

BILAN HYDRIQUE DES SOLS CULTIVÉS
DE LA ZONE SEMI-ARIDE DE L'OUEST AFRICAIN :
ÉTUDE DE L'INFILTRATION
SOUS PLUIES SIMULÉES

Contrat TSD A 281 F

RAPPORT SEMESTRIEL
Période du 1er janvier au 30 juin 1986

A. CASENAVE
C. VALENTIN

Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
(ORSTOM)

Fonds Documentaire ORSTOM



010016741

ORSTOM
INSTITUT FRANÇAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT EN COOPÉRATION
LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

72587

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote: B*16741 Ex:

INTRODUCTION

Afin d'éviter les perturbations engendrées par les pluies naturelles, les campagnes de pluies simulées se déroulent en saison sèche. Le premier semestre de l'année est donc avant tout consacré aux mesures sur le terrain, dont l'interprétation se fait, en général, à la fin du premier semestre et au cours du second. Alors que le rapport précédent (2ème semestre 1985) faisait état des résultats ressortant de l'interprétation des mesures effectuées au début de l'année 85, ce second rapport sera consacré avant tout à une description des mesures faites pendant la période couverte par ce rapport, sans qu'une synthèse des résultats puisse encore être proposée. Ces mesures ont porté sur 4 bassins versants, anciennement étudiés ou en cours d'étude par l'ORSTOM : 2 en Côte d'Ivoire, 1 au Togo et 1 au Niger.

II. MESURES EFFECTUEES AU COURS DU SEMESTRE

2.1. Côte d'Ivoire

Les études ont porté sur deux bassins versants, celui de VARALE, représentatif de la région Nord-Est de la Côte d'Ivoire, à socle granitique et à savane arbustive dégradée, et celui de Booro-Borotou, représentatif de la zone de savane préforestière du Nord Ouest de la Côte d'Ivoire, à socle granitique.

2.1.1. Bassin de VARALE

2.1.1.1. Milieu physique

Ce bassin de 53 km², situé à une soixante de km au Nord-Ouest de la sous préfecture de Bouna, est parcouru par le GUIDERE-KOLOGO, qui fait partie du bassin hydrographique de la Volta Noire. Du fait d'un relief extrêmement mou, ce bassin est caractérisé par l'absence de lit mineur, l'écoulement des crues se faisant en nappe dans de larges plaines. Sur un substratum de granites grossiers, se sont développés des sols ferrugineux tropicaux lessivés, indurés ou à concrétions, présentant un horizon humifère épais (de 10 à 15 cm), des sols minéraux bruts sur les pointements granitiques et des sols hydromorphes minéraux dans les bas fonds. La végétation est caractéristique d'une savane légèrement arbustive (*Daniella oliveri*, *Butyrospermum parkii* et quelques épineux). Cette savane est très dégradée, tant par les cultures vivrières que par les feux de brousse. La végétation herbacée, absente en saison sèche, se développe dès les premières pluies en avril-mai, pour devenir en septembre impénétrable dans le fond des thalwegs.

Ce bassin a été étudié, de façon classique, entre 1961 et 1963. Il est caractérisé par un ruissellement assez faible, puisque à la suite de l'étude, le coefficient de ruissellement de la crue décennale était estimé à 20 %.

2.1.1.2. Les mesures

Nous allons développer pour ce premier bassin, la méthode d'étude utilisée, qui est similaire pour tous les bassins. Avant la campagne de pluie simulée, une cartographie des états de surface a été faite (JANEAU 1986a) selon la méthode mise au point par VALENTIN (1985a). Les composantes du milieu prises en compte lors de la description des états de surface sont (VALENTIN 1985b) :

- le couvert végétal décrit strate par strate
- l'activité biologique en surface
- la litière et les différents stades d'humification
- le microrelief (forme et amplitude)
- les indices de migration des constituants : érosion hydrique, déflation éolienne, transports et dépôts d'éléments organiques et minéraux.
- les organisations pelliculaires de surface
- le profil pédologique.

Sur ce bassin trois unités cartographiques ont été définies :

- . L'unité 1 qui couvre 20,6 % de la surface totale, correspond aux plateaux cuirassés et aux raccords de haut de versant à recouvrement gravillonnaire.
- . L'unité 2 représente 66,7 % de la surface du bassin. On la trouve sur les versants à recouvrement sableux. Elle est caractérisée par des sables moyens à grossiers, avec une proportion d'éléments grossiers-gravillons et graviers-inférieure à 10 %.
- . Les bas fonds à recouvrement sableux fin dominant, avec argiles et limons en surface, sont caractéristiques de l'unité 3, qui couvre 12,7 % de la surface du bassin.

Afin d'étudier le comportement hydrodynamique de ces 3 unités, 8 parcelles ont été implantées : 2 sur l'unité 1, 2 sur l'unité 3 et 2 sites de 2 parcelles sur l'unité 2 permettant de tester cette unité à l'état naturel et après culture (cette zone est la plus cultivée du bassin).

Après analyse statistique de la pluviométrie, en particulier détermination des courbes Intensité-durée-Fréquence, des postes de Bouna, Korhogo et Ferkessedougou, deux types de pluies simulées ont été définis : une pluie dite "annuelle" constituée de la succession des intensités suivantes :

	10 minutes à	40 mm/h	
10	"	"	120 "
10	"	"	90 "
10	"	"	75 "
10	"	"	60 "
10	"	"	40 "

soit une pluie de 70,9 mm en 1h, et une pluie dite "décennale" où la séquence des intensités est la suivante :

	30 minutes à	40 mm/h	
10	"	"	60 "
10	"	"	140 "
10	"	"	105 "
10	"	"	90 "
10	"	"	75 "
15	"	"	40 "

soit une pluie de 108,3 mm en 1h35 mm. Les caractéristiques de ces pluies respectent au mieux celles des pluies naturelles, de récurrence annuelle et décennale, définies dans l'analyse statistique.

Chaque parcelle, caractéristique d'un état de surface, a été testée par une série de pluies simulées selon le protocole ci-après :

Type de pluie	Temps d'arrêt en heures	IK*
Décennale	∞	0
Annuelle	96	14,7
Annuelle	48	31,5
Annuelle	24	62,1
Annuelle	48	48,9
Décennale	24	72,7

* IK = Indice pluviométrique caractérisant l'état d'humectation du sol (cf. rapport semestriel précédent).

A partir de ces mesures, chaque état de surface est caractérisé par une équation de type

$$Lr = aPu + bIK + cPu IK + d$$

avec Lr = lame ruisselée en mm

Pu = hauteur de la pluie en mm

IK = valeur de l'indice pluviométrique au début de la pluie

a, b, c, d = constantes d'ajustement.

On peut à partir de ces équations reconstituer le ruissellement et l'infiltration de chaque état de surface pour n'importe quelle pluie naturelle.

2.1.2. Bassin de Booro-Borotou

Comme nous l'avions signalé dans notre précédent rapport, en zone de savane humide (Pluviométrie 1200 à 1600 mm), l'influence de la couverture pédologique sur l'infiltration reste sensible mais ce sont principalement les organisations superficielles des sols et surtout le couvert herbacé qui conditionnent l'infiltrabilité.

La complexité des processus d'écoulement, dans cette zone où les facteurs conditionnels de l'infiltration sont non seulement imbriqués mais, de plus, pour les principaux, sujets à des variations saisonnières importantes, est à l'origine du programme Hydropédologique de Recherche sur Bassin Versant (HYPERBAV). Ce programme qui regroupe pédologue structuraliste, pédologue spécialiste de la surface, géostatisticien, hydrologues, phytoécologue et biologistes termitologues, doit permettre, à partir d'une analyse très fine du milieu, de définir, à différentes échelles, les paramètres les plus pertinents pour la modélisation des transferts hydriques. Pour ce qui est de l'infiltration, les objectifs de ce programme sont de :

- Mettre en évidence les paramètres constitutifs du sol les plus déterminants sur les propriétés hydrodynamiques.

- Déterminer l'échelle d'analyse de la couverture pédologique la mieux adaptée à la modélisation des transferts hydriques.

- Affiner cette analyse des différenciations pédologiques en dégagant les déterminismes locaux (échelle de l'ha) pouvant se superposer aux déterminismes régionaux (échelle du bassin) et induire ainsi des comportements hydriques particuliers.

- Préciser l'importance relative des différentes composantes du milieu (paramètres pédologiques internes et superficiels, structure et importance du couvert) sur les fonctions de production des termes du bilan hydrique.

- Confronter ces fonctions avec les lois de transferts hydriques utilisées couramment par les modélistes.

Dans le cadre de ce programme, plusieurs séries de parcelles, pour études sous pluies simulées ont été implantées :

- 18 pour déterminer, à l'échelle du m², les caractéristiques hydrodynamiques en fonction des différenciations de la couverture pédologique et des états de surface.

- 35 couples par ha, sur deux sites d'un hectare chacun, choisis dans des domaines où les sols sont homogènes selon la description naturaliste, pour l'étude de la variabilité locale de ces différenciations et de leurs conséquences sur l'hydrodynamique. La disposition par couple, des parcelles, est destinée à étudier séparément les propriétés intrinsèques du sol (infiltrabilité potentielle du sol couvert par un mulch protecteur) et les propriétés de la surface (organisations superficielles et couvert végétal).

- 2 pour l'étude des variations saisonnières. Un protocole standard de pluie est appliqué à 7 dates de l'année dans des conditions d'humidité et de tension constantes (minimalisation de l'effet sol, maximalisation de l'effet surface).

L'ensemble de ces mesures et actuellement en cours d'exploitation, l'interprétation en sera publiée ultérieurement.

2.2. Niger : Bassin de KOUNTKOUZOUT

Ce bassin situé à 40 km à l'est de Tahoua, couvre une superficie de 16,6 km². Il est caractérisé, comme toute la région des grés de l'Ader Doutchi, par un relief de Cuesta résultant de la rencontre de formations tendres (dépôts continentaux et marins du crétacé) et des grés ferrugineux du plateau (continental terminal inférieur).

Une carte pédologique détaillée, établie pour l'étude de l'aménagement régional de l'Ader Douthi, met en évidence une nette relation entre la pédologie et la géologie, avec entre autres des sols calcomagnésimorphes qu'il est rare de trouver en zone sahélienne. La végétation est très clairsemée, avec, principalement, des acacias en bordure des vallées et des graminées sur les recouvrements sableux, conséquence de la mise en culture intensive de ce bassin et des dix dernières années de sécheresse. Comme pour tous les autres bassins étudiés sous pluies simulées, une cartographie détaillée des états de surface a été faite (VALENTIN 1986). La détermination des caractéristiques hydrodynamiques de ces différents états de surface a nécessité l'implantation de 8 parcelles. Un protocole de pluies comportant une succession de deux pluies décennales (78,4 mm) et de 4 pluies annuelles (41,7 mm) a été appliqué à chaque parcelle. Le rapport rendant compte des résultats de cette campagne est en cours de rédaction. Il devait être complété, initialement, par une reprise des mesures classiques sur le bassin, pendant la saison des pluies 1986. Lors de l'étude de ce bassin, entre 1964 et 1967, l'extension des zones cultivées était estimée à 28 % de la surface du bassin, alors qu'en 1986 elle est de l'ordre de 50 %. La comparaison des résultats du bassin, pour deux états de mise en culture très différents devrait permettre de mettre en évidence l'influence de l'extension des zones cultivées sur le ruissellement et l'infiltration. Il n'est pas sûr que cette partie de l'étude puisse être menée à bien cette année, le chercheur responsable, gravement malade, venant d'être rapatrié en France.

2.3. Togo : Bassin de l'HIDENWOU A KANTE

Ce bassin de 25 km² est représentatif des terrains schisteux très érodés et très cultivés du massif montagneux de l'ATACORA. Etudié entre 1962 et 1964, il était déjà très cultivé à cette époque. Comme pour les bassins précédents, une cartographie détaillée des états de surface a été réalisée (JANEAU 1985).

Les 4 zones différentes mises en évidence par la cartographie ont été testées sur 4 sites comportant au total 11 parcelles. Le protocole des pluies simulées ne diffère des précédents que par la taille des pluies annuelles (72 mm) et décennales (116 mm) là encore, le rapport de campagne est en cours de rédaction.

III. ANALYSE DES FACTEURS CONDITONNELS DE L'INFILTRATION

A ce jour, 130 parcelles ont été testées sous pluies simulées en Côte d'Ivoire, au Burkina Faso, au Togo et au Niger. Une analyse statistique détaillée des résultats des 48 parcelles du Burkina Faso a déjà été effectuée (cf rapport semestriel précédent). Pour étendre ce type d'analyse à la totalité de l'échantillon, il nous a fallu reprendre tous les résultats, sélectionner les variables représentatives de l'infiltration et celles représentant les états de surface et standardiser le mode de détermination de ces variables afin d'avoir un échantillon homogène.

Les variables sélectionnées comme étant représentatives de l'infiltration sont :

- Le coefficient d'infiltration : c'est le rapport entre la lame infiltrée cumulée pendant la totalité du protocole et la hauteur de pluie simulée pendant le même temps.

- Le coefficient d'infiltration à saturation : obtenu graphiquement à partir des relations entre l'intensité d'infiltration en régime permanent (FN) et l'intensité de la pluie (I). Sa valeur est donnée par l'intersection entre la droite FN (I) la plus basse et la première bissectrice.

- La pluie d'imbibition sur sol sec : c'est la hauteur infiltrée avant l'apparition du ruissellement pour la première pluie du protocole.

- La pluie d'imbibition sur sol saturé : c'est la hauteur infiltrée avant l'apparition du ruissellement pour la pluie présentant dans le protocole la valeur de IK maximale.

- La détention superficielle récupérable à saturation : c'est la hauteur d'eau ruisselée après l'arrêt de la pluie pour la pluie tombant sur le sol le plus fortement humecté. Cette variable qui exprime le stockage superficiel mobilisable est liée à l'infiltration (LAFFORGUE, 1977).

Les variables représentatives de l'état de surface du sol sont :

- Le couvert végétal : exprimé en % de la surface du sol. Les valeurs sont classées dans un des six groupes suivants : 0-5 %, 5-15, 15-30, 30-50, 50-75, 75-100 %.

- La taille des constituants en surface : on note la taille du constituant majoritaire (en pourcentage de la surface occupée) Les valeurs sont, là aussi classées en six groupes : >5 cm, 2-5 cm, 2 mm - 2 cm, 0,2 mm - 2 mm, 50 μ - 0,2 mm, <50 μ .

- Le microrelief : exprimé par un critère qualitatif (Fort moyen, faible, nul) tenant compte à la fois de la taille du microrelief et du degré d'obstruction qu'il oppose à l'écoulement (orientation par rapport à la ligne de plus grande pente).

- l'activité faunique : estimée visuellement par les traces en surface et classée en Forte, moyenne, faible ou nulle.

- les réorganisations superficielles : d'après l'intensité de ces réorganisations (absence ou présence d'une pellicule, nature de cette pellicule...) classées en Forte, moyenne, faible ou nulle.

- L'érosion : classée en Forte, moyenne, faible ou nulle
 - Les fentes de retrait : classées en trois groupes larges (>1 mm), fines (<1 mm) ou nulles.

- L'hydromorphie : trois groupes : nulle, apparition de traces à une profondeur <40 cm, traces en surface.

Le collationnement de toutes ces variables ayant été plus long que prévu, nous en sommes actuellement au stade de la saisie de ces données, le traitement statistique proprement dit, devrait être effectué sous peu.

IV. REPertoire DES ETATS DE SURFACE DE LA ZONE ARIDE DE L'OUEST AFRICAIn

Rappelons que le répertoire des états de surface constitue l'un des produits attendus de ce contrat CEE. Il convient dès maintenant de présenter les grands principes de son élaboration. Il doit être à la fois simple, opérationnel et bien sûr reposer sur des bases scientifiques solides.

SIMPLE

Le document final doit pouvoir être utilisé comme manuel de terrain. Il s'adresse essentiellement à des ingénieurs et techniciens des Travaux Publics, généralement peu au fait des sciences de l'environnement. Les critères de reconnaissance des états de surface seront donc nécessairement simples. Une partie du manuel sera consacré à ce qui semble toutefois constituer le "minimal package of knowledge" : les grands types de roches, de modelés, de sols et de végétation.

L'initiation à l'identification des organisations pédologiques superficielles nécessitera un chapitre spécial, riches d'illustrations sous formes de photographies et de schémas. Dans cette première partie devront être rassemblés différents documents souvent précieux sur le terrain : exemples d'estimation visuelle de la taille des cailloux, du pourcentage de recouvrement d'un tapis herbacé etc...

Une seconde partie sera consacrée au répertoire proprement dit. Outre une ou deux pages de description, chaque présentation d'état de surface devrait être accompagnée de plusieurs clichés.

En cours de rédaction, la simplicité du manuel devrait être fréquemment testée auprès de personnes susceptibles de l'utiliser afin d'en déceler rapidement les éventuelles ambiguïtés.

OPERATIONNEL

A chaque état de surface devront correspondre les paramètres hydrologiques définis sous simulation de pluie. Comptenu du nombre important de parcelles testées, les intervalles de variation de ces paramètres seront indiqués. Le traitement statistique de l'ensemble des résultats obtenus doit permettre à lui seul une hiérarchisation des facteurs d'infiltration. Celle-ci sera reprise, au moins en partie, dans la clé de détermination des états de surface. Rappelons que les données du Burkina Faso (cf. rapport précédent) ont montré que cinq paramètres suffisaient à prévoir statistiquement l'infiltration : le pourcentage de couvert de la strate herbacée, l'amplitude du micro-relief, l'activité mésofaunique, la porosité vésiculaire des pellicules superficielles et l'épaisseur de ces pellicules.

FONDE SCIENTIFIQUEMENT

Simple ne signifie pas simpliste. Le milieu naturel est complexe, et toute schématisation risque d'être hasardeuse si elle ne se fonde pas sur une solide connaissance des règles qui régissent la distribution des grands types de milieux. Or, les régions arides de l'Ouest africain ont fait l'objet d'études nombreuses et souvent très détaillées. Une étude bibliographique approfondie s'avère donc indispensable. Un écueil, toutefois, reste à éviter : il serait dangereux de dresser un inventaire qui permette l'économie d'une reconnaissance de terrain. Il ne s'agit pas, en effet, de classer des bassins versants selon tel ou tel critère climatique, géologique, géomorphologique ou pédologique, mais de définir l'importance relative des états de surface réellement identifiés lors d'une prospection.

UNE PREMIERE LISTE

La liste suivante des états de surface (d'ailleurs non définis) n'est donnée ici qu'à titre indicatif. Elle subira de profondes modifications ultérieures.

Zone sahélo-saharlienne (100-200 mm) :

Surfaces nues :

chaos ; surfaces pelliculaires à charge grossière (reg), à gravillons, sableuses, limoneuses et argileuses.

dunes sableuses à croûtes alguaires.

Surfaces enherbées :

steppe contractée à tâches nues pelliculaires et à microbuttes sableuses enherbées.

Zone sahélienne (200-400 mm) :

En plus des surfaces précédentes qui peuvent exister en flots :

Surfaces enherbées :

Dune sableuse récente à faible développement pelliculaire

Dune sableuse ancienne (ou jupes sableuses) en piémont de reliefs avec tâches nues pelliculaires

Dune sableuse dégradée à tâches d'horizon B (rouge) affleurant

Surface pelliculaire à gravillons enchassés

Surface sableuse à relief plan (dune arasée, cf. dues anciennes)

Brousses : steppe arbustive à pellicules (quand distribution en bandes : brousses tigrée)

Surfaces argileuses à fentes de sols vertiques

Surface argileuse hydromorphe à pellicules

Surface argileuses à pellicules de décantation rebroussées

Surface de bas-fond hydromorphe à forte activité faunique

Surface de prairie inondable (hydromorphe et sans pellicule)

Bosquet de bas-fond (faible développement pelliculaire)

Surface argileuse à fentes de mare temporaire

Surface à efflorescence saline (rare)

Surface à débris calcaires (rare)

Surface sans pellicule de rendzine (rare)

Surfaces cultivées :

Champ de mil sur sable non pelliculaire

Champ de mil à tâches pelliculaires

Champ de bas-fond

Zone soudano-sahélienné (400-600 mm)

En plus des surfaces déjà mentionnées :

Surfaces cultivées :

Cultures à plat

Cultures en billons

Cultures en buttes

Cultures en buttes cloisonnées

Jachères récentes (micro-relief cultural encore visible, végétation caractéristique).

BIBLIOGRAPHIE

- CASENAVE (A) - 1985- Compte rendu de mission au Niger du 18 au 26 novembre 1985. ORSTOM Adiopodoumé, 7 p.
- JANEAU (J.L.) - 1985 - Compte rendu de mission au Togo du 5 au 19 mai 1985. ORSTOM Adiopodoumé, 11 p, 1 carte.
- JANEAU (J.L.) - 1986a - Le bassin versant de VARALE - Côte d'Ivoire : Esquisse au 1/50 000 des états de surface. ORSTOM Adiopodoumé, 28 p, 1 carte.
- JANEAU (J.L.) - 1986b - Compte rendu de mission au Togo du 29.03 au 1.04.1986.
Esquisse au 1/50 000 des états de surface du bassin versant de NADJOUNDI Description post simulation de pluie des parcelles expérimentales du bassin d'HIDENWOU. ORSTOM Adiopodoumé, 11p, 1 carte.
- LAFFORGUE (A) - 1977 - Inventaire et examen des processus élémentaires de ruissellement et d'infiltration sur parcelles. Application à une exploitation méthodique des données obtenues sous pluie simulée. Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., XIV, 4.
- VALENTIN (c) - 1985a - Le bassin versant de BOULSA-KOGHNERE (Burkina Faso). Organisations superficielles. Interprétation des photographies aériennes de 1956 et 1980. ORSTOM Adiopodoumé, 15 p, 7 tab., 3 fig.

- VALENTIN (c) - 1985b - Différencier les milieux selon leur aptitude au ruissellement. Une cartographie adaptée aux besoins hydrologiques. Collection "Colloques et séminaires" ORSTOM Paris.
- VALENTIN (c) - 1986 - Les organisations pédologiques superficielles du bassin de Kountkouzout (Ader Douchi-Niger) - à paraître.

A N N E X E

RAPPORT FINANCIER

DÉPENSES ENGAGÉES PENDANT LE PREMIER SEMESTRE 1986
EN FRANCS FRANCAIS

Personnel : Côte d'Ivoire, Niger, Togo

Nom	Catégorie	Durée en mois	Tarif unitaire	Total
A. CASNAVE	Chercheur senior Outre Mer	2	67 915,00	135 830,00
C. VALENTIN	"	1	"	67 915,00
P. CHEVALLIER	"	1	"	67 915,00
E. FRITSCH	Chercheur junior Outre Mer	1	48 315,00	48 315,00
J.M. IRIS	"	1	"	48 315,00
A. GIODA	"	3	"	144 945,00
F.C. BADER	"	3	"	144 945,00
L. ALBERGEL	Chercheur junior France	2	19 850,00	39 700,00
P. MAILHAC	Technicien Outre Mer	2	41 425,00	82 850,00
R. GATHELIER	"	2	"	82 850,00
J.L. JANEAU	"	1	"	41 425,00
J.M. LAPETITE	"	1	"	41 425,00
J. ETIENNE	"	2	"	82 850,00
M. YACOUBI	Elève	2	p.m.	p.m.
E. BOUCHAALA	"	0,5	"	"
M. AMRI	"	0,5	"	"
D. HASNAOUI	"	3	"	"
D. MITJA	Allocataire	1	"	"
O. PLANCHON	"	1	"	"
D. BOA	Chercheur ivoirien	0,5	"	"
	Personnel local	24	Total 1 000,00	1.029.280,00 240 000,00
	Main d'Oeuvre temporaire	(4x3 paysx2 mois)		2 692,00
			TOTAL	1 271 972,00

Déplacements- Missions hors du pays d'affectation

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
A. CASENAVE	Reconnaissance bassin de Kanté	20 au 25.01.86	Lomé	3 109,44
C. VALENTIN	Cartographie bassin de Kountkouzout	20 au 28.03.86	Niamey	4 853,12
JL. JANEAU	Cartographie bassin de Nadjoundi	29-03 au 10.04.86	Lomé	4 561,14
A. CASENAVE	Reconnaissance bassin de Koubalan	25 au 29.04.86	Dakar	5 808,00
A. CASENAVE	Reconnaissance bassin de Bidi	19 au 27.05.86	Ouagadougou	4 293,52

TOTAL B 22 625,22

Déplacements dans le pays d'affectation- Côte d'Ivoire

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
E. DIBI KONAN	Etude du bassin de Booro	03-01 au 21-02-86	Borotou	2 950,20
O. TCHOQUIN	"	10.01 au 21.02.86	"	1 792,00
D. HASNAOUI	"	14.01 au 02.02.86	"	6 025,66
J. ETIENNE	"	14.01 au 21.02.86	"	14 456,18
D. MITJA	"	14.01 au 16.02.86	"	10 407,94
JM. IRIS	"	14.01 au 24.01.86	"	3 873,86
O. PLANCHON	"	21.01 au 15.02.86	"	7 825,50
JL. JANEAU	"	27.01 au 20.02.86	"	7 590,76
JM. IRIS	"	12.02 au 21.02.86	"	3 495,92
D. BOA	"	13.02 au 17.02.86	"	1 606,22
E. FRITSCH	"	12.02 au 15.02.86	"	1 228,28
C. VALENTIN	"	13.02 au 25.02.86	"	5 239,30
D. HASNAOUI	Etude du bassin de Varalé	10.03 au 28.04.86	Varalé	15 416,24
JM. LAPETITE	"	10.03 au 18.03.86	"	2 347,66
J. ETIENNE	"	19.03 au 28.04.86	"	15 212,10

TOTAL C 99 467,82

- Togo

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
C. LAMBONI	Etude du bassin d'Hidenwou	19.02 au 3.04.86	Kanté	1 778,28
D. JOHNSON	"	19.02 au 3.04.86	"	4 755,42
JC. BADER	"	19.02 au 12.03.86	"	4 088,26
M. YACOUBI	"	19.02 au 4.04.86	"	8 790,70
P. MAILHAC	"	07.03 au 4.04.86	"	6 754,50
JC. BADER	Reconnaissance bassin de Nadjoundi	06.04 au 10.04.86	Dapaong	879,04

TOTAL D 27 046,20

- Niger

Nom	Objet	Durée	Lieu	Coût
P. GNAHOUIS	Etude du bassin de Kountkouzout	08.01 au 11.03.86	Tahoua	1 812,32
R. GATHELIER	"	07.02 au 11.03.86	"	7 736,28
A. GIODA	"	06.03 au 11.03.86	"	1 309,20
D. OUATTARA	"	08.03 au 11.03.86	"	95,48
M. AMRI	"	22.03 au 29.03.86	"	1 674,42
E. BOUCHAALA	"	22.03 au 29.03.86	"	1 674,42
P. GNAHOUIS	"	22.03 au 31.03.86	"	279,56
A. GIODA	"	22.03 au 27.03.86	"	1 309,20

TOTAL E 15 890,88

Total déplacements B+C+D+E = 165 030,12

- Amortissement matériel durable

Type de matériel	Durée d'utilisation	Prix d'achat	Amortissement 20 % par an
Ordinateur IBM PC	6 mois	69 880,00	6 988,00
Sonde à neutrons	3 mois	19 980,00	999,00
Véhicule type 404	2 x 3 mois	102 900,00	10 290,00

TOTAL F 18 277,00

- Matériel non durable (Côte d'Ivoire, Niger, Togo)

Nature	Coût
Essence	18 381,42
Divers	7 638,46

TOTAL G 26 019,88

- Frais de calcul : Ordinateur du Centre National Universitaire Sud de Calcul
Montpellier

Traitement interactif	11 550,00
Traitement par lot	7 001,10
Espaces disques	1 448,90

TOTAL H 20 000,00

Récapitulatif

Personnel	1 271 972,00
Déplacements	165 030,12
Matériel durable	18 277,00
Matériel non durable	26 019,88
Frais de calcul	20 000,00

TOTAL GENERAL

1 501 299,00 Francs Français