour une justification de modèle physique a été possible avec la mise en jeu des corrélations linéaires facilitant la représentation et guidant le découpage en tenant compte des contraintes physiques et écologiques de terrain. Cette étude d'application géoréférentielle est retenue comme base fondamentale des prévisions architecturale, infrastructurelle de ce complexe universitaire.

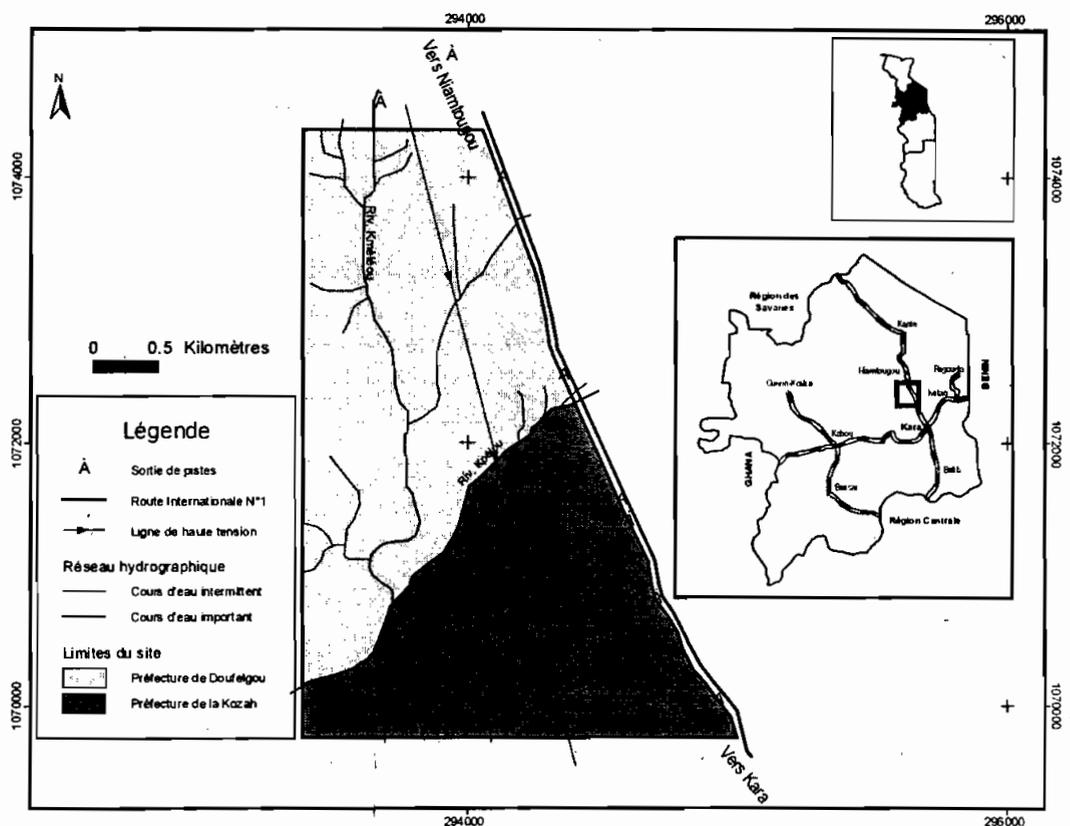


Figure 1 : Situation du site de l'université de Kara dans la région administrative

**1. Géométrie du site et principales données physiques de la région**

Le domaine de l'université de Kara est situé à 15 km au nord de la ville, localisé entre 9° 40'-9° 42' Nord et 1° 5'-1° 8' Est. Il occupe une superficie de

1006 hectares. De forme parallélépipédique, la petite largeur du côté Nord est de 1250 m, la grande largeur du côté Sud fait 3365 m. La longueur du côté Ouest est de 4510 m tandis que la diagonale du côté Est, le long de la nationale n°1, est de 4975 m, (fig. 2). Les altitudes varient entre 372 m et 285 m.

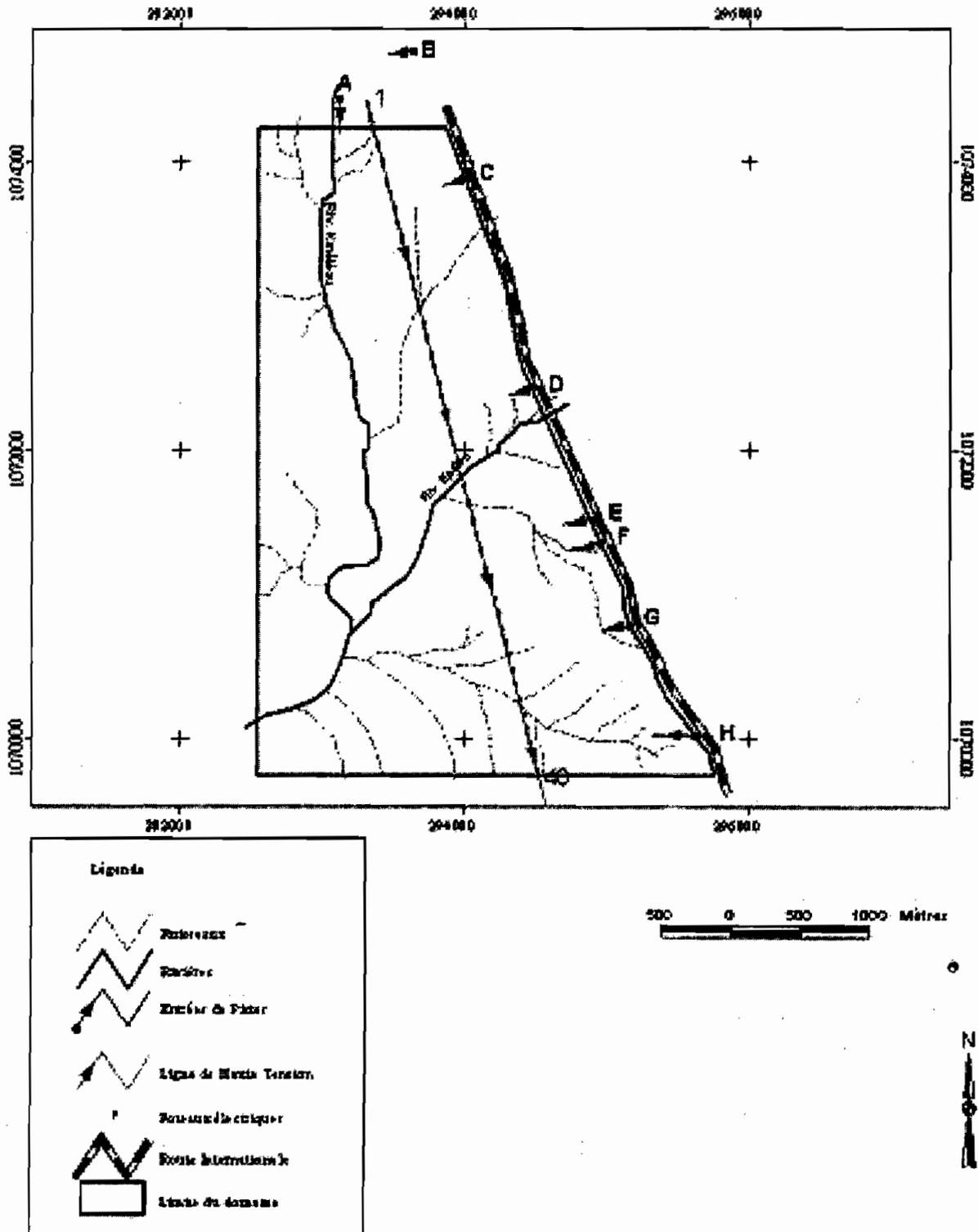


Figure 2 : Géométrie spatiale du domaine universitaire

### 1.1. Le Climat

La région jouit d'un climat tropical soudanien unimodal. La lecture des cartes climatiques présente l'alternance d'une saison sèche de 5 mois (de novembre en mars), renforcée par l'harmattan et d'une saison pluvieuse de

7 mois, d'avril en octobre avec des hauteurs d'eau maximales de 239,5 mm en août (fig.3). Le cumul annuel de précipitations est égal à 1250 mm (Adjoussi, 2000), favorable aux écoulements brutaux des rivières calibrées sur des talwegs rocheux à ruptures de pentes abruptes

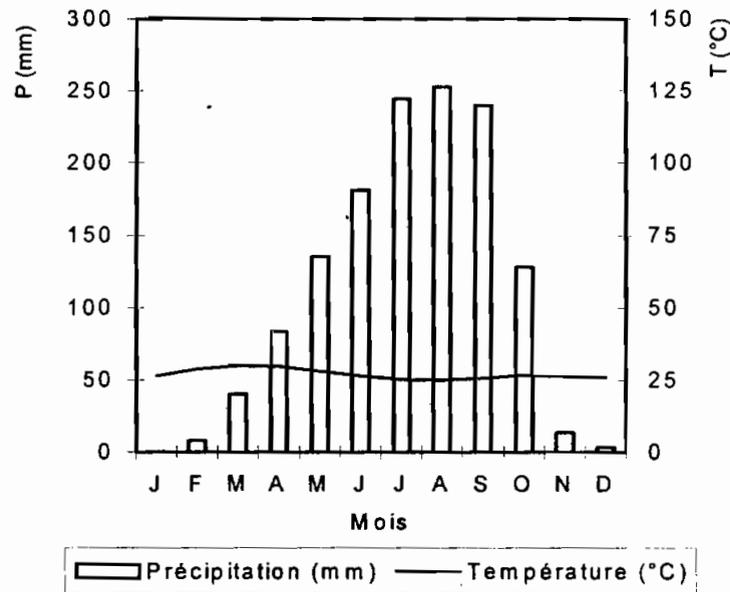


Figure 3 : Diagramme de pluies et de températures

Les températures moyennes présentent un régime thermique de type tropical. Les plus fortes valeurs sont enregistrées en mars et avril avec respectivement 29,9°C et 29,5°C tandis que les moyennes les plus faibles sont obtenues en août et septembre avec 25°C et 24,8°C respectivement. L'amplitude thermique entre les maxima et les minima mensuels n'est pas très grande ; en moyenne, 11,8°C. L'humidité relative de l'air suit le rythme des précipitations et est évaluée à 62 % en moyenne.

### 1.2. Données structurales

Le site de l'université de Kara se trouve dans une surface morphostructurale élaborée dans le socle orthogneissique, issu de vieilles formations de micaschistes feldspathiques riches en muscovites et de granites porphyroïdes très métamorphisés, d'âge diversifié Birrimien du Protérozoïde inférieur (2000 M.A.). Ces faciès ont été, par la suite, repris par la tectonique et le métamorphisme, liés à l'orogénèse panafricaine (550 M.A.), donnant des orthogneiss (Trompette, 1979 ; Faure, 1985 ; Affaton, 1987).

Cette surface structurale d'érosion différentielle est positionnée entre les reliefs de l'Atakora à l'Ouest

(chaîne de Défalé à l'altitude de 500 m) et le massif de Kabyè à l'Est avec Sirka à 602 m, Lama-Kouméa à 779 m et Farandè-Pesseré à 679 m. Le complexe géologique du paysage Kabyè constitue une unité distincte de l'ensemble Dahoméen. Cette unité est isolée de la pénélaine granito-gneissique centrale et méridionale par la chaîne de l'Atakora.

Ce cadre morphostructural différencié par les mouvements tectonique-orogéniques est un ensemble de faciès à fortes proportions de roches très dures et compactes, les quartzites et grès quartzitiques. Le massif du Kabyè rassemble les roches basiques où dominent des grès, des amphibolites à grenat et des pyroxénites. De ce fait, le site de l'Université de Kara se localise dans une zone de forte orthogneissification donc moins résistante, caractérisée par un double contact anormal très tectonisé, émaillé par de failles, de fractures et des zones de fissurations.

La topographie du site étudiée, basculée vers l'Ouest, offre un dispositif de capture d'eau de drainage superficiel laminaire et facilite une hydrographie centrée sur deux rivières assez importantes ; Kpélou et Kméléou (fig.4). Ces rivières individualisent nettement des unités de plateaux de configurations assez précises, à l'altitude moyenne élevée de 350 m à l'Ouest et dans l'extrême

Sud-Est du site, avec des surfaces abruptes raccordant les vallées encaissées.

Ces plateaux accompagnés de formes collinaires dominent la plaine intérieure de la plus importante rivière Kpélou ; cette plaine est assez étroite et linéaire, recouverte de couche isolée d'altérites plus ou moins cuirassées d'épaisseur moyenne de 0,50 m. Les remblais sableux, assez pédologiques, issus des mouvements de versants, surmontent les bas reliefs et mis en culture variée. La partie Nord du site est surtout

marquée par des affleurements de gneiss, donnant des matériaux d'altération arénacés. Ces sables fins roux sont exploités dans le lit de Kméléou. Cette rivière fait découvrir sur son talweg rocheux les plans de fractures d'alignements parallèles, des ruptures au dénivelés subégaux marquant le tracé ; d'où la lecture des réguliers effets tectoniques qui ont ébranlé la région. L'angle de confluence des ruisseaux par rapport aux grands axes d'écoulement matérialise bien cette influence tectonique.



Figure 4 : La rivière Kpélou dans sa vallée encaissée et dans un environnement de savane arbustive

### 1.3. Formations végétales du site

Le site de l'université, dans l'environnement de la région, n'expose pas de particularité en terme d'îlot forestier ; il est complètement dans le contexte naturel de savane arbustive qui surplombe un mince tapis de savane herbeuse. Les formations arbustives rencontrées se concentrent le long des cours d'eau où elles constituent par endroit de concentration de bois. Entre ces formations naturelles s'intercalent de petits périmètres de reboisement. Quelques arbres isolés sont des héritages de savane arborée témoignant un climat passé plus humide que l'actuel. Les espèces faciles à distinguer sont : le manguier (*Mangifera indica*), le

baobab (*Andansonia digitata*), le palmier à huile (*Elaeis guineensis*), le rônier (*Barossus aethiopum*), le néré (*Parkia biglobosa*), le kapokier, le karité, les plantations d'eucalyptus.

### 2. Etude du site

La requête a été formulée par l'autorité des universités<sup>1</sup> pour disposer d'un modèle physique par lequel il pourra exposer matériellement le contexte et interpréter le positionnement des infrastructures du complexe universitaire. Le site a été géométré par les services de topographie de la localité ; un compte rendu de données a été ensuite mis à disposition pour les différentes superpositions de travaux de terrain, d'analyse étayée et de construction du modèle. Ces travaux nous ont occupé d'avril à juin 2003.

## 2.1. Documents, conception du modèle numérique de terrain et cartes de pentes

Les travaux ont été soutenus par la documentation cartographique : il s'agit de la carte topographique du site et du plan coté, levés et dressés par la Direction de la Cartographie Nationale et du Cadastre, à l'échelle 1/5000 (mai et juin 2001). Les cartes complémentaires d'identification géographique générale mises à contribution sont la carte topographique de Djougou 3a ; Feuille NC-31-VIII-3a, échelle : 1/50000 (type Outre-Mer) – Togo, IGN, 1958 et la carte de Kara, Feuille NC-31-VII – VIII, échelle 1/200000, IGN-France, 1989.

Les documents cartographiques ont été analysés pour maîtriser l'ensemble des phases de l'opération de laboratoire et de terrain. L'analyse de la carte topographique levée en 2001 a relevé des incorrections de levé de courbes de niveau qui ont fait l'objet d'un des objectifs spécifiques de contrôle de terrain. Ensuite, l'analyse des points cotés a décidé leurs restitutions sous format numérique. La base de données altimétriques a facilité la préparation du Modèle Numérique de Terrain (MNT) et a permis plusieurs opérations manuelles et informatiques.

### 2.1.1. La préparation du MNT

Au total, 671 points cotés ont été enregistrés manuellement, contrôlés et validés. Ils constituent la base de données altimétriques. Ces données prises à une distance variant entre 100 et 250 m sur le terrain, ont été transcrites dans un tableau en même temps que leurs coordonnées isolées en longitude (X) et en latitude (Y). Les cotes et leurs coordonnées géographiques isolées ont été saisies sous le tableur Excel afin de faciliter leur manipulation. Elles ont été exportées vers Surfer 7.00. Dans ce logiciel de modélisation, le MNT a été construit selon la méthode d'interpolation du plus proche voisin. Des opérations de correction ont suivi notamment le choix de l'échelle des hauteurs adaptée pour respecter le relief du site. Le modèle numérique terrain construit, décrit l'ensemble du relief du site mais faisait figurer un pic anormal situé dans la vallée au sud de la rivière Kpélou. Cette anomalie n'a pas gêné la préparation pré-contrôle du terrain. Par contre, elle a été prise comme un objectif spécifique de contrôle du terrain.

### 2.1.2. La base de données de pentes

Les pentes du terrain ont été calculées à l'aide du logiciel de Systèmes d'Informations Géographiques ArcView 3.2a. Les pentes présentent des valeurs et des directions très variables à cause de la topographie du site. La carte établie indique que la majeure partie du site a des pentes inférieures à 10%. Les surfaces à pente nulle (0%) ne se situent que dans les zones de drainage. Les pentes fortes sont localisées au niveau de la chaîne des collines dans le secteur Nord-Ouest et sur les flancs Ouest du plateau Sud. Ces pentes dépassent 10% et s'assimilent par endroit aux abrupts.

## 2.2. Contrôle de terrain

Le contrôle de terrain visait la maîtrise du site, la vérification du MNT, la collecte d'informations pour la validation du MNT et la réalisation du modèle physique du terrain.

### 2.2.1. Correction de la carte topographique

La carte des courbes de niveau dressée par la Direction de la Cartographie Nationale et du Cadastre en 2001 ne disposait pas de coordonnées géographiques appartenant à un système de projection universel. Les coordonnées utilisées étaient des coordonnées isolées. De nouvelles coordonnées des bornes ont été prises pour faciliter le positionnement de la carte dans le système UTM. Ces levées ont été faites à l'aide du GPS FX 312. Les autres corrections ont concerné les tracés des cours d'eau et des vallées. Les cours d'eau ont été positionnés avec quelques erreurs sur la carte topographique au 1/5000. Les observations de terrain et les mesures précises au GPS ont permis de corriger ces tracés. Certaines vallées non drainées ont été marquées comme drainées ; d'autres ont été marquées très ou peu encaissées. Le tracé des courbes de niveau a été refait (fig.5). A partir du plan coté, la méthode adoptée est celle permettant le tracé des isarithmes suivant la formule :

#### (Footnotes)

- <sup>1</sup> Le Recteur, Chancelier des Universités du Togo a commandé une expertise d'application de modèle physique du site de l'Université de Kara. L'objectif visé est de situer les axes de drainages, les dépressions, les dépôts de recouvrement afin de délimiter les surfaces constructibles pour éviter les risques. Nous remercions le Professeur Ampah G. Johnson de nous avoir fait confiance.

$$x = \frac{Z \times E}{y}$$

$x$  étant la distance recherchée pour le passage de l'isarythme

$Z$  représente la distance mesurée sur la carte en deux points cotés

$Y$  marque la différence entre les valeurs des deux points cotés

$E$  est la différence entre la valeur de la courbe à représenter et celle du point coté le plus petit.

### 2.2.2. Correction du MNT

Les mesures altimétriques et topographiques assez précises au GPS dans la zone du pic anormal présenté par la première version du MNT ont facilité les corrections. Il en ressort de ces observations que le pic n'existe pas mais relevait d'une erreur de levée topographique. Des corrections ont été apportées au modèle en y introduisant les nouvelles données altimétriques collectées. A l'issue de ces opérations, le MNT a été jugé fiable et validé.

### 2.2.3. Définition du relief

Le détail du terrain et les corrections apportées aux documents cartographiques ont permis de redéfinir précisément le relief du terrain. Une série de treize (13) coupes transversales Ouest-Est ont montré la configuration des grands ensembles du paysage (fig.6).

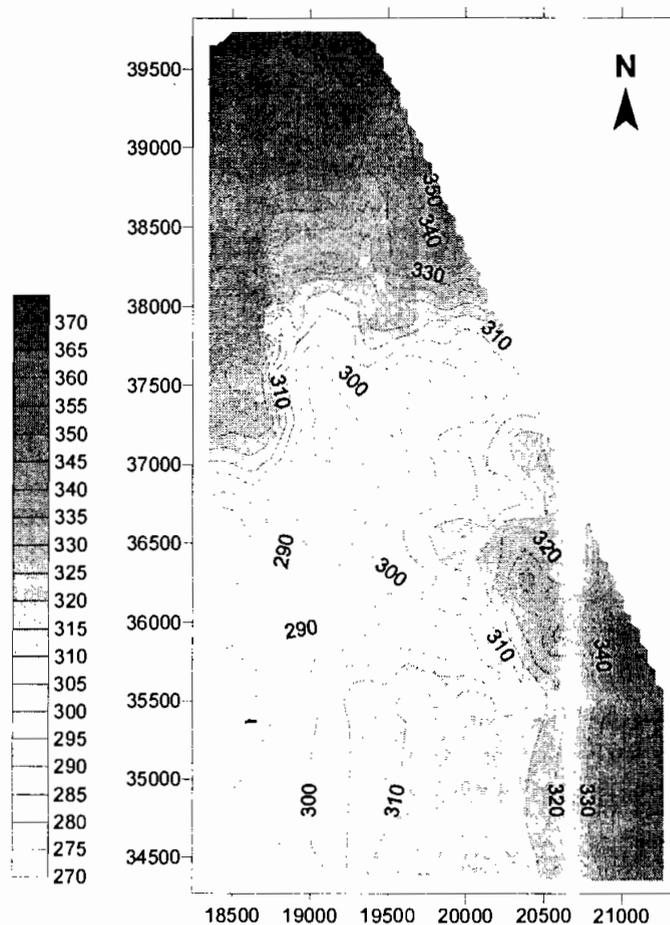


Figure 5 : Courbes des niveaux topo-morphologiques du site

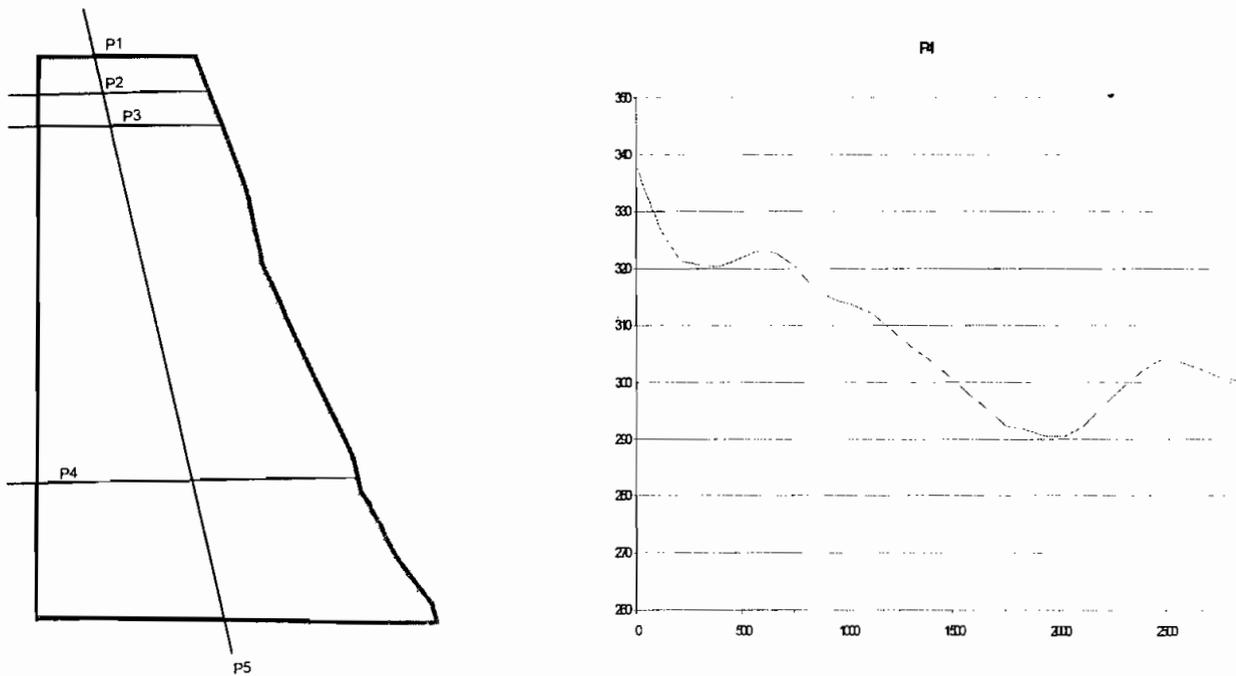


Figure 6 : Un profil transversal des unités d'ouest en est à partir du PK 1,2

### 2.3. Construction du modèle physique

La construction du modèle physique a nécessité une phase de conception assez longue (4 semaines) consistant au passage en revue des méthodes applicables avec des tests de représentativité des éléments du relief. Elle a été soutenue par des discussions. Des travaux préliminaires de calculs et de positionnement des courbes de niveau à l'échelle des hauteurs adaptée ont suivi.

Pour la construction de ce modèle, il a fallu premièrement subdiviser la carte topographique en 6 blocs. Suivant les blocs, les courbes de niveau, d'équidistance 5 m, ont été découpées une à une sur un support papier de format A3 et codifiées. Chaque code comporte le numéro du bloc et l'altitude de la courbe de niveau, (A1/365 m). Au total, 76 coupes de papier suivant les courbes de niveau ont été disposées pour servir de référence. La pré-maquette en papier a été discutée, corrigée, traitée puis validée.

Le choix de l'utilisation des cartons de 2 et 3 mm d'épaisseurs a été décidé. L'équidistance entre les courbes de niveau étant de 5 m, l'échelle des hauteurs du modèle a nécessité un support d'une épaisseur de 5mm, avec un rapport de 1mm sur le modèle pour 1m sur le terrain. Les courbes de niveau préalablement constituées en papier ont été ensuite superposées sur ces cartons. Le découpage a été fait

en fonction des courbes. Pour chaque niveau, deux cartons étaient découpés, un carton de 2 mm et un autre de 3 mm, afin de disposer des 5 mm répondant à l'échelle des hauteurs retenue. Les coupes ont été collées puis compilées sur un support solide en contre plaqué de 10 mm d'épaisseur.

### 2.4. Discussion sur la résolution

La résolution des cartes n'est pas indiquée pour réaliser un modèle physique mettant en exergue la morphologie des surfaces. Elle occulte un certain nombre d'information de la surface. L'échelle des cartes au 1/5000, l'équidistance 5 m entre les courbes de niveau et la distance entre les points cotés ne permettent pas de faire ressortir les formes guidées par les ruissellements très souvent brutaux. A cette échelle, seules les formes ayant une taille de 50 m<sup>2</sup> au moins sont portées sur les cartes. La distance entre les points cotés, 100 à 250 m, ne peut permettre que la réalisation d'un modèle physique des grands ensembles du relief. En conclusion, ces levées altimétriques avaient été faits dans l'objectif de géométrie des grands ensembles du site et ne sont pas indiquées pour les modèles de surface.

## 2. Résultats optimisés des travaux numériques et de terrain

La mise en commun des données numériques à l'interface des données topographiques initiales et corrigées a matériellement apporté des résultats rentables pour une meilleure adéquation des usages avec les grands déterminants physiques de l'espace, assez accidentés avec toutefois des pentes offrant des possibilités d'accès négociables.

## 3.1. Modèle numérique de terrain

Le traitement des données de cote altimétrique par le logiciel Surfer 7.00 a donné un modèle numérique de terrain (MNT) indicateur, exposant les articulations entre les unités (fig. 7). Son interprétation en modèle physique (fig. 8) a amené à parcelliser le champ pour des conduites analytiques précises de mise en jeu des réalités infrastructurelles et des faits potentiels de terrain. La corrélation du MNT avec les cartes de pentes numériques établies traduit la maîtrise des outils utilisés et leur superposition donne lieu à une bonne conceptualisation des parcelles constructibles (fig. 9).

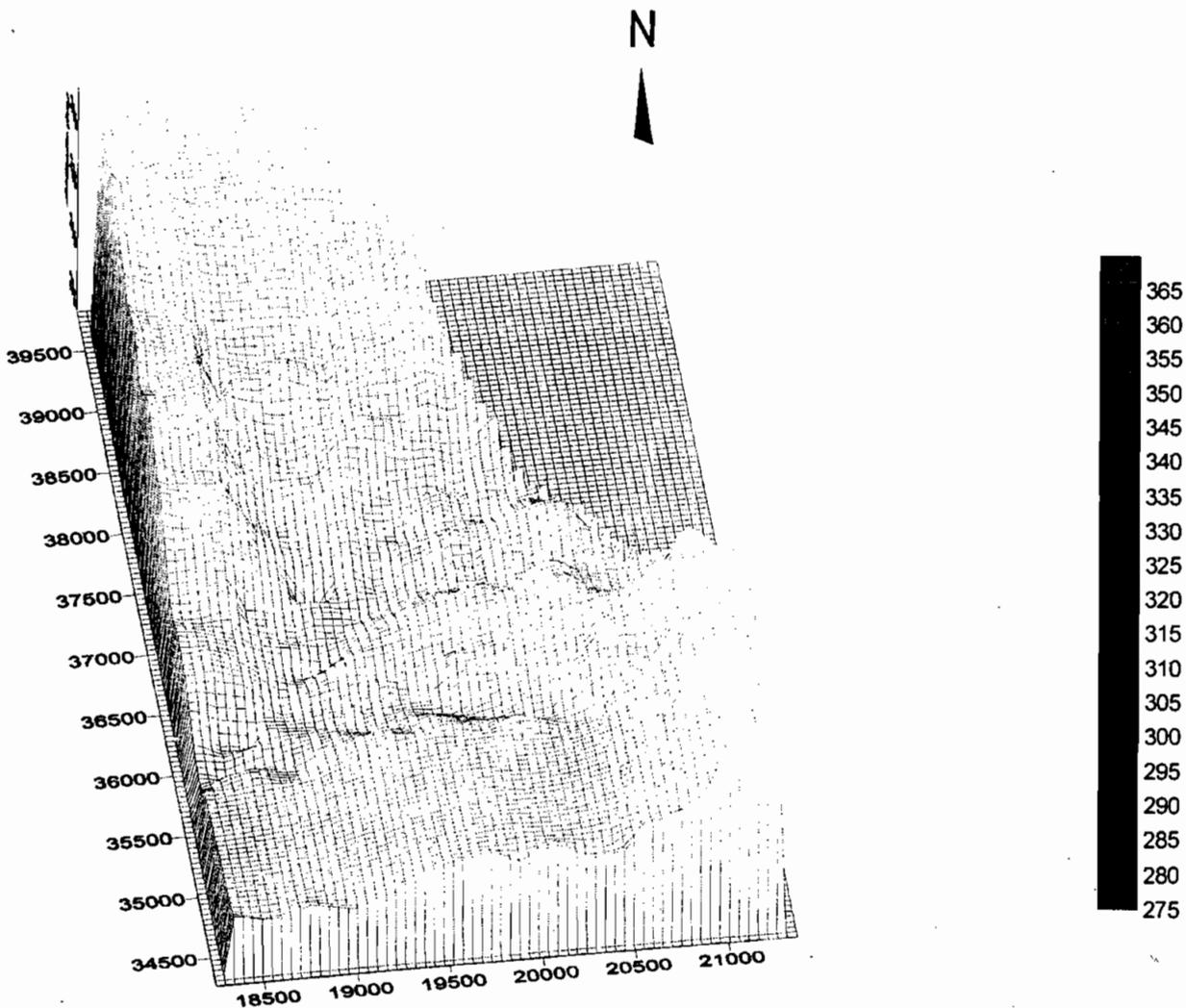


Figure 7 : Modèle numérique de terrain du site de l'Université de Kara

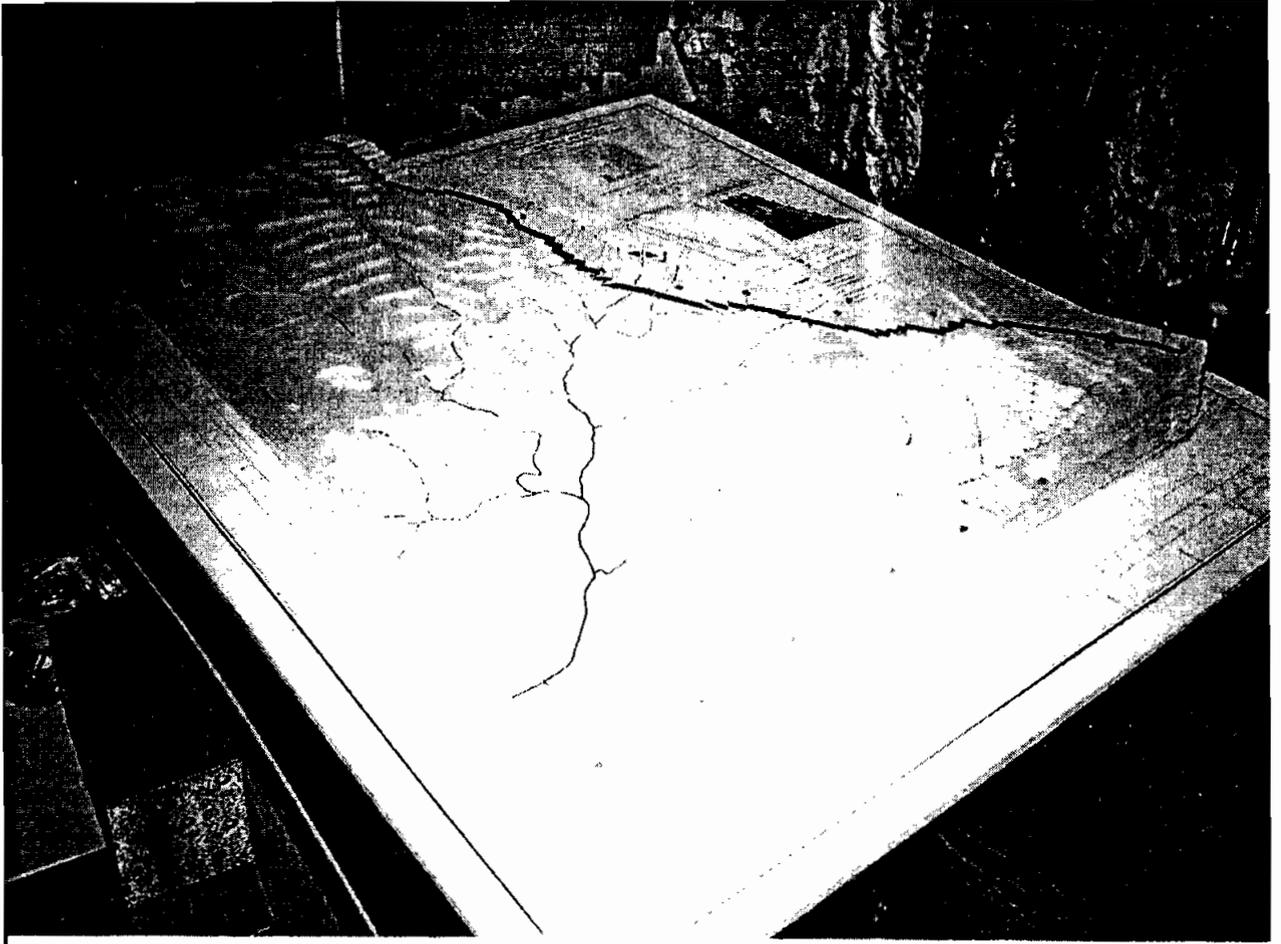


Figure 8 : Traduction du MNT en modèle physique issu de corrélations des données altimétriques interprétées

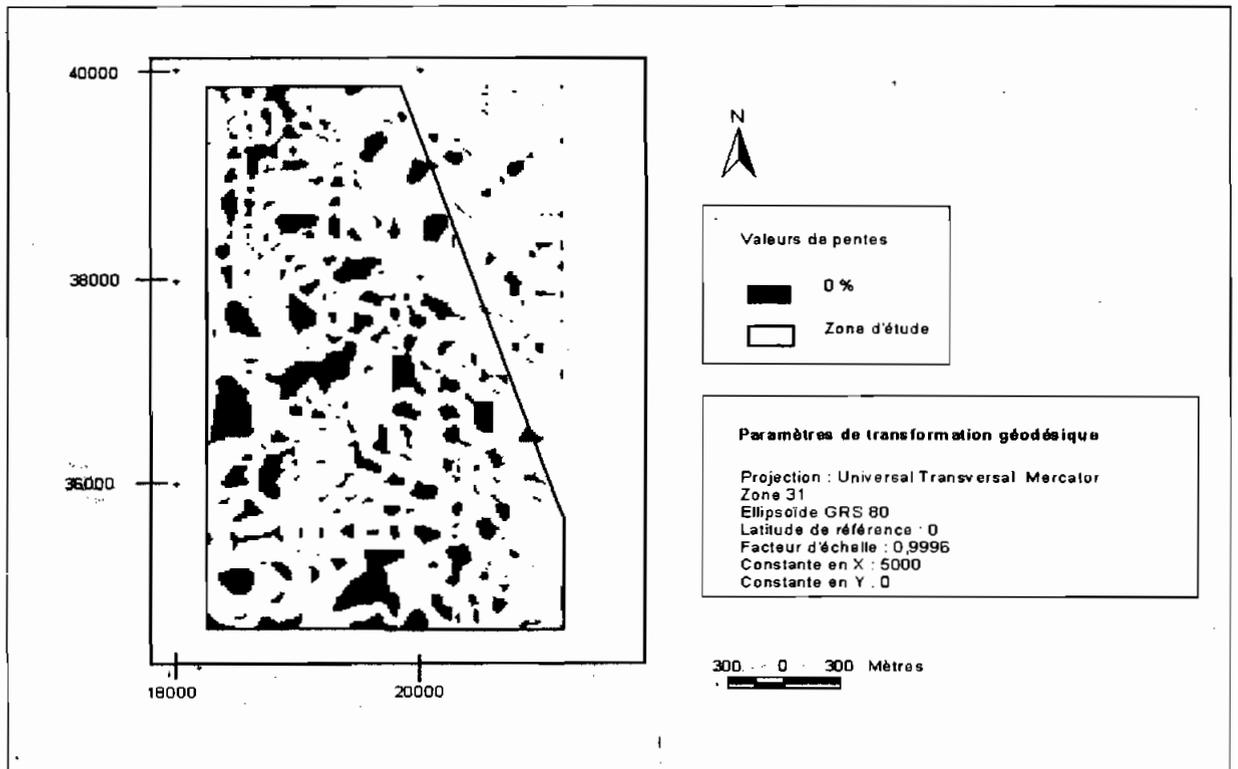


Figure 9 : Situation numérique des pentes de 0%

### 3.2. Cadre analytique de morphologie du site à partir des relations MNT et données directes de terrain

Le site de l'université est dans le sous-ensemble du Massif Kabyè, avec la particularité des successions des gorges. Dans le détail, quatre ensembles topo-morphologiques s'imposent (fig.10).



Figure 10 : Paysage morphologique très différencié du site de l'Université de Kara

#### 3.2.1. Le relief de sub-collines

Il se distingue par une altitude moyenne de 365 m au Sud-Est du site. Ce sont des formes dérivées d'érosion de modelé sub-surface plane disséquée par des gorges assez profondes de 50 à 60 m. Un autre alignement s'observe à la limite Nord-Est du site ; ces mêmes formes sont très peu disséquées. Une troisième ligne démarque la limite Ouest du site. Elles présentent un sommet tabulaire à pendage faible orienté ; dans la plupart des cas, ces surfaces sont inclinées vers le sud-ouest et sont délimitées par des failles, attestées par des plans structuraux abrupts recoupant des faciès de roches très résistantes, les orthogneiss assez bien différenciés entre basalte et migmatite (gneiss, granite, schistes et micaschistes). L'érosion ultérieure a modelé ces dispositions structurales en vallées empruntées par les rivières et ruisseaux, le Kméléou, le Létou, etc. L'altération et les processus de pédogenèse avec des cimentations d'horizons en cuirasses de couleur brune sont visibles et témoins de conditions de milieu subactuelles, favorables à ces mécanismes de mise à disposition de matériau essentiellement sableux constitué

en dépôt de recouvrement en contrebas des versants (Poss et Rossi, 1987).

#### 3.2.2. Les plateaux

La configuration générale au cœur du site ramène aux unités de plateaux, possédant dans leur périphérie ces sub-collines. L'érosion différentielle à grande échelle a facilement joué dans les substrats aux faciès très mélangés ; pendant que la grande unité topographique entaillée par les rivières Kméléou et Kpélou est demeurée assez résistante sauf dans les linéaments de fracture empruntés par les écoulements. Le premier plateau situé au sud-est du site a une forme triangulaire ; il constitue l'espace à l'entrée du domaine universitaire, d'aménagement convenable. Il culmine à plus de 365 m et a une superficie estimée à 80 ha. Le second plateau est situé à la limite Nord-Est du site. Il présente un pendage faible orienté vers le sud. Son sommet tabulaire est très rocheux avec une dominance des orthogneiss, schistes et micaschistes. On distingue deux niveaux sur ce grand ensemble : le premier niveau a une altitude de 365 m tandis que le second niveau, plus bas, culmine à 350 m.

### 3.2.3. La plaine intérieure

Les versants, très distingués par leur profil assez régulier, interrompu par des alignements isolés de roche résistante, s'accordent aux surfaces basses considérées comme des plaines assez larges de 100 à 200 m de large. Ce sont des plaines de débordement des eaux, assez délimitées par la rupture des dépôts de recouvrement issus de transports latéraux. Le Kpélou, le Kméléou et le Létou en sont bordés avec, grossièrement un pendage faible < 3% vers le Sud-Ouest et l'Est. Dans la partie médiane du site, s'étendant vers le Sud et le Sud-Ouest, la plaine intérieure est assez importante avec une superficie estimée à 400 ha. Sa surface est peu régulière, présentant par endroits des encaissements peu profonds, 1,5 à 2 m, concrétisant la matérialisation de la vitesse d'écoulement due à une rupture dans le profil longitudinal des ruisseaux.

### 3.2.4. Les formes encaissées et le drainage

Le caractère accidenté qu'offre le paysage du site établit les activités des vallées. Les formes sont des réponses à la structure. Elles se distinguent à plusieurs niveaux topographiques ; les surfaces tabulaires, souvent sèches, sont drainées par des cours d'eau intermittents. La largeur et la profondeur des vallées sont très variables et dépendent de la résistance du substrat dans le talweg. Les vallées drainées par les cours d'eau importants sont assez larges et peu encaissées, en raison du substrat rocheux très résistant à l'activité érosive verticale d'où un creusement, au regard de la hauteur de berge, de 1 à 1,50 m. Corrélativement, cette force dissipe et sape latéralement les berges avec effet de recul et d'impact de plusieurs mètres pendant les crues d'août en septembre, élargissant ainsi les vallées de 10 à 40 m. Les seules vallées encaissées assez profondes, 3 à 5 m, sont rencontrées dans la plaine. Les lignes de failles sont également sources de ces formes, surtout dans le secteur Ouest du site.

### 4. L'identification des parcelles pour l'aménagement du site

La réflexion sur les infrastructures, matérialisant un aménagement corrélatif au caractère accidenté de ces surfaces individualisées, cible les risques par rapport aux facteurs très animés suivant les rythmes saisonniers assez brutaux.

### 4.1. L'exposition du site aux risques

L'analyse des surfaces topographiques du site de l'Université de Kara montre la complexité des relations fonctionnelles, exposant le cadre à plusieurs risques régis par de nombreux facteurs dont les plus importants sont les précipitations sous forme d'averses suivies d'écoulement d'énergie renforcée par le substrat rocheux, les éboulements de blocs ou de massifs isolés sur les versants et les inondations de bas de versants assez sablonneux.

L'intensité des précipitations fait suivre l'érosion vive et rapide des surfaces avec effet de laminage et de décapage des matériaux meubles, déposés par superposition, liée à la baisse des flux hydrodynamiques de surface. Cette action érosive des types d'écoulement, surtout par épandage d'eau, est accentuée par un couvert végétal dégradé de strate herbacée pratiquement nulle, entamée par les feux de brousses sur des versants à pentes relativement fortes, inférieures à 10% en moyenne. Les sols argilo-limoneux constituent des sources très évidentes pour l'ensablement des cours d'eau ; les lits se trouvent par endroits ensablés.

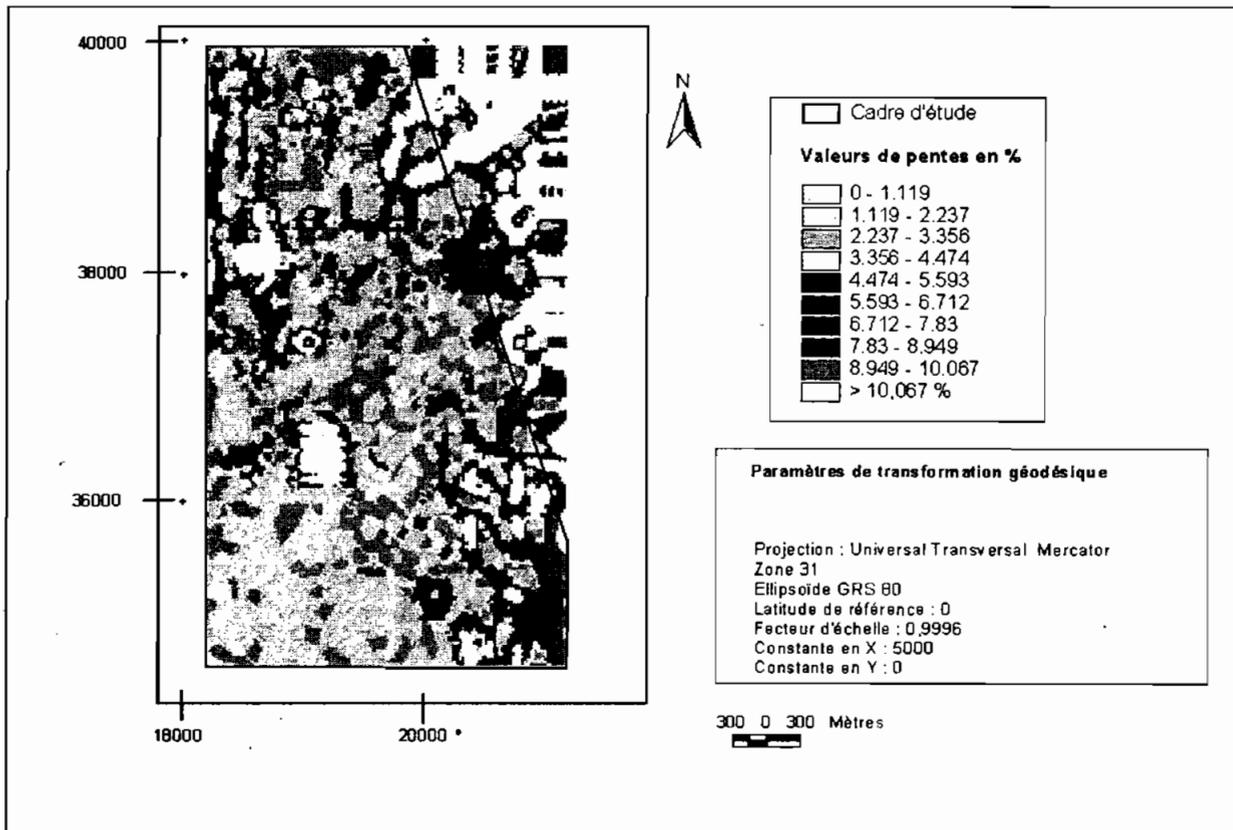
### 4.2. Définition des potentialités pour l'aménagement

La projection de l'aménagement de l'espace, rassurant sur l'utilisation des surfaces potentielles, a pris en compte le modèle numérique des pentes assemblées (fig. 11) et la vérité-terrain pour définir la dimension de constructibilité des surfaces différenciées.

Le maillage de 5 cm de côté (250 m sur le terrain) a été validé pour les repérages par pixel des capacités d'utilisation du site (Rouet, 1991). Ce maillage précise les zones constructibles, moyennement constructibles et non constructibles. Un second maillage de même dimension indique les axes principaux des rivières permanentes et intermittentes. Le pixel porte plusieurs informations. La plus importante, au regard de l'objectif visé, est prise en compte dans le pixel. C'est ainsi que les pixels de rivières ne sont qu'en rapport avec l'objectif hydrographie.

A l'analyse, malgré le caractère accidenté du site, il est jugé constructible. Les perspectives en architecture et en ingénierie peuvent tenir sur une estimation de 700 ha environ. Si nous nous accordons sur la brutalité des écoulements, la remobilisation et le remaniement des dépôts de recouvrement, il se pose à ces prévisions, la maîtrise du fonctionnement des ruissellements sur les

surfaces. Celles-ci s'érodent et se déplacent facilement. Leur prise en compte dans la construction est délicate et requiert un travail de géotechnique très avancé pour la stabilisation des ouvrages.



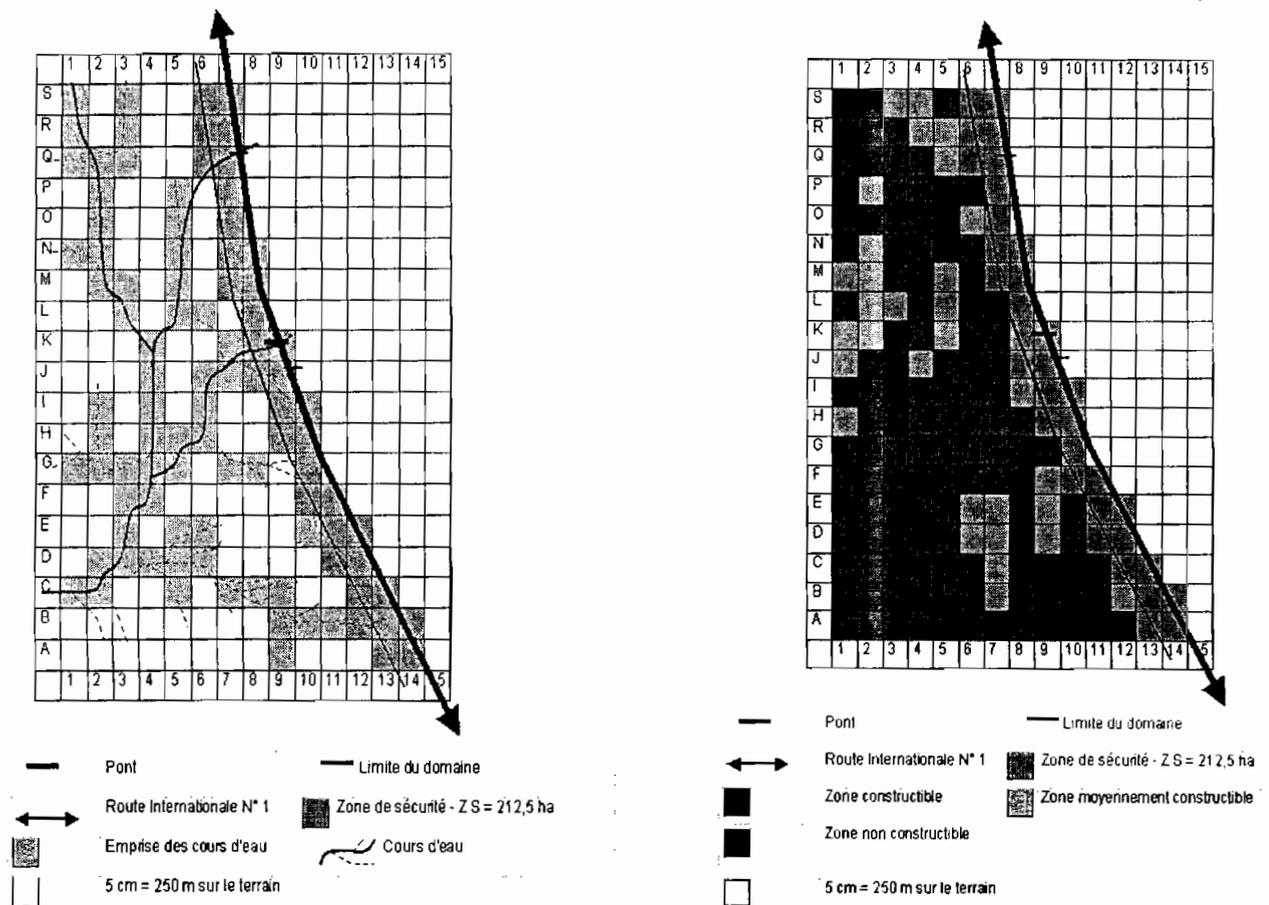
### 4.3. Le schéma d'aménagement

Le projet d'aménagement a tenu compte des visions universitaires ; par rapport aux indications sur les unités d'enseignement scientifique et technique possibles à implanter. Une première prise en compte a été le réseau hydrographique ; numérisé, il nous a édifié sur son extension et essentiellement sur sa distribution (fig.12).

Ensuite, l'assemblage des découpages par intérêts, par taille d'information et de prévision, a donné un schéma assez opérationnel pour les bases de réflexions sur la mise en capacités infrastructurelles (fig.13). Le rendement de ce schéma est qu'il apporte des données sur les trois niveaux de zones classées entre zone non constructible, moyennement constructible et constructible. La cohésion se dégage avec des concentrations de zones constructibles superposées aux étendues de surfaces étagées le long des axes de drainage, jouxtant les zones dites moyennement constructibles.

Ce schéma a retenu, pour des raisons de sécurité et d'aménagements des services hors compétences universitaires, la bande de 250 m le long de la route internationale ; ce qui représente 212 hectares.

Les zones constructibles, dominantes, occupent les parcelles intérieures, du nord-est de la confluence des deux cours d'eaux, Kmélou et Kpélou, élargies vers tout le sud-ouest. Elles représentent 400 hectares. L'autre secteur favorable, dans le Doufelgou, assez étroit entre les zones de relief très accidenté, constitue une surface de 80 hectares. A l'entrée du domaine, la surface constructible est de 20 hectares. Les zones moyennement constructibles ne représentent qu'une surface de 175 hectares, assez dispersées comme les zones non constructibles, plus importantes en surface, équivalentes à 344 hectares.



Figures 12 et 13 : Distribution du réseau de drainage et classification des zones d'échelle constructible, non constructible et moyennement constructible

### CONCLUSION

La distribution proposée dans ce schéma est l'interprétation du fonctionnement hydrodynamique des reliefs, avec un forçage étendu des zones constructibles aux moyennement constructibles pour amener les travaux à utiliser le maximum d'espace, estimé à 700 hectares. La vision de faire de cet environnement assez difficile aux premiers échantillonnages un cadre de travail, renvoie aux pratiques prévisionnelles dont le support est ce modèle physique de représentation issu d'une part, du modèle numérique de terrain, résumant les topo-morphologies d'échelle très indicateur, minimisant les microformes sous animation des ruissellements concentrés et surtout laminaires et d'autre part, des modèles de pentes de surfaces essentiellement assemblées.

Les exercices de terrain et de laboratoire, principalement concernant la construction du modèle physique, ont fait état des connaissances supplémentaires et des travaux complémentaires laborieusement menés. Ils montraient l'alliance entre les données scientifiques vérifiées avec rigueur

correspondante à la hauteur de la pertinence de la requête et les pratiques des techniques de mise en exergue des topo-morphologies du site de l'Université de Kara à travers l'usage des matériaux en papiers durs, d'épaisseurs concordantes aux géométries choisies.

### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **ADJOUSI, P., 2000.** *Changement climatique global : évaluation de l'évolution des paramètres climatiques au Togo.* Mémoire de maîtrise, Université de Lomé, FLESH, 121p.
2. **AFFATON, P., 1987.** *Le bassin des Volta (Afrique de l'Ouest) : une marge passive d'âge Protérozoïque Supérieur, tectonisée au Panafricain (600+/-50Ma).* Thèse de Doctorat ès Sciences en géologie, Fac.Sci.Tech. St Jérôme Vol. 1 et 2, Marseille, 470p.

**3. FAURE, P., 1985.** *Les sols de la Kara (Nord-Est Togo) : Relations avec l'environnement, carte pédologique 1/50000.* Ed. ORSTOM. n°183.

**4. POSS, R. et Rossi, G., 1987.** Systèmes de versants et évolution morphopédologique au Nord Togo. *Z. Geomorph.N.F./31/1/21-43.*

**5. ROUET, P., 1991.** Les données dans les systèmes d'information géographique. *Traité des nouvelles technologiques* (série géographie assistée par ordinateur), 277 pages.

**6. TROMPETTE, R., 1979.** Les Dahomeyides au Bénin, Togo et Ghana : une chaîne de collision d'âge panafricaine. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, Vol 21. fasc.5, p.339-349.