

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

F.L.A.S.H.S.

DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

MEMOIRE DE MAITRISE

**LE RUISSELLEMENT URBAIN A SYA
(BURKINA FASO)**

*présenté et soutenu par
Mahamadi OUEDRAOGO*

MAI 1996

Sous la direction de
Dya Christophe SANOU
Maître Assistant de
Géographie

A

Tiga Charles OUEDRAOGO et son
épouse Sita SANOU, artisans
de ma réussite

Ousseni OUEDRAOGO mon frère décédé
prématurément au cours de cette
année académique ;

Je dédie le présent mémoire.

SOMMAIRE

	Pages
TABLES DES CARTES	7
TABLES DES PHOTOGRAPHIES	8
TABLES DES SCHEMAS	9
TABLES DES TABLEAUX	10
LISTE DES SIGLES EMPLOYES	11
RESUME	12
AVANT PROPOS	13
INTRODUCTION	14
PREMIERE PARTIE : CADRE PHYSIQUE ET HUMAIN	19
CHAPITRE PREMIER : LE MILIEU NATUREL	20
I - SITUATION	20
II - GEOLOGIE ET FORMATIONS SUPERFICIELLES	22
A) Géologie	22
1) La série gréseuse	24
2) Les roches intrusives et métamorphiques	26
3) Les granites	26
B) Formations superficielles	26
1) Les sols	27
2) Les cuirasses	28
C) La morphostructure	31

III - L'HYDROGRAPHIE ET COUVERT VEGETAL	30
A) L'hydrographie	30
B) Le couvert végétal	36
1) Sur interfluve	36
2) Le long des chenaux	38
IV - LE CLIMAT	39
A) La pluie	42
1) Variations interannuelles des précipitations (1964-94)	42
2) Variations spatiales des précipitations	44
B) L'agressivité climatique	45
CHAPITRE DEUXIEME : L'ANTHROPISME	48
I) LA POUSSEE DEMOGRAPHIQUE	48
A) Conditions du peuplement humain	48
B) Situation actuelle	49
II) L'HABITAT ET LE RESEAU ROUTIER	50
A) Typologie de l'habitat	50
1) L'habitat traditionnel : les villages	50
2) L'habitat populaire : les quartiers populaires	51
3) L'habitat moderne : les zones résidentielles	51
B) Synthèse des tissus urbains	51
III) ACTIVITES AGRICOLES ET MARAICHERES	52
A) Activités maraîchères	52
B) Activités agricoles	53

DEUXIEME PARTIE : DYNAMIQUE ACTUELLE	57
CHAPITRE PREMIER : LES MODES D'ACTION DE L'EROSION URBAINE	57
I) LES FACTEURS ESSENTIELS DE LA DYNAMIQUE ACTUELLE	58
A) Les facteurs naturels	58
1) L'action pluviale	58
2) La pente	60
3) L'état du sol	61
4) L'impact du "couvert" végétal	63
B) Les facteurs anthropiques	64
1) L'habitat	64
2) Les aménagements annexes	65
II) LES MODES D'ACTION DE L'EROSION A SYA	65
A) Le ruissellement	65
1) Le ruissellement diffus	66
2) Le ruissellement concentré	66
B) L'action éolienne	70
III) LES FORMES D'ABLATION ET D'ACCUMULATION	72
A) Les formes d'ablation	72
1) Le ravinement	72
2) Le décapage pelliculaire	81
B) Les formes d'accumulation	83
1) Les accumulations sableuses	86
2) Les accumulations limoneuses	87
3) Les accumulations hétérogènes	88

CHAPITRE DEUXIEME : CONSEQUENCES DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION A SYA	89
I) LES PROBLEMES LIES A L'ECOULEMENT	89
A) Les inondations	90
B) Le creusement du lit du Wé	90
1) Au niveau des ouvrages d'arts	90
2) Au niveau des débouchés des collecteurs	91
3) Au niveau des terrasses alluviales	91
C) L'insécurité du bâti	92
1) A Niéneta	92
2) A Colma	93
3) A Dogona	93
D) L'insécurité des ouvrages d'art	93
1) Les ponts	94
2) Les caniveaux	96
E) Les difficultés de circulation	96
II) LES PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT	97
A) Nécessité de maîtriser le phénomène de ruissellement	97
B) Extension du réseau de drainage des eaux pluviales	98
1) Les caniveaux	99
2) Les bassins de rétention	100
C) Réprofilage du lit des chenaux principaux	101
1) Celui du Wé	101
2) Ceux des ravines de Dogona	103
4) Trouver des techniques adaptées de construction	103
CONCLUSION GENERALE	105
ANNEXES	106
- Photographie	107
- Bibliographie	114
- Tableau pluviométrique	118
- Tableau température	119

TABLE DES CARTES

N° D'ORDRE	NATURE DES CARTES	PAGES
1	Situation de la zone d'étude par rapport à la ville de Sya	21
2	Reconnaissance photogéologique	23
3	Réseau hydrographique	31
4	Bassins et sous bassins versants	36
5	La pluviométrie au Burkina	43
6	Agressivité climatique	47
7	Points critiques du ruissellement	71
8	Formes d'érosion et d'accumulation	77

TABLE DES PHOTOGRAPHIES

NUMERO D'ORDRE	NATURE DES PHOTOGRAPHIES	PAGES
1	Pelouse herbeuse et <u>Acacia pennata</u> protégeant les berges.	106
2	Tête de ravine prenant naissance sur une parcelle	106
3	Constructions dans le lit de la ravine de Colma	107
4	Déchaussement des racines des arbres	107
5	Gorge d'érosion régressive à l'entrée d'une cours	108
6	Effondrement progressif du pont et des gabions.	108
7	Tête de ravine au flanc du pont n°5	109
8	Restes d'un pont effondré	109
9	Problèmes de circulation sur le Wé	110
10	Affouillement sous le mûr d'une maison	110
11	Effondrement partiel du pont n°4	111
12	Affouillement sous les piliers du pont n°6.	111
13	Marmite de géant dans la carapace.	112
14	Démantèlement des gabions pont n°1.	112

TABLE DES SCHEMAS

NUMERO	NATURE DES SCHEMAS	PAGES
1	Région à relief mouvementé	25
2	Hydrographie de la région de Sya : les sources artésiennes du Kou	34
3	a Le FIT au cours de l'année	41
	b Les 4 saisons de l'ouest burkinabè	
4	a Courbe d'irrégularité interannuelles des pluies	44
	b Courbe de variation des températures	44
5	Courbe d'infiltration	62
6	Profil pédologique ravine de Dogona	75
7	Mode d'action des eaux au niveau d'un méandre	80
8	Coupe transversale dans le lit du Wé	82
9	Profil en travers type dans la zone de rétrécissement du lit du Wé	102

TABLE DES TABLEAUX

NUMERO D'ORDRE	NATURE DES TABLEAUX	PAGES
1	Caractéristiques topographiques des principaux sous-bassins versant du Wé, du Bingbéle et Niamé	34
2	Espèces végétales exotiques couramment plantées à Sya	37
3	Espèces végétales sauvages couramment rencontrées	38
4	Variation spatiale des précipitations	44
5	Accroissement urbain de Sya (1945-1985)	50
6	Synthèse des tissus urbains	52
7	Liste des espèces maraichères cultivées dans la ceinture maraichère de Bobo-Dioulasso	54
8	Débits décennaux à l'exutoire de principaux sous-bassins versant	68
9	Rapport coefficient de ruissellement type de tissus urbain.	69
10	Charges solides des eaux du Wé	85
11	Commerce de sable à Colma	87
12	Pluviométrie de Sya (1951-1994)	Annexe
13	Température de Sya (1951-1994)	Annexe

SIGNIFICATION DE QUELQUES SIGLES EMPLOYES
DANS LE PRESENT MEMOIRE

C A S	: Centre Abel Sanou
C E S A O	: Centre d'Etude Social d'Afrique Occidentale
C I E H	: Centre Inter Etat d'Etude Hydraulique
E I E R	: Ecole Inter Etats des Ingénieurs de l'Equipement Rural
F I T	: Front Intertropical de Translation
I W A C O	: International Water Supply Consultant
O N E A	: Office National des Eaux et de l'Assainissement
S D A U	: Schéma de Développement et d'Aménagement Urbain
S C F B	: Société des Chemins de Fer du Burkina

RESUME

La dynamique érosive en zone urbaine de Sya, de par sa spécificité est un phénomène spectaculaire et très actif. L'emprise humaine sur l'espace à travers les divers aménagements est à l'origine du caractère très actif du phénomène. L'habitat, les espaces publics, le réseau routier limitent considérablement les infiltrations. Cela a pour corollaire l'accentuation des écoulements tant au niveau des chenaux naturels qu'artificiels (c'est-à-dire les caniveaux).

Or, les caniveaux existants sont insuffisants aussi bien en quantité (nombre) qu'en qualité. Les conséquences qui en découlent sont énormes comme les inondations fréquentes, l'effondrement des ouvrages d'assainissement, la dégradation des voies de circulation et bien d'autres désagréments.

Voilà autant de raisons qui ont commandé la rédaction du présent mémoire qui, nous l'espérons sera une modeste contribution à la connaissance des problèmes liés aux eaux pluviales de Sya.

MOTS CLES

Ruissellement, érosion, caniveaux, ravinement, wé, affouillement, inondation, pluie, effondrement, Bobo-Dioulasso.

AVANT PROPOS

L'étude du ruissellement en zone urbaine dans les pays sahéliens se heurte à un certain nombre de contraintes majeures qui sont de deux ordres :

- l'insuffisance des connaissances sur les caractéristiques du terrain : manque de relevés topographiques, méconnaissance du substrat et de son dynamisme ;
- l'insuffisance des connaissances sur les facteurs climatiques : agressivité climatique et ruissellement notamment.

Ces insuffisances rendent délicate la maîtrise du phénomène de ruissellement. Néanmoins des travaux ponctuels très souvent disparates ont été menés par divers organismes. Ces travaux ont porté sur des relevés pluviométriques, des mesures de débits, des levés topographiques, etc. Ils n'ont guère été constants soit par manque de moyens logistiques et financiers soit par manque d'intérêt soit enfin par pure négligence.

Tous ces facteurs expliquent le fait que la ville de Sya plus connue sous le nom de Bobo-Dioulasso ne dispose d'aucune infrastructure hydrologique devant permettre un suivi constant et régulier du ruissellement urbain.

Aujourd'hui, seules existent quelques rares données fournies par le CIEH ou l'ONEA. Il reste donc entendu que ces données ne livrent qu'un minimum d'information qui ne saurait être utilisé pour des aménagements de grandes envergures ; ceci au risque de subir des conséquences ultérieures très fâcheuses.

Cette étude sur le ruissellement urbain à Sya que nous avons entreprise, loin de vouloir donner une solution miracle au problème, se veut simplement être une esquisse de diagnostics en vue d'apporter plus d'informations sur les causes non seulement des inondations mais aussi de l'effondrement de certains ouvrages d'art, du bâti, des routes...

Pour mener à bien cette étude, nous avons adopté une méthodologie qui tient compte de la spécificité de l'environnement urbain.

En effet, "c'est la maîtrise de la méthodologie qui donne au chercheur la maîtrise de la discipline" a dit Frédéric PALE, Chargé de Recherche et enseignant à l'Université de Ouagadougou.

Cette assertion montre l'importance de la méthodologie lorsqu'on veut entreprendre toute étude. Cette méthodologie varie selon le thème et les opportunités.

Dans le cas du ruissellement et de l'érosion, deux grandes tendances se dégagent ;

- * Les méthodes dites quantitatives
- * les méthodes dites qualitatives

Les premières visent à quantifier d'une part les écoulements et d'autre part l'érosion. Elles nécessitent des moyens logistiques et humains importants donc des moyens financiers assez consistants.

Les secondes quant à elle privilégient l'observation, la description. Elles visent à poser le problème de façon qualitative lorsqu'il n'existe aucune possibilité d'installation de dispositif de mesure expérimentale et même quand cela existe. Dans ce cas, elles sont un complément.

C'est en ce sens qu'elles sont indiquées dans le cadre de notre étude dépourvue de moyens financiers adéquats.

Ainsi, notre étude nous a amené à adopter la technique d'étude ci-après développée.

Nous avons adopté un cheminement chronologique. Cette approche est à mettre en rapport avec notre soucis d'aller du "plus simple" au "plus compliqué".

Elle répond également à l'option de mieux appréhender le thème dans toute sa spécificité. En effet, l'exécution préalable des tâches les plus simples donne plus de perspectives à celles les plus compliquées.

Cette technique d'étude a été effectuée en trois étapes : d'abord les travaux préliminaires, puis les travaux de terrain et enfin les travaux de bureau.

- + Les travaux préliminaires

Ils ont porté sur la documentation de base et les contacts pris avec les divers services intéressés. Grâce à cette documentation, nous avons pu faire un tour d'horizon de notre thème et lui donner la meilleure orientation possible.

C'est sur cette base que nous avons posé le problème et élaborer la manière dont les recherches seront menées. Ces travaux ont été compliquées par l'interprétation des photographie aérienne couvrant la zone d'étude. La dernière phase a consisté à la délimitation du terrain d'étude et à la cartographie primaire.

+ Les travaux de terrain

Ils ont consisté d'abord au complètement cartographique sur la base de prise de vue aériennes.

Dans la pratique ce complètement nous a amené à faire un certain nombre d'observations. Ces observations portent aussi bien sur la géomorphologie que sur la végétation.

Ainsi nous avons procédé à :

- une inspection détaillée le long des chenaux, depuis leur confluence avec le Wé jusqu'à la tête y compris les affluents secondaires ;
- Une identification et une description de tous les points critiques tant pour les ouvrages d'art que pour les habitations ;
- une identification et une description sur le terrain de toutes les têtes de ravines ;
- une localisation des formes d'érosion et d'accumulation dominantes dans chaque quartier ;
- un suivi constant de l'évolution des ravines ;
- une identification des espèces végétales situées sur les interfluves et en bordure des chenaux.

Ces travaux effectués du 17 mai au 26 mai 1993 se sont poursuivis jusqu'au mois d'août 1993. Ils ont été complétés par des sorties réalisées au cours des saisons hivernales 1994 et 1995.

Par ailleurs, un suivi géomorphologique nous a permis de suivre de façon détaillée le ruissellement et ses principes d'action sur les formations superficielles.

C'est ainsi qu'elle a permis d'estimer l'importance de la perte en terre. Perte en terre matérialisée par la charge des ruisselets qui rendent les eaux très troubles.

En d'autres termes, l'étude géomorphologique a consisté :

- à estimer le creusement du lit du Wé,
- à décrire le processus d'érosion hydrique à travers le ravinement,
- à installer des piquets sur les sites des ravines afin de suivre leur progression,
- à faire un inventaire des composantes de la charge solide des eaux.

+ Le travail de bureau

Il a consisté en la rédaction, en la confection des schémas et des cartes et en la mise en forme du mémoire.

Cependant, nous ne pourrions commencer ces propos, sans adresser nos remerciements à tous ceux dont la contribution a été salutaire pour la réalisation du présent mémoire.

Au nombre de ces contributions celles de :

- tous les enseignants du département de géographie de l'Université de Ouagadougou qui ont assuré ma formation de géographe ;

- Dya Christophe SANOU, maître assistant au département de géographie pour sa constante disponibilité malgré ses responsabilités de chef de département ;

- tous les responsables des centres de documentation de l'Université, de l'EIER, du CESAO (Bobo)...

- Monsieur le Directeur Régional de l'Urbanisme du Houet pour son concours en photographies aériennes...

Que tous trouvent là le fruit de leur effort.

INTRODUCTION

Comme des champignons sortis de terre, les villes africaines sont de plus en plus nombreuses et n'arrêtent leur croissance : croissance tant du point de vue spatial, qu'humain (population).

Cependant, nombreux et diversifiés sont aussi les problèmes inhérents à une telle situation. De Dakar à Abidjan, d'Accra à Ibadan.... la gestion de ces cités capitales est difficile tant les effets pervers de la rapide extension sont complexes : problèmes de logement, d'approvisionnement en eau et en électricité, insalubrité, problèmes d'évacuation des eaux pluviales etc.

Ce dernier cas, souvent oublié ou négligé est l'un des problèmes majeurs auquel les bobolais (habitants de Bobo-Dioulasso) doivent faire face. Bobo-Dioulasso, 2ème ville et capitale économique du pays, recevant en moyenne 900 à 950 mm de pluie/an est très pauvre en ouvrages d'assainissement permettant une évacuation rapide des eaux.

Cela tient au fait que l'extension spatiale ne s'est pas accompagnée d'une extension du réseau de drainage. De sorte que les nouveaux quartiers en sont complètement dépourvus.

Par ailleurs, ceux déjà existants fonctionnent mal ou pas du tout. Il s'en suit un débordement et une concentration des eaux le long des voies avec pour conséquence des inondations temporaires.

Alors intervient l'érosion ravinante qui imprime toute sa dynamique aux chenaux artificiels et naturels. Ces chenaux, très souvent d'ailleurs se confondent à la voie. Car, dans bon nombre de quartiers, à Sya, les voies jouent deux fonctions : elles permettent non seulement la circulation des habitants, mais aussi le ruissellement des eaux pluviales.

A Sya, particulièrement dans notre zone d'étude, l'action érosive du ruissellement, à travers l'affouillement menace sérieusement la stabilité des ouvrages d'art (ponts, caniveaux, bassins de rétention).

En effet tous les points de franchissement situés en aval du Wé à la sortie nord de la ville de Sya nécessitent aujourd'hui des réaménagements ou une reconstruction pur et simple.

Par ailleurs, les perturbations hydrauliques fréquentes que connaissent les talwegs sont à l'origine d'inondations saisonnières. Suivant leurs ampleurs, les effets sont souvent

drastiques. C'est essentiellement l'effondrement des maisons ; le transport de biens et d'objets divers ; la dégradation des chaussées etc.

Autant de problèmes réels qui ont nécessité pour la ville de Sya, l'élaboration d'un schéma directeur d'aménagement mais dont l'application tarde encore à venir si ce n'est quelques travaux entrepris à Colma et à Yeguéré.

C'est pourquoi nous avons envisagé cette étude qui se propose non seulement de compléter des analyses pertinentes qui ont été déjà faites par le CIEH¹ mais aussi, réaffirmer la nécessité pour les autorités communales, de prendre en compte les problèmes liés à l'écoulement des eaux pluviales.

Pour cela nous ferons un inventaire des divers problèmes liés au ruissellement, des points critiques qui demandent un aménagement. Ensuite il serait intéressant d'énumérer quelques précautions à prendre pour protéger les divers aménagements déjà existants.

Ainsi, notre plan de travail se présentera de la manière suivante :

- Une première partie consacrée à la connaissance générale de notre milieu (zone) d'étude.
- Une deuxième partie où seront traités les problèmes de dynamique actuelle et ses corollaires.

¹ Pour plus d'informations, se référer au SDAU BOBO 1987

PREMIERE PARTIE

CADRE PHYSIQUE ET HUMAIN

CHAPITRE PREMIER : LE MILIEU NATUREL

I - SITUATION

La ville de Sya se situe entre 11°8' et 11°12' de latitude Nord d'une part et entre 4°15' et 4°20' longitude Ouest d'autre part.

Connue sous l'appellation de Bobo-Dioulasso, la ville de Sya se dresse à une altitude moyenne de 400 à 480 m. Son site est implanté à 10 kilomètres à l'Ouest de la falaise² de Banfora à la croisé de grands axes routiers. Ces axes la relie d'une part aux pays voisins comme la Côte d'Ivoire et le Mali et d'autre part à certains grands centres urbains nationaux comme Ouagadougou, Dédougou, Banfora, Orodara, etc.

Cette situation privilégiée de carrefour a joué et continue de jouer un rôle majeur quant à son développement.

Cependant la présente étude ne portera pas sur l'ensemble de la ville mais plutôt sur la façade nord que nous avons estimé plus représentative.

La réduction de l'échelle répond à un souci de mieux connaître le phénomène de ruissellement dans les détails quitte à étendre l'étude à toute la ville.

Quant au choix du site, il est guidé par les raisons suivantes :

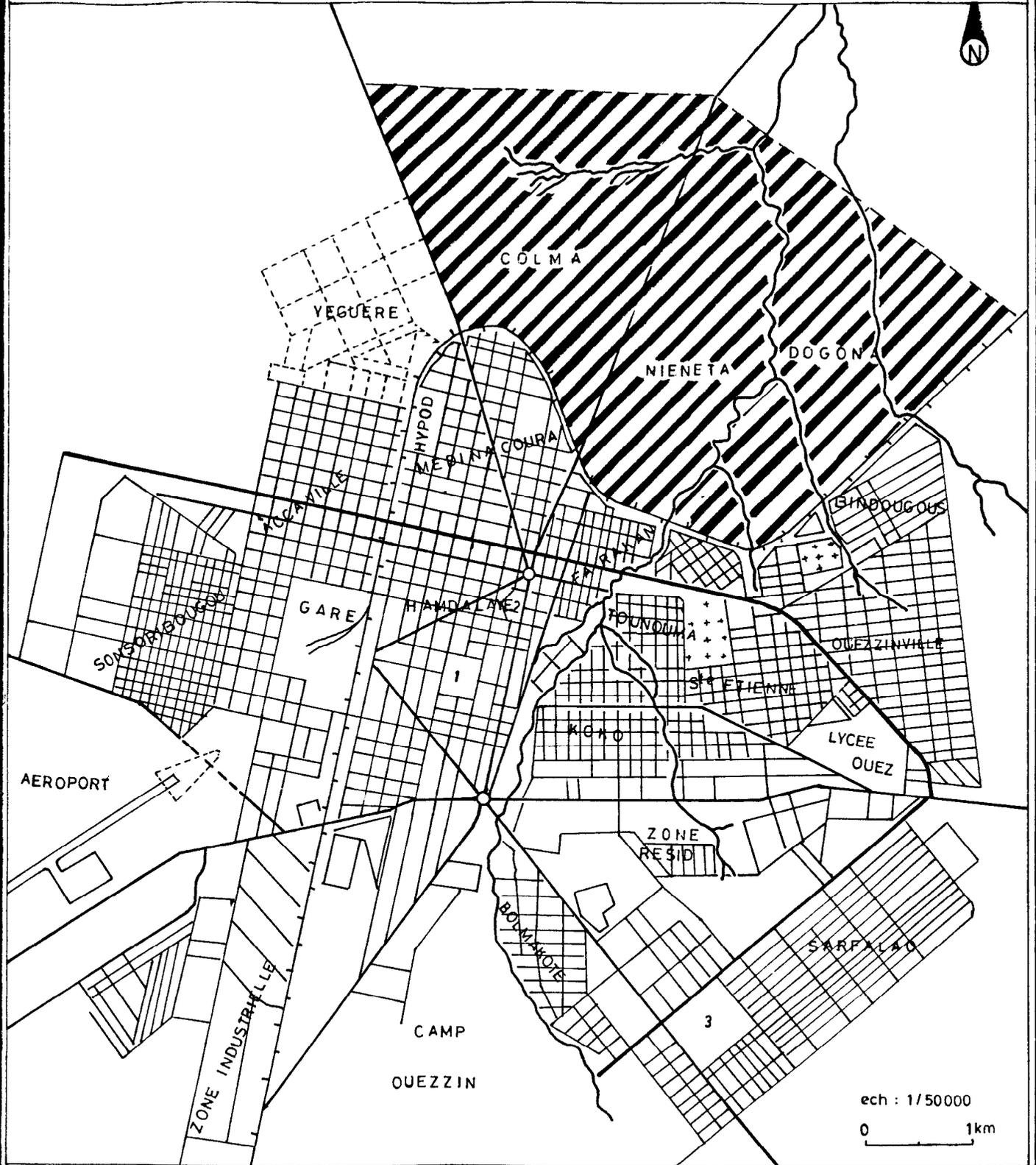
- diversité des types d'habitat,
- présence de nombreux chenaux,
- appartenance au même bassin versant en général,
- importance du ravinement.

Ce sont toutes ces raisons qui nous ont amené à nous intéresser à la périphérie nord de la ville un peu en aval du Wé (cf carte n° 1 page 21).

Elle couvre trois secteurs : le secteur 11 (ex Colma), le secteur 12 (ex Niénéta et Sakaby) et le secteur 13 (ex Dogona) l'ensemble de ces trois (3) secteurs couvre une superficie d'environ 900 ha.

² Il s'agit en fait d'un escarpement mise en place par la tectonique. et façonné par l'érosion différentielle

C1: BOBO-DIOULASSO
situation de la zone d'étude



Légende



zone d'étude



talweg



voies principales

chemin de fer

1 marché central

2 stade wobi

3 terrain centre-
émeteur

II - GEOLOGIE ET FORMATIONS SUPERFICIELLE

A) Géologie

Suivant les travaux du chercheur français J.SAGATZKY 1969, le Burkina Faso méridional peut être divisé en deux régions naturelles bien distinctes

- Une bordure orientale de hauts plateaux gréseux datant du primaire ;
- Une plaine précambrienne ondulée essentiellement cristalline.

La première unité structurale est caractérisée par la continuité de ses formations gréseuses sub-horizontales d'âge primaire. Ces formations qui commencent à 10 km à l'Est de Sya recouvrent avec une certaine discordance, les terrains de la plaine précambrienne.

Ainsi, les terrains primaires forment à partir de la ville de Sya un pays de plateaux qui dominant à l'Est d'une façon nette la plaine du Burkina. Cette plaine s'étend de façon continue vers le centre du pays mossi. (cf coupe transversale de Bobo Dioulasso a Yégueresso page 25).

La seconde unité, quant à elle, est caractérisée par l'aspect ondulé de ses formations. C'est un socle cristallin qui dans l'Ouest burkinabè affleure par endroits.

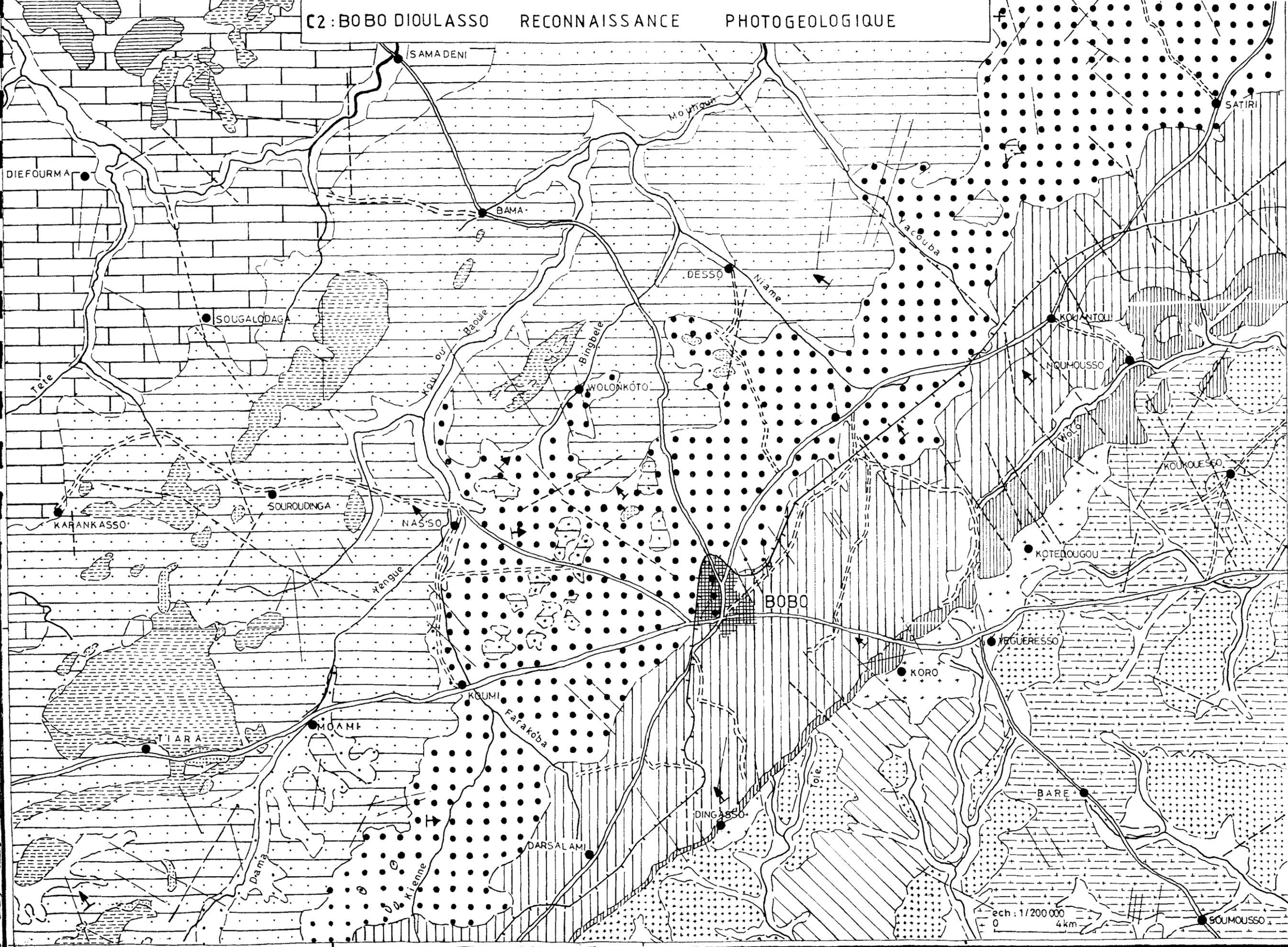
Elle prend naissance à l'Est de Bobo, depuis la zone de contact Primaire / Précambrien de Koro et s'étend sur la majeure partie du pays.

Ce contact primaire / précambrien a déjà fait l'objet des travaux de Dya . Christophe SANOU, 1984.

Schématiquement, la structure géologique de la région de Bobo Dioulasso telle qu'illustrée par la carte n° 2 de la page 23 comprend :

- une série gréseuse ;
- des roches métamorphiques et intrusives ;
- un socle granitique.

C2 : BOBO DIOLASSO RECONNAISSANCE PHOTOGEOLOGIQUE



- aluvions
- ROCHES SEDIMENTAIRE
- schistes de toun
- gres roses
- gres schisto-dolomitiques
- dolomie
- gres a yeux de quartz
- gres de sotuba
- gres de base
- ROCHE INTRUSIVE
- dolerite
- ROCHE METAMORPHIQUE
- schistes birrimien
- ROCHES GRANITIKES
- granites de koro
- migmatites indifferenciés
- granito gneiss
- contours géologiques
- faille certaine
- faille supposée
- linéation, diaclase
- pendages quelconques
- pendage horizontal
- villages
- cours d'eau
- routes butumées
- routes non butumées
- voies ferrées

ech : 1/200 000
0 4km

1) La série gréseuse

Ces formation à divers faciès sont les mieux représentées dans la région de Bobo-Dioulasso. C'est une succession de couches gréseuses d'âges différents.

- Les grès de base : Ils sont les plus anciens, grossiers et hétérogènes. Ils sont consolidés par un ciment Kaolinitique.

- Les grès de Sotuba : Ces grès comportent des schistes rouges argileux. Ils reposent sur des grès à yeux de quartz.

- Les grès à yeux de quartz : Ce sont les grès de Bobo-Dioulasso. Ils sont friables sub-homogènes avec quelques galets de quartz. Dans ce dernier, souligne le CIEH, "il semble qu'une couche située entre 65 et 220 m de profondeur constituerait un acquifère important dû à un système dense de fractures et frisures".

L'existence de cet acquifère est en effet relevée par les travaux de Guy PALAUSSI, 1959 (cf. schéma G. PALAUSSI P. 33). A travers ce schéma fort clair, ce chercheur a déterminé la zone d'infiltration et le sens de circulation des nappes profondes.

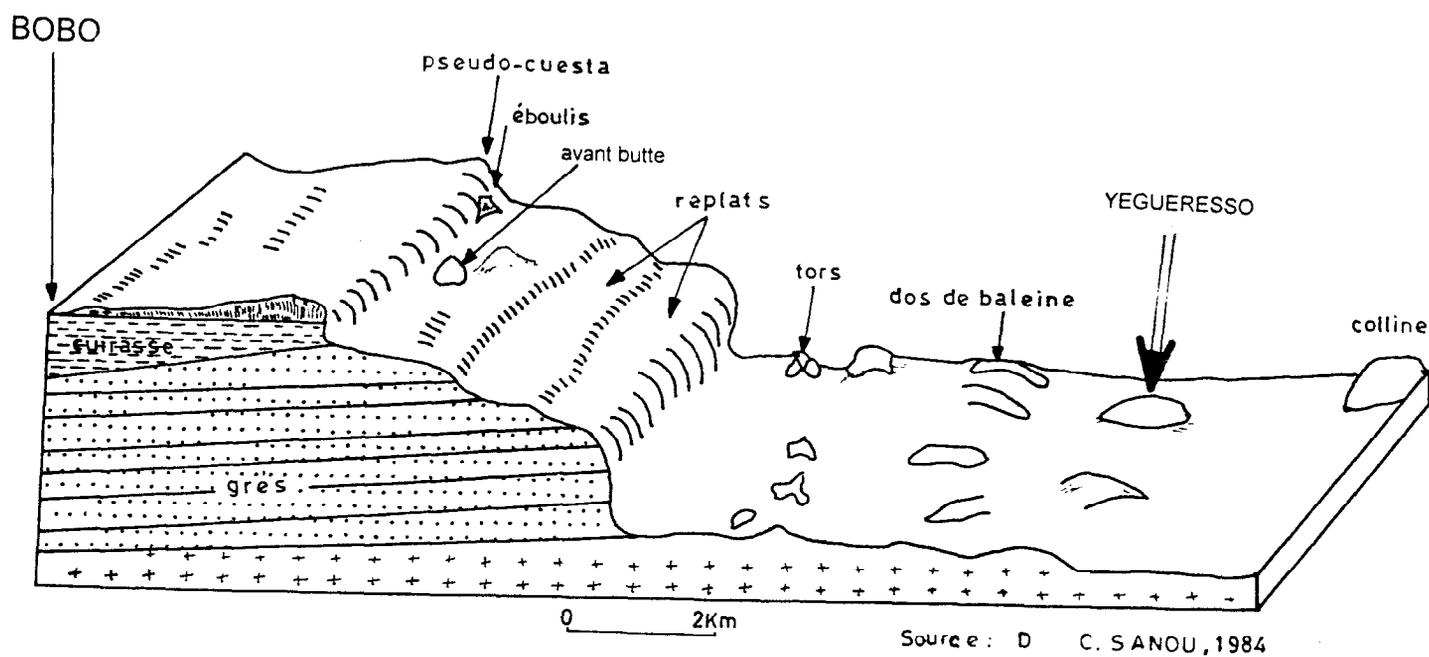
Ce schéma donne une idée assez nette quant à la provenance des eaux des sources de Nasso et de la Guinguette ainsi que celles qui resurgissent tout au long du lit du Wé.

Cependant, selon des recherches menées en 1985 par l'IWACO, cette eau met 30 ans à s'infiltrer avant de resurgir. De ce fait, les risques de pollution de la nappe sont réduits à court terme.

Au point de vue hydrologique, les grès de Bobo-Dioulasso sont très importants. Ces grès peu résistants, apparaissent sous forme de dalle au fond de l'entaille (8 à 10m) que constitue le talweg naturel du Wé qui traverse la ville du Sud au Nord.

- Les dolomies : Ce sont des grès shisto-dolomitiques passant à des dolomies grises ou à des strombolites compacts plus ou moins silicifiées ou argileuses.

Fig 1: Coupe transversale de Bobo à Yégueresso



- Les grès shisto-dolomitiques : De couleur grise et noire, ils sont fins et homogènes mais parfois micacés et compacts.

- Les grès roses : Ils sont compacts et durs, homogènes et fins de couleur rouge et rose. Cette dernière couche rocheuse est soumise aux diverses formes d'érosion et d'altération.

2) Les roches métamorphiques et intrusives

Ce sont essentiellement les schistes birimiens et les dolérites. Ces schistes comportent de la biotite à 2 micas et souvent des quartz. Ils ont un pendage variant entre 65 et 90°.

Les dolérites de caractère intrusif se présentent sous forme de filons de dykes ou de laccolites. Ils ont cependant un pendage faible dirigé vers le Nord ou le Nord-Ouest.

Ces types de roches sont très faiblement représentés dans la région de Bobo-Dioulasso.

3) Les granites³

Le socle granitique bobolais se situe en moyenne à 400m de profondeur du sol. Il date du Précambrien. Ce socle d'aspect massif comporte trois roches à faciès différents :

- Les granito-gneiss de teinte claire mais parfois gris-blancs à texture légèrement gneissique.

- Les migmatites indifférenciés dans lesquels on trouve très souvent des granites en bandes plus ou moins grandes. Là, le passage des migmatites aux granites se fait par une zone diffuse.

- les granites de Koro sont des granites gris à biotite et des granites roses à grains moyens, riches en amphibole.

B) Les formations superficielles

Les formations superficielles se définissent comme étant des "formations continentales meubles ou solidairement consolidées provenant de la désagrégation et (ou) de l'altération des roches préexistantes sous l'action soit des mouvements tectoniques soit de

³ Les granites ne se trouvent pas au niveau de la ville de Sya mais plutôt à quelques distances à l'est.

facteurs bioclimatiques. Ces formations sont corrélatives de l'évolution des roches ; elles peuvent demeurer in situ... soit subir des remaniements... soit être alors fossilisées"

Cette définition fait ressortir deux processus bien distincts mais très souvent complémentaires. C'est d'abord l'ameublissement des couches rocheuses préexistantes et ensuite leur consolidation par des ciments ou d'oxydes ou encore d'hydroxydes.

1) Les sols

D'après les travaux de Dya C. SANOU, effectués courant 1983-1984 "les sols de l'Ouest du Burkina sont calqués sur le type de substratum sur lesquels ils reposent". C'est pourquoi conclut-il, "de manière générale," que "les cartes géologiques et les cartes pédologiques se superposent".

Les sols de l'Ouest Burkina calqués sur leur substratum sont très variés. Mais au niveau de notre zone d'étude, des nuances existent entre des sols issus du même substrat.

- Les sols dits profonds se rencontrent surtout sur la série gréseuse, donc sédimentaire. Ils occupent la majeure partie du grès.

Si nous nous replaçons dans le contexte local, nous constatons que les sols de la région de Bobo reposent sur les grès dits de Bobo. Ils présentent des textures très variées, mais deux types principaux sont dominants.

* les sols limono-argileux à argilo-limoneux en surface, argileux en profondeur. Ces sols se rencontrent tout au long de la vallée du Wé. Ce sont les sols de prédilection des cultures maraîchères car mal drainés.

* Les sols sableux en surface, argileux en profondeur. Ils occupent tout le reste de la région, formant une bande allant de Bobo-Dioulasso à Toussiana. Ces sols comportent environ 3 % d'argile et sont de ce fait facilement mobilisables par les ruisselets.

Cela est d'autant important que la pente au niveau de la ville n'est pas négligeable. Elle atteint en effet 3% par endroits.

L'érosion est donc manifeste dans cette zone où les ravines et les têtes de ravine progressent très rapidement. (voir photo n° 1 en annexe)

Les propriétés hydro-pédologiques de ces sols pourraient se résumer en ces termes : sols mal drainés à engorgement temporaire dans la vallée ; sols à drainage moyen dans le reste de la zone.

Des essais d'infiltration ont été réalisés sur ces types de sols par le CIEH en 1990 dans les quartiers de Yéguéré et de Colma. Ces essais visaient à évaluer l'évolution dans le temps des vitesses d'infiltration et surtout la vitesse limite qui correspond à un sol saturé. En d'autres termes, cela a consisté à estimer la capacité de rétention en eaux.

Les courbes d'infiltration réalisées montrent des situations très diverses. Cependant elles gardent toutes une caractéristique commune : l'infiltration, d'abord rapide dans les premiers centimètres du sol, soit 2mm/mn ralentit peu à peu en profondeur, pour s'estomper au bout de 1'heure 20 à 24 heures 35mn (seuil de saturation).

Ce comportement hydro-pédologique est très important dans tout processus de ruissellement. Le ruissellement est en effet moins important sur sols insaturés où l'infiltration est encore importante que sur sols saturés où elle est presque nulle. (cf. courbe d'infiltration n°6 du CIEH P 62).

2) Les cuirasses

La cuirasse est un matériau meuble, cimenté par des oxydes de fer ou des hydroxydes d'alumine et parfois par des oxydes de manganèse. Le cuirassement est un phénomène d'induration.

C'est la raison pour laquelle on leur attribue le nom d'induration ferrugineuse ou bauxitique. L'induration se fait en faible profondeur par remontée capillaire des éléments ferromagnésiens ou par percolation. Il se forme ainsi un horizon durci ou carapacé qui évoluera très vite vers une cuirasse lorsque l'érosion aura mobilisé la couche superficielle.

Les cuirasses affleurantes sont donc vieilles et résultent très souvent du déblaiement de la couche superficielle meuble. La formation de la cuirasse nécessite cependant l'alternance de 2 saisons.

- Une saison humide pendant laquelle l'eau s'infiltré, percole et entraîne en profondeur les éléments légers.

- Une saison sèche pendant laquelle fer et aluminium dissouts, précipitent par déshydratation.

Cependant, cette seule condition n'est pas suffisante : la nature de la roche mère est prépondérante notamment en ce qui concerne la proportion d'éléments ferromagnésiens qu'elle contient.

Cette dernière condition est déterminante dans la formation des cuirasses dans la région de Bobo-Dioulasso. En effet, suivant la proportion de ces éléments dans la roche mère, les cuirasses vont se présenter sous diverses formes : continues, discontinues ou concretionnées (concrétions ferrugineuses). Or la nature lithologique des grès, faiblement riches en fer limite considérablement la formation de cuirasses épaisses. C'est pourquoi les cuirasses se présentent soit sous forme carapacée, soit sous forme de dalles discontinues au fond des lits des chenaux, soit enfin sous forme concretionnées.

Au cours de nos travaux de terrains, les seules formes massives observées se localisent dans le lit d'un des affluents du Wé dans le quartier Dogoma. Cette dalle pave en effet le fond sur plus de 100m de longueur. Ailleurs, ce sont les carapaces et les concrétions qui sont les mieux représentées.

Les concrétions sont présentes dans tous les types de sol déjà cités alors que les carapaces se localisent surtout à Tounouma et à Farakan. En effet, Farakan en langue dioula signifie roche (induration). En d'autres termes, Farakan désigne les habitats construits sur ces formations.

Au cours de la saison pluvieuse, les ruisselets arrachent les nodules des berges des chenaux, les prennent en charge sur des distances souvent longues. Le dépôt ne survient que lorsque les eaux rencontrent un obstacle ou lorsqu'elles perdent leur compétence. C'est pourquoi dans bon nombre de chenaux, ces nodules ont formé des accumulations qui pavent tout le long des lits.

Du point de vue géomorphologique, l'érosion est très limitée sur les cuirasses et sur les carapaces. C'est ainsi que l'incision linéaire du ravinement semble s'arrêter lorsqu'une cuirasse est révélée. En effet, lorsque cette incision due aux ruisselets rencontre une dalle de cuirasse, elle semble stagner. C'est là que l'on constate un élargissement du lit suite à l'érosion différentielle des berges. Des marmites de géants peuvent se développer dans la carapace ou dans la cuirasse (cf. photo n° 13).

Il faut souligner aussi que ces carapaces ou ces cuirasses sont utilisées partout dans la ville comme matériaux de construction. Un véritable commerce s'est ainsi instauré et procure à ceux qui s'y adonnent des bénéfices assez substantiels. Nous l'avons constaté auprès de quelques intéressés : un chargement (benne) de gabion (concrétions ferrugineuses compactes)

coûterai entre 40.000 et 60.000 Francs CFA, tandis que la brique de carapace atteint 30 Francs CFA.

C) La morphostructure

La région de Bobo-Dioulasso est marquée par un relief très contrasté du point de vue structural. La coupe transversale réalisée par D. Christophe SANOU à la page 25 révèle en effet ce contraste.

- A l'ouest, il y a le plateau gréseux sur lequel s'élève l'agglomération de Sya.
- A l'est, s'étend la plaine granitique caractérisée par la relative monotonie de sa surface.

Le contact le plus franc des ces deux ensembles est matérialisé par la rupture de pente de Koro située à quelques 10 km à l'est de la ville de Sya, sur la route nationale Bobo - Ouagadougou.

Les autres contacts passent tous par une zone diffuse. Le site naturel de la ville est un sommet modéré bien sûr, mais bien réel d'altitude moyenne variant entre 400 et 480m. Ce site est l'amont du Kou où "plus précisément l'amont de plusieurs sous bassins emboîtés dans celui du Kou" note le CIEH en 1988.

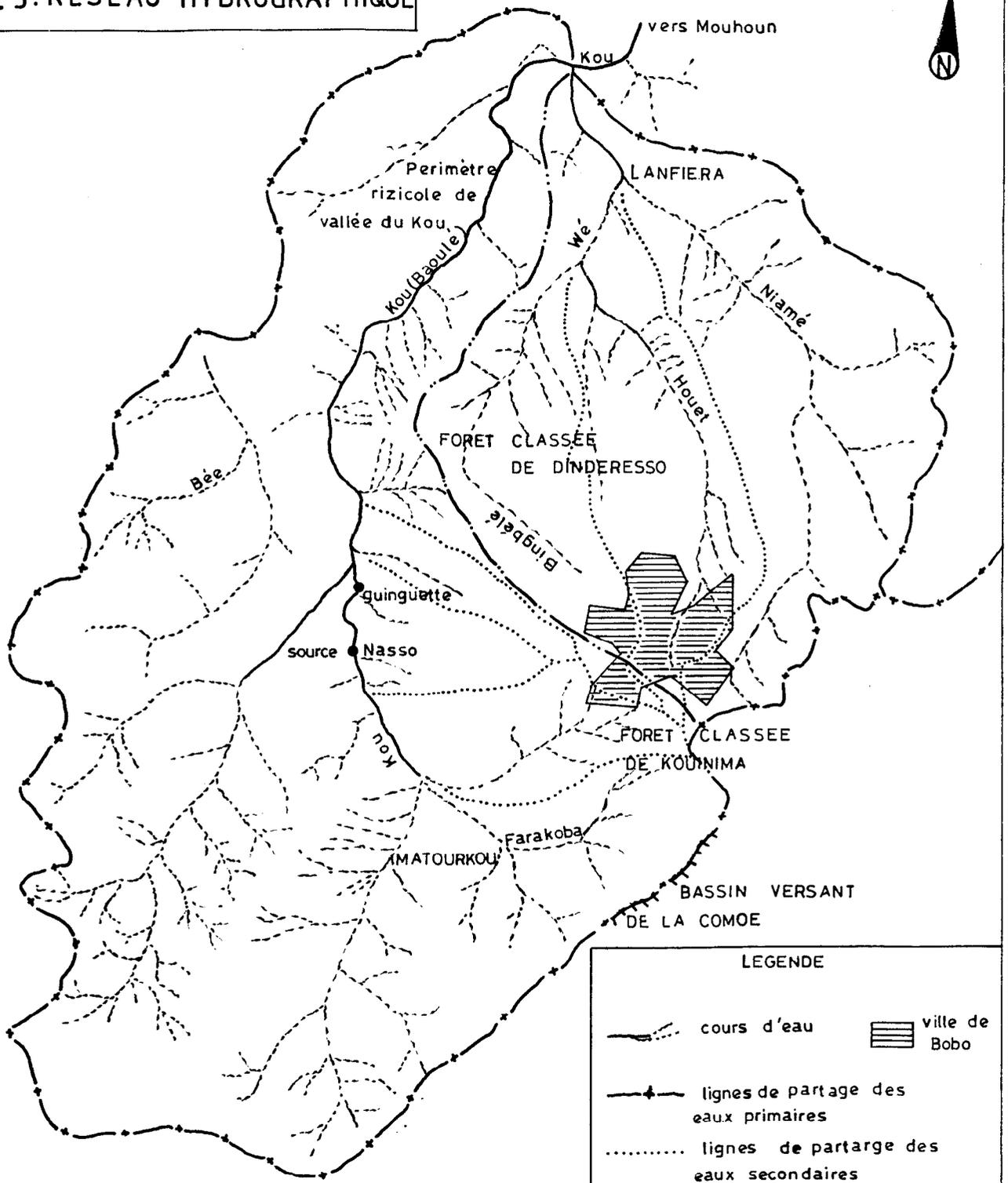
Observée du lycée Ouezzin Coulibaly, un des points les plus élevés de la ville, l'agglomération présente un aspect vallonné. Cet aspect est à mettre en rapport avec l'entaille (de 8 à 10 m) que constitue le talweg du Wé.

Ce talweg présente des avantages certains pour l'évacuation des eaux pluviales.

En plus de cet aspect, il faut noter un fait majeur : la présence de la "falaise" au sud, limite le développement de la ville dans cette direction. Elle constitue la limite Sud-est de partage des eaux entre les bassins du Mouhoun coulant vers le Nord et ceux de la comoé coulant vers le Sud.

Les vallées du Wé, du Bingbéle et du Niamé sont les plus révélatrices du relief tant au niveau de l'agglomération qu'en périphérie.

C 3: RESEAU HYDROGRAPHIQUE



LEGENDE

	cours d'eau		ville de Bobo
	lignes de partage des eaux primaires		
	lignes de partage des eaux secondaires		
	falaise		

III - L'HYDROGRAPHIE - ET LE COUVERT VEGETAL

A) L'hydrographie

La majeure partie de la ville de Sya est située sur le bassin versant du Wé. Depuis quelques années cependant, la ville déborde légèrement à l'Est sur celui du Niamé.

Au sud, ce débordement atteint les limites du bassin de la comoé matérialisée par la "falaise" de Banfora soulignée plus haut.

Pour les besoins de l'étude, nous nous inspirons de celle du CIEH réalisées dans le cadre du SDAU Bobo (schéma de développement et d'aménagement urbain).

La codification utilisée pour le repérage des bassins primaires est la suivante :

B = Bingbélé

W = Wé

N = Niamé

K = Kou

Les sous-bassins quant à eux, sont affectés d'un indice chiffré croissant de l'amont vers l'aval. A titre d'exemple, nous remarquerons que B2 est le sous bassin numéro 2 du Bingbélé. La délimitation de ces bassins est indiquée sur la carte N° 4 Des bassins versants (page 36).

Prise sur une échelle plus grande, Bobo-Dioulasso est située sur le bassin versant du Kou, un des principaux affluents du Mouhoun dans la région. Celui-ci est drainé par un ensemble de cours d'eau dont les talwegs sont généralement orientés Sud-Nord. Il est caractérisé par la pérennité de son débit d'étiage alimenté par les innombrables micro sources qui resurgissent, mais aussi par les rejets urbaines (eaux de toilette, de WC).

La zone d'alimentation de la nappe est constitué par le rebord Est du bassin où affleurent les couches gréseuses. C'est la zone d'infiltration par Guy PALAUSSI (page 34).

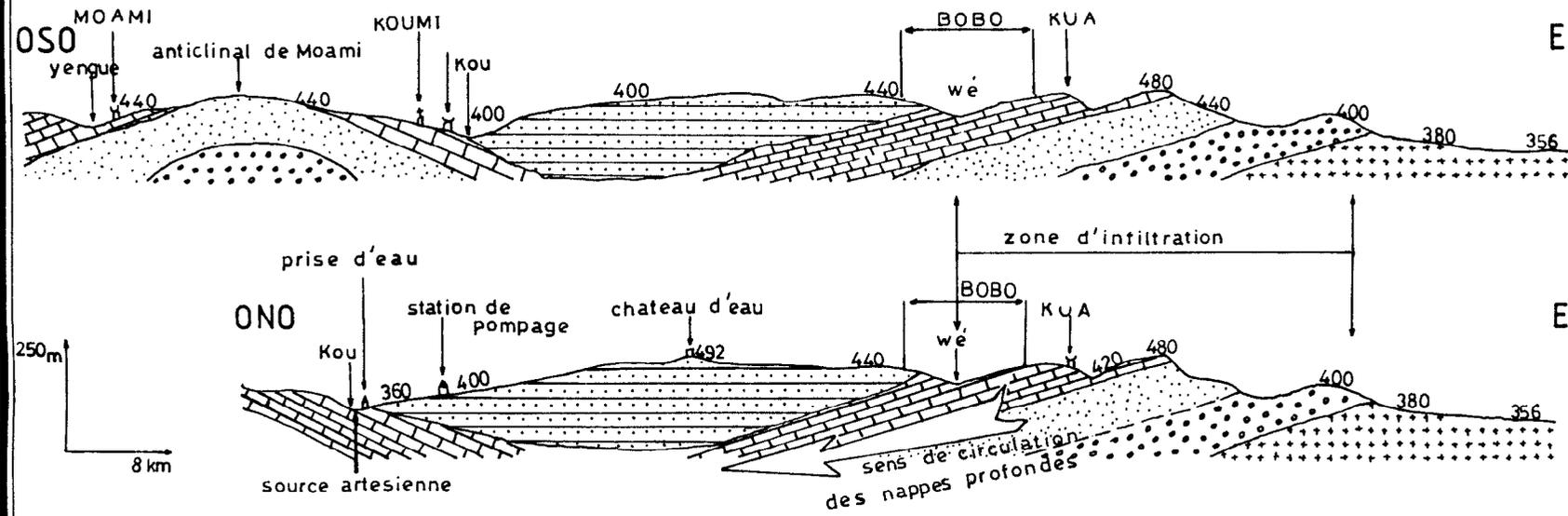
Ces couches, orientées Est-Ouest ont un pendage variant entre 5 et 15°. C'est aussi le sens d'écoulement de la nappe phréatique.

Les plus importantes résurgences de ces nappes sont matérialisées par les sources de Nasso et de la Guinguette qui alimentent la ville de Bobo en eau de bonne qualité ; ceci grâce à la prise d'eau de l'ONEA à Nasso.

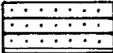
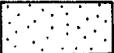
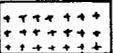
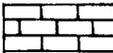
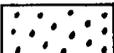
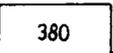
Le réseau hydrographique tel qu'illustré par la carte n° 3 (page 31) s'organise autour de la rivière du Kou. Cette rivière reçoit en rive droite à l'aval du périmètre rizicole de la vallée du Kou, le Niamé. Le Niamé qui auparavant avait reçu les eaux de drainage de l'agglomération par le canal de Wé et du Bingbélé.

Trois affluents principaux, dans la zone d'étude drainent les eaux pluviales vers le Wé : deux affluents en rive droite (Wd1 et Wd2) à Dogona et un autre en rive gauche prenant naissance à la limite Nord du lotissement de Colma (Wg).

Fig 2 : HYDROGEOLOGIE REGION DE BOBO : les sources artésiennes du Kou



Légende

- | | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  dolomie |  grès de sotuba |  socle granitique imperméable |
|  grès de Bobo |  grès de base |  altitude du lieu |

C'est en vue de distinguer clairement ces affluents qui seront beaucoup sollicités dans la présente étude, que nous leur avons attribué la codification indiquée sur la carte n° 4 de la page 35.

Les caractéristiques topographiques des différents sous-bassins sont consignées dans le tableau n° 1 ci-dessous

TABLEAU N°1 :

CARACTERISTIQUES TOPOGRAPHIQUES
DES SOUS BASSINS VERSANTS DU WE, DU BINGBELE, DU NIAME

CODE	A(ha)*	I(%)*	L(m)*
W1	672	1,43	4.200
W2	56	1,33	1.200
W3	740	1,21	9.500
W4	172	1,60	2.500
W5	152	1,86	2.900
W6	468	1,83	6.800
W7	132	1,26	1.900
W8	200	1,02	4.500
W9	1.328	0,76	6.600
W10	396	1,24	7.600
W11	388	1,12	7.300
B1	152	0,74	3.800
B2	660	0,30	2.100
B3	436	2,00	1.400
N1	540	1,20	3.700
N2	320	1,60	2.800
N3	150	0,40	500

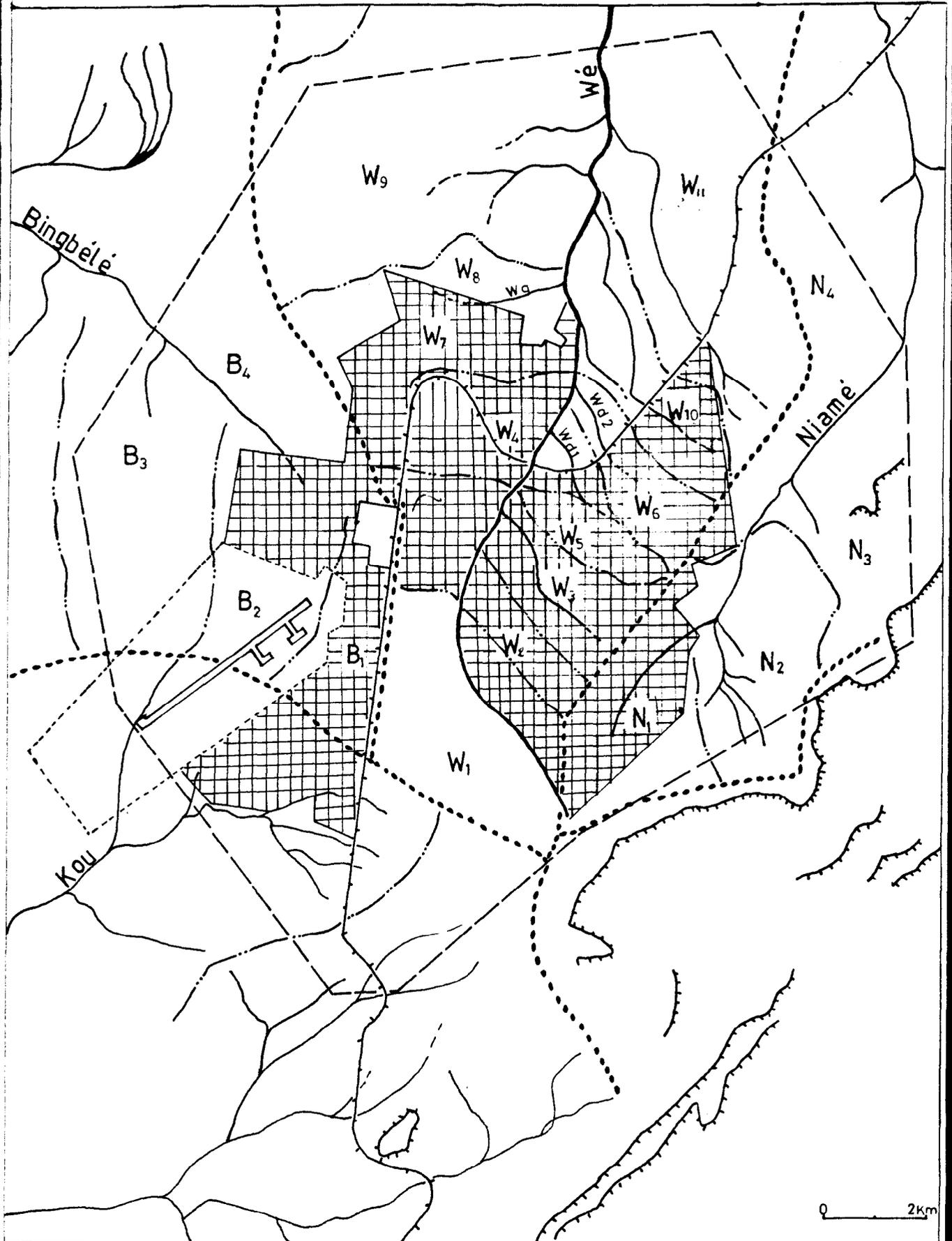
Source : CIEH, 1987 (modifié)

A(ha) = superficie du bassin en hectares.

I(%) = pente moyenne des sous-bassins en pourcentage

L(m) = longueur du plus long cheminement hydraulique

C 4 SYA : BASSINS ET SOUS-BASSINS VERSANTS



Légende

- | | | | |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|  | talweg naturel |  | "falaise" |
|  | ligne principale de partage des eaux |  | chemin de fer |
|  | ligne secondaire de partage des eaux |  | ville de sya |
| W5 | bassin versant du wé |  | limite d'extension possible de la ville |
| N3 | bassin versant du niame | | |
| B2 | bassin versant du bingbélé | | |

B) Le couvert végétal

1) Sur interfluves

Un des points qui frappent le voyageur lorsqu'il arrive à Bobo-Dioulasso, est sans conteste sa verdure. En effet, vue d'une hauteur, la ville semble engloutie par une immense forêt qui ne laisse miroiter au soleil que quelques îlots de toits. Cela est une caractéristique essentielle de bassin du Kou où la forêt tenait une place importante. La ville de Sya est bordée à courte distance de son agglomération de grands espaces verdoyants. On y note diverses formations végétales :

- La forêt classée de Kouinima au Sud : L'urbanisation actuelle a empiété considérablement sur cette formation. Les prélèvements de bois de chauffe, les activités agricoles contribuent beaucoup à dégrader celle-ci. Aussi, la forêt de Kouinima jadis luxuriante n'est plus que l'ombre d'elle-même.

- La forêt classée de Dindéresso : C'est aujourd'hui la mieux préservée même si çà et là on constate un empiétement par les champs. Cette forêt est située au Nord-Est de la ville. Elle est en fait implantée à l'amont du bassin du Bingbélé. Sa limite Sud-Ouest est bordée d'Anacardium occidentale qui est une espèce anthropique. Ce sont les forêts claires dont la hauteur des arbres varie entre 10 et 20 m.

- Le long des voies : Là sont implantées depuis les années 60 des ligneux qui offrent aux habitants de Sya une ombre fraîche et bienfaisante.

Les espèces dominantes sont Ceiba pentadra sur la route de Dédougou, au camp militaire . Mangifera indica sur la route de Ouagadougou à la limite de la zone des écoles ; kaya senegalesis au centre ville notamment dans la zone commerciale et à Koko.

- Dans les cours et le long des allées, dans les différents quartiers sont également plantées toute sorte d'espèces exotiques qui pour l'ombre, qui pour l'ornement...

Un inventaire floristique nous a permis de recenser les espèces consignées dans le tableau ci-après.

TABLEAU N° 2

ESPECES VEGETALES EXOTIQUES COURAMMENT PLANTEES

NOM POPULAIRE	NOM SCIENTIFIQUE	FAMILLE
Manguier	Mangifera indica	Terbinthaceae
Goyavier	Psidium guajava	Myrtaceae
Papayer	Caryca papaya	Caricaceae
Oranger	Citrus aurantium	
	amaradulcis	Rutaceae
Citronnier	Citrus limon	Rutaceae
Neem	Ajadirachta indica	Méliacae
Casia	Cassia siamea	Césalpiniacae
Bananier	Musa sapientum	Musaceae
Palmier	Elaeis guineensis	Palmaceae
Cocotier	Cocos nucifera	Palmaceae
Eucalyptus	Eucalyptus camaldulensis	Myrtaceae
Terminalia	Terminalia menthaly	Combulacae
Melina sp	Graelina arborea	Verbenacae
Flamboyant	Delani regia	Césalpiniacae
Anacardier	Anacardium occidentale	Terebinthaceae anacardiaceae

Nous avons également recensé des espèces sauvages sans doute rélictés ou poussant indépendamment de l'action humaine.

Elle sont consignées dans le tableau ci-après

TABLEAU N°3

ESPECES SAUVAGES COURAMMENT RENCONTREES

NOMS POPULAIRES	NOMS SCIENTIFIQUES	FAMILLE
Karité	<i>Butyrospermum parkii</i>	Sapotacae
Baobab	<i>Adansonia digitata</i>	Bombacacae
Raisinier	<i>Lanea microcarpa</i>	Anacardiaceae
Néré	<i>Parkia biglobosa</i>	Mimosacae
Jujubier	<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae
rônier	<i>Borassus aethiopicum</i>	Palmaceae
Figuier	<i>Ficus gnaphalocarpa</i> et autres	Moraceae
Caïcédra	<i>Khaya senegalensis</i>	Méliciaceae
Fromager	<i>Ceiba pentadra</i>	Bombacacae
Tamaarinier	<i>Tamarindus indica</i>	Cesalpiniaceae

- A la périphérie immédiate de l'agglomération, au niveau de Dogona, les espèces exotiques font place aux espèces sauvages d'une savane parc à *Butyrospermum parkii*. La prédominance de cette espèce s'explique par le souci de l'agriculteur de préserver les espèces "utiles".

- Les vergers sont aussi très importants dans la configuration floristique de cette périphérie car notre zone en comporte beaucoup.

2) Le long des chenaux

La zone maraîchère de Bobo-Dioulasso qui s'étend tout au long du Wé constitue un sillon vert dans la ville. En effet, tout au long du talweg s'est développée une galerie forestière composée essentiellement d'espèces herbeuses ou buissonnantes sauvages. Cependant, cette formation n'est ni continue, ni homogène car dans les quartiers anciens les berges du talweg sont dénudées sans doute consécutivement à la densification du centre urbain. Elle est surtout présente à Kouinima et à Dogona en rive droite, soit donc aux deux extrémités de la ville.

Les espèces couramment rencontrées varient de *Acacia pennata* sur le talweg principal à *Vitex dononia* et *Cassia sieberiana* sur les affluents. Le tapis graminéen est essentiellement composé d'andropogonées et d'imperata.

A cette végétation naturelle s'ajoute les vergers et les plantes maraîchères cultivées pendant toute l'année mais surtout en saison sèche.

La végétation de la région est donc très contrastée. Les forêts claires à courte distance de la ville cohabitent avec les savanes parcs de la périphérie immédiate d'une part, les forêts galeries des abords du Wé avec les vergers et les formations ornementales du centre ville d'autre part.

Toutes ces formations servent de poumons à la ville de Sya à l'image du bois de Boulogne de Ouagadougou.

IV - LE CLIMAT

La ville de Sya est située dans la zone intertropicale ce qui lui confère un climat de type tropical ou sud soudanien.

Ce climat est caractérisé par deux saisons bien tranchées : la saison sèche et la saison humide.

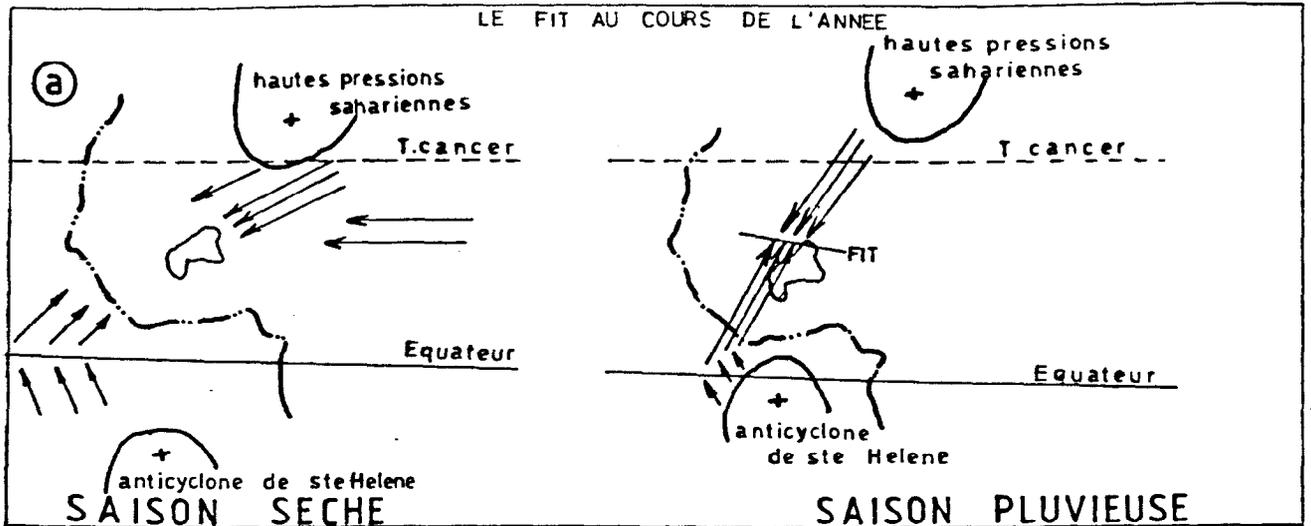
- La saison sèche : C'est la plus importante du point de vue de la durée. Elle va en effet de la dernière décennie d'octobre à celle du mois d'avril. Cependant dans la réalité, on note trois composantes :

* Deux composantes chaudes ; l'une d'octobre à novembre avec 34° en octobre, l'autre en mars-avril avec "la palme d'or" de la chaleur soit 37° (cf. courbe de variation interannuelle des températures fig. 8b P 44).

* une composante fraîche ; celle-ci va de décembre à février avec des vents d'harmattan soufflant du Nord-Est au Sud-Ouest. C'est au cours de cette période que Sya enregistre ses températures les plus basses soit 10°C en décembre.

- La saison humide : Elle survient avec l'installation progressive de la pluie. Elle va de la première décennie de Mai dans la majeure partie de la région, à la dernière décennie de septembre souvent encore plus tard.

Fig 3: Le climat de l'Ouest Burkinabe



source: SDAU BOBO

(b) HUMIDITE TEMPERATURE ET VENTS AU COURS DE L'ANNEE

S A I S O N S E C H E					S A I S O N H U M I D E						
CHAUD		FRAIS			CHAUD		FRAIS				
TRANSITAIRE D'AUTOMNE		SECTEUR NE DOMINANT HARMATTAN			TRANSITAIRE de PRINTEMPS		SECTEUR SO DOMINANT				
OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUIL	AOUT	SEP

Elle survient avec l'installation progressive de la pluie. Elle va de la première décade de mai dans la majeure partie de la région, à la dernière décade de septembre souvent encore plus tard. Le mois d'août est le plus pluvieux. On enregistre en moyenne 320 mm de pluie. C'est en ce moment que soufflent les alizés humides dans le sens contraire à celui de l'harmattan c'est-à-dire du Sud-Ouest au Nord-Est.

Ainsi, tout se passe comme si l'Ouest Burkinabè connaissait quatre saisons dont la succession est réglée par la circulation atmosphérique générale à travers le FIT (Front Intertropical de Translation). En effet, pendant la saison sèche, le FIT se trouve dans sa position la plus australe près de l'équateur. Là, les alizés font place à l'harmattan. Pendant la saison humide par contre, la situation est inversée. Le FIT est dans sa position la plus boréale. Les alizés prennent la place de l'harmattan (cf. fig.1 A et B page 41). L'évapotranspiration moyenne annuelle est relativement forte et s'élève entre 1.700 et 1.800 mm/an.

A) La pluie

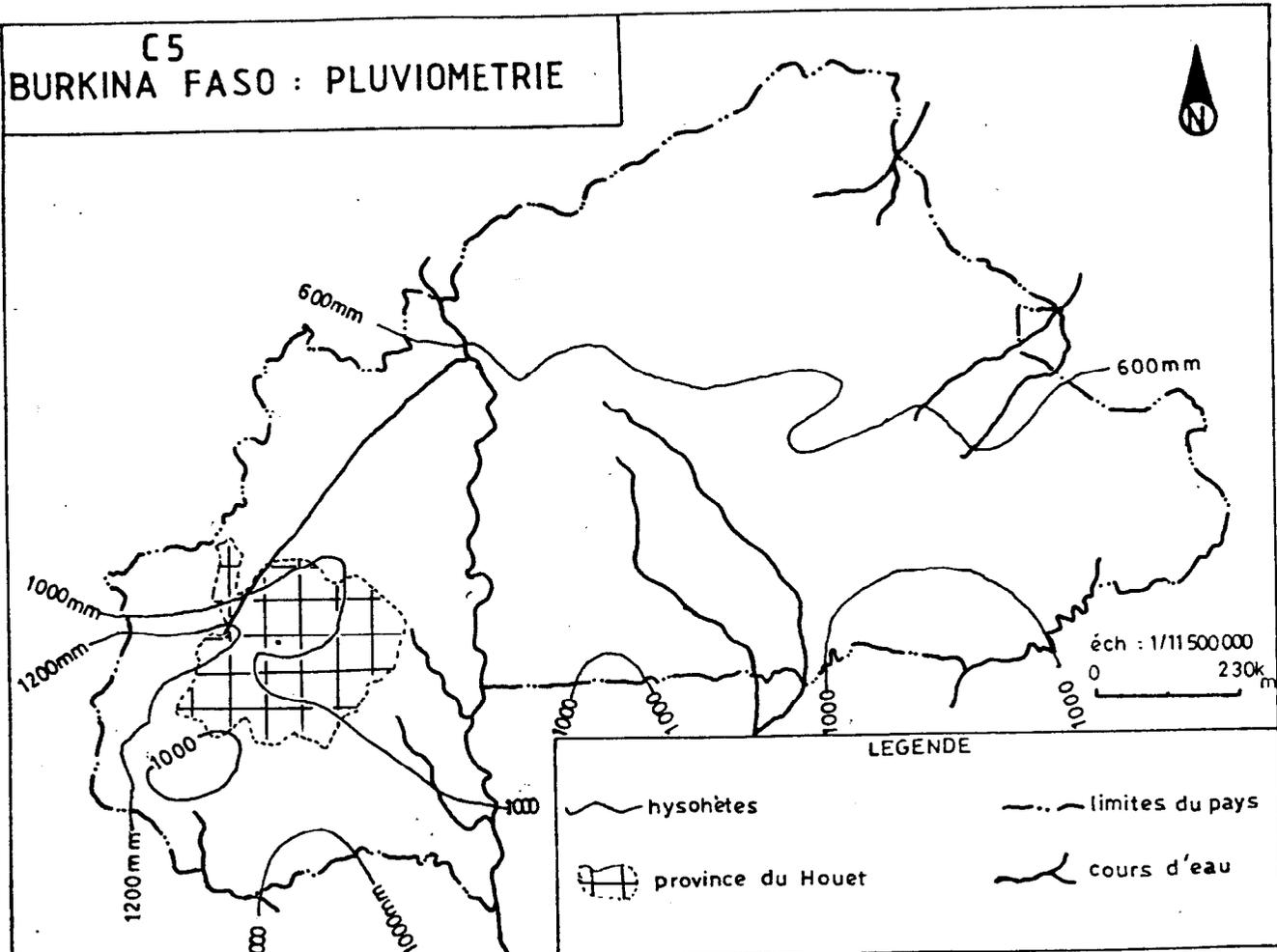
La pluie est au départ du ruissellement. Sans elle il n'y aurait aucun écoulement. C'est d'ailleurs l'importance de la pluie qui détermine celle des écoulements. Plus la pluie est grande et plus les ruisselets sont considérables.

A part les petites sources qui resurgissent dans le lit du Wé et de ces affluents principaux, la dynamique des berges et du lit des chenaux d'écoulement est exclusivement l'oeuvre des eaux pluviales. C'est pourquoi son étude s'avère indispensable.

1) Variations interannuelles des précipitations(1964-1994)

L'analyse de la pluviométrie à la station de Bobo aéroport sur les 30 dernières années montre de grandes disparités (cf. courbe pluviométrique interannuelle p.44)

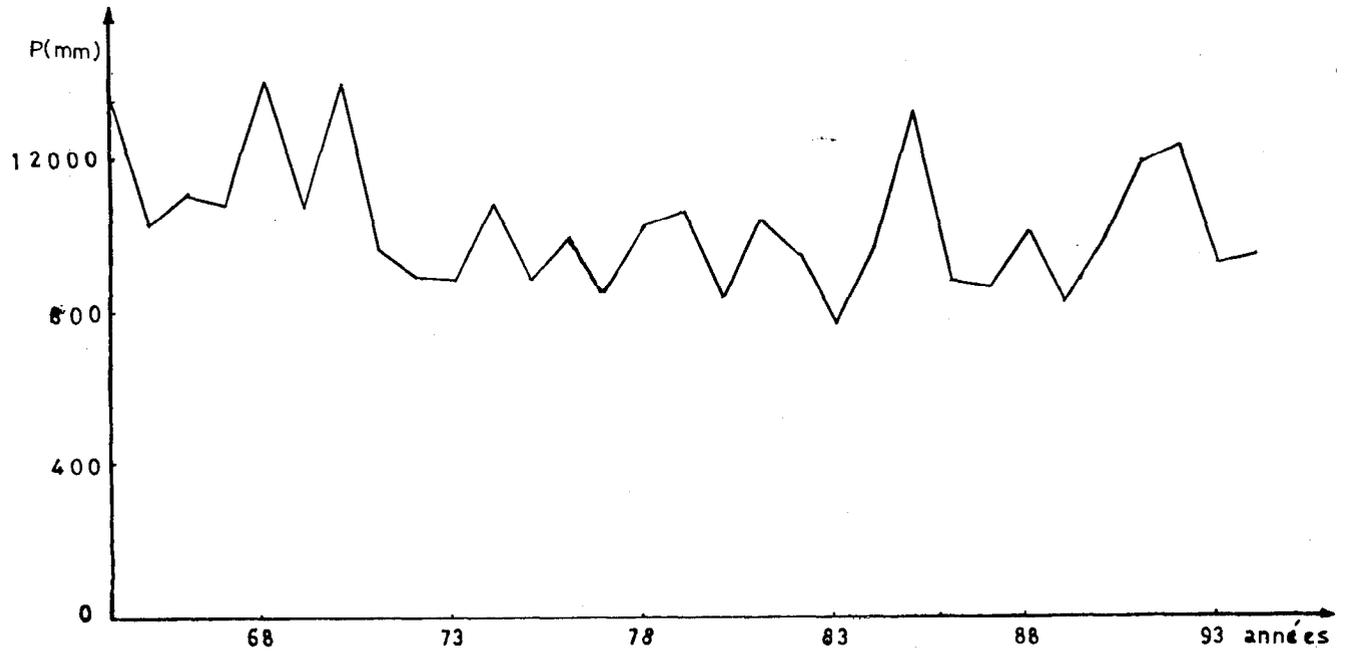
C5
BURKINA FASO : PLUVIOMETRIE



source : Météo nationale

réalisation M. OUEDRAOGO

Fig4_a: Irregularités interannuelles des pluies (1964/1994)



Source: Météo nationale

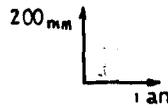
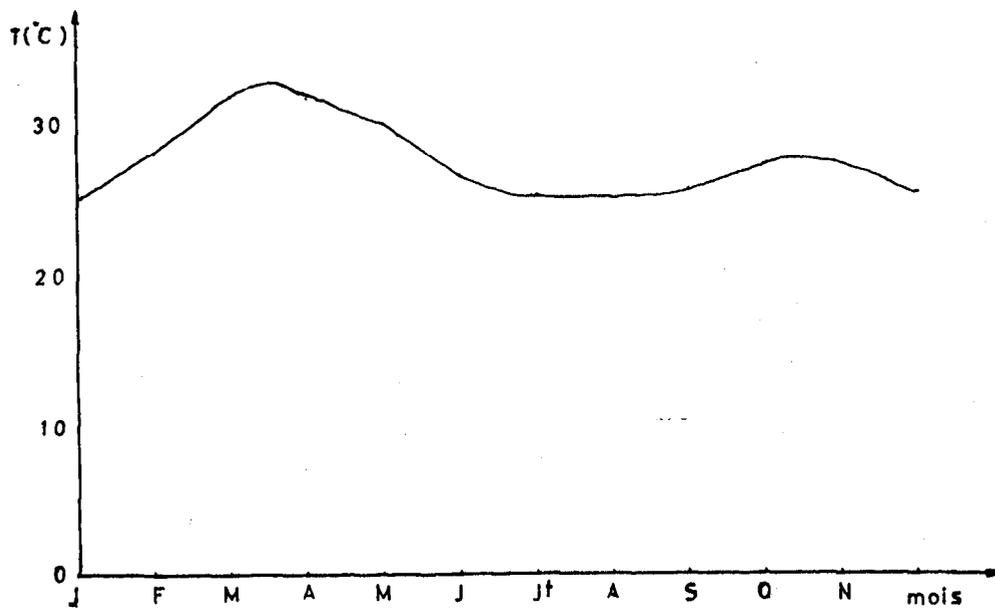
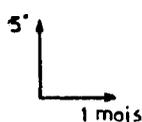


fig4_b: Températures moyennes mensuelles (1963 / 1993)



Source: Météo Nationale



Les quantités pluviométriques annuelles varient d'une saison hivernale à une autre (cf carte pluviométrique P 45). On y note des années dites pluvieuses c'est-à-dire supérieures à 900mm et des années moins pluvieuses (inférieur à 900 mm). Ces années moins pluvieuses correspondent souvent à des périodes de sécheresse locale ou régionale.

- Dans l'ensemble, de 1964 à 1994, 22 années ont été pluvieuses parmi lesquelles l'année 1968 bat le record avec 1.414 mm, alors que 9 ont été moins pluvieuses avec le minimum pluviométrique enregistré en 1983. Cette année 1983 et les 2 années qui l'encadrent ont sans conteste été les plus importantes périodes des sécheresse de la zone au cours de ces trente ans d'observation.

Par ailleurs, si l'on remonte à l'origine de la station, un constat s'impose : les quantités pluviométriques annuelles diminuent au fil des saisons.

Néanmoins, avec une moyenne de 991,0mm sur les trois décennies, la région de Bobo est l'une des plus pluvieuses du pays.

2- Variation spatiale des précipitations (1984-1994)

Toutes les parties du Burkina ne reçoivent pas la même quantité pluviométrique. Il y a en effet des régions pluvieuses et des régions moins pluvieuses.

Ces différences intéressent aussi bien des régions très éloignées les unes des autres que celles très proches : ce sont les variations spatiales des précipitations

Pour mieux analyser ces variations nous nous sommes inspirés du tableau de Dya Christophe SANOU, 1984, que nous avons réactualisé. Notre analyse porte sur 10 ans soit de 1985 à 1994 (cf. tableau n°4). ci dessous

TABLEAU N°4
VARIATION SPATIALE DES PRECIPITATIONS

STATIONS	MOYENNE	#*	***
Bobo-Dioulasso	991,09 mm	-	-
Banfoua	1.042,1 mm	+ 51,01 mm	85 km
Farakoba	946,5 mm	- 44,59 mm	10 km
Houndé	884,5 mm	- 106,59 mm	110 km
Gaoua	1.079,8 mm	+ 88, 71 mm	210 km

* # : Différence d'avec la station de Bobo-Dioulasso

** # : Distance d'avec la station de Bobo-Dioulasso

Ce tableau illustre assez bien cette disparité pluviométrique dans l'espace. Entre les 5 stations concernées, les différences vont de 106,59 mm à 44,59 mm.

Ces différences ne sont pas proportionnelles aux distances qui séparent la station de Bobo-Dioulasso aux quatre autres. Par exemple la station de Farakoba la plus proche reçoit moins d'eau que celle de Gaoua la plus éloignée.

Au niveau même de la ville, ces variations sont assez fréquentes. Ils n'est pas rare de se faire battre par la pluie à Colma, alors qu'à Ninièta (quartier voisin) au même moment il n'est tombé aucune goutte!

Cette irrégularité spatiale a des conséquences immédiates sur les écoulements. C'est ainsi qu'une zone sèche peut se retrouver sous les eaux parce qu'il a plu dans une localité plus ou moins proche.

B) L'agressivité climatique

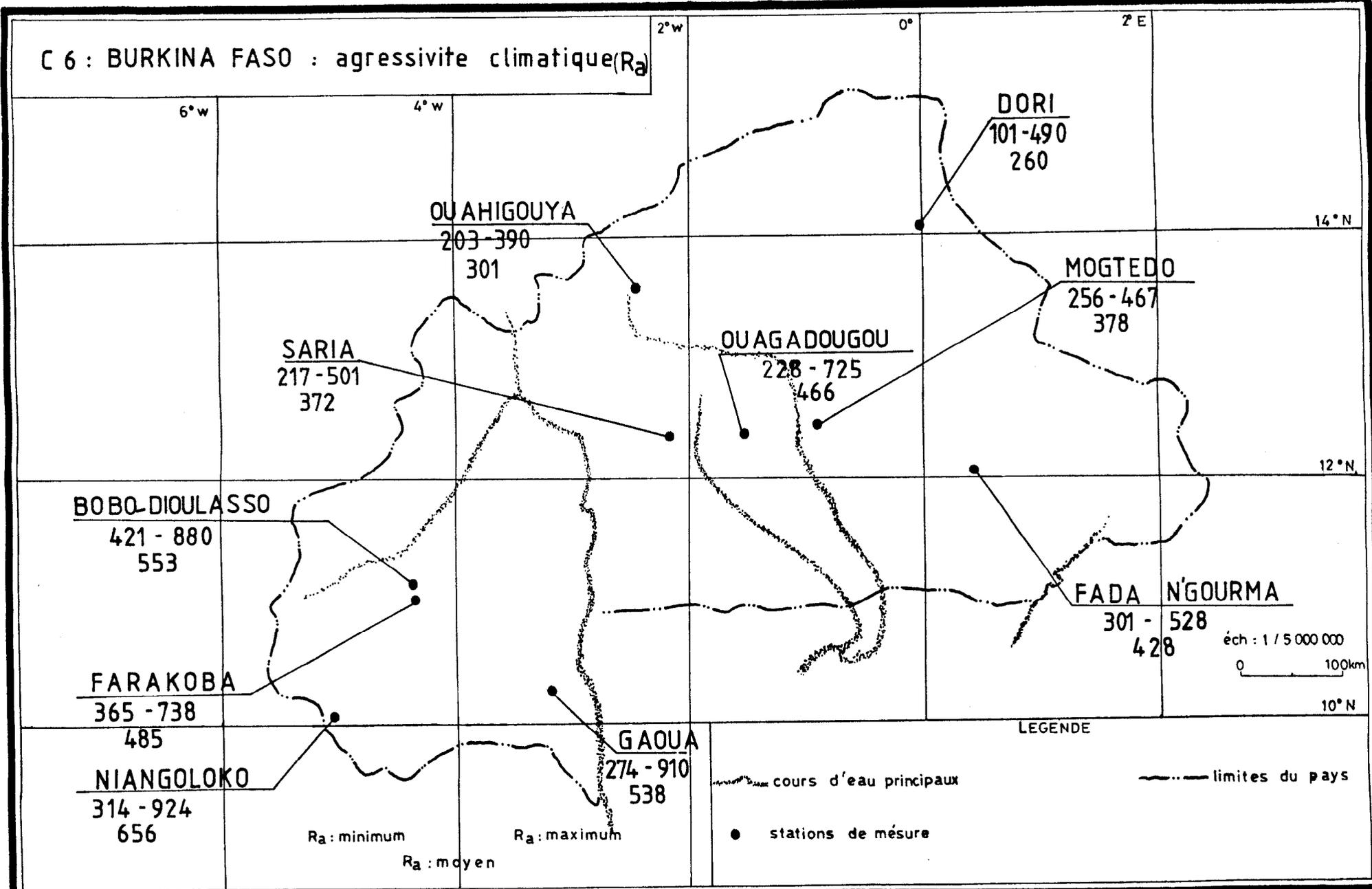
L'agressivité climatique est la puissance avec laquelle le climat attaque le milieu physique. Un indice a été calculé aux Etats Unis par Wishmei sur 5.000 parcelles échantillonnées dans 45 stations. Cet indice correspond à la somme des énergies unitaires des gouttes de pluies multipliée par les hauteurs pluviométriques correspondantes.

Au Burkina et au Niger, les chercheurs GALLABERT (J) et MILLOGO (E) 1972 ont calculé un indice R' très proche de celui de Wishmei. Cet indice a l'avantage de prendre en compte les réalités tropicales. La synthèse de leurs travaux pour le Burkina est consignée sur la carte n°6 des agressivités climatiques (p 46). Pour les besoins de l'étude, 10 stations ont été concernées par les mesures qui ont été faites avec les données météorologiques des dites stations.

Les indices varient d'une station à une autre. Ceci en rapport avec les quantités pluviométriques tombées. Ainsi, c'est comme si l'agressivité climatique suivait l'importance des pluies. En effet, les zones les plus pluvieuses sont les plus exposées à l'agressivité du climat.

L'indice moyen calculé dans notre zone d'étude est de 553 (recevant en moyenne 991,09 mm de pluie par an) contre 260 pour Dori (qui reçoit à peine 500 mm par an). Des 10 stations, celle de Bobo-Dioulasso est la deuxième la plus sujette à l'agressivité climatique après celle de Niangoloko. Ne serait-ce pas la raison pour laquelle les phénomènes d'érosion hydrique y sont très actifs.

C 6 : BURKINA FASO : agressivite climatique (Ra)



LEGENDE

- cours d'eau principaux
- limites du pays
- stations de mesure

éch : 1 / 5 000 000
0 100km

CHAPITRE DEUXIEME : L'ANTHROPISME

I - LA POUSSEE DEMOGRAPHIQUE

1) Conditions du peuplement humain

Bobo-Dioulasso doit son développement actuel à la faveur de son site naturel. La ville a effectivement pris naissance sur un site aux conditions physiques favorables. Ce site, dès le départ a servi de refuge et de bouclier contre les razzias et bien d'autres attaques des voisins.

La présence des sources d'eau de bonne qualité, d'un terroir riche a permis la création d'un noyau villageois originel appelé Sya.

Par la suite, ce noyau a constitué un carrefour de grands axes traditionnels de circulation commerciale. "Ces divers atouts du site ont largement marqué le développement ultérieur de la ville" SDAU Bobo, 1987.

L'installation progressive des commerçants dioula de Kong, des migrants venus du Mali favorise la prédominance de l'islam avec la construction de la mosquée de Dioulasso-Ba en 1892.

Le noyau s'agrandit par la suite avec l'arrivée de populations venues du Sud qui s'installent à Kombougou, à Yorokoko et celles venues du Nord qui s'installent à Farakan. La ville prend le nom de Bobo-Dioulasso en 1904. Elle connaît son premier lotissement en 1924 avec le quartier Sikasso-Sira.

En 1934, l'arrivée du chemin de fer renforce le développement économique de la ville. Depuis, les lotissements vont se suivre à un rythme assez rapide avec ceux de Koko, Hamdalaye, et Tounouma en 1929 ; celui de Diaradougou, Donona, Kombougou et Yorokoko en 1930 ; celui de St Etienne, Médina-coura, Farakan et Bindougouso en 1932. Cependant, jusqu'en 1950, l'armature urbaine ne dépassait pas la voie ferrée.

Les derniers lotissements réalisés avant les indépendances sont ceux de la zone des écoles en 1958.

En somme, la colonisation a laissé une armature urbaine assez structurée avec des avenues nombreuses et bordées de grandes arbres dont nous avons déjà fait allusion. Elle a également laissé un réseau de drainage assez dense surtout dans la zone commerciale. Depuis, cette armature n'a que très peu évolué.

L'extension extra-chemin de fer est postérieure et consécutive à l'arrivée très importante de migrants venus surtout du "plateau" central et des zones rurales de Bobo-Dioulasso.

Aujourd'hui, la majorité de la population de Sya est constituée de migrants parmi lesquels la communauté mossi est dominante. Suivant une enquête du G.K.W. en 1986, seulement 22 % des chefs de ménage sont nés à Bobo-Dioulasso. Par ailleurs, suivant la même enquête (1986), quelques 33 % des chefs de ménage se déclarent mossi alors que seulement 15 % se déclarent bobo et 2,5 % dioulas.

B) Situation actuelle

En 1987, une étude du SDAU Bobo, révèle que la population de la ville s'élevait à 231.136 habitants. Aujourd'hui, cette population est estimée à plus de 250.000 habitants. La ville couvrait alors une superficie de 4.100 ha environ à laquelle s'ajoutent 500 ha de la zone industrielle abritant 3.180 habitants. Les emprises du camp militaire, de la gare et de l'aéroport ne sont pas prises en compte. Tout compte fait, en ne tenant compte que des zones d'habitation, la densité par hectare à Bobo est de 57 habitants. Cette densité baisserait si les grandes emprises de la zone industrielle étaient prises en compte vu que ces zones sont très faiblement habitées.

A l'orée de l'an 2010, le SDAU prévoit pour la ville une population de 446.500 habitants avec une densité humaine de 109/hectare. La population proviendrait de ce fait essentiellement de la densification des tissus urbains déjà existants.

Il faut noter cependant que les lotissements présentent des caractéristiques très diversifiées. Les zones résidentielles, la zone commerciale ainsi que les anciens quartiers présentent une densité faible ou plutôt se densifient que très faiblement. Donc les lotissements récents et les zones péri-urbaines connaîtront la plus grande dynamique.

Le tableau ci-dessous résume l'accroissement urbain de 1945 à 1985 ainsi que la densification consécutive.

TABLEAU N°5
ACCROISSEMENT URBAIN DE SYA

	1945	1975	1985	2010*
Population	22.000	115.000	231.000	446.000
Surface des lotissements (ha)	575	1.843	2.741**	
Surface de l'agglomération (ha)	800	2.700	4.400***	4600 -
Densité résidentielle	27,5	42,5	52,5	109

Source : SDAU Bobo 1987 (modifié)

* = Prévision

** = ne prend pas en compte camp militaire, aéroport

*** = prend en compte camp militaire, aéroport, zones non loties, villages englobés

Ce tableau montre que la ville de Sya connaît une croissance modérée tant du point de vue de la population que de l'extension spatiale. Néanmoins, entre 1975 et 1985, la population a doublé passant de 115.000 à plus de 230.000. Il en est de même pour la superficie de l'agglomération qui passe de 2.700 ha à 4.400 ha.

Entre 1985 et 2010 (année de projection), la population devrait encore doubler alors qu'au même moment, l'extension devrait ralentir pour stagner à 4.600 ha.

II - L'HABITAT ET LE RESEAU ROUTIER

A) Typologie de l'habitat

1) L'habitat traditionnel

Ce type d'habitat est caractérisé par son ancienneté. Il est situé dans les villages traditionnels entièrement phagocytés par la ville (Dioulasso-ba ou Kibidoué) ou à la périphérie dans les zones d'extension récente telle que Koua, Sakaby, Kodené et Dogona.

Construits en matériaux traditionnels non résistants, l'habitat traditionnel est aussi caractérisé par la forme sociale de son occupation : il n'y a généralement pas de locataires. Cependant, il y a plusieurs variétés :

- l'habitat traditionnel présentant des formes urbaines avec le noyau villageois, ses lieux de culte, de loisir englobés par la ville : c'est le cas de Kibidoué. Certaines demeures possèdent d'ailleurs eau courante et électricité ;

- l'habitat traditionnel présentant des formes rurales c'est le cas de Sakaby, de Dogona (village). Les formes rurales se composent de l'habitat de forme traditionnelle bobo et celui de forme traditionnelle mossi (Kodeni) ;

- l'habitat traditionnel présentant des formes mixtes. Ces formes sont à cheval entre l'urbaine et la rurale. C'est le cas des quartiers spontanés comme Dogona sud et l'est de Koua.

2) L'habitat populaire

Ce type est le mieux représenté à Bobo-Dioulasso. Il occupe plus de 70 % de l'agglomération et abrite 87 % de la population.

L'habitat populaire est caractérisé par une forme sociale d'occupation généralement à dominance de locataires. Il est également caractérisé par la taille des parcelles généralement grandes, un niveau d'équipement comportant très souvent eau courante et électricité. La construction est faite en matériaux durs ou semi-durs.

Il est souvent présent dans les lotissements réalisés avant 1960 tels que Sikasso-ba, Farakan, Diaradougou, Hamdalaye, St Etienne, etc mais aussi dans les lotissements récents.

3) L'habitat moderne

C'est le type des quartiers résidentiels. Ce sont des villas de moyen et haut standing. Il est caractérisé par un niveau d'équipement complet. Les constructions sont faites en matériaux définitifs. Ce type se rencontre aussi dans les lotissements récents.

B) Synthèse des tissus urbains

En tenant compte de l'habitat, du réseau routier et des caractéristiques historiques de la densification urbaine, le CIEH a établi 5 zones homogènes. Chacune de ces zones a été divisée en deux types. Ce découpage a servi au calcul des coefficients de ruissellement qui sont très dépendant du type d'habitat. Les critères de différenciation ont été les suivants :

- l'âge du lotissement (récent ou ancien) ;
- la morphologie (trame et maille) ;
- le type d'habitat (résidentiel, populaire, spontané, village) ;

- le type d'occupation (dense, peu dense, en cours de densification, en cours d'attribution).

L'ensemble de ces critères a permis l'élaboration du tableau ci-apres.

TABLEAU N° 6
SYNTHESE DES TISSUS URBAINS DE BOBO-DIOULASSO

TISSUS		LOCALISATION/ CARACTERISTIQUES	SECTEUR
I	A	Centre commercial et zone des écoles (av 65)	1
	B	Zone résidentielle B (ar 65)	5
II	A	Sikassociwa (av 65) Lotissement ancien à maille large	8
	B	Yorokoko (av 55) - lotissement ancien dense à maille étroite	3
III	A	Ouezzin ville (63-76) récent-dense	15
	B	Sonsoribougou 1 (1982) récent-moyen- dense	21
IV	A	Colma - récent en cours de densification	11
	B	Sonsoribougou 2 - récent en cours d'attribution	21
V	A	Sakaby - village	12
	B	Habitat spontané	13

Source : SDAU Bobo 1987

III - ACTIVITES AGRICOLES ET MARAICHÈRES

A) Les activités maraîchères

La pérennité du débit d'étiage des nombreux chenaux du réseau hydrographique confère à la région de Bobo-Dioulasso un potentiel hydroagricole important.

Ainsi, les versants des divers affluents du Kou (Wé, Niamé, Bingbélé) sont-ils le domaine des jardins ou des vergers.

La vallée du Wé constitue la zone de prédilection et fait partie de la ceinture maraîchère de Bobo-Dioulasso. Cette ceinture a déjà fait l'objet d'études de Patrice SANOU dans son mémoire de maîtrise soutenu en 1986.

A l'amont du Wé, près de la forêt de Kouinima, l'eau d'arrosage est puisée dans la nappe grâce à des puits alors qu'en aval, dans les quartiers Niénéta, Dogona et Sakaby, elle est directement tirée du lit. Pour ce faire, les maraîchers utilisent soit des moto-pompes (pour les plus fortunés) soit la force de leur bras empruntant des escaliers souvent raides qui descendent jusqu'au lit du marigot . Le travail est donc très pénible et demande des efforts physiques considérables.

Les activités maraîchères pratiquées aujourd'hui ne sont pas traditionnelles au Burkina. Elles font suite à la colonisation qui les a introduit en vue de satisfaire les besoins des colons en produits exotiques.

Aujourd'hui, ces produits sont peu à peu en train d'entrer dans les habitudes alimentaires de la population indigènes. Patrice SANOU in "la ceinture maraîchère de Bobo-Dioulasso l'expérience du pays bobo" soulignait qu'en 1952, cette ceinture maraîchère ne concernait que deux bas-fonds principaux de production : celui du Wé et celui du Kou (baoulé).

Sur le Wé, il y a trois points de production d'importance inégale :

- Kouinima au sud de la ville, à la source du marigot dont le périmètre s'étendait sur 1,3 km avec une superficie de 13,5 ha ;

- Sakaby-Kiri et Dogona à la limite nord de la ville longeant le Wé sur près de 3,5 km et couvrant 32 ha ;

- Banakéledaga à 15 km au nord de la ville avec 103,5 ha. C'était le périmètre le plus important en 1952. En 1985, soit 33 ans après, ces superficies ont très vite évolué pour atteindre 44 ha à Kodené, 120 ha à Sakaby Kiri-Dogona et Banaleledaga.

Plusieurs espèces y sont cultivées et le tableau ci-dessus résume cette nomenclature. (cf page suivante).

TABLEAU N°7
ESPECES MARAICHÈRES CULTIVÉES DANS LA CEINTURE
MARAICHÈRE DE BOBO-DIOULASSO

NOMS POPULAIRES	NOMS SCIENTIFIQUES	FAMILLE
Ail	<i>Allium sativum</i>	Liliaceae
Asperge	<i>Asparagus officinalis</i>	Liliaceae
Aubergine douce	<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae
Aubergine amère	<i>Solanum esculentum (incanum)</i>	Solanaceae
Betterave rouge	<i>Beta vulgaris</i>	Liliaceae
Carotte	<i>Daucus carota</i>	Ombelifère
Céleri	<i>Apium graveoleus</i>	Ombelifère
Chou	<i>Brassica oleracea</i>	Crucifère
Concombre, cornichon	<i>Cucumis</i>	Cucurbitaceae
Courge-courgette	<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitaceae
Epinard	<i>Spinacea oleracca</i>	Crucifère
Fenouil	-	Ombelifère
Fraisier	<i>Fragaria sp</i>	Rosaceae
Gombo	<i>Hibiscus esculentus</i>	Malvaceae
Haricot indigène	<i>Vigna unguiculata</i>	Papilionaceae
Haricot vert	<i>Phascolus vulgaris</i>	Papilionaceae
Laitue	<i>Lactuca saliva</i>	Composée
Melon	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae
Oignon	<i>Allium cepa</i>	Ombelifère
Oseille de Guinée	<i>Hibiscus saldariffa</i>	Malvaceae
Pastèque	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae
Persil	-	Ombelifère
Petit pois	<i>Pisum sativum</i>	Papilionaceae
Piment	<i>Capsium furtesceus</i>	Solanaceae
Poireau	<i>Allium porum</i>	Ombelifère
Poivron	<i>Capsium annum</i>	Solanaceae
Pomme de terre	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae
Radis	<i>Raphanus satirus</i>	Cucurbitaceae
Tomate salade	<i>Lycopersium esculentum</i>	Solanaceae

Source : Patrice SANOU, 1989

B) Les activités agricoles

L'agriculture est encore très pratiquée au sein des tissus urbains. Cependant , les zones agricoles les plus importantes sont celles localisées aux périphéries urbaines.

Les quartiers récents en cours de densification ou en cours d'attribution sont mis à profit pendant la saison des pluies pour la production soit de produits vivriers soit de produits maraîchers.

En 1987, 4.000 bobolais possédaient et exploitaient quelques 18.000 ha qui leur procuraient plus de 20.000 tonnes de céréales.

Cependant, cette activité n'est la tâche principale que de 7 % de la population. C'est donc très souvent une activité complémentaire.

Au cours de nos différentes sorties, nous avons pu faire le constat suivant : la nomenclature des produits cultivés dans la zone urbaine est très limitée. Dans cette nomenclature, le maïs est le mieux représenté mais on y rencontre aussi l'arachide, le mil et des espèces maraîchères telles que le gombo, le dâ, la tomate, l'aubergine amère et douce.

Au niveau du village de Sakaby, le tabac est associé à la culture du maïs. Le petit mil quant à lui est surtout cultivé à la périphérie et dans les vergers qui sont transformés durant la saison des pluies en de véritables champs.

Au-delà du périmètre urbain, la zone d'influence (rurale) de Bobo-Dioulasso est très propice à l'agriculture. D'ailleurs, les basses terres du Baoulé près de la mare de Bama ainsi que celles de la confluence Niamé-Bingbélé, propices à la riziculture, n'ont-elles pas fait l'objet d'aménagement ?

La mise en valeur de ce périmètre irrigué de la vallée du Kou (1.200 ha) a permis l'installation de nombreux colons venus du pays mossi. C'est cette installation progressive des colons dans la région qui fait d'elle aujourd'hui l'une des plus peuplées de la province du Houet.

La production fruitière est aussi une caractéristique régionale. En effet, les vergers occupent une place de choix dans les différentes vallées : Wé, Niamé, Bingbélé, Kou etc.

Ils sont généralement situés à la périphérie, à faible distance du périmètre urbain. Les plus importants sont localisés dans notre zone d'étude mais ils sont de plus en plus phagocytés par les tissus urbains.

- Le premier, localisé entre Sakaby et Niénèta est très hypothéqué par la densification actuelle du quartier. Ce dernier subit un effet une emprise de plus en plus grandissante des nouvelles constructions. Si cette situation se poursuit, ce verger risque d'être complètement rayer de la carte floristique de Sya. Cette emprise est indiquée sur la carte des points critiques du ruissellement, P.71. Dans tous les cas, ce verger jadis florissant n'est aujourd'hui que l'ombre de lui même.

- Le second est situé en bordure Nord-Est de Colma. C'est-à-dire le long de la route nationale Bobo - Dédougou. Si dans l'ensemble de dernier se conserve mieux, que le premier, il n'en demeure pas moins qu'il subit depuis quelques années un empiètement dans sa limite Nord.

En définitive, vue qu'un espace vert est très important dans une ville, des mesures doivent être prises pour leur conservation. Cela est d'autant plus nécessaire, que la ville de Sya ne dispose d'aucun espace vert.

Au plan économique, ces vergers présentent un intérêt certain en ce qu'ils procurent à leurs propriétaires des revenus substantiels et à la population urbaine des fruits de bonne qualité. Ils contribuent ainsi dans une certaine mesure à l'essor économique de la région et même à l'autosuffisance alimentaire.

DEUXIEME PARTIE
DYNAMIQUE ACTUELLE

CHAPITRE PREMIER: MODE D'ACTION DE L'EROSION

I- FACTEURS ESSENTIELS DE LA DYNAMIQUE ACTUELLE

A) Le facteurs naturels

Les conditions naturelles jouent un rôle essentiel dans tout processus de transformation du milieu. Autrement dit, la nature porte en elle même les germes de son dynamisme. De multiples facteurs s'imbriquent pour imprimer aux formations superficielles toute leur dynamique.

1) L'action pluviale

Le Burkina Faso est caractérisé par un régime pluviométrique intermittent. La saison des pluies intervient après une longue période sèche. Elle débute généralement en mai, atteint son maximum en Août où les hauteurs pluviométriques culminent à 307 mm en moyenne. Elle prend fin en septembre.

Le facteur essentiel de la dynamique actuelle est sans doute l'eau. Elle intervient aussi bien dans l'altération que dans la désagrégation granulaire à travers le ruissellement.

C'est elle qui se charge du transport des matériaux érodés sous diverses formes : en suspension, dissoute, entraînée, sautée, en saltation etc.

Les charges des eaux ruisselantes sont de deux natures principales :

a) - les charges solides

Parmi les charges solides ; il y a divers débris rocheux, les sables, divers débris végétaux, et animaux, objets divers etc. Compte tenu de leur poids, ces charges sont transportées soit par saltation, soit par sauts successifs, soit enfin par roulades.

b) - Les charges dissoutes

Ce sont des corps ionisés issus de l'altération des roches en place : Na⁺, Ca⁺, +K⁺, etc.

Toutes ces charges en suspension rendent les eaux de ruissellement assez troubles. Cependant, leur coloration est à mettre en rapport avec la nature des matériaux charriés.

Dans le wé les eaux sont noirâtres car charriant d'importantes quantités d'ordures ménagères et d'eaux usées⁴.

Dans la majeure partie des autres chenaux (affluents) elles sont soit rougeâtres lorsqu'elles coulent sur un sol rubéfié, soit blanchâtres lorsqu'elles coulent sur un sol argileux blanc.

Toutes ces charges donnent aux ruisselets une certaine puissance. Cette puissance est proportionnelle à la vitesse de l'écoulement elle-même liée à l'importance de la pente. Cette puissance est la puissance brute.

$$P = 1/2m V^2$$

$$m = SV$$

où m = Masse d'écoulement en m/s

S = Section du cours d'eau.

Dans cette formule la vitesse est le facteur essentiel de la puissance. Mais il existe un rapport étroit entre la charge transportée et vitesse d'écoulement. Ces charges solides et dissoutes donnent aux ruisselets une agressivité plus ou moins grande.

Les charges solides érodent les berges des chenaux (surtout au niveau des méandres) à travers les chocs. En effet les coups de bélier donnés aux flancs des talwegs par les ruisselets et leurs charges, sont responsables du sapement des berges (cf fig 3, P 82).

Au départ du processus, les coups de bélier aménagent des encoches de base ou encoche de sapement. Ces encoches s'agrandissent au fil du temps. Leur partie supérieure

⁴ Le wé est utilisé par les riverains comme déversoir des eaux souillées des toilettes.

désormais suspendue finit par s'écrouler en agrandissant le lit du talweg. Les débris d'éboulement sont vite pris en charge par les eaux.

Ainsi, la dynamique des chenaux d'écoulement est régie par la charge qui ronge et les ruisselets qui charrient.

Cependant, l'importance de cette action érosive dépend aussi de bien d'autres facteurs importants qui sont : la pente, la nature du sol, le couvert végétal, le débit, etc.

A ces facteurs, il faut ajouter en zone urbaine l'habitat et les aménagements annexes (espaces publics, voies de circulation ...).

2) La pente

La pente est le support du ruissellement. Elle intervient souvent dans la détermination du sens de l'écoulement mais aussi pour ralentir ou accentuer celui-ci.

S'il est vrai que les écoulements se règlent à partir du zéro de base local, il n'en demeure pas moins que la pente peut leur imprimer plus de dynamisme.

La pente est de ce fait importante dans l'écoulement des eaux continentales et pourquoi pas marine. En tout cas, dans notre zone d'étude, le rôle de la pente dans la dynamique des écoulements est prépondérant.

Dans l'ensemble, la ville de Sya est implantée sur deux pentes convergentes au niveau du Wé dont le sens d'écoulement est sud-nord.

Les pentes calculées sur différents bassin et sous-bassins versants sont consignées dans le tableau N°1 P.35 Ces pentes exprimées en pourcentage varient de 1,86 % pour le sous bassin W5 à 0,76 pour le sous-bassin W9.

A Colma la pente moyenne est d'environ 1,7 % tandis qu'elle est de 1,45 % à Niéneta et 1,9 % à Dogoma.

Cette relative importance de la pente au niveau de la ville et notre zone d'étude offre de bonnes conditions de drainage. C'est la raison pour laquelle, après les pluies, les eaux sont vite évacuées dans les divers chenaux d'écoulement. Il s'en suit alors une augmentation

importante des débits tant dans les rivières que dans les caniveaux, puisque la pente limite considérablement l'infiltration.

3) L'état du sol

Les propriétés hydropédologiques du sol sont à prendre en compte dans le phénomène de ruissellement. Ces propriétés confèrent au sol, une résistance très inégale face aux ruisselets.

En début de saison pluvieuse, le sol est sec. Les eaux s'infiltrent essentiellement et engorgent le sol jadis déshydraté. Les essais d'infiltration dont nous avons parlé déjà en page 27, ont été réalisés sur sols sablo-argileux en surface et argileux en profondeur. Ils montrent d'abord une rapide infiltration, puis la stagnation en profondeur. (cf. courbe d'infiltration ci-après)

Il faut cependant reconnaître que ces essais sur un sol sec de saison sèche, auraient donné des résultats différents s'ils étaient faits sur un sol humide d'août.

Des essais d'infiltration en saison humide également auraient permis de mieux apprécier le comportement hydrodynamique des sols de Bobo-Dioulasso.

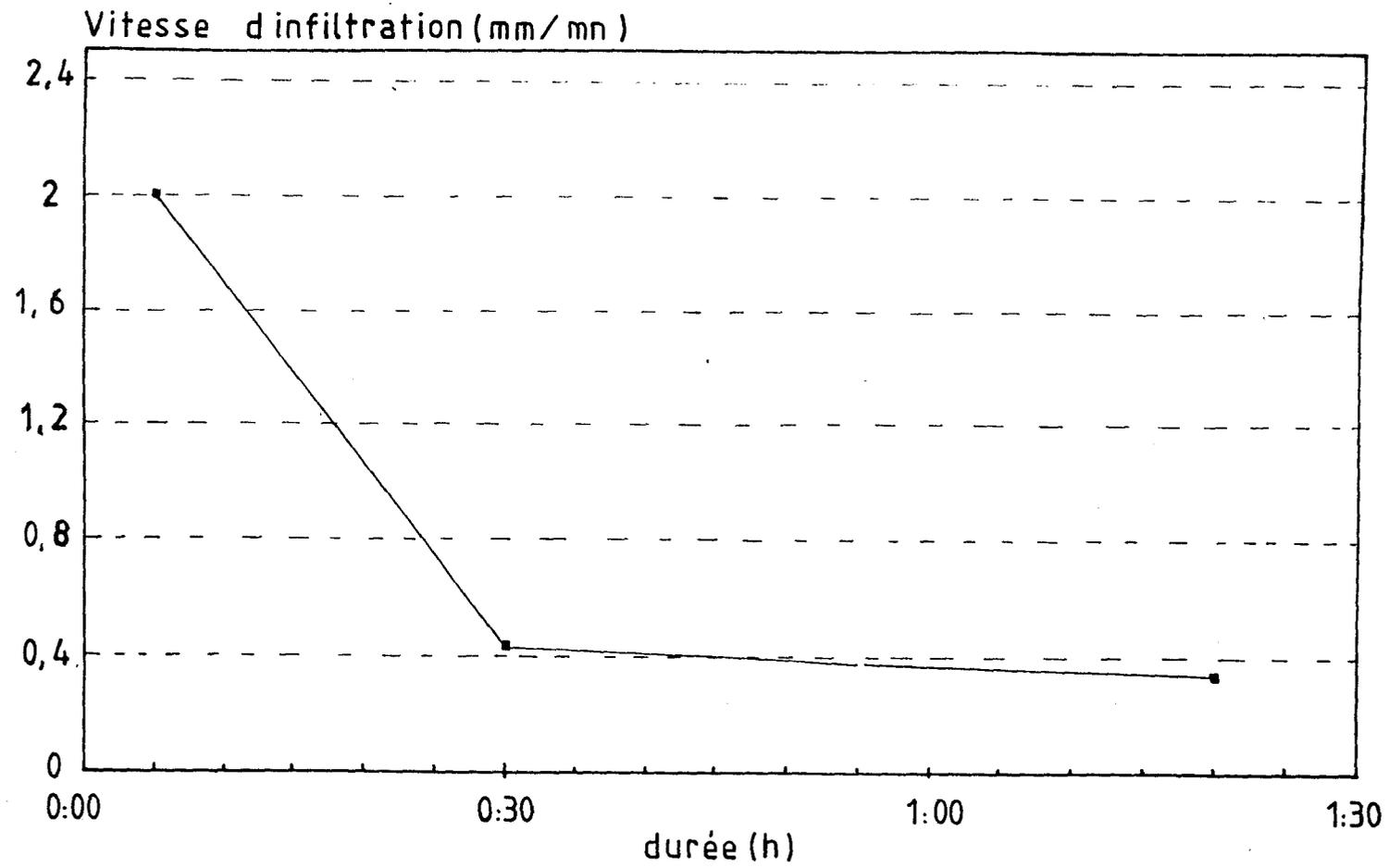
Ce dont on est sûr (cela a été constaté lors de nos différentes sorties sur le terrain) c'est que le ruissellement semble plus actif sur les sols déjà saturés d'eau que sur les sols secs.

Le processus est le suivant : les gouttes d'eau tombent sur un sol desséché par une longue période chaude et sèche (novembre - avril). Durant cette période assez longue, les horizons du sol se déshydrate considérablement. Aussi, lorsque surviennent les premières pluies, servent-elles d'abord à l'engorgement de ces horizons.

Cet engorgement, s'il est important, a deux conséquences : la première c'est de limiter les infiltrations, la seconde de désorganiser les agrégats du sol qui deviennent plus lâches. De ce fait, ils sont facilement mobilisables par les ruisselets.

En somme, la morphogenèse s'accroît ou se ralentit en fonction de l'état d'humectation des couches pédologiques.

Fig 5 Essai d'infiltration à Colma



source: CIEH 1993

4) L'impact du couvert végétal

Le couvert végétal intervient dans la limitation du ruissellement en favorisant l'infiltration ; ce qui implique la limitation de l'érosion dans son ensemble. L'importance des arbres dans la ville, devait en principe limiter considérablement ce processus.

a) Sur les interfluves, le couvert végétal n'est pas du tout homogène. Il est abondant dans les vergers et les domaines missionnaires comme le CAS mais moins le long des voies surtout dans les nouveaux quartiers.

C'est pourquoi le ruissellement se présente de façon très diversifiée d'une zone à une autre. Les zones dénudées sont nombreuses (terrains de foot, écoles, routes, espaces publics, emprise de voies ferrée, etc) et c'est dans ces zones que les ruisselets prennent naissance (cf carte n°7 sur les points critiques du ruissellement p.71). Arrivés dans les vergers, ces ruisselets creusent des ravines qui finissent par déraciner certains arbres situés dans leur sillage. Ce phénomène est observable dans le verger de Colma utilisé depuis 1992 comme zone épandage des eaux pluviales de la ville.

b) Le long des chenaux, la galerie forestière offre une protection assez efficace aux berges abruptes. Cependant, cette protection aurait pu être plus complète si le recouvrement était homogène.

Les berges ont, de ce fait, des portions où l'érosion est très active et des portions qui se conservent mieux. Plus en avant du wé à la sorite de la ville, les berges subverticales et alluvionnaires ont permis la pousse d'une pelouse herbeuse très dense. Là, les berges, même concaves se conservent aisément.

Pour limiter l'érosion des berges qui menace la stabilité de certains bâtiments riverains, on aurait gagné en y plantant quelques espèces végétales. A ce propos, nous avons remarqué que l'Accassia penata grâce à sa forme touffue est un véritable rempart (voir photo n°1 en annexe)

Néanmoins il est intéressant de remarquer que la végétation en zone urbaine est très particulière et ne limite que très peu les phénomènes d'érosion. Puisque, bien de facteurs anthropiques modifient le cours normal des écoulements : c'est ainsi que les ravines prennent

naissance dans les espaces dénudés pour avoir plus d'ampleur au niveau de certaines zones pourtant bien boisées.

B) Les facteurs anthropiques

Les actions humaines pouvant directement ou indirectement influencer le ruissellement en zone urbaine sont diverses et multiformes.

Il est vrai que le ruissellement aurait été moins spectaculaire si l'environnement urbain n'était pas pris en compte. Seulement, l'urbanisation, avec tous ses corrolaires a considérablement modifié les phénomènes naturels. De ces actions, on retiendra que l'habitat joue un rôle primordial.

1) L'habitat

Il ne s'agit pas là de faire une étude exhaustive des formes d'habitat existantes dans l'agglomération. Il s'agit plutôt dans la présente étude de montrer comment la forme de l'habitat peut jouer sur le ruissellement urbain.

Ce paramètre intervient surtout à travers le coefficient de ruissellement. Le calcul de ce coefficient a amené une équipe du CIEH à définir grâce à des photographies aériennes de 1981, cinq zones homogènes. Chacune d'elle comporte deux types (cf tableau n° 8 P.5). Les études montrent que le "coefficient de ruissellement dans un quartier évolue en même temps que l'urbanisation du quartier" SDAU Bobo 1987.

Cela s'explique par le fait que les toits de maisons en terre battue ou en tôles, les terrasses bétonnées, etc, forment une couverture imperméable. Cette imperméabilité accentue du même coup le ruissellement de surface.

Dans les zones denses, la surface couverte par les concessions est souvent plus importante que les surfaces nues. Alors, les eaux des toits, des terrasses, des voies pavées, se concentrent sur les surfaces nues notamment les rues transformées pour la circonstance en chenaux d'écoulement.

2) Les aménagements annexes

Nous voulons ici faire allusion à tous les espaces aménagés pour un usage public ou économique.

Il s'agit du boulevard de la révolution, des diverses routes revêtues, de la place du marché, de la gare ferroviaire, etc.

Compte tenu de nos moyens très limités, il ne nous a pas été possible d'évaluer l'ensemble des surfaces imperméables. La connaissance de cette surface nous aurait permis d'avoir une appréciation plus objective du phénomène. Cependant, le travail du CIEH, même s'il est très théorique, donne une idée assez exploitable pour un aménagement à court terme. L'impact de ces surfaces sur les écoulements est déterminant en ce sens qu'elles limitent l'infiltration.

Tout se passe comme si toutes les eaux tombées ruisselaient. Les divers aménagements dans la ville impriment donc aux ruisselets une dynamique particulièrement active.

II - LES MODES D'ACTION DE L'EROSION A SYA

A- Le ruissellement

Le ruissellement se définit comme étant la partie des eaux pluviales qui ne s'est ni infiltrée ni évaporée et qui s'écoule librement à la surface du sol, le long des pentes.

Le ruissellement s'exprime à travers le coefficient de ruissellement r .

$$r = H/p \times 100$$

r est en %

où H = lame d'eau ruisselée par unité de surface

p = hauteur de pluie tombée

Suivant l'importance des eaux, on distingue :

1) Le ruissellement diffus

Dans ce cas les ruisselets n'arrivent pas à former une nappe homogène recouvrant toutes les aspérités du sol. Il s'agit donc de simples filets d'eau qui sillonnent la surface du sol laissant par endroit des zones émergentes. Ce type de ruissellement est fréquent après des pluies de faible intensité. Il est présent partout dans la ville.

Le ruissellement diffus, s'il est alimenté, évolue vers le ruissellement en nappe. Là, les eaux forment de véritables lames d'eau s'écoulent vers les drains naturels ou vers les collecteurs.

Ces deux types de ruissellements sont responsables du décapage pelliculaire (localisé ou généralisé).

2) Le ruissellement concentré

On l'appelle aussi écoulement fluvial (stream flow). C'est un ruissellement de surface "résultat de la concentration dans les talwegs, des eaux de ruissellement superficiels directs, des eaux de l'écoulement hypodermique et des eaux souterraines arrivant à émergence" P. George in dictionnaire de la géographie. Pge 402

Il est responsable de l'érosion régressive forme d'érosion linéaire qui "s'exerce uniquement dans les talwegs". P. George in dictionnaire de la Géographie. Pge 166

En définitive, quelle que soit la forme du ruissellement, la quantité d'eau restante, suit des voies d'écoulement préférentiel que sont souvent les voies de circulation. Ils contribuent ainsi à leur dégradation, et causent ainsi de nombreux désagréments de circulation à la population .

Ce ruissellement concentré a été étudié par le CIEH dans la cadre de l'élaboration du schéma directeur de drainage des eaux pluviales de Bobo-Dioulasso. Pour ce faire, les bassins versants primaires et leurs sous bassins ont été délimités, leurs superficies calculées. Cela a permis le calcul des débits aux points critiques, aux points de franchissement.

La méthode retenue pour le calcul des débits est la méthode superficielle de Caquot adaptée aux conditions africaines par le CIEH en 1972. Elle est inspirée des travaux de Lemoine (L) et Michel (C) 1972.

La pluie de fréquence décennale a été retenue pour le calcul de débits sous la forme suivante :

$$Q = KC^m \times I^n \times A^p \times L^q$$

où k, m, n, p, et q sont des constantes

C = coefficient de ruissellement en %

I = pente moyenne du réseau en %

A = superficie du bassin versant en ha

L = longueur du plus long cheminement hydraulique en m

Q = débit décennal calculé à l'exutoire des différents bassins.

C, A, I et L sont calculés à partir de paramètres caractérisant le bassin et le réseau.

A Bobo-Dioulasso, le calcul de ce débit décennal en un point donnerai :

$$Q(10 \text{ ans}) = 1324 C \times 10,1875 \times A^{0,85} \times (L/2\sqrt{A})^{-0,3}$$

Le tableau n°10 résume les débits décennaux à l'exutoire des principaux sous bassins versants du we.

TABLEAU N°8**Débits décennaux à l'exutoire des principaux sous-bassins versant du wé**

Code	A(ha)	C	l%	L(m)	Q(m ³ /s)
w1	672	0,40	1,43	4200	64,6
w2	56	0,75	1,33	1200	14,6
w3	740	0,73	1,21	9800	55,7
w4	172	0,70	1,60	2500	34,5
w5	152	0,75	1,86	2900	32,2
w6	468	0,61	1,83	6800	52,2
w7	132	0,60	1,26	1900	23,7
w8	200	0,65	1,02	4500	28,9
w9	1328	0,30	1,76	6600	74,6
w10	396	0,50	1,24	7600	23,9
w11	388	0,30	1,12	7300	19,3

Source : Extrait SDAU (Bobo) et modifié

Le tableau n°11 montre le rapport entre coefficient de ruissellement et le type d'habitat.

A travers les résultats, le constat suivant s'impose : le coefficient de ruissellement augmente au fur et à mesure que s'opère la densification urbaine des différents quartiers.

TABLEAU N° 9
Rapport coefficient de ruissellement/type de tissu urbain

Type de tissu urbain	% de superficie				Coeff de ruissellement	
	Voirie	Bati	Non bâti	Espace vert		
I (A-B)	37	13	31	19	0,68	
II (A-B)	37	26	37	-	0,76	
III	A	26	15	58	-	0,70
	B	34	20	56	-	0,70
IV	A	23	11	59	-	0,70
	B	38	4	57	-	0,70
V (A-B)					0,70	
Zone industrielle					0,80	
Camp militaire					0,40	
Camp CRS					0,80	

Source : SDAU Bobo 1987

Il faut cependant souligner que dans un même tissu urbain, le coefficient de ruissellement varie suivant l'état de couverture du sol (existence de surfaces imperméables ou de surfaces perméables, etc.)

Ainsi, pour les voiries bitumées donc imperméables, le coefficient de ruissellement est 0,9 alors que pour les voies en latérite ⁵ il est de 0,80.

Il est de 0,95 pour les zones entièrement bâties, 0,60 pour les non bâties et 0,20 pour les espaces verts.

⁵ Il s'agit de la carapace utilisée pour le pavage de la majeure partie des routes au Burkina.

Dans ces conditions, le coefficient de ruissellement de chaque sous-bassin versant est obtenu en faisant la moyenne des coefficients des différents tissus pondérée par leur superficie.

Il existe donc un rapport étroit entre coefficient de ruissellement et débit des principaux chenaux. Ces débits, calculés aux points caractéristiques de quelques sous bassins varient de 386 m³/D au pont n°4 route de Dédougou (affluent rive gauche du wé).

B- L'action éolienne

L'action éolienne est très limitée dans la région de Bobo. Cependant, lorsque survient les vents d'harmattan du N-E au S-W, les particules fines sont mobilisées souvent sur de longues distances.

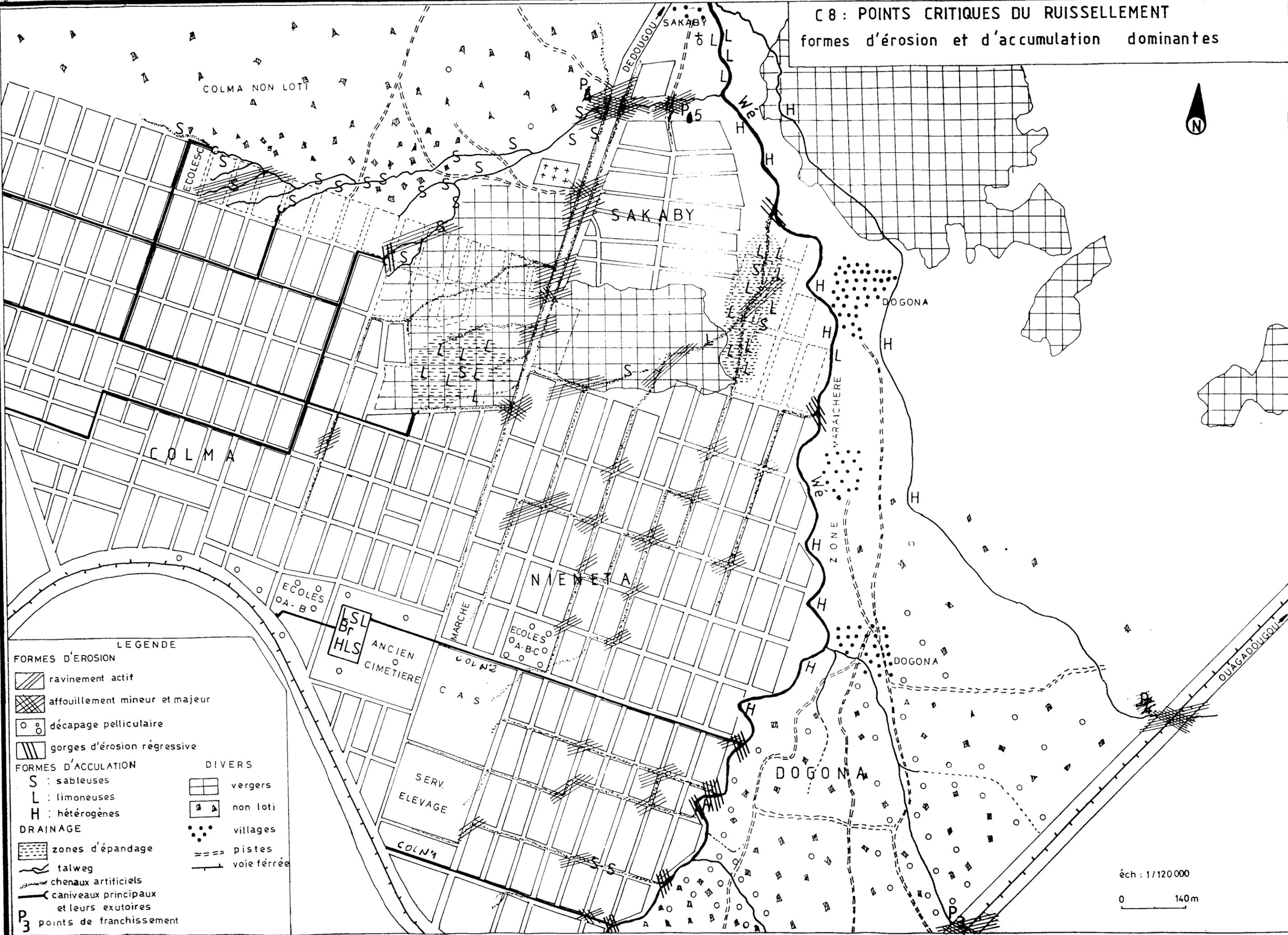
Ces vents prennent en charge les fines, les débris végétaux, etc, qu'ils déposent ensuite lorsqu'ils rencontrent un obstacle ou lorsqu'ils perdent leur compétence. Ces dépôts sont très riches pour les cultures.

Le vannage éolien, sélection des particules limoneuses, argileuses, organiques par le vent est observable surtout en saison sèche. Les espaces dénudés, les voiries "latéritiques" sont les plus soumis au phénomène.

Cependant, au cours de la saison pluvieuse, il est limité car les grumeaux du sol sont pris en masse par l'humidité. En effet, l'humidité accole les fines qui forment une masse compacte très difficilement mobilisable par le vent.

Sur les surfaces nues, à la suite du vannage éolien, ne subsistent que les particules grossières dont le diamètre est supérieur à 800 μ . Or ces éléments ne sont pas capables de retenir l'eau de telle sorte que les horizons superficiels du sol s'assèchent assez vite. C'est pourquoi ces types de sol sont impropres aux cultures.

C 8 : POINTS CRITIQUES DU RUISSELLEMENT
 formes d'érosion et d'accumulation dominantes



LEGENDE

FORMES D'EROSION

- ravinement actif
- affouillement mineur et majeur
- décapage pelliculaire
- gorges d'érosion régressive

FORMES D'ACCULATION

- S** : sableuses
- L** : limoneuses
- H** : hétérogènes

DRAINAGE

- zones d'épandage
- talweg
- chenaux artificiels
- caniveaux principaux et leurs exutoires
- P₃** points de franchissement

DIVERS

- vergers
- non loti
- villages
- pistes
- voie ferrée

éch : 1/120 000
 0 140m

III - LES FORMES D'ABLATION ET D'ACCUMULATION

A) Les formes d'ablation

Les formes d'ablation liées à l'écoulement des eaux pluvieuses sont nombreuses dans la région de Bobo Dioulasso. Cette diversité des formes est due d'une part à la différence de résistance des matériaux du sol et d'autre part à l'importance de l'écoulement. (cf carte n°8 sur les points critiques du ruissellement P.77).

1) Le ravinement

Le ravinement est le "creusement de profondes rigoles, sur un versant de matériaux meubles, par les eaux de ruissellement" P. Georges, P.380 , 1974

Le travail final du ravinement est la formation de ravins. Les chenaux d'écoulement sont le résultat du travail continu du ravinement au cours des saisons de pluies. Ce processus morphologique est à l'origine de toutes les formes d'érosion hydrique perceptibles tout au long de la vallée du wé (affluents compris).

Les ravines partout où nous les avons constatées sont très actives. Elles se situent généralement en tête de bassins ou de sous bassins versants. Grâce à cette position, elles facilitent une emprise grandissante du wé sur les terrains riverains. Cela n'est pas sans dommage surtout si l'on sait que les constructions sont souvent faites à très courte distance des berges.

Nos différentes sorties sur le terrain nous ont permis de faire une inspection détaillée depuis la confluence des différentes ravines avec le wé jusqu'à leurs têtes. Bien entendu toutes branches secondaires ont été prises en compte.

- La ravine de Colma : cette ravine qui reçoit toutes les eaux de ruissellement de cette partie de la ville est le principal affluent de la rive gauche du wé dans l'agglomération.

Elle est située juste à la périphérie nord de Colma à la limite de la zone lotie. Ses différentes confluences ont été exploitées en 1993 comme exutoire des principaux caniveaux drainant les eaux pluviales de ce quartier mais aussi celles de Diaradougou et de Yéguéré.

Le lotissement de ce quartier semble avoir oublié la présence de cette ravine et de ces innombrables confluent "de sorte que certaines parcelles se trouvent directement dans l'emprise de la zone d'inondation". Rapport CIEH 1992. Nous avons en effet constaté des constructions dans le lit même de la ravine ou en tête de ravine (voir photo n°2 et 3 en annexe). Il s'en suit la formation de pseudo-barrages lorsque surviennent des pluies. Cette situation a empêché certains attributaires moins fortunés de mettre en valeur leurs parcelles. Par ailleurs, ceux qui sont arrivés à le faire sont souvent obligés de faire de véritables gymnastiques puisque pour rentrer dans leurs concessions, il leur faut patauger dans les eaux et la boue.

Il est évident que l'utilisation de la ravine comme exutoire des eaux d'écoulement a des conséquences tant en amont qu'en aval.

En amont, aux débouchés de ces collecteurs se sont formées des gorges d'érosion régressive qui progressent assez rapidement. Plus en aval, au niveau des points de franchissement P4 et P5, l'affouillement sous les piliers a "repris service". (cf photo n° 6).

Dans l'ensemble, de l'amont à l'aval, la ravine de Colma présente un profil en long très irrégulier. De nombreux méandres se sont développés sur ce sol sablo-argileux peu résistant et peu épais (moins de 1 m de profondeur). Il repose sur une argile blanchâtre plus ou moins épaisse. Ce qui confère aux matériaux une résistance contrastée d'où le profil transversal également très irrégulier : les berges concaves succèdent aux berges verticales ou subverticales ; les berges convexes aux berges en escaliers dans la zone de dépôt.

Le lit de la ravine présente des sections très irrégulières. En effet, d'abord étroit (0,5 à 2m), il s'élargit au fur et à mesure que l'on va vers l'aval.

C'est au niveau du pont n°4 (route de Dédougou) que la ravine connaît son plus large lit avec plus de 15 m. Cet élargissement est dû d'une part au surcreusement par les eaux venant perpendiculairement à la route et d'autre part à celui des eaux y arrivant parallèlement.

Vingt mètres plus loin, le lit se rétrécit jusqu'à 2 m, les berges deviennent raides et étroites. Cette étroitesse est mise en place par l'incision linéaire dans les argiles qui offrent une résistance différentielle. Aussi, de nombreuses marmites de géant s'y sont-elles développées. Les profondeurs moyennes de la ravine varient de 2 à 3 m en amont à près de 8 m en aval près de la confluence avec le Wé.

La ravine de Colma est l'une des zones de dépôt sableuse les plus importants de l'agglomération. Ce sable est récupéré par les populations riveraines et vendu comme matériau de construction.

la zone de confluence de la ravine de Colma et du wé est peu active et les deux lits sont pratiquement au même niveau sans doute que le lit de la ravine a atteint son profil d'équilibre. Cette ravine à une longueur d'environ 1250 m.

- Les ravines de Dogona : Elles sont au nombre de deux et reçoivent les eaux de Bindougouso. Ces deux ravines ont un profil en long et transversal marqué par l'étroitesse du lit. Une étroitesse, consécutive à l'incision linéaire dans les couches peu résistantes mais homogènes. L'incision n'est limitée çà et là que par la cuirasse ou les grès qui affleurent au fond du lit sous forme de dalles discontinues. C'est seulement en ce moment que le lit s'élargit. Les dépôts sableux sont peu importants. Par contre les concrétions (modules) ferrugineuses sont très nombreuses.

La figure n°6 ci-contre résume le profil pédologique révélé par les ravines de Dogona P 74. Nous avons pu réaliser ce profil en observant et mesurant les couches pédologiques révélées par le profil transversal des ravines. A travers ce profil, on constate d'une part l'importance des argiles dans la zone et d'autre part, l'homogénéité des composants pédologiques.

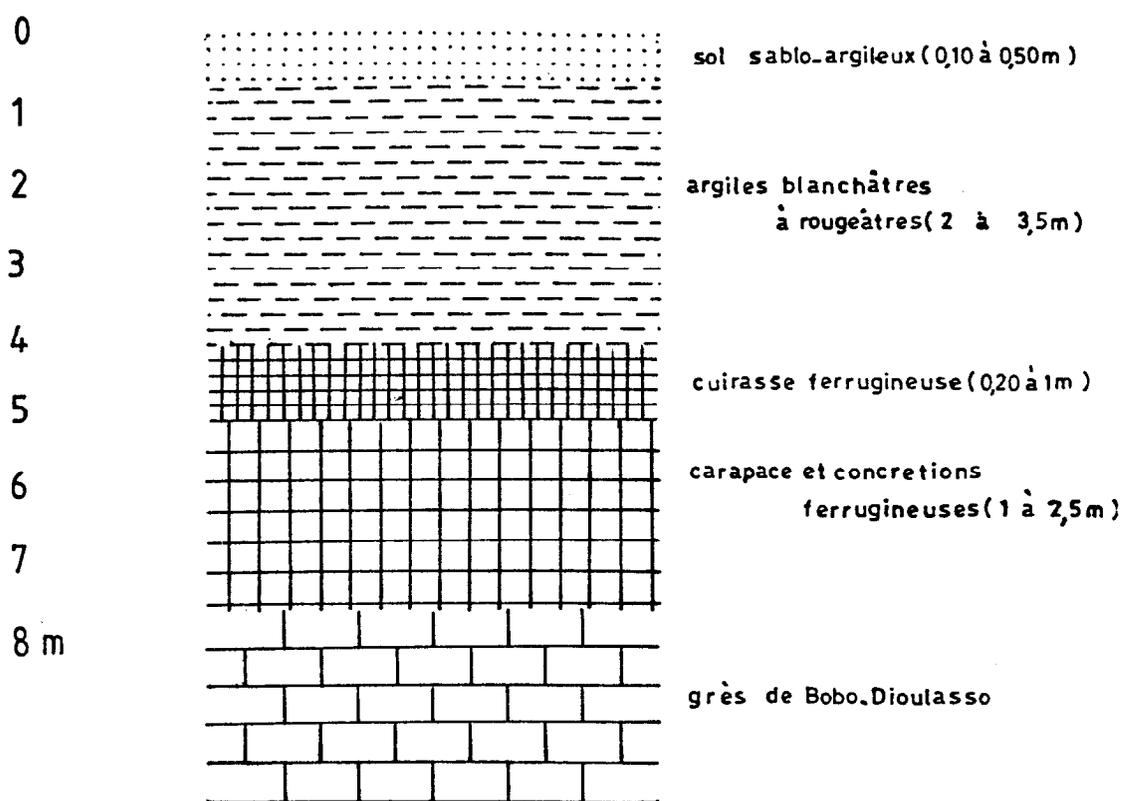
La tête de la ravine Wd1 est le débouché du collecteur principal de Bindougouso en amont du pont n°2. A ce niveau, s'est développé une "gorge" d'érosion régressive profonde dont la progression menacera dans quelques années la stabilité du pont si aucune mesure de limitation n'est prise. C'est cette progression rapide de la gorge qui explique l'affouillement constaté sous le pilier du pont.

Dans l'ensemble, l'apparente homogénéité des matériaux a limité la construction des méandres comme c'est le cas pour la ravine de Colma. Aussi, ces ravines de Dogona présentent-elles un profil en long presque rectiligne. Le profil en travers est au contraire assez irrégulier.

Les ravines de Dogona ont une profondeur variant entre 4 et 5 m en moyenne en amont (au niveau des remblais SCFB) à 8 m en aval à la confluence avec le wé. Deux affleurements gréseux ont pu être constatés dans la ravine wd 2. Les couches stratigraphiques en amont et en aval du pont n°3 ont une orientation générale sud-est, nord-ouest.

Les multiples petites sources resurgissent dans le lit de ces ravines. Ce qui leur offre un débit d'étiage semi-perenne.

Fig 6 Profil pédologique révélé (ravines de Dogona)



- Le wé

C'est l'organe principal sollicité pour l'évacuation des eaux de la ville de SYA. Il est caractérisé par ses profils très irréguliers car comportant de nombreux méandres qui impriment une certaine dynamique aux écoulements.

Les berges sont très affectées par l'érosion différentielle. Cette érosion développe des marmites de géant au pieds des berges. En effet, compte tenu de la différence de résistance du grès (affleurant au fond de l'entaille), les ruisselets ont aménagé diverses fosses tout le long du wé. Ces fosses, une fois amorcées s'amplifient au gré du ruissellement.

Ce curetage est à l'origine de la succession des seuils et des mouilles qui sont l'expression momentanée de la dynamique du cours d'eau lorsqu'il creuse verticalement.

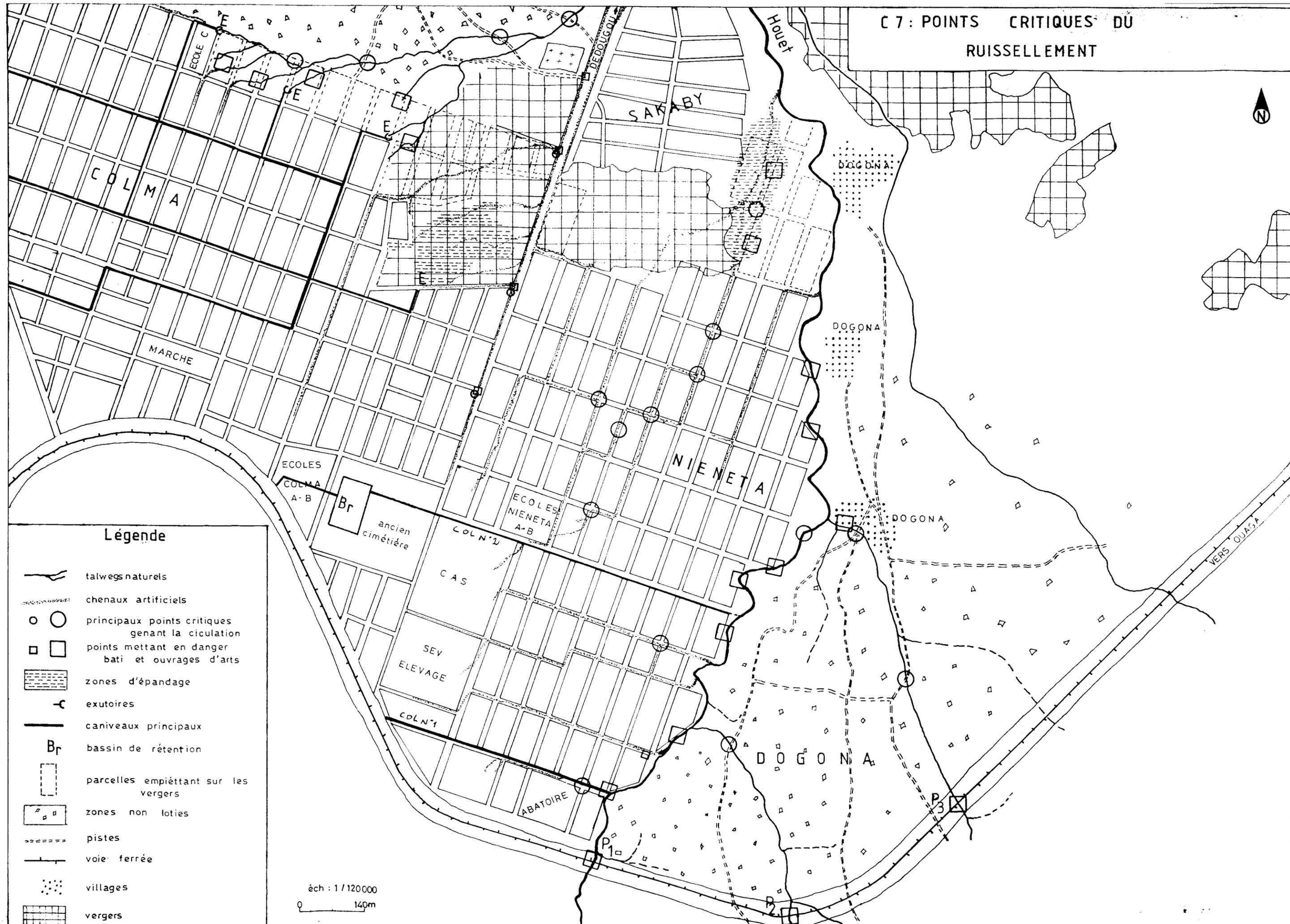
Aujourd'hui, les chutes d'eau provenant soit des caniveaux soit des chenaux naturels engendrent des gorges d'érosion régressive sur toute la hauteur et la largeur des berges. Le lit est encombré par divers matériaux : gravions, sables, argiles, limons, débris végétaux. Des morceaux de tissus sont accrochés aux branches des arbres tout au long des berges. Ces tissus donnent une idée assez nette du niveau des crues qui surviennent très fréquemment. L'irrégularité du profil transversal crée d'énormes perturbations hydrauliques. Un reprofilage du lit aurait permis de corriger cette situation.

Les ravines d'érosion diffuse sont également présentes tout au long des berges. Ces ravines sont mises en place par le ruissellement diffus arrivant perpendiculairement ou obliquement dans le wé. Cela est surtout remarquable sur les berges nues c'est-à-dire non protégées par la végétation. Les sorties sur les différents sites nous ont permis de constater que les berges colonisées par Accacia penata se conservent mieux (voir photo n°1 annexe).

Tous les points de franchissement construits sur le wé sont soumis aux différentes formes d'érosion : affouillement sous les piliers, ravines et ravineaux perpendiculaires ou parallèles aux remblais (voie ferrée et routes), etc.

Le ruissellement en nappe sur les versants abrupts du remblais de la voie ferrée menace d'une part le départ des galets granitiques servant de fortification aux rails et d'autre part la stabilité des gabions (voir photo n°4 en annexe).

C 7 : POINTS CRITIQUES DU
RUISSELLEMENT



Légende

- talwegs naturels
- chenaux artificiels
- principaux points critiques gênant la circulation
- points mettant en danger bâti et ouvrages d'arts
- zones d'épandage
- exutoires
- caniveaux principaux
- bassin de rétention
- parcelles empiétant sur les vergers
- zones non loties
- pistes
- voie ferrée
- villages
- vergers

éch : 1/120000
0 140m

Ces départs créent par endroit des poches d'érosion sous les rails qui ont été comblé avec des moyens de fortune.

Dans l'ensemble de notre zone d'étude, le ravinement est le processus érosif le plus actif. Cependant il revêt plusieurs formes : affouillement, sapement des berges, déchaussement, etc.

a) L'affouillement

Pierre George, (1974) définit l'affouillement comme étant "un surcreusement latéral par les eaux dans les berges meubles d'une rivière suivi d'éboulement". L'affouillement est présent dans toutes les ravines recensées. Cependant, il est surtout manifeste au niveau des points de franchissement. Ces zones sont indiquées sur la carte n°7 de la P.71

Nos observations ont porté sur six points de franchissement. Ces points ont été choisis parce que d'abord situés sur le wé et ensuite parce que leur stabilité est très menacée. En effet, les écoulements s'amplifient au fil des années et au fur et à mesure que la ville se densifie.

Les trois premiers sont situés aux croisements de la voie ferrée avec le wé et ses 2 affluents (WD1 et WD2). Ils sont indiqués sur la carte n°7. Deux autres sont construits sur la ravine de Colma. Quant au dernier, il est situé à la limite nord de Sakaby à l'intersection wé/route de Dédougou. Il est construit sur un méandre. C'est en effet à ce niveau que la rivière rompt d'avec sa direction nord-sud pour emprunter celle du SW-NE.

Son pilier droit est construit sur la berge droite concave et le pilier gauche sur la berge gauche convexe. La berge concave plus exposée aux ruisselets qui s'abattent sur elle, connaît un affouillement interne qui affecte sérieusement le pilier du pont. Quant à la berge convexe sous abri, elle connaît un dépôt sableux et limoneux assez important. Le schéma n°4 P.30 illustre cette dynamique fluviale au niveau des méandres.

Les ruisselets, rendus plus dynamiques grâce à leurs charges attaquent cette berge avec une force érosive dans laquelle la vitesse d'écoulement est assez significative d'où l'affouillement prononcé sous les piliers. Cette force érosive est donnée par la formule :

$$F = 1/2m v^2$$

où m = masse liquide et solide transportée

v = vitesse d'écoulement

Dans cette formule et dans la pratique, la vitesse agit en puissance. Or cette vitesse augmente au niveau des méandres. Lorsque les ruisselets cheminent le long d'un profil rectiligne, la vitesse d'écoulement est maximum au milieu de chenal. Au niveau d'un méandre c'est plutôt sur la berge concave que l'on enregistre la plus grande vitesse. Alors cette berge contre laquelle percutent les trombes d'eau évolue très rapidement et fini par présenter un profil transversal très abrupt. C'est là en effet qu'intervient l'affouillement et le sapement des berges. C'est pourquoi il est très imprudent d'y construire un ouvrage de franchissement ou d'y installer des dispositifs hydrauliques.

C'est la forte action érosive qui explique l'évolution actuelle de cette berge concave qui est aujourd'hui abrupte tandis que la berge convexe est plutôt en pente douce. C'est là en effet que les ruisselets, ayant perdu leur compétence après avoir été ralenti par la berge concave, déposent leurs charges.

Les dépôts sont d'origines diverses mais les sables et les limons sont plus abondants. Accolés à la berge droite et au pilier droit, ces dépôts atteignent 1,5 m d'épaisseur.

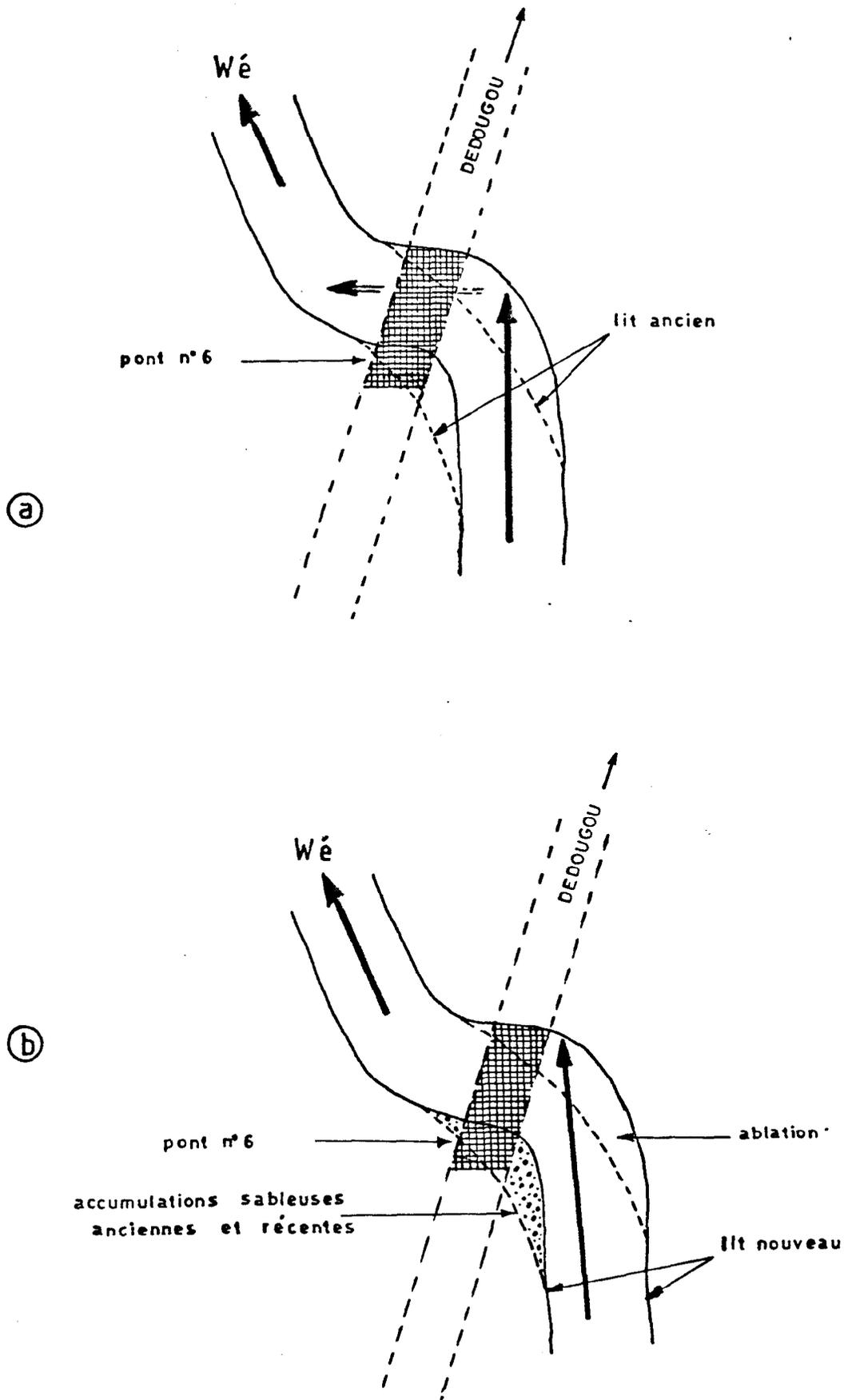
Le lit mineur a beaucoup évolué surtout transversalement. Le creusement est manifeste tout au long du lit. Nous nous sommes intéressés au phénomène et avons par la suite estimé ce creusement.

Les indices sur lesquels nous sommes basés sont entre autre la limite du crépissage au niveau des piliers des ponts, l'importance de l'affouillement sous ces piliers, les traces encore visibles des lits anciens sous forme de trace sombres sur les piliers, le déchaussement de certains arbres au bord ou dans le lit même des ravines. Tous ces indices confrontés nous permettent d'estimer la perte de terre entre 1,5 et 2 m depuis la construction des ouvrages d'arts.

Le déchaussement est aussi à mettre au compte de cette forme d'érosion. C'est la mise à nu des racines des arbres par les eaux de ruissellement à travers l'affouillement. Tous les arbres situés en bordure ou sur les berges ne sont pas épargnés (voir photo n°4 en annexe). Cependant, le déchaussement est limité lorsque la couverture végétale est assez dense : c'est le cas des berges colonisées par Accacia pennata. Le phénomène est plus spectaculaire lorsque les arbres sont situés sur des têtes de ravines. Sur la ravine de Colma, nous avons observé des déchaussements atteignant 1 à 1,5 m sous les racines (voir photo n°4 en annexe).

lorsque plus de 2/3 des racines sont révélés, l'arbre perd ses appuis. Alors, il devient très vulnérable surtout quand surviennent les vents de fin de saison pluvieuse.

Fig 7 Dynamique des méandres du Wé



Le déchaussement comme l'affouillement sont le résultat du ruissellement concentré.

b) Le sapement des berges

D'après le Dictionnaire de la Géographie 1974, "le sapement est un creusement surtout par les eaux (vague de la mer, cours d'eau) à la base d'un versant escarpé avec formation éventuelle de surplomb, d'encorbellement qui prépare des glissements de terrain ou des éboulements". P 405

Ce processus a pour support les coups de bélier que reçoivent constamment les berges des ravines tout au long de la saison pluvieuse. En effet, les eaux chargées de toute sorte de matériaux heurtent les berges provoquant du même coup la désagrégation mécanique des berges meubles ou rocheuses. La finalité de cette action mécanique est la formation d'une encoche de base ou de sapement. Suivant que les berges sont meubles ou résistantes, que les écoulements sont importants ou faibles, l'évolution de l'encoche sera lente ou rapide.

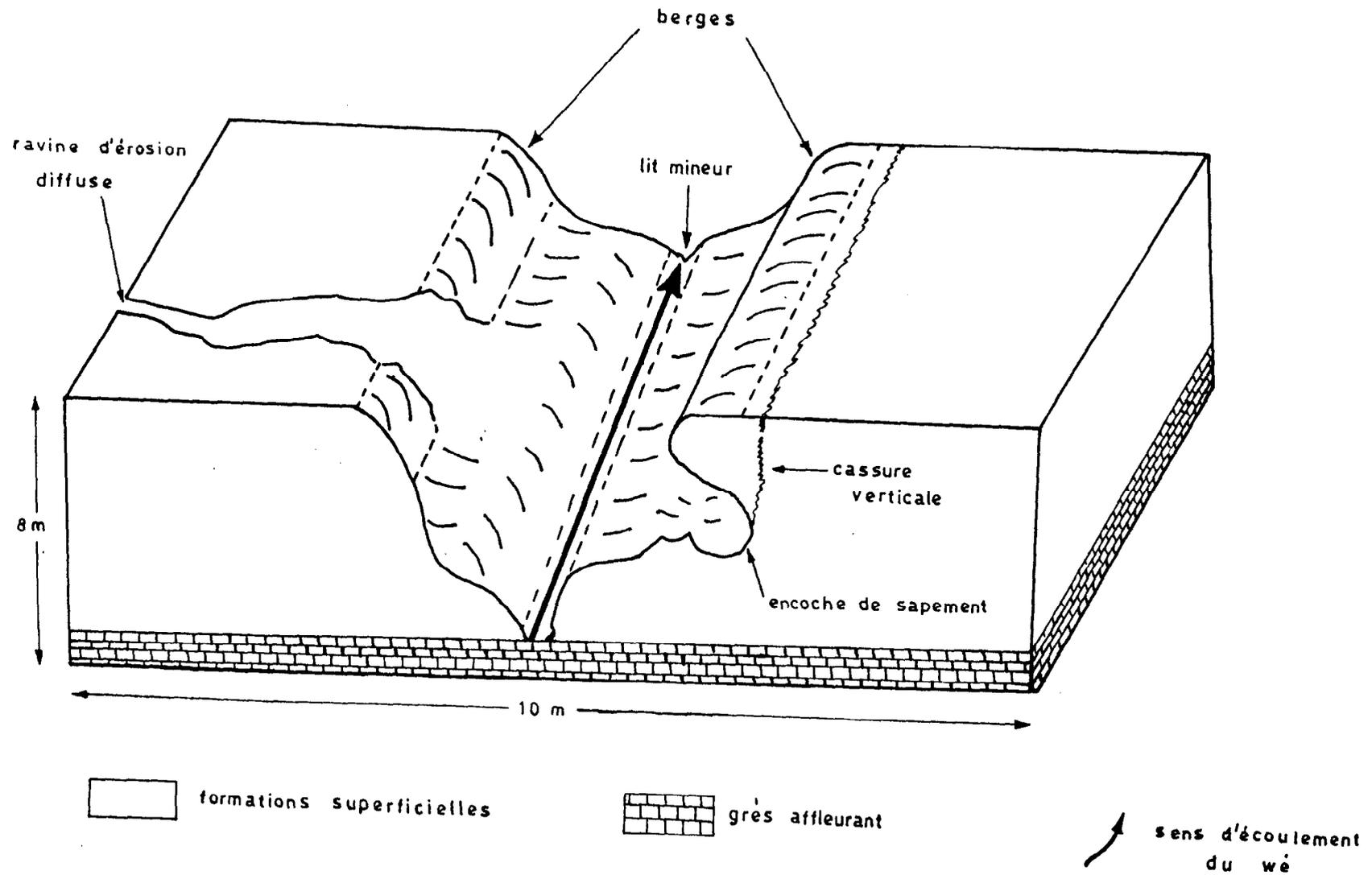
Le sapement est une incision latérale. Lorsque cette incision prend des proportions importantes, il s'en suit un éboulement de la partie supérieure. Le schéma n°5 ci-contre illustre ce processus. Le sapement des berges a également pour corollaire le façonnement de ces dernières en diverses formes. C'est ainsi qu'on distingue des berges concaves, des berges convexes, des berges en pente douce, des berges abruptes, etc.

Cependant, l'existence des berges en marche d'escalier dans les zones d'accumulation limoneuse, juste à la hauteur de Sakaby, est à mettre en rapport avec le creusement du lit plutôt qu'avec le sapement. Pendant la saison sèche, ces terrasses très fertiles sont exploitées par les maraîchers alors que pendant la saison pluvieuse, elles sont le support d'un tapis herbeux très épais. Grâce à ce tapis, les terrasses se conservent aisément.

2) Le décapage pelliculaire

Le décapage pelliculaire est l'ablation presque uniforme des fines à la surface du sol. Il a pour vecteur le ruissellement en nappe et le ruissellement diffus. Le premier est responsable du décapage pelliculaire généralisé alors que le second est responsable du décapage pelliculaire localisé. Le phénomène est présent dans toute la ville mais il est surtout spectaculaire à Dogona.

Fig 8 Dynamique fluviale du Wé: sapement des berges



Pour mieux appréhender son ampleur réelle, nous avons fait des observations sur 50 arbres se situant entre 10 et 100 m de la ravine wd1. Les espèces végétales de l'échantillon sont très variées: manguiers, eucalyptus, neem, melina, etc. Néanmoins les manguiers sont au moins 70 %. La superficie est d'environ 0,5 a. Les résultats obtenus sont les suivants:

- sur les 50 arbres, 43 ont des racines révélées d'au moins 20 cm.
- 7 gardent toujours leurs racines dans le sol mais ces derniers sont situés au delà de 90 m de la ravine.
- Tous les arbres situés à moins de 50 m de la ravine ont leurs racines en partie révélées.

Ce phénomène affecte aussi les arbres plantés dans les cours riveraines.

En définitive, toute la zone située entre les ravines c'est-à-dire l'interfluve, est soumise à un intense décapage pelliculaire. De telle sorte qu'il ne reste qu'un sol argileux (carapacé par endroits) dénudé sans la moindre couverture herbeuse, ceci même en août où nos observations ont été faites. Ce décapage se prolonge jusqu'aux abords du wé surtout à sa rive droite. A la gauche par contre (Nieneta), le décapage pelliculaire fait place à l'érosion régressive. Sans doute le lotissement de ce quartier oblige les ruisselets à emprunter des voies d'écoulements préférentiels que sont les routes. Tout se passe comme si le type d'habitat conditionnait la forme d'érosion (cf carte n°8 P 77).

B - Les formes d'accumulation

Il existe un rapport étroit entre la charge solide des eaux de ruissellement et l'accumulation. C'est en effet cette charge qui se dépose soit dans le lit des cours d'eau soit dans les zones d'épandage.

Ces dépôts ont lieu lorsque les eaux perdent leur compétence. Nos sorties du 10 août 1993 et du 20 août 1994 nous a permis d'inventorier les différentes charges et de donner leur nature . Les échantillons ont été prélevés au niveau du pont n° 5. Dans ce inventaire, il nous a été impossible d'évaluer les charges dissoutes faute de moyens (financiers et logistiques) adéquats. Cependant, selon une étude de Jean Noël PODA en 1985 « Après une pluie de 25mm, un kilo de matières en suspension a été recueilli en 3 mn dans un filet de 30 cm de diamètre » . Les charges solides prélevées peuvent être regroupées en 3 catégories :

- Les ordures ménagères, ustensiles usagés, ferrailles etc;
- Les matériaux organiques;
- Les matériaux rocheux et terreux.

Ces charges sont soit transportées en profondeur (donc non visibles) soit en surface (à moitié visibles). Le tableau ci-contre résume l'éventail de ces charges.

TABLEAU N° 10 : charges solides dans les eaux du wé

NATURE DES CHARGES	COMPOSANTES
Ordures ménagères et ustensiles usagés	<ul style="list-style-type: none">- Pelures de légumes- Pelures de fruits- Boîtes de conserve- Bouteilles usagées- Plats usagés- Diverses ferrailles- etc
Matériaux organiques	<ul style="list-style-type: none">- Fruits- Légumes- branchages- Herbes- Charbons- Morceaux de bois- Ossements- Carcasses d'animaux- etc
Matériaux rocheux et terreux	<ul style="list-style-type: none">- Blocs de débris de grès- Granite- Quartz- Nodules ferrugineuses- Sables- Limons- Débris de béton- etc

1) Les accumulations sableuses

Nous l'avons déjà dit, la constitution pédologique de la région de Bobo-Dioulasso, lui a conféré de nombreux sols sablo-argileux donc riches en matériaux sableux.

Par ailleurs, nous avons aussi notifié l'abondance des grès également riches en sables.

Toutes ces caractéristiques géologiques et pédologiques ont permis la mise en place d'importants bancs sableux. Ces bancs sont issus soit du vannage éolien, soit du lavage des horizons meubles du sol par les eaux de ruissellement, soit enfin de l'altération de la roche mère : le grès.

Si le premier agent est moins important du point de vue quantité de sable accumulé, le second est une caractéristique de la ville. C'est en effet le ruissellement qui offre à la ville ses immenses dépôts utilisés par la population pour la construction. Par rapport à l'importance des dépôts, la nature et l'origine des gravions, on peut faire deux observations essentielles:

- Les accumulations sableuses n'ont pas la même importance ni la même qualité. Il existe en effet des sables fins, des sables grossiers, des sables semi-fins, semi-grossiers, etc. Il existe aussi des zones de production préférentielles. Ces zones sont indiquées sur la carte n°8. P 77. A titre d'exemple, les quartiers Colma, Yéguéré et Accart-ville sont les grandes zones d'accumulation. Ceci est d'autant plus vrai que Yéguéré doit son nom à l'importance des accumulations sableuses dans cette zone. Yéguéré ne signifie-t-il pas sable en langue nationale **bob**

- Les accumulations sont essentiellement d'origine fluviale vu la relative rotondité des grains, l'importance des éléments grossiers et la très faible action éolienne.

La ravine de Colma, ses différentes ramifications ainsi que les principaux collecteurs du quartier sont les plus grands accumulateurs de sable dans la zone d'étude. A cela, il faut ajouter les bassins de rétention des eaux pluviales construits récemment en 1993. Le sable étant un matériau de construction indispensable, ces collecteurs et ravines sont les lieux d'intenses activités de ramassages. En effet, après chaque pluie, ces chenaux sont pris d'assaut par les riverains qui se chargent du curetage des lits. La vente de ce sable procure à ces derniers des revenus assez substantiels pouvant atteindre 10.000 à 15.000 francs CFA par saison pluvieuse.

TABLEAU N° 11 : Commerce de sable à Colma

Qualité du sable	Unité de mesure	Prix
Sable simple	Brouetté	100 F CFA
Sable gravillonnaire		125 F CFA
Sable simple	Charretée	500 F CFA
Sable gravillonnaire		750 F CFA

Le ramassage et la vente de sable constituent donc une importante activité lucrative à Sya. Cependant, si le curetage présente certains avantages surtout lorsqu'il s'agit des caniveaux. Il convient de relever quelques inconvénients majeurs de ce curetage dans les chenaux : l'absence désormais du sable accélère les processus d'érosion en amont comme en aval.

2) Les accumulations limoneuses

Les dépôts récents sont de faible importance sauf dans les zones d'épandage, les zones d'inondations temporaires et dans les bassins de rétention.

Dans ces derniers, la concentration des eaux, suivi d'un déversement à faible débit favorise la décantation des fines qui se déposent au fond du bassin. Ces fines forment d'abord une masse compacte boueuse puis se dessèchent et craquellent progressivement lorsque passent les pluies. Lorsque l'humidité se maintient assez longtemps, une couche herbeuse y pousse. C'est alors des pseudo-marais, refuge des moustiques.

En général, les accumulations limoneuses ou alluviales recensées au niveau de certains méandres sont d'origine anciennes. Au débouché de la ravine de Colma sur le Wé, ces dépôts alluviaux ont formé des terrasses bien distinctes dont certaines sont utilisées pour la maraîchage.

La coupe transversale que nous y avons réalisé a révélé des strates assez homogènes, tassées, comportant des débris végétaux non encore totalement décomposés mais pratiquement méconnaissables. Tout porte à croire que les divers horizons ont sensiblement le même âge et ces terrasses ont été mises en place suite aux reprises successives de l'érosion qui a sans cesse joué sur le lit mineur.

Ailleurs, ces dépôts sont négligeables et cela s'explique par le fait que les particules très légères sont emportées très loins en aval du Wé. Ce sont ces limons emportés qui alimentent les marécages de la vallée du Kou et du Mouhoun.

3) Les accumulations hétérogènes

Les dépôts ou accumulations hétérogènes sont ceux qui comportent aussi bien les sables, les limons, les galets rocheux, les débris végétaux et animaux que les matériaux minéraux.

Ces dépôts sont présents dans la majeure parties des chenaux mais à de faibles proportions. ils sont généralement accumulés derrière un obstacle (blocs de béton comme c'est le cas en aval de certains ponts et des berges convexes d'un méandre, etc) ou accrochés aux branches des arbres situés tout le long du Wé et de ses ramifications.

Un inventaire sur site de ces dépôts révèle la composition suivante : matériaux rocheux, et indurés, tessons de bouteilles, ferrailles, etc.

CHAPITRE DEUXIEME : CONSEQUENCES DU RUISSELLEMENT ET DE L'EROSION A SYA

I - LES PROBLEMES LIES A L'ECOULEMENT

Le ruissellement est à l'origine de la détérioration de nombreuses infrastructures urbaines (ravinement des voies, effondrement des ouvrages d'art, du bâti, etc) et naturelles (érosion des sols, des berges, des drains, etc). Son impact est donc sensible sur l'environnement urbain de Sya tant les "dégâts" causés sont souvent énormes.

A - Les inondations

Les inondations au cours des dernières années sont nombreuses dans la ville de Sya. Les désagréments le sont aussi.

Nous avons déjà souligné que le Wé traverse la ville de part en part. C'est l'organe principal de drainage des eaux pluviales. Si cela présente un avantage certain, en ce qu'il permet l'évacuation rapide des eaux, il faut signaler que l'irrégularité de son profil transversal rend difficile le laminage de crues.

Cela explique en partie les inondations des terrains riverains. Cependant, ces inondations s'observent dans de nombreux autres endroits. Dans notre zone d'étude Colma est le plus touché et plusieurs facteurs expliquent cela.

- Insuffisance du réseau de drainage : deux caniveaux principaux à diamètre moyen pour tout le quartier. les rares petits caniveaux existant sont souvent plus élevés que le niveau du sol de sorte que les eaux empruntent les voies plutôt que les caniveaux. Ils ne jouent donc pas leur rôle. Dans certains cas ce sont les ordures ménagères qui les encombrent.

- Etroitesse des points de franchissement. Ce cas est observé surtout au niveau de la route nationale Bobo-Mali. les ponts situés sur cette route devant servir de passage aux eaux de Yéguéré sont très étroits par rapport à l'importance des quantités d'eau à évacuer.

Il s'en suit un débordement sur la route qui cause de sérieux problèmes de circulation mais aussi la stabilité de la chaussée. On a déjà enregistré en juin 1987 au moins 20 cm de lame d'eau et près de 25 cm en août 1993 en ce lieu.

Les trois bassins de rétention qui ont été construits en 1994 dans le cadre du schéma directeur de drainage des eaux devaient résoudre ce problème d'inondation. Seulement, après deux saisons d'observation, si ces bassins ont incontestablement limité le phénomène, ils ne l'ont pas endigué puisqu'on assiste toujours à des inondations à Colma. Ces inondations surviennent après une pluie de courte durée mais de très forte intensité. Dans ces conditions, les débits entrant dans les bassins sont trop élevés par rapport aux débits sortant. Alors ces bassins s'emplissent assez vite et débordent.

- Le mauvais lotissement du quartier. Nous avons déjà vu que le lotissement de Colma semblait n'avoir pas pris en compte le réseau hydrographique. En effet, bon nombre de parcelles se situent dans le lit même de certaines ravines. Dans ces conditions, lorsqu'il pleut, les constructions deviennent des pseudo-barrages d'où les inondations.

B - Le creusement du lit du Wé

Le surcreusement d'un cours d'eau est un creusement poussé en dessous du profil d'équilibre longitudinal avec création d'une contre pente en aval. Ce profil d'équilibre est réalisé quand le lit mineur, quel que soit sa forme, est couvert d'un tapis d'alluvions que la rivière remanie suivant les variations de son débit et de sa charge. Or, dans le cas du Wé, mis à part les méandres, ce tapis d'alluvions est presque inexistant.

Cela montre bien que le Wé dans la majeure partie de sa section transversale n'a pas encore atteint son profil d'équilibre. L'évaluation de ce creusement, donc de la perte de terre, nous a amené à faire des observations à trois niveaux :

- au niveau des piliers des ouvrages d'art au nombre de six,
- au niveau des débouchés des collecteurs avec le Wé,
- au niveau des terrasses alluviales.

1) Au niveau des ouvrages d'art

Sous le pont n° 1, nos observations ont porté sur un bloc induré (carapace) accolé au pilier gauche. Sa présence atteste une action de l'érosion différentielle au cours des saisons et qui a emporté les matériaux moins résistants.

Par rapport au lit mineur, ce bloc résiduel a une hauteur de 4,2 m. Or le lit mineur est actuellement au même niveau que la base du pilier droit (d'ailleurs soumis à un intense affouillement). Ce bloc résiduel témoigne donc de l'action érosive qu'il a dénué le pilier droit et qui du même coup a abaissé le niveau du lit mineur. Les traces de l'ancien lit sont d'ailleurs observables sur ce pilier droit. A travers ce constat, nous avons estimé le creusement du lit d'environ 2 m depuis la construction du pont qui remonte aux années 40.

Plus en aval, au pont n° 6, le même constat peut se faire. Nous signalons auparavant que ce pont n'appartient pas à notre zone d'étude et donc ne figure pas sur les cartes. Néanmoins nous l'avons pris en compte eu égard au rôle d'exutoire des eaux de la majeure partie de Sya, qu'il joue.

Au niveau de ce pont donc, nous nous sommes intéressés à la limite du crépissage des différents piliers. (voir photo n° 12 en annexe). Cette limite du crépissage indique la position du lit mineur au moment de la construction du pont. Or cette limite est de 2 m en moyenne par rapport au niveau du lit actuel.

Dans l'ensemble, le wé a connu un creusement moyen de 2 m de son lit mineur depuis les années 40. Ce creusement explique en grande partie l'accélération des processus d'érosion hydrique sur les terrains situés plus en amont.

2) Au niveau des débouchés des collecteurs

L'évolution très rapide des gorges d'érosion régressive à ce niveau est révélatrice du creusement. Aussi, les collecteurs ainsi que certains drains naturels sont-ils suspendus par rapport au plafond du lit.

Le collecteur n° 1 de Niéneta est en effet suspendu à 4 m tandis que le n° 2 du même quartier l'est à 5 m. (cf cartes n° 7 et n° 8)

3) Au niveau des terrasses alluviales

la mise en place de ces terrasses indique la reprise de l'érosion au cours des saisons donc le creusement. Ce creusement survient à chaque fois que le profil d'équilibre est rompu. Cette rupture dépend de plusieurs facteurs : le creusement au niveau du fleuve dans lequel se jette le chenal en question, le changement climatique, l'environnement urbain qui accentue le ruissellement etc.

Dans l'ensemble, l'érosion constatée à tous les niveaux, l'affouillement sous les ponts sont à mettre en rapport avec la reprise du creusement général des grands cours d'eau du pays car ce creusement accentue la vitesse du ruissellement en amont.

C) L'insécurité du bâti

La carte n° 7 montre quels sont les points critiques du ruissellement qui causent maints désagréments aux citoyens.

1) A Niéneta

Dans ce quartier les concessions riveraines du wé sont les plus touchées. Cela tient à plusieurs raisons.

- un lotissement qui semble n'avoir pas pris en compte la présence du chenal. Le plan du quartier atteste bien cette négligence pratiquement inadmissible. Il n'existe pas d'espaces assez convenables entre les berges du wé et le parcellaire. De telle sorte que les murs sont souvent à peine à 3 m du marigot.

Les conséquences étaient donc à prévoir : les murs d'enceinte ou les maisons s'effondrent par suite du sapement latérale des berges (cf photo n° 10 en annexe).

Près de l'abattoir, la dégradation en amont du caniveau n° 1 a entraîné la formation d'une gorge d'érosion régressive qui s'est prolongée jusqu'en aval au débouché avec le wé.

Cette gorge engendre des problèmes d'accès aux cours riveraines. Certaines même ont leur porte à moins de 60 m de la gorge (voir photo n° 5 p annexe).

Cela est d'autant plus préoccupant car ces cours n'ont aucune voie d'accès si ce n'est de ce seul côté. Dans tous les cas, si aucune mesure de reconstruction de ces caniveaux n'est prise, il faudrait s'attendre dans les années à venir à l'effondrement de six cours riveraines.

- Des constructions faites en matériaux peu résistants et de surcroît faites avec des techniques inadéquates. Mis à part quelques propriétaires fortunés, la majeure partie des constructions sont faites en matériaux peu résistants comme le banco ou en matériaux semi durs comme les briques taillées dans la carapace.

2) A Colma

C'est surtout la partie nord qui est touchée. Les constructions sont faites dans le lit ou sur les têtes de ravine subissent de sérieuses détériorations.

La mise en valeur de cette zone pose donc assez de problèmes. Par exemple des fondations très résistantes et un constant entretien. Or cela demande des moyens financiers énormes.

3) A Dogona

Compte tenu du non lotissement de ce quartier, le phénomène y est encore mineur. Néanmoins, quelques imprudents se sont installés juste en bordure du talweg. Il est à craindre qu'ils soient un jour victimes d'inondation.

D) L'insécurité des ouvrages d'art

La dynamique actuelle au niveau des points de franchissement est très spectaculaire. En effet, tous les ponts au niveau de la ville sont soumis au même phénomène : l'affouillement.

Dans certains cas, cet affouillement a atteint des proportions très inquiétantes de telle sorte que l'ultime solution pour bon nombre d'entre eux est la reconstruction pure et simple. C'est le cas des ponts n° 4 et n° 5 indiqués sur ~~les~~ cartes n° 7. et n° 8

1) Les ponts

Le pont n° 4 route de Dédougou (P4)

Il a été déjà remarqué par les techniciens du CIEH en 1987 et nécessite une complète réfection. L'importance de l'affouillement à ce niveau tient au fait que ce pont reçoit une quantité considérable d'eau : celles de Colma et de Yéguéré auxquelles il faut ajouter celles de Diaradougou (voir photo n° 11 en annexe).

A l'aval de cet ouvrage, a pris naissance une gorge d'érosion régressive très active qui a par ailleurs entraîné l'effondrement d'une partie de l'ouvrage. Aujourd'hui, la dalle inférieure de ce pont est suspendue par rapport au plafond du lit de la ravine. Cette suspension atteint 2 m.

L'évolution de la fosse a pour conséquences les éboulements de plus en plus importants du remblais. Ainsi, les blocs de cuirasse ayant servi au compactage se détachent par ensemble pour choir dans le lit de la ravine. Il s'en suit alors l'effondrement progressif et le rétrécissement de la route (voir photo n° 6 en annexe).

Certaines parties du remblais qui résistent encore, doivent cette résistance aux racines d'un neem qui leur sert de "cale". Seulement, ce dernier aussi n'est pas épargné par le déchaussement qui a mis à nu ces racines (cf photo n° 4 en annexe).

Le pont n° 5 (école Sakaby)

Il est construit aussi sur la ravine de Colma en aval du pont n° 4. c'est le plus récent de tous les ponts concernés puisqu'il a à peine 8 ans d'âge (1987).

Le 10 août 1993, après une pluie matinale, nous avons pu faire des observations au niveau de cet ouvrage. Nous avons alors constaté que le remblais droit de ce pont était très attaqué. Une tête de ravine avait en effet pris naissance à son sommet et avait commencé à former une petite gorge entre le remblais et le flanc droit, l'isolant complètement (voir photo n° 7 en annexe).

Lorsque trois semaines après nous y sommes revenu, le remblais s'était effondré n'ayant plus non seulement son appui mais aussi victime de l'affouillement sous le pilier.

Le pont effondré sur le wé

Un projet de construction d'un pont sur le wé a été élaboré en 1986. Ce pont dont le site est situé à la hauteur de Niénéta devait relier les deux secteurs 12 et 13.

Les travaux qui ont commencé au cours du 2^e trimestre 1986 n'ont pu se poursuivre encore moins se terminer puisque l'ouvrage s'est effondré pendant sa construction après la première grande pluie hivernale qui s'était abattue sur la ville de Sya (voir photo N° 8).

On a à l'époque, imputé ce désastre à une erreur technique qu'aurait commise un ouvrier. Ce dernier aurait précipité le remblaiement avant que les piliers ne soient vraiment secs et durcis. A travers ces explications qui pourraient être vraies, il y a qu'on a peut être négligé l'importance de l'écoulement dans le wé surtout après des pluies de fortes intensités.

Par ailleurs, le site de l'ouvrage est un méandre. Il fallait donc s'attendre à l'accélération de la vitesse d'écoulement. Des observations faites lors de nos différentes sorties nous ont permis de constater que les piliers sont restés implantés dans les altérites. Or il aurait fallu qu'ils atteignent la roche saine ou la carapace ou encore qu'ils soient construits de toute autre manière. Par exemple on aurait pu faire des fondations très élargies à la base pour assurer une assise plus forte à l'ensemble de l'ouvrage.

En somme, quelles que soient les raisons avancées, l'ignorance et la maîtrise du phénomène d'écoulement urbain a une grande part de responsabilité dans ce désastre.

Le chenal artificiel longeant la route de Dédougou

Ce chenal va de l'ancien cimetière au pont n° 4. Tous les points de franchissement, donc d'accès au quartier (Colma) sont très affectés par l'érosion ravissante. En effet, s'ils ne se sont pas effondrés, ils le sont partiellement.

Quatre se sont affaissés au cours des trois dernières années alors que trois autres qui résistent encore demandent de sérieuses réparations ou une reconstruction .

2) Les caniveaux

Les deux caniveaux qui drainent les eaux du quartier sont très détériorés et demandent une réfection.

Le premier (n° 1) passant près de l'abattoir est actuellement soumis à un intense affouillement. Cet affouillement est consécutif au délogement des blocs de grès ayant servi à la maçonnerie. De telle sorte qu'il s'est développée une gorge profonde sur au moins 150 m en amont de l'embouchure.

Cette gorge rend non seulement les constructions très précaires mais aussi elle rend très pénible l'accès aux maisons riveraines.

Le caniveau n° 2 du Centre Abel Sanon (CAS) construit plus récemment, connaîtra lui aussi le même phénomène si aucune mesure de reconstruction n'est entreprise. En effet la maçonnerie de cet ouvrage s'est arrêtée à 30 m du wé où il afflue. Les eaux devant faire le reste de leur parcours sur un sol nu ont commencé à se creuser une ravine qui évoluera très vite en une véritable gorge comme celle du caniveau n° 1.

E) Les difficultés de circulation

L'insuffisance de drains construits dans les quartiers à pour corollaire, la concentration des eaux sur les voies de circulation.

Cette situation est observable dans toute la ville de Sya. Même les voies bitumées sont prises en partie. C'est le cas surtout au cours des inondations dont nous avons déjà parlé. La lame d'eau ruisselée atteint 20 à 25 cm par endroit (route nationale Bobo-Mali). Ailleurs dans certains quartiers, cette lame atteint 30 cm à 35 cm. C'est alors de véritables trombes d'eau qui rendent difficile ou qui empêchent complètement toute circulation.

Dans ces conditions, il faut souvent attendre longtemps après la pluie pour pouvoir traverser les ravines et ravins. C'est le cas du wé et de ses principaux affluents (voir photo n° 9 en annexe).

Dans certaines zones, comme Colma et Dogona, mis à part quelques ponts de fortune réalisés çà et là sur l'initiative des populations elles-mêmes, il n'existe aucune infrastructure efficace permettant la libre circulation. Entre Niéneta et Dogona, deux quartiers voisins mais séparés par le wé, il n'existe aucun pont : le seul qui avait été envisagé s'était effondré avant même la fin des travaux. Nous l'avons déjà mentionné.

Aujourd'hui la circulation entre les deux secteurs est digne d'une séance de gymnastique. Celle des automobiles est pratiquement impossible (voir photo n° 9 en annexe).

II - LES PERSPECTIVES D'AMENAGEMENT

A - Nécessité de maîtriser le phénomène de ruissellement en zone urbaine

La construction d'un ouvrage hydraulique demande au préalable, une connaissance du régime des eaux pluviales et l'efficacité des drains. Or, à Sya, l'inexistence de dispositifs hydrométriques rend aléatoire l'appréciation judicieuse du phénomène.

Il y a eu par le passé, des tentatives de suivi des écoulements. Malheureusement, elles n'ont pas été poursuivies. De telle sorte que les données hydrométriques disponibles sur le wé et les ravines principales sont non seulement très fragmentaires mais aussi datent souvent de très longtemps.

Par exemple, des mesures ont été faites sur le wé par la direction de l'Hydraulique et de l'Équipement Rural en 1966. Ces mesures ont été réalisées dans le cadre d'un projet de construction d'un barrage à Banakélédaga qui n'a pas abouti.

Depuis, aucune mesure n'a été encore faite. Il fallait attendre en 1987 pour que le CIEH réalise de nouveaux jaugeages au niveau de quelques points critiques. Ces jaugeages ont été d'ailleurs fait au cours d'une seule pluie...

L'ONEA a aussi fait quelques mesures ponctuelles dans le cadre de son volet assainissement.

En définitive, on est encore loin de maîtriser le phénomène surtout lorsqu'on sait que cela demande un suivi constant pendant plusieurs années (en général 30 ans). Néanmoins, ces différents travaux, même s'ils sont insuffisants, donnent une idée quant au régime hydrologique du drain principal à savoir le wé.

Avec l'urbanisation actuelle, ce régime n'est plus le même qu'en 1966 et 1968. Il est ainsi certain que le débit d'étiage du wé a baissé consécutivement à la baisse des infiltrations. Cependant en ce qui concerne les débits en période de crues, on remarque une hausse par rapport à ceux mesurés en 1966. Ces débits mesurés au pont n° 6 donnent 5,34 m³/s en 1966 et 90 m³/s en 1987.

Les différents ouvrages d'art réalisés çà et là l'ont été sur la base de ces données. Les conséquences sont aujourd'hui là.

C'est pourquoi nous nous associons au CIEH pour dire qu'il est urgent de mettre en place un réseau de mesures hydrométriques sur les principaux chenaux ainsi que sur certains collecteurs et effectuer chaque année, une campagne de jaugeage et de relevés pour avoir une meilleure connaissance des phénomènes de ruissellement.

La réalisation d'un réseau de drainage des eaux pluviales, efficace, répondant aux sollicitations, dépend surtout de la maîtrise du ruissellement dans toutes ses manifestations. Sans cette urgence, des moyens financiers énormes serviront à réaliser des ouvrages gigantesques qui ne résoudront pas le problème.

Dans tous les cas, soit on aboutit à une sous-estimation des écoulements par rapport aux ouvrages soit au contraire on aboutit à une surestimation des ouvrages par rapport aux écoulements. Ce qui n'est pas un "gâchis" à notre sens comme le note le CIEH dans un de ses rapports sur le projet d'assainissement pluvial du quartier de Colma en 1992.

L'imprévisibilité des phénomènes climatiques incite en effet à la prudence auquel cas, ces perturbations hydrauliques subsisteront toujours.

B - Extension du réseau de drainage des eaux pluviales

C'est dans le cadre de cette extension que s'inscrit le projet de la Banque Mondiale visant à sauver Colma des inondations fréquentes et de limiter du même coup le

ravinement dans le quartier. En plus de la construction de caniveaux primaires et secondaires, le projet comportait un volet bassin de rétention.

1) Les caniveaux

Le projet de la Banque Mondiale est venu augmenter le réseau de drainage de Colma. Avant celui-ci le quartier ne comptait que deux caniveaux primaires construits en pierres auxquels il faut ajouter quelques caniveaux secondaires réalisés par quelques fortunés.

Depuis 1993, le quartier dispose d'un réseau renforcé d'autres caniveaux primaires et secondaires qui semblent fonctionner assez bien. Cependant le long terme est inquiétant car certains caniveaux sont construits avec de simples briques en ciment au lieu d'être complètement bétonnés.

Néanmoins, dans l'ensemble, pour l'instant la majeure partie du quartier ne connaît plus de ravinement intense des rues. Les travaux ont été exécutés par l'Agence Faso-Baara d'après les prescriptions techniques du CIEH. Mais les exutoires sont mal aménagés. Certains sont même situés à l'intérieur du parcellaire au lieu d'être au moins à la limite du lotissement. C'est le cas du caniveau près de l'école Colma "C" (cf carte n° 8 P 77). Il aurait fallu prolonger les caniveaux hors de la zone lotie et aménager les exutoires plus en aval.

La ravine principale dont la tête est l'exutoire du caniveau de l'école Colma "C" doit être construite entièrement sur au moins 200 m. Cela éviterait la formation de gorges d'érosion régressive sur le parcellaire comme c'est le cas actuellement.

L'inconvénient de ces travaux, est l'utilisation des têtes de ravine comme exutoire des collecteurs, sans au préalable tenir compte de certains aménagements en aval. Par exemple, la réfection des points de franchissement.. Cela est d'autant plus inquiétant que ces collecteurs drainent des quantités d'eau de plus en plus importantes.

Certes la zone d'épandage que constitue le verger de Colma présente des avantages. Ces avantages sont agronomiques car offrant aux arbres une humidité et des éléments nutritifs bienfaisants. Mais au plan de la dynamique superficielle, les ruisselets risquent de former à long terme des ravines qui déchausseront les arbres situés dans leur lit.

Les débits y arrivant étaient prévus être faibles, mais la réalité est tout autre. Cela tient au fait que malgré la présence des bassins de rétention, les débits sont encore importants dans les collecteurs.

Il faudrait donc revoir la position de cette zone d'épandage et trouver une autre solution pour dévier les eaux.

Actuellement, Niénéta est l'un des quartier les plus dépourvu de caniveaux. Le quartier compte en tout 2 caniveaux :

- le premier évacue les eaux de Diarradougou, de Médinacoura et de Farakan ;
- le second quant à lui recueille particulièrement les eaux de Colma, une partie des eaux de Médinacoura et de Diarradougou (par le canal du bassin de rétention du cimetière de Colma), les eaux du CAS et du reste du quartier.

Le réseau est donc pratiquement insuffisant. Son renforcement notamment en certaines zones critiques aurait permis de sauver le quartier du ravinement.

2) Les bassins de rétention

Ces bassins sont au nombre de sept . Ils sont construits pour jouer un rôle très important : celui de réduire considérablement la vitesse des écoulements responsables des problèmes de ravinement que connaissent ces quartiers. Notre zone d'étude n'en compte qu'un seul construit dans l'ancien cimetière de Colma. (*cf cartes n°7 et 8*)

Le rôle assigné à ces bassins tel que consignés dans le rapport du CIEH est essentiellement :

- le laminage sans débordement (c'est-à-dire sans déversement) d'une crue décennale ;
- la réduction du ruissellement de façon systématique à tous les niveaux ;
- la réduction de la vitesse d'écoulement des eaux c'est-à-dire du débit dans les différents ouvrages (caniveaux, points de franchissement).

Dans ces conditions, l'écoulement ne s'estompe qu'au bout de 4 à 5 heures après les pluies. Le 10 Août 1994, nous avons pu en effet constater qu'à 15 heures,

l'écoulement continuait encore au pont n° 4 après la pluie matinale qui a commencé à 10 h 15 mn et qui prit fin à 11 heures.

Cependant, si dans la théorie l'initiative est louable, en ce qu'elle limite la force des ruisselets (donc l'érosion), dans la pratique, les ouvrages pour leurs premières années de fonctionnement ne semblent pas enrayer le problème. Plusieurs facteurs l'expliquent :

- le sous-dimensionnement des ouvrages. A ce propos, on a pu constater des débordements après des pluies de courte durée mais de forte intensité ;

- il semble exister une disproportion entre les débits entrant et les débits sortants : c'est-à-dire que les quantités entrants dans les bassins sont trop importantes (au cours de certaines pluies) par rapport à celles à évacuer ;

- la méconnaissance du phénomène de ruissellement et des conditions climatiques ;

- l'ensablement des bassins : Cet ensablement diminue la capacité de rétention des eaux desdits ouvrages.

C) Le reprofilage du lit des principaux chenaux

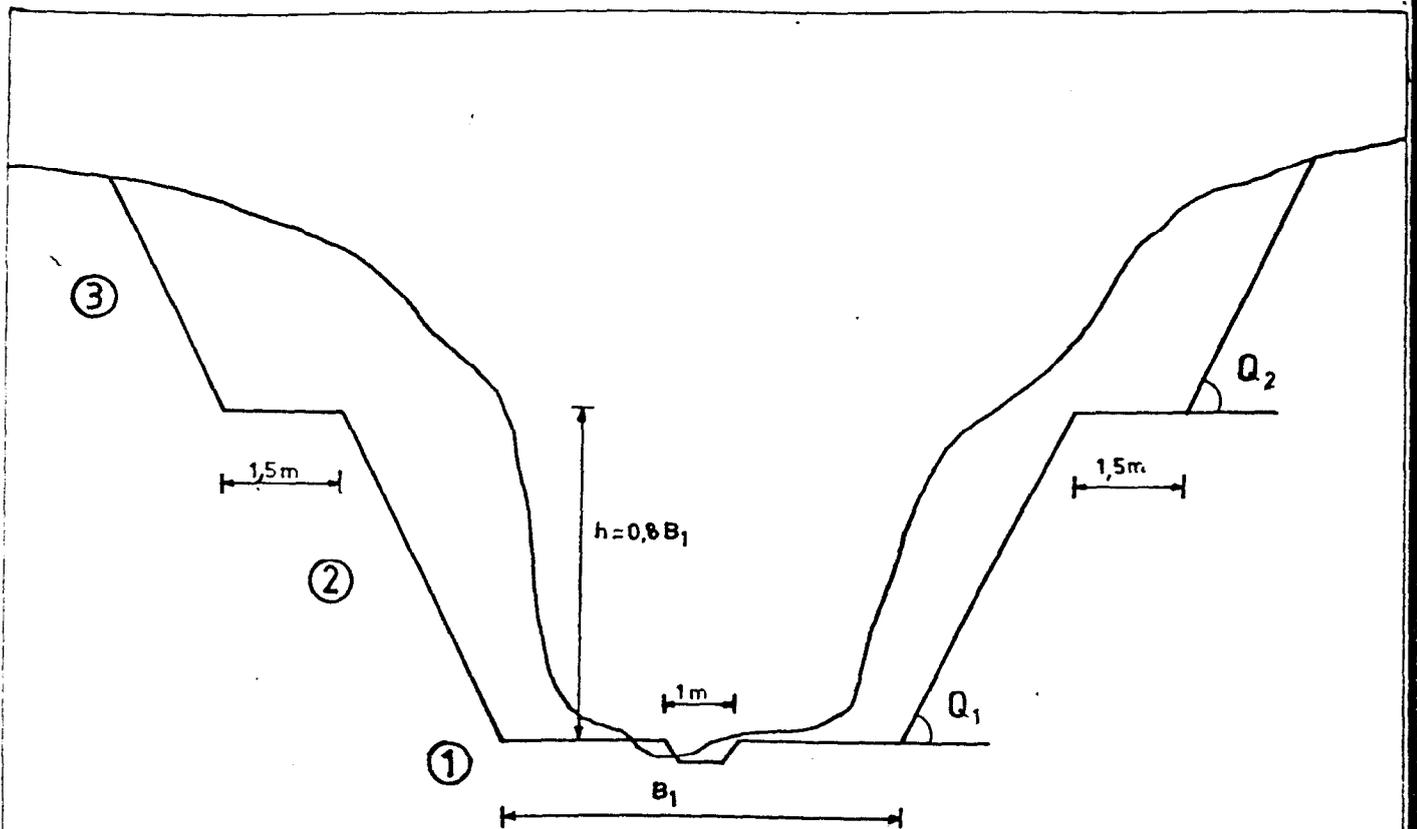
Ce reprofilage des lits des principales ravines, surtout celui du Wé a fait l'objet d'une suggestion du CIEH dans le SDAU Bobo.

L'urgence du travail tient au fait que les ravines qui drainent les eaux pluviales de la ville présentent des sections très irrégulières : tantôt larges et pentues, tantôt étroites et profondes. Alors, lorsque les eaux s'y concentrent, des perturbations peuvent survenir.

1) Celui du Wé

C'est l'organe principal dans lequel aboutissent toutes les eaux. Seulement, la portion allant du pont du boulevard de la révolution au pont n°1 présente une section plus ou moins effilée et profonde. C'est ainsi que chaque année, les riverains subissent les effets des crues annuelles.

Fig 9 Profil en travers type dans la zone de rétrécissement du Wé



① : Cuvette d'évacuation du débit d'étiage

② : Lit mineur du débit annuel

③ : Lit majeur du débit décennal

Q_1 : Débit mineur

Q_2 : Débit majeur

En 1989, lors des pluies d'août, les eaux ont submergé le pont du boulevard de la révolution. Cette inondation a touché tous les riverains. Si la section transversale de la rivière présentait un profil assez homogène, cette situation aurait pu être évitée. Cette irrégularité du profil est due à l'action de l'érosion différentielle.

2) Ceux des ravines de Dogona

Pour l'instant, les perturbations hydrauliques dans ces ravines ne sont pas encore très notables. Néanmoins, ces deux drains présentent dans leur ensemble un profil transversal très étroit et profond avec des berges raides.

La densification actuelle de l'agglomération a pour conséquence immédiate, l'augmentation des débits ruisselés. Ces ravines seront ainsi très sollicitées pour le drainage. Aussi, des travaux de reprofilage préventif sont-ils nécessaires ? Le schéma n°7 de la page 109 représente un profil en travers type qui pourrait être aménagé.

D) Trouver des techniques adaptées de construction

L'importance du ruissellement nécessite la construction en matériaux plus durables et plus consistants.

- Au niveau du bâti

Les fondations des maisons riveraines doivent être construites avec toutes les précautions techniques possibles. Il faut en effet qu'elles soient profondes et bien construites. Cela demande bien entendu de grands moyens financiers dont ne disposent pas la majorité des riverains. C'est pourquoi de nombreuses concessions bâties en banco avec des fondations peu consolidées s'effondrent après les fortes crues. Pour ceux qui ont les moyens, les fondations sont très profondes. A regarder ces maisons, on a l'impression d'être en face de maisons à étages. La profondeur moyenne (sous terre et à l'extérieur) des fondations est de 2 à 3 m.

- Au niveau des ponts

En entendant de maîtriser efficacement le ruissellement urbain, la construction des ouvrages d'art doit répondre à certaines normes :

- choisir des matériaux plus résistants plutôt que choisir les moins chers ;
- éviter de construire sur des méandres ;
- faire en sorte que les fondations atteignent au moins la carapace ou faire des fondations à base élargie.

Ces consignes élémentaires semblent n'avoir pas été respectées lors de la construction de nombreux ouvrages d'art à Bobo-Dioulasso, sauf à quelques exceptions près : ponts de la SCFB. (P₁, P₂, P₃)

- Au niveau des caniveaux

Dans l'ensemble, les matériaux utilisés dans la construction des caniveaux sont assez résistants. Mais ceux qui sont entièrement bétonnés sont encore meilleurs. On constate de plus en plus ces dernières années, que certains drains sont construits avec de simples briques en ciment (non renforcées). Ces types de caniveaux existent en effet à Colma.

Dans tous les cas, vouloir minimiser les coûts de construction en érigeant des ouvrages de fortune n'a aucun sens. Cela renverra inévitablement aux perpétuelles reconstructions.

Alors, un choix s'impose : construire plus cher mais plus durable ou construire moins cher avec pour corollaire le sempiternel réaménagement qui revient d'ailleurs plus cher ! De ce choix, dépend la solution au problème crucial du ruissellement en zone urbaine de Sya.

CONCLUSION GENERALE

Aux termes de cette étude sur le ruissellement et ses modalités d'action sur les infrastructures urbaines, nul besoin encore de négliger la question tant les conséquences inhérentes sont nombreuses et déplorables.

C'est ainsi que la saison des pluies constitue une véritable psychose pour bon nombre de citadins qui sont constamment sur le qui vive. Comment préserver les biens et les vies humaines des inondations ? Comment se déplacer sans danger sur les voies crevassées grouillantes d'eau ? Comment épargner le bâti contre l'érosion ravinante et affouillante ? Comment enfin faire pour minimiser les dégâts sur l'ensemble de la ville de Sya ?

Nous avons tenté autant que faire ce peut de donner quelques indications sur les comportements à tenir d'une part, par les autorités communales et d'autre part par la population citadine elle-même face à cette question des écoulements. Ces indications ne constituent pas les seules encore moins celles qui résoudront définitivement le problème du ravinement et les inondations.

Elles sont seulement un complément aux solutions déjà proposées par divers autres services concernés, mais aussi une interpellation de plus aux aménageurs et aux autorités communales de la nécessité de maîtriser le phénomène de ruissellement, auquel cas, on assistera impuissant à certaines catastrophes ou bien on édifiera des ouvrages qui ne résisteront pas.

Il ne se passe une année sans que la ville de Sya n'enregistre des pertes en vies humaines suite aux inondations. Quant aux effondrements de pont, des bâtiments, etc ils sont monnaies courantes. C'est pourquoi les projets comme ceux de la Banque Mondiale visant à doter certains quartiers de la ville, d'un réseau efficace de drainage, sont non seulement les bienvenues, mais aussi à encourager.

Une chose est sûre c'est qu'avec la densification effective de la ville de Sya, les ruissellements seront dans un proche avenir accentués donc encore plus dangereux. Aussi ne faut-il pas dès aujourd'hui limiter les conséquences en mettant en application le SDAU plutôt que de traîner sur un aménagement qui est inévitable et qui coûtera d'avantage plus cher surtout si l'on sait que les prix des matériaux de construction vont augmentant ?

ANNEXES

PHOTOGRAPHIES



PHOTO N°1 : La pelouse herbeuse et Acacia penata sont un grand rempart contre l'érosion des berges. Remarquer aussi les tissus accrochés aux branches qui indiquent les limites du lit majeur.



PHOTO N°2 : Une tête de ravine prenant naissance dans une parcelle. Au premier plan dispositif anti érosif de fortune (sacs remplis de rable).



PHOTO N°3 : Maisons construites dans le lit de la ravine de Colma. Dispositif anti-érosif de fortune servant aussi de voie d'accès à la maison à gauche.

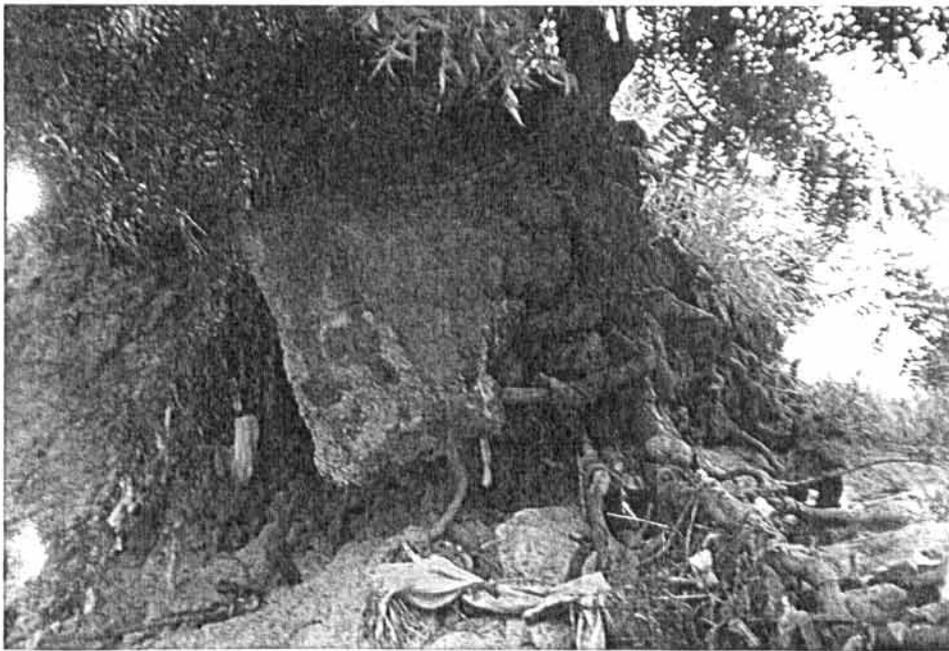


PHOTO N°4 : Déchaussement des racines d'un neem dans la ravine de Colma. Environ 70 % des racines sont mises à nu (dehors)



PHOTO N°5 : Cette gorge d'érosion régressive rend l'accès à la cours très pénible. A court terme le mûr d'enceinte s'effondrera



PHOTO N°6 : Effondrement progressif du pont N°4 suivi d'un éboulement des gabions



PHOTO N°7 : Une tête de ravine au-dessus du flanc droit du pont N°5. Remarquer l'isolement du pilier et son effondrement partiel

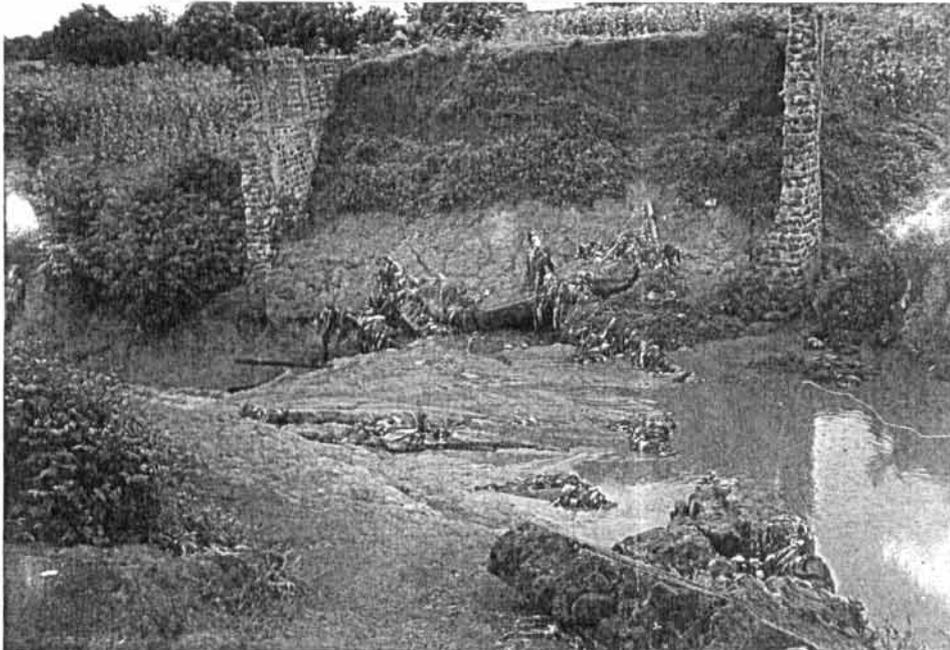


PHOTO N°8 : Restes du pont effondré sur le Wé en 1986. Il est à constater la très faible profondeur des fondations. (Surtout à gauche)



PHOTO N°9 : Difficultés de circulation sur le Wé au niveau du pont N°1 (de la SCFB)

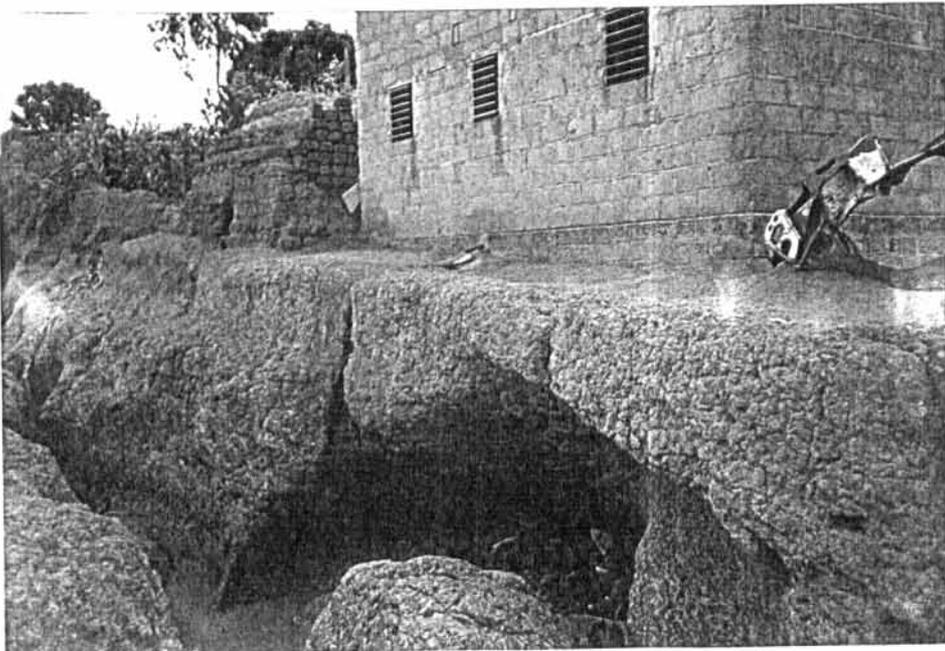


PHOTO N°10 : Affouillement très actif sous la fondation d'une maison à Nienèta. Suite logique de la dégradation du caniveau N°1

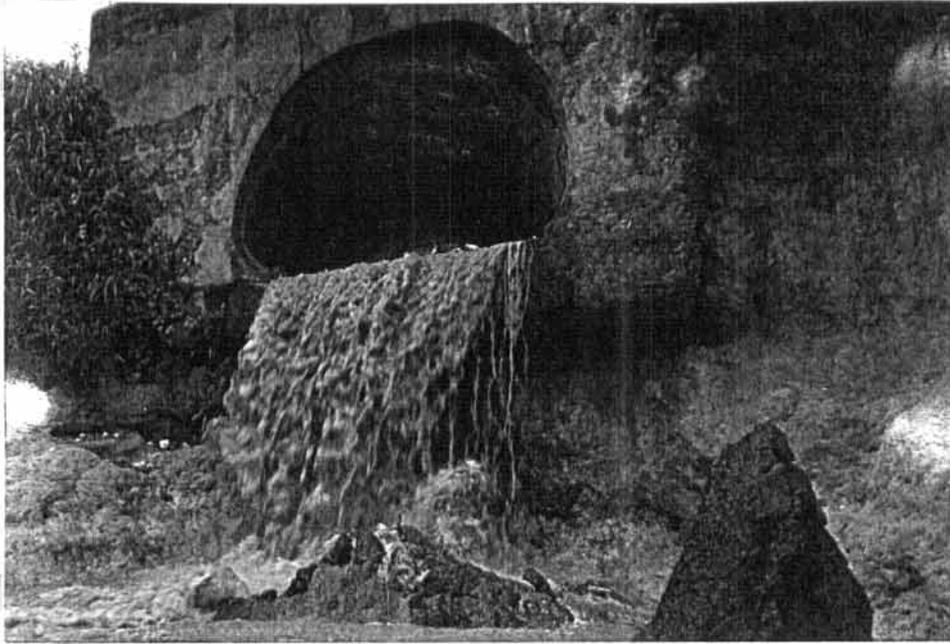


PHOTO N°11 : Effondrement partiel du pont N°4. Constat : la dalle inférieure est suspendue à 2 m du lit de la ravine d'où accentuation de l'affouillement

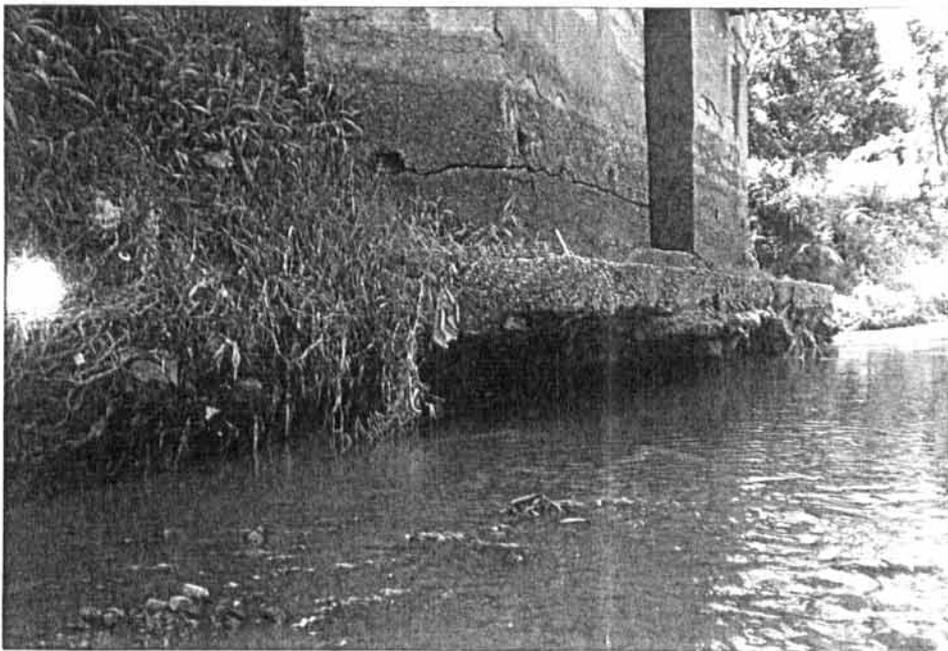


PHOTO N°12 : Affouillement sous le pilier droit du pont N°6. Remarquer la limite du crépissage et la fracture horizontale consécutive à cet affouillement

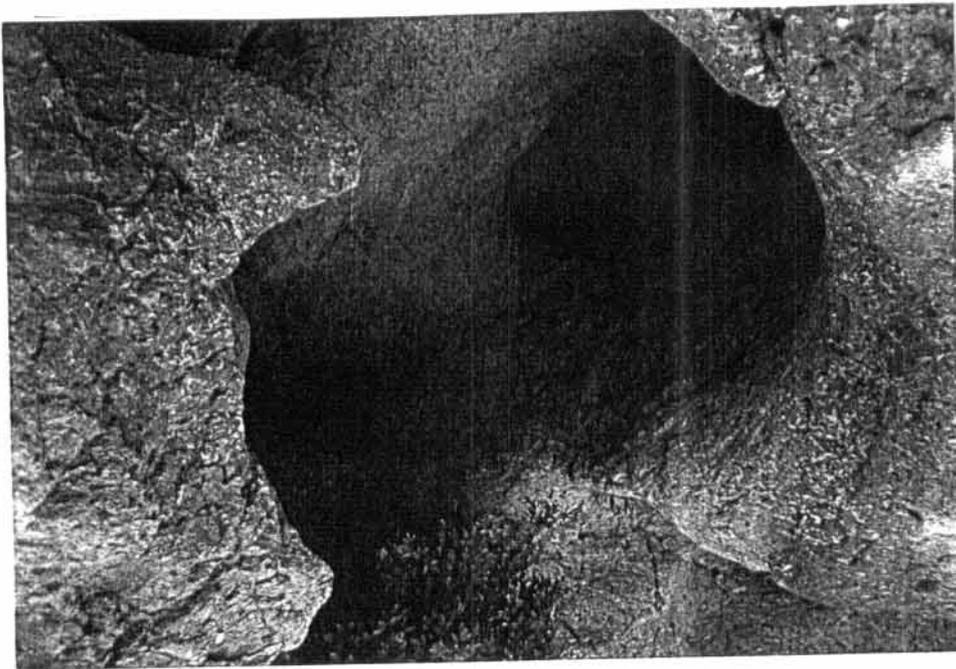


PHOTO N°13 : Marmite de géant creusé dans la carapace à l'embouchure du caniveau N°1 (Nienéta sur le Wé)



PHOTO N°14 : Démantèlement des gabions ferrugineux du pont N°1 ; action du ruissellement en nappe.

BIBLIOGRAPHIE

I - OUVRAGES GENERAUX

- 1 - ASECNA 1964 : Aperçu sur la climatologie de la Haute Volta
Service Météorologie, Ouaga, 12 p + Tab. Stat.
- 2 - ASECNA 1972 : Tableau climatique période 1961-1980
de Haute Volta
- 3 - BREMOND (R) 1966 : Note de l'agressivité et de la corosité
des eaux naturelles, Paris, CIEH, 105 p + Ann
- 4 - GAVEAU (M) 1961 : Etude pédologique de quelques bassins et
dépressions en H. V. ORSTOM, Dakar 36 P.
Multig
- 5 - GEORGE (P) 1974 : Dictionnaire de la géographie PUF,
Paris, 451 P.
- 6 - GLAO (A) 1983 : Effet des gravions sur le ruissellement
et la détachabilité, ORSTOM, Abidjan,
16 P;, bib, graph, tabl.
- 7 - GROUPE HUIT/BCEOM 1985, : Second projet de développement urbain ; mobilisation
des ressources et renforcement des infrastructures
municipales BECEOM, Paris, 2 Tomes : T1 162 P., T2 714 P.
- 8 - GUILLET (F) 1992 : Etude et modélisation hydro-pédologique d'un bassin versant de
la zone sahélo- soudanienne au Burkina Faso, utilisation
du modèle Univ Paris IV, ORSTOM, Paris, 266 P.
- 9 - INSD 19975 : Recensement général de la population de H.V., Ouagadougou
Vol I, II et III
- 10 - INSD 1985 : Recensement général de la population du Burkina Faso,
Ouagadougou
- 11 - KALOGO (B) 1964 : Etude pédologique ORSTOM, Dakar, Vol 1137 P. bib ill tab.
graph.

- 12 - LEBARBE (L), : Etude du ruissellement sur la ville de Ouagadougou, Chevalier (P), Thiebaut rapport campagne 1978 Ouaga CIEH/ORSTOM 25 P. 1 ann. (JP) 1979
- 13 - LEMOINE (L), MICHEL : (C) 1972 : Essai d'adaptation à l'Afrique Tropicale des méthodes classiques de calcul de débit des ouvrages d'assainissement urbain Ouaga CIEH 35 P. bibl.
- 14 - MARCELIN (J) SEERE (J.C) 1971 : Notice explicative de la carte géologique au 1/200.000 de Banfora, Sindou, Mangodara, Paris XV 33 P. + carte
- 15 - MIETTON (M) 1983 : Mesure de l'érosion au sud de la H. V.Ouaga LGP 12 P. Multig
- 16 - MIETTON (M) 1983 : Facteurs conditionnels du ruissellement en H. V. : variation dans le temps et dans l'espace L.G.P. Ouagadougou 22 P. Multig
- 17 - ORSTOM 1970 : Etude pédologique de la H.V. rapport de synthèse sur la cartographie systématique à l'échelle 1/500.000 ORSTOM 308 bibl. cart.
- 18 - PIOT (J), SEDOGO (E) 1980 : Etude du ruissellement et de l'érosion synthèse de 3 années 1977-1978-1979 ORSTOM, Ouaga 33 P. + ann. + tabl. + graph
- 19 - ROOSE (E) 1974 : Etude du ruissellement, du drainage et de l'érosion sur 2 sols ferrugineux de la région du centre de la H. V. Bilan de 3 ans d'observation à Saria. ORSTOM/IRAT Ouaga 73 P fig tabl.
- 20 - ROOSE (E) 1970 : Mesure de l'érosion et du lessivage oblique et vertical sur une savane arborée du plateau mossi. résultat des campagnes 1968-1969 CTFT/ORSTOM Ouaga 148 P. 25 fig.
- 21 - SAGATZKI (J) 1954 : La géologie et les ressources minières de la H. V. méridionale C.G. de l'Af. Occ. Fran. Bull de la direction des mines n° 13 Dakar
- 22 - SANOU (P) 1985 : La ceinture maraîchère de Bobo-Dioulasso l'expérience du pays bobo, mém. Maîtris 82 P. + annexes

II - OUVRAGES SPECIFIQUES

- 23 - DA (DEC) 1984 : Recherches géomorphologique dans le Sud-Ouest de la H.V. dynamique actuelle en pays lobi. Thèse doct. 3è cycle VLP/VER de géographie Strasbourg carte + photo ht
La
- 24 : DESBORDES (M), BOUVIER (C) 1990 : Assainissement pluvial urbain en Afrique de l'Ouest : modelisation du ruissellement, rapport final CIEH Ouaga 311 P. + ann.
- 25 - GALLABERT (J), MILLOGO (E) 1972 : Equation universelle des pertes de sol de Wischmei. L'indice d'érosion en H. V. CIEH 57 P. tabl. graph.
- 26 - LAHAYE (J.P) - PUECH (C) 1985 : Quelques références sur le ruissellement urbain en Afrique, Ouaga CIEH 32 P. fig. + graph. + Tabl.
- 27 - LABARBE (L) 1981 : Etude du ruissellement sur la ville de Ouaga. Rapport général Ouaga ORSTOM/CIEH 3 tomes 247 P. T 1 Données de base T 2 Interprétation des données, T 3 Photos aériennes et plans
- 28 - MIETTON (M) 1980 : Recherches géomorphologiques au sud de la H.V: La dynamique actuelle dans la région de PÔ - Tiébélé doc 3è cycle Grenoble 272 P. carte réf. ill, Tabl
- 29 - MIETTON (M) 1986 : Méthode et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso ORSTOM 181-196 bibl. ill. tabl.
- 30 - MIETTON (M) 1988 : Dynamique de l'interface lithosphère - atmosphère au B.F l'érosion en zone de savane, Thèse d'Etat en géographie, Grenoble France 2 vol 1 206 P. vol 2 205 P
- 31 - MINISTERE DE L'EQUIPEMENT 1990 : Schéma de développement et d'aménagement urbain de Bobo-Dioulasso. Ouaga 545 P tab. ill. cartes
- 32 - MINISTERE DE L'EQUIPEMENT 1991 : Assainissement pluvial du quartier Colma

Bobo-Dioulasso, CIEH, Ouaga 15 P + ann.

- 33 - MORANT (P) - SEDOGO (M) 1978 : Etude du ruissellement à la parcelle et ses conséquences sur le bilan hydrique des cultures pluviales en sol peu profond Ouagadougou CIEH 43 P + annexes
- 34 PODA (JN) 1985 Impacte des rejets urbains dans la rivière Wé notes et documents burkinabè P 8
- 35 - ROOSE (E) ; ARRIVET (J) ; CARLIER (P) 1973 : Etude du ruissellement du drainage et de l'érosion sur des sols ferrugineux de la région de la H.V. Station de Saria. Dispositif d'Etude et premiers résultats vol 2 285 P ill tabl graph
- 36 - RIEFFEL (JM) - MOREAU (R) SD : Etude pédologique de la H.V Sud-Ouest. Notice et Carte au 1/500 000 DGR/ORTOM Ouaga 221 P bibl ill tabl graph
- 37 - SANOU (DC) 1984 : Quelques problèmes de dynamique actuelle : l'érosion des sols dans la région de Bobo-Dioulasso. Thèse Doctorat 3è cycle ULP/UER Géographie Strasbourg

PLUVIOMETRIE (Station de Bobo Dioulasso)

Années	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Ann
1931	0	8	0	135,9	70,6	129,4	300,3	230	291,4	200,6	110,8	0	1477
1932	0	31,7	72,3	32,6	177,3	96,1	68,2	315,7	312	64,9	0	0	1170,8
1933	0	0	16	37,5	137,5	158	317,2	336,9	163,5	507	0	0	1673,6
1934	0	0	14,5	0	41,5	113,5	235,7	418,6	196,9	62,7	0	0	1083,4
1935	0	0	137,2	15,4	168,2	124,8	418,9	345,7	180,3	61,9	0	0	1452,4
1936	0	0	0	50	84,8	86	230,5	241,8	160,9	94,4	19,9	0	968,3
1937	0	0	6,6	92,9	211,6	161,5	190,1	267,5	0	0	4,4	0	934,6
1938	0	0	12	45,3	182	72,8	250,2	348,5	166,4	4,1	32,4	0	1113,7
1939	0	0	12,4	52,1	95,2	131,3	202,2	348,4	205,7	112,1	17	0	1176,4
1940	20,3	0	4,1	32,6	63,5	95,7	146,4	230,6	266,2	102,6	0	0	962
1941	0	0	6,8	26,2	42,8	153	175,8	258,3	92,7	68,6	30,4	0	854,6
1942	1,3	4,5	13,8	64,5	120,1	195,7	41,5	199,3	92,8	50,8	8,6	0	792,9
1943	0	0	24,1	25,7	143,7	110,7	160,4	305,5	277	122,5	0,8	0,2	1170,6
1944	0	0	26,1	46,4	36,4	194,7	203,7	265,2	207,6	130,7	4,4	9	1124,2
1945	0	0	0	7	87,8	105	408,3	460,1	135,3	65,8	0,6	0	1269,9
1946	1	1,2	13,6	31,6	95,5	86,2	233,3	450,8	212,6	87	4,8	0	1212,8
1947				36,5	24,6	169,3	173,3	467,4	265,6	28,9	3,4	33	1202
1948			9,8	133	99,3	129,6	148,3	336	148,6	109,1	4,5		1118,2
1949		17,2	23,9	76,1	68,2	135,3	332,2	340,5	174,8	35,7	23,4		1227,3
1950		3,3		23,5	113	76,5	194,6	177,7	161,5	72,8	3,4		826,3
1951	0,2	1,3	45,5	38,7	177,5	133,6	175,9	493,1	263,5	128,3	2	24	1483,6
1952			3,7	55	20,35	98,5	397,3	418,5	334,4	34,9	6,3		1368,95
1953		1,8	0	58,1	262,8	183,4	206,8	245,3	239,8	86,2	11,6	0,4	1296,2
1954		1,2	9,4	55,2	138,4	118,6	246,7	608,5	155,4	104,1	2,1	0	1439,6
1955		6,6	54,5	62,8	142,1	121,5	272,6	356,1	401,8	123,6			1541,6
1956		15,4	29,8	30,6	96,6	88,6	167,9	320,2	97,5	104,9	18,1		969,6
1957			34,2	55,7	137,5	147,2	209,2	489	275,5	74,2	48		1470,5
1958			9,6	70,7	85,1	104,9	209,3	202,4	316,3	30,8	17,9		1047
1959	1,3		29,7	134,2	102,3	58,3	293,4	164,6	6,2	12,8			802,8
1960	0	0	1,3	75	71,9	175,1	437,3	163,4	174,6	129	15	0	1242,6
1961			7,2	50	60	121	296,5	306,8	233,4	28,5	0	0	1103,4
1962				47,3	52,7	151,2	142,1	250,9	182,8	74,6	26,8		928,4
1963		16,6		45,8	118,8	111,1	238	449,6	148,4	108,4			1236,7
1964	1,6		8	68,6	101,1	154,2	331,7	352	222,1	99,8		19,5	1358,6
1965	15,8	0	11,2	5,7	90,2	162,6	194,1	288,6	235,4	25,2			1028,8
1966			27,5	38,4	80	108	221,5	263,6	279,2	144,2	7,3		1169,7
1967			25	46	34,1	26,1	122	183,9	420	197,5	31,2	1,2	1087
1968		6,3	94,5	63,7	204,7	101,2	33,7	311,7	241,3	39,3	3,8	14,7	1114,9
1969			5,8	43,3	56,4	143,5	175,9	338,8	180,9	121,2	14,2	0	1080
1970			6,4	28,3	180,1	112,8	316,2	460,4	273,4	13,6	13,3		1404,5
1971		36,2	44,6	75,9	32,9	135,9	229,3	291,8	102,3	15,2			964,1
1972		0,8	9,7	44,2	250,4	150	161,1	116,1	101,7	60,2			894,2
1973		0,8	10,5	74	95,1	37,8	217,8	244,4	184,2	23,9			888,5
1974			45,1	52,7	55,9	116	227,8	320	222,5	44			1084
1975			31	21,9	60,4	146,7	258	203,6	138,5	18,4	24	62	964,5
1976	11,2		28,3	32,9	97,4	31,9	135,3	292,4	161,5	139,4	5,8		936,1
1977			1,3	38	65,6	155,1	59,9	229,2	227,4	58,9			835,4
1978			92	103,3	57,8	85,7	156,9	312,3	189,8	87,6	33,5	6	1124,9
1979			24,1	1	97,7	196,5	267,3	231,7	211,2	36,2			1065,7
1980	9,1			10,8	11,16	50,5	203,5	221,3	147,5	83,2	3,5		740,56
1981	0		8,5	46,7	121,1	127,6	150,6	308,2	223	56,1	0,6	0	1042,4
1982	0	10,7	49,3	11,03	21	159,6	204,4	176,9	103,8	72,1	2	0	810,83
1983	0		4	51	114,8	119,1	122,2	199,5	164,7	2,8			778,1
1984			20,7	5	173,1	111	99,3	235,3	257,7	24	57,1	0	983,2
1985			10,5	6,2	139,8	193,2	281,8	427,2	205,5	67,4	0		1331,6
1986		11,1	1,6	40,7	84,2	75,4	193	227,4	192	37,5	12,9		875,8
1987			4,4	15,3	52,6	169,1	129,6	361,7	88,6	44,6			865,9
1988				25,5	38,4	77,5	254,6	244,2	269,4	104,5	0,4	0	1014,5
1989			29	5,4	48,3	100,8	138,8	298,6	141,5	45,7		16,7	824,8
1990				14	141,6	119,1	251,2	305,6	109,6	31,2	22,4	0	994,7
1991		40,1	86,5	37,9	180	146,5	246,1	292,9	96,8	70,9			1197,7
1992	2,5	0	0	26	127	258,2	209,3	360,1	153,6	58,2	45,8	0	1240,7
1993		0,3	5	18,5	96,6	107,8	220,4	253,4	173,2	57,6	0	0	932,8
1994	1,7	0	19,7	12,6	71,4	104	159,4	301,5	178	108	9	0	965,3
1995			31,4	160,4	116,8	215,2	209,1	310,7	176,3	32,6	27,4	5,2	1285,1

TEMPERATURES MOYENNES (Station Bobo-Dioulassa)

ANNEES	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy. Ann
1931	22,1	24,5	25,9	28,2	28,2	27,2	25	25,3	24,9	28	26,6	25,8	25,975
1932	25,6	26	28,5	28,9	28	26,6	25,3	24,5	25,5	27,6	27,9	25,3	26,6416667
1933	25,2	26,1	27,3	26,3				24,2	32,6	23,9			26,5142857
1934	22,4	25,5			28				23,9				24,95
1935	24,8	26	28,1	28,2	27,2	27,3	26	25,9	25,9	24,8	28,1	26,9	26,6
1936	24,6	26,5	31	31,5	28,2	26,7	25,9	25,3			26,8	25,8	27,23
1937	24,5	28,1	29,3	30,3	28,9	27,5	25,3	24,5	25,7	27,5	27	25,7	27,025
1938	25,2	25,8	29,2	30,5	29	27,2	25,4	24,6	24,9	26,8	27	25,2	26,7333333
1939	20,7	27,1	29,9	30,8	29,5	27,4	25,7	25,4	26,2	21,1	27,1	24,8	26,3083333
1940	26	26,5	30,5	30,5	29,4	27,5	25,5	25,5	26,3	28,2	27,1	25,3	27,3583333
1941	23,1	27,7	29,9	25,4	28,1	26,4	25,3	24,8	26,6	27,7	28,7	25,1	26,5666667
1942	24,7	27,3	29,6	30,1	28,3	26,7	25,6	24,6	25,3	26,6	26,6	26,2	26,8
1943	24,7	27,9	29,2	30,8	30,8	27,8	27,6	25	26	27,4	27,7	25,4	27,525
1944	25,9	27,8	29,6	30,9	27,2	27,8	28,7	24	25,8	26,7	27,5	24,6	27,2083333
1945	25,7	26,2	30,7	30,9	28,9	26,8	25,1	23,7	24,8	26,6	27,2	24,1	26,725
1946	24,5	28,7	29,5	30,9	30,5	27,7	25,8	24,7	25,4	27,1	26,1	28	27,4083333
1947	23,2	27,2	29,2	29,4	28,8	26,4	25,4	25,2	25,6	27,1	25,9	24,8	26,5166667
1948	24,8	26,1	29,9	29,9	29,4	27	26	24	25,7	27,5	27,1	24,8	26,85
1949	24,9	25,9	28,8	30,5	29,5	27,3	25,8	24,8	25,5	26,7	26,2	24,9	26,7333333
1950	25,5	27,6	30,2	30,5	28,5	27,6	25,6	25,5	25,7	26,7	26,3	24,5	27,0166667
1951	24,5	26,8	29,7	30,7	28,8	27,8	25,8	25,1	24,9	26,2	26,4	24,8	26,7916667
1952	25,6	27,3	28,5	30,4	27,6	26,5	25,5	25,5	28,8	27	27	24,5	27,0166667
1953	24,9	27,5	30,2	23,6	28,2	23,6	25,1	24,8	28,8	26,2	26,7	24,8	26,2
1954	25,8	26,9	28,9	23,1	28,1	26,3	25,9	14,5	25	26,7	26,7	24,1	25,1666667
1955	24	27,7	29,1	30	28,7	26,4	28	24,9	25,6	26,7	26,9	24,9	26,9083333
1956	23,9	26,6	29	30,2	28,5	27,2	26,2	25,3	25,5	26,9	27,1	25,5	26,825
1957	26,4	26,9	30	31,1	29,6	27,4	28,7	24,9	25,8	27,6	27,6	25,6	27,6333333
1958	25,3	27,9	30,7	31,7	28,7	27,6	26,6	24,4	28,2	27,9	27,7	25,2	27,6583333
1959	25,7	28,1	29,2	29,7	28,6	26	24,5	25,3	25,9	27	26,9	25,6	26,875
1960	24,9	26,6	28,8	29,3	29,2	25,9	24,7	24,5	24,6	27,8	27,9	25,2	26,6166667
1961	25,3	27,7	29,9	29	28,8	26,3	25,7	24,3	24,8	26,9	27,6	25,1	26,7833333
1962	27	29,7	29,5	29,7	28,7	27,8	25,4	24,8	25,7	26	26,9	25,7	27,2416667
1963	19,1	27,9	30,5	29,7	28,1	26	25,1	22,1	24,7	26,8	26,8	25,8	26,05
1964	28,6	28,4	30	29,7	28,5	26,4	25,3	24,5	25,6	27,3	27,1	24,6	27,1666667
1965	26,3	27,9	29,7	29,6	28,7	26,4	26,1	24,7	25,2	26,7	27,2	26,2	27,0583333
1966	24,8	28,1	28	29,5	29,3	26,7	25	24,6	24,9	27	27,4	24,9	26,6833333
1967	25	28,7	29,2	28	24,4	26,3	28,1	25,5	25,4	27,3	27,2	26,5	26,8
1968	26,8	29,7	30,3	30,2	30,2	27,3	25,6	25,1	25,5	26,3	26,4	26,2	27,4666667
1969	26,9	28,9	30,3	30,6	27,9	27,2	25,2	24,6	25,2	27,3	27,1	25,2	27,2
1970	24,9	28,4	29,7	29,4	29,3	26,6	25,1	24,2	25,1	27,3	27,6	25,3	26,9083333
1971	26	28,2	29,8	29,1	27,6	25,9	29,4	25,3	26	27,2	27,7	26,1	27,3583333
1972	25,8	25,2	30,3	31	29,4	26	25,7	24,7	25,9	28	27,6	25,4	27,0833333
1973	24,5	27,6	25,9	30,1	29,5	27,4	25	24,3	24,7	26,5	26,6	24,5	26,3833333
1974	24	27,4	29,3	30,4	28,9	26,8	24,5	25	25,1	27	26,3	25,8	26,7083333
1975	24,7	25,5	29,1	29,4	28,1	25,9	25,3	24,7	25,5	25,9	26,4	25,7	26,35
1976	26,9	27,6	29,6	30,7	29,1	26,1		24,8	25,8	27,7	27,1	24,9	27,3
1977	26,6	29,5	30,4	29,1	28,4	26,8	24,9	25,4	26,5	27,2	26,9	26,2	27,325
1978	27,8	27,9	30,2	31,4	28,3	25,9	26	25,8	25,7	27,7			27,67
1979	27,6	28,9	31	31,4		27	25,3	25	26,4	27,2	27,6	24,9	27,4818182
1980	28,1	28,9	30,3	30,9	28,6	27	25,6	25,6	25,9	28,5	25,3	26,6	27,6083333
1981	25,2	27,9	29	29,3	29,1	26,4	25,7	25,1	26,4	27	26,8	27,2	27,0916667
1982	23,7	29,2	30,5	31,6	29,9	27,1	26,2	26	27,3	28,7	28,1	26,2	27,875
1983	25,8	27,2	31	31	28,9	27,4	26,3	25,9	25,3	27,6	27,5	24,5	27,3666667
1984	26,3	27,7	30,9	30,9	29,4	26,3	24,3	25	28,5	27,3	27,6	23,8	27,3333333
1985	24,4	29	30,4	31,9	29,4	26,6	25,3	24,8	25,4	27,4	26,7	24,5	27,15
1986	26,8	29,4	31,12	32,2	31,2	26,9	26,7	25,3	26,6	27,6	28,3	26,2	28,1933333
1987	25	28,6	31,8	31,2	30,7	27,5	25,2	24,8	25,7	27,6	27,2	24,3	27,4666667
1988	24,7	26,6	28,8	30,7	30	26,9	25,3	24,7	25,4	26,9	27,9	26,1	27
1989	25,5	26,9	30,4	31,4	29,1	26,5	25,3	25,7	26	27,8	27,9	27,1	27,4666667
1990	26,7	28,9	30,5	29,3	28	27,3	25,4	24,9	26,2	26,5	27,3	25,1	27,175
1991	24,1	28,5	30,2	31	29	26,1	25,2	25,1	25,9	27,2	25,9	26,3	27,0416667