

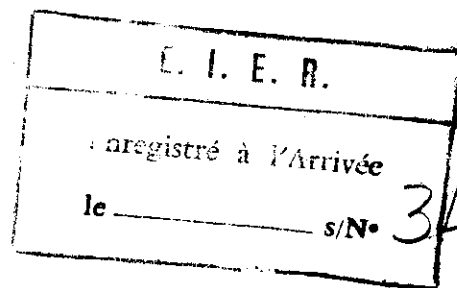
# MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1998

Présenté par :

KARAMBIRI Harouna

## Etude de l'envasement des barrages au Burkina Faso : Etude de cas

MENTION :



Encadrement  
M. L. COMPAORE  
J. M. DURAND



Je dédie ce mémoire à :

- Mon père, **Feu KARAMBIRI Yacouba** qui, depuis mon enfance, m'a inculqué l'amour du travail, de l'honnêteté et de la culture de l'excellence.
- Ma mère, **Feue DISSO Kortimi**, qui m'a fait voir le jour et guidé mes pas dans ce monde incertain.
- Ma tante "**Dilan**" qui m'a élevé et protégé.
- Mon frère, **KARAMBIRI Moussa**, qui m'a soutenu et assuré toute ma scolarité.
- Tous mes frères, soeurs, cousin(e)s, tantes, oncles, belles-mères qui m'ont aimé et aidé.
- Ma belle-soeur **KY Salimata** et ses enfants.
- Ma fiancée qui m'a toujours consolé et redonné la joie de vivre.
- **PARE Lydie Josiane**, qui fut ma voisine de classe et mon binôme en F11 et F12; aujourd'hui, elle n'est plus. Paix à son âme.
- Tous mes ami(e)s...

## **REMERCIEMENTS**

Je tiens tout particulièrement à remercier mes encadreurs **Mrs. Laurent Moussa COMPAORE** et **Jean Maurice DURAND** qui m'ont suivi et conseillé tout au long de ce mémoire.

Je remercie également pour leur grande disponibilité :

- **Mr. Simon COMBARI**, chef du service topographique de l'ONBAH.
- **Mr. NIKIEMA Oumarou**, Technicien à l'ONBAH.
- **Mr. SAMANDOULGOU Saïdou**, documentaliste à l'ONBAH.
- **Mr. TAMBOURA Djibrilou**, chef du centre de documentation sur l'eau de la Direction Générale de l'Hydraulique (DGH).
- **Mr. TOUGOUMA Tasséré Sylvanus**, documentaliste à la DGH.

Que tous ceux ou toutes celles qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réussite de ce mémoire, trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude.

KARAMBIRI Harouna.

bien



## AVERTISSEMENT

Le présent rapport a été rédigé dans le cadre du mémoire de fin d'études. Il se limite donc à l'étude de cinq(5) barrages au Burkina Faso compte tenu de la faible disponibilité en temps imparti à ce travail. L'objectif n'a pas été d'entreprendre une étude systématique et fondamentale sur l'envasement, ni de trouver des solutions toutes faites à celui-ci. Vu la complexité du phénomène, le but principal de ce mémoire est de rassembler, pour les sites choisis, toutes les données essentielles accumulées ces dernières années (relevés bathymétriques), de les traiter afin de révéler l'importance des niveaux d'envasement, de les interpréter pour en tirer les paramètres pertinents de l'estimation de l'envasement. On proposera pour finir des formules plus adaptées qui prennent en compte ces paramètres.

Les résultats de cette étude ne pourront être généralisés qu'avec prudence, chaque cas restant un cas particulier.

**TABLE DES MATIÈRES**

	Pages
<b>RESUME.....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>6</b>
<b>PRESENTATION DU BURKINA FASO.....</b>	<b>7</b>
<b>ETAT DE CONNAISSANCE SUR L'ENVASEMENT AU BURKINA FASO.....</b>	<b>10</b>
<b>APPROCHE METHODOLOGIQUE.....</b>	<b>11</b>
<b>A- ETUDE GENERALE DE L'ENVASEMENT.....</b>	<b>12</b>
I- L'érosion sur les bassins versants.....	13
I-1- Agents et facteurs de l'érosion.....	13
I-2- Mécanisme du transport solide.....	15
II- La sédimentation dans les barrages.....	18
II-1- Processus.....	18
II-2- Conséquences.....	19
III- Quelques méthodes d'estimation de l'envasement.....	21
III-1- Mesures.....	21
III-2- Formules.....	23
IV- Les moyens de lutte.....	26
<b>B- ETUDE DE CAS.....</b>	<b>28</b>
I- Choix des sites.....	29
II- Méthodologie.....	34
III- Barrage de Gouinré.....	35
IV- Barrage de Nagréongo.....	40
V- Barrage n°2 de Ouagadougou.....	45
VI- Barrage de Salbisgo.....	50

VII- Barrage de Thiou.....	55
VIII- Barrage de Louda.....	60
IX- Analyse et commentaire des résultats.....	61
X- Critique de la méthode utilisée.....	65
XI- Etude comparative des résultats issus des mesures et de l'application des formules.....	66
XII- Proposition d'une formule d'estimation de l'envasement.....	68
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>75</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>77</b>
<b>ANNEXES.....</b>	<b>79</b>

## Liste des tableaux

- Tableau n°1: Suivi du transport solide à l'échelle de quelques retenues au Burkina Faso.
- Tableau n°2: Apports annuels moyens en eau de surface.
- Tableau n°3: Ressources annuelles moyennes en eau souterraine.
- Tableau n°4: Documentation.
- Tableau n°5: Superficie des bassins versants.
- Tableau n°6: Pluviométrie.
- Tableau n°7: Formations géologiques.
- Tableau n°8: Relief.
- Tableau n°9: Récapitulatif des résultats.
- Tableau n°10: Résultats des mesures et calculs.
- Tableau n°11: Erreurs relatives.
- Tableau n°12: Variables de régression.
- Tableau n°13: Logarithme népérien des variables.
- Tableau n°14: Vérification.
- Tableau n°15: Contre vérification.

## Liste des figures

- Figure n°1: L'effet "splash".
- Figure n°2: Les modes de transport.
- Figure n°3: Erosion de ruissellement et par courant.
- Figure n°4: Erosion des fonds par entraînement et des berges.
- Figure n°5: Mécanisme de sédimentation dans un barrage.

## Liste des graphiques

- Graphique n°1: Récapitulatif des résultats.
- Graphique n°2: Abaque de détermination de K.
- Graphique n°3: Evolution de la pluviométrie annuelle de la station de Koudougou.
- Graphique n°4: Evolution de la pluviométrie annuelle de la station de Ouagadougou.
- Graphique n°5: Evolution de la pluviométrie annuelle de la station de Ouahigouya.

## Liste des cartes

- Carte n°1: Le Burkina Faso en Afrique de l'Ouest.
- Carte n°2: Situation des 5 barrages choisis.
- Carte n°3: Carte géologique simplifiée.
- Carte n°4: Carte des sols.
- Carte n°5: Grandes zones de végétation.

## RESUME

\*\*\*\*\*

Le Burkina Faso, pays sahélien, vit aujourd'hui, tout comme les autres pays de la sous région, une situation critique de manque d'eau consécutive à la baisse de la pluviométrie. Les barrages de retenue d'eau réalisés pour la mobilisation des eaux de surface connaissent non seulement des problèmes de remplissage, mais aussi d'envasement.

Cet envasement est lié principalement à l'érosion sur le bassin versant qui peut être d'origine éolienne, géologique, hydrique ou anthropique. Les deux dernières étant les formes les plus importantes et fréquentes au Burkina Faso. Elles ont pour facteurs : la pluie, la nature des sols, le couvert végétal, la pente et les activités humaines ( techniques culturales, déforestation, etc... ).

Les matériaux arrachés sur le bassin versant sont transportés par reptation (pour les gros grains), par saltation (pour les petits et moyens grains) et par suspension (pour les colloïdes ou poussières) jusque dans la retenue. Les cailloux, les sables fins et grossiers se déposent à l'entrée du barrage formant un delta; alors que les matériaux très fins sont soit déposés au fond, soit évacués par le déversoir.

Les conséquences de la sédimentation sont multiples et variées. Les plus importantes sont :

- La perte de capacité des barrages, ce qui entraîne des pénuries d'eau et des baisses de rendements agricoles.
- Les dépôts dans les conduites d'alimentation en eau, le colmatage des injecteurs d'irrigation et des échangeurs thermiques industriels.
- La perturbation du fonctionnement des stations de pompage et de traitement.

Les moyens de lutte sont curatifs et préventifs. Ils ne résolvent pas entièrement le problème de la sédimentation, mais ne font qu'en retarder l'échéance. Ils sont parfois onéreux et difficiles à mettre en place.

La présente étude de cas porte sur les barrages de Gouinré, Nagréongo, Ouaga n°2, Salbisgo et Thiou; et se propose de déterminer l'ampleur de l'envasement dans ces retenues ainsi que les paramètres importants à prendre en compte.



## INTRODUCTION

\*\*\*\*\*

La mauvaise pluviométrie de ces dernières années constitue une véritable préoccupation pour les pays sahéliens pour lesquels la ressource eau devient une denrée rare et précieuse. A cela s'ajoutent la forte évaporation des plans d'eau et l'envasement des barrages.

Pour des pays comme le Burkina Faso dont l'économie est basée sur l'agriculture, tout développement passe nécessairement par une maîtrise et une gestion rationnelle des eaux de surface et souterraines. C'est dans cette optique que plusieurs barrages ont été construits. Ils ont pour vocation principale :

- La production agricole;
- L'alimentation en eau des populations et du cheptel;
- La production d'électricité;
- La préservation de l'environnement.

L'envasement des retenues qui autrefois était relégué au second plan, doit être, aujourd'hui et plus que jamais, pris en compte pour garantir la viabilité des projets de barrages. C'est un phénomène complexe, mal connu et mal estimé.

Le présent mémoire dont le thème est :

### **" Étude de l'envasement des barrages au Burkina Faso: Étude de cas "**

est une modeste contribution à une meilleure connaissance de l'envasement. Son objectif est, à partir d'un échantillon de sites, de rassembler toutes les données des mesures bathymétriques faites ces dernières années et toute la documentation nécessaire, de les traiter, analyser, interpréter, cela afin de dégager les tendances et définir les paramètres pertinents pour une bonne estimation et une prise en compte efficace de l'envasement .

Pour ce faire, nous commencerons par une étude générale de l'envasement qui portera sur :

- L'érosion sur les bassins versants ( facteurs, mécanisme );
- La sédimentation dans les barrages ( processus, conséquences );
- Les méthodes d'estimation de l'envasement ( mesures, formules );
- Les moyens de lutte ( préventive , curative ).

Nous ferons par la suite l'étude de cas qui concerne les barrages de Gouinré, Nagréongo, Ouagadougou n°2, Salbisgo et Thiou.

Pour chaque site, nous déterminerons le volume de dépôts solides. Une interprétation permettra de comparer les différents sites.

Après une étude comparative des résultats de mesures avec ceux obtenus par l'application des formules existantes, nous terminerons par la proposition d'une formule qui, nous pensons, est plus adaptée.

## PRESENTATION DU BURKINA FASO

\*\*\*\*\*

Le Burkina Faso est un pays situé au cœur de l'Afrique Occidentale dans la Boucle du Niger. Il s'étend sur une superficie de 274 200 km<sup>2</sup> et est caractérisé par un climat de type sahélien au Nord et soudano-guinéen au Sud-Ouest. La pluviométrie moyenne varie de moins de 400 mm au Nord à 1300 mm au Sud-Ouest et la saison des pluies dure de 6 mois au Sud-Ouest à 3 mois au Nord.

La population résidente en 1996 était estimée à un peu plus de 10 millions d'habitants dont plus de 86% vivent en milieu rural [INSD, 1998]. Le taux de croissance global de la population burkinabé est estimé à 2,5%. Il est de 2% en milieu rural, 4% en milieu semi-urbain, 6% en milieu urbain avec 8% pour Ouagadougou. Les femmes représentent 52% de la population totale.

Le Burkina Faso est classé parmi les pays les moins avancés avec un Produit National Brut (PNB) d'environ 65 000 FCFA par tête d'habitant. Son économie est essentiellement basée sur l'agriculture et l'élevage, dont la valeur ajoutée représente 30% du produit intérieur brut (PIB) et occupe près de 75% de la population active.

Cette agriculture est caractérisée par un secteur traditionnel dominant et une forte dépendance à l'égard des conditions pluviométriques qui se sont montrées très erratiques ces dernières décennies. L'industrie, quant à elle, est peu développée et concentrée à Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, Koudougou et Banfora.

En ce qui concerne les eaux de surface, les cours d'eau du Burkina Faso ont un caractère temporaire à l'exception du Mouhoun et de la Comoé. L'écoulement se fait pendant l'hivernage du mois de juillet au mois de septembre/octobre. Le territoire national est couvert par 4 principaux bassins versants qui sont :

- Le bassin versant de la Volta qui s'étale du centre à l'ouest sur 178000 km<sup>2</sup>. Il est drainé par le Mouhoun (91570 km<sup>2</sup>) qui prend sa source sur le versant Nord de la falaise de Banfora où les précipitations dépassent 1000 mm par an, le Nakambé (58410 km<sup>2</sup>) qui prend sa source au Nord avec des précipitations annuelles de moins de 600 mm, le Nazinon (16450 km<sup>2</sup>) et la Pendjari (20000 km<sup>2</sup>).
- Le bassin du Niger avec 75000 km<sup>2</sup> qui est drainé par des petites rivières temporaires, affluents du fleuve Niger. Ces cours d'eau ont un faible débit et ne forment souvent qu'un chapelet de mares dont le bassin est bien pourvu (mares d'Oursy, de Soum et de Darkoy par exemple).
- Le bassin de la Comoé avec 17000 km<sup>2</sup> drainé par la Comoé et ses affluents qui sont la Léraba et le Yannon.
- Le bassin du Banifing avec 4000 km<sup>2</sup>.

Le tableau n°1 ci-dessous donne les potentialités en eau de surface des différents bassins. Les ressources en eau sont estimées à plus de 10 milliards de m<sup>3</sup> pour les eaux de surface. Les apports mesurés concernent les parties de bassin versant jaugées et ceux estimés concernent le reste non jaugé.

Bassin	Superficie km <sup>2</sup>	Apports moyens en milliards de m <sup>3</sup>			Lame mm
		mesurés	estimés	totaux	
Volta	178000	6.65	0.86	7.51	42
Niger	75000	0.27	0.43	0.7	9
Comoé	17000	1.45	0.41	1.86	109
Banifing	4000	-	0.10	0.1	25
<b>Totaux</b>	<b>274000</b>	<b>8.37</b>	<b>1.80</b>	<b>10.17</b>	<b>37</b>

**Tableau n°2 :** Apports annuels moyens en eau de surface. Source : [PANE, 1994 et BILAN D'EAU, 1992])

Pour atteindre l'autosuffisance alimentaire et amorcer un développement humain durable, le Burkina Faso a engagé depuis quelques années, la "grande bataille" de l'eau. Il compte actuellement plus de 2000 barrages toutes tailles confondues qui servent à la mobilisation des ressources en eau de surface. La construction de ces barrages traduit bien une volonté politique à résoudre le problème crucial de manque d'eau.

Quant aux eaux souterraines, la réserve est constituée des aquifères suivants :

- \* ☛ aquifère continu de la plaine de Gando
- ☛ aquifère discontinu du socle précambrien dont les potentialités en eau sont liées à l'altération, à la fissuration ou à la fracturation
- ☛ les grès du sud-ouest

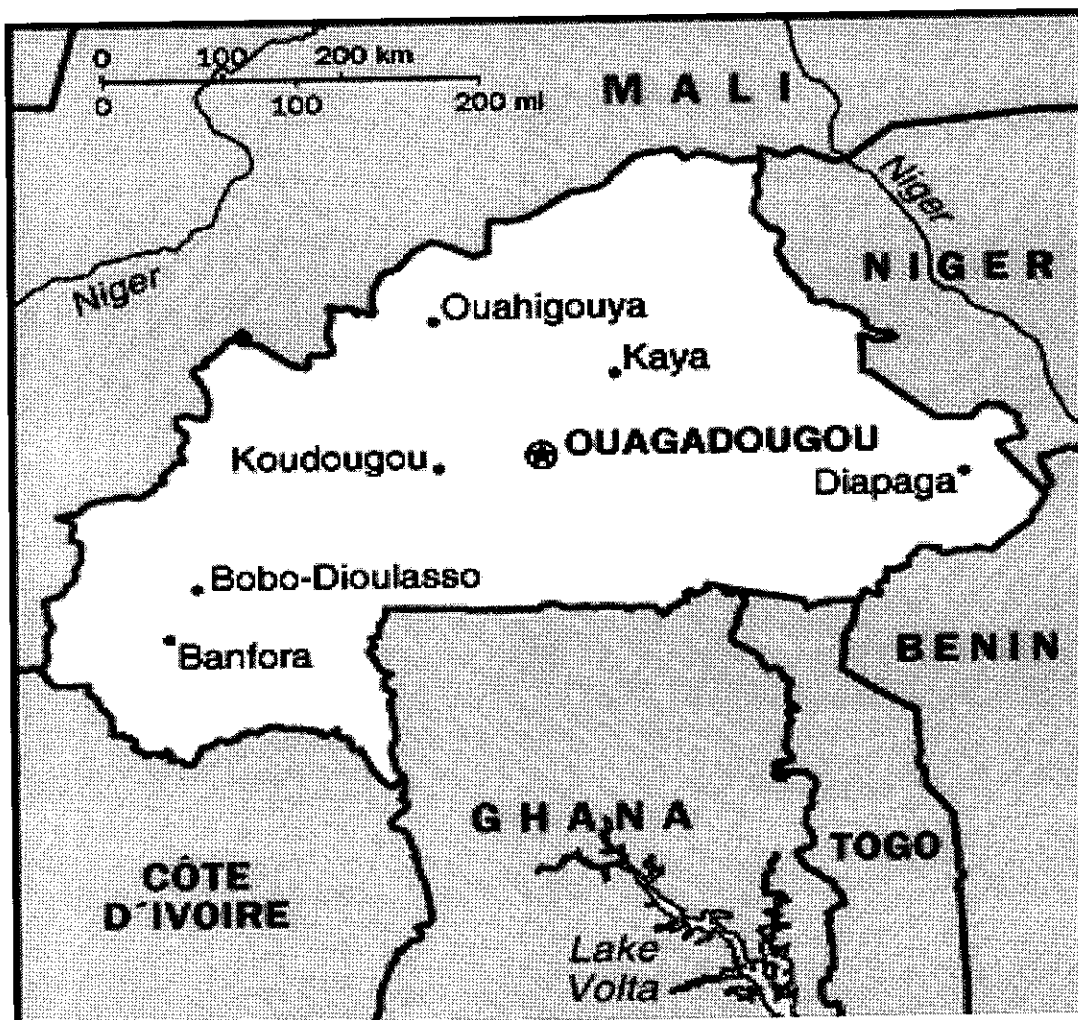
Aquifère	Superficie (km <sup>2</sup> )	Infiltrations (mm)	Ressources en milliards de m <sup>3</sup>
Aquifère du Gando	11000	38	0.42
Socle cristallin	225000	17	3.82
Grès du sud-ouest	35000	60	1.92
Divers	6000	16	0.10
<b>Totaux</b>	<b>274000</b>	<b>23</b>	<b>6.26</b>

**Tableau n°3 :** Ressources annuelles moyennes en eau souterraine (Source : [PANE, 1994 et BILAN D'EAU, 1992]).

Le tableau n°2 donne une valeur des réserves en eau souterraine qui sont estimées à plus de 6 milliards de m<sup>3</sup>.

Le volume total des ressources en eau en année moyenne est donc de plus de 16 milliards de m<sup>3</sup> équivalent à une lame d'eau de 60 mm.

Le Burkina Faso est situé dans le rectangle de coordonnées géographiques :  
Latitude : 9.45° N - 15.05° N  
Longitude : 2.41° O – 5.54 ° O



**Carte n°1:** Le Burkina Faso en Afrique de l'Ouest

## ÉTAT DE CONNAISSANCE SUR L'ENVASEMENT DES BARRAGES AU BURKINA FASO.

\*\*\*\*\*

ce n'est  
pas l'avis  
général

L'absence quasi totale d'informations concernant le remplissage par sédimentation dans les barrages en Afrique sahélienne et particulièrement au Burkina Faso peut s'expliquer en partie par une gravité réputée relativement faible de ce problème. L'habitude a donc été prise d'accorder moins d'importance à cet aspect dans l'étude des retenues d'eau.

Aujourd'hui, la sédimentation de certains barrages s'avère tellement rapide et spectaculaire, mettant du coup en cause la viabilité de ces ouvrages, que la problématique de l'envasement est devenue un sujet d'actualité.

Les principales références en matière d'envasement au Burkina Faso sont consignées dans le tableau suivant :

Barrages	Surface (km <sup>2</sup> )	Période d'étude	Organisme ou auteur	Pluie moyenne annuelle (mm)	Dégradation spécifique annuelle	
					m <sup>3</sup> /km <sup>2</sup> /an	t/ha/an (densité de 1.2)
Volta Blanche	30 200	08 à 10 1977	ORSTOM	625	6.2	0.07
Kompienga	5 800	07 à 10 1980	HER	905	53	0.67
Goundi	38	64 - 80	EIER	900	160	1.92
Samboendi	148	64 - 80	EIER	724	260	3.1
Vi	92	64 - 80	EIER	1000	52	0.64
Boulbi	102	60 - 83	MIETTON	850	75	0.95
Mogtêdo	480	91 - 93	PMI - BF	730	137	1.64

**Tableau n°1** : Suivi du transport solide à l'échelle de quelques retenues au Burkina Faso.

qu'est ce que cela fait ramener en t/ha (carrière de mm).

Depuis ces dernières décennies, il s'est constitué une banque de données de mesures sur les barrages (relevés bathymétriques, sondages, jaugeages des débits, etc.). Il est fort regrettable de noter que la plupart de ces mesures, souvent commandées par des projets, ONG, Offices nationaux ou encore des Organismes internationaux, sont ponctuelles et n'aboutissent pas à une recherche systématique sur la thématique de l'envasement. On relève également une insuffisance de l'implication des Chercheurs dans ce domaine pour une meilleure connaissance du phénomène.

## APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

\*\*\*\*\*

Pour mener à bien l'étude, il nous a semblé opportun de définir une démarche à suivre. Elle repose sur les étapes suivantes :

### Etape 1 :

Elle comprend :

- Le recensement au niveau de l'ONBAH (Office National des barrages et des Aménagements Hydro-Agricoles), de la DGH (Direction Générale de l'Hydraulique), de la DIRH (Direction de l'Inventaire des Ressources Hydrauliques) des sites sur lesquels des mesures de bathymétrie ont été effectuées ces dernières années.
- La vérification de l'existence de la documentation sur ces sites.
- Le dépouillement et le choix des sites à étudier.

### Etape 2 :

Il s'est agi dans cette étape de rassembler toute la documentation nécessaire sur le thème et de l'exploiter.

### Etape 3 :

Une synthèse de l'étude bibliographique a été faite. Elle a porté sur l'érosion sur les bassins versants, la sédimentation dans les barrages, les méthodes d'estimation et les moyens de lutte.

### Etape 4 :

Nous avons entamé l'étude de cas qui a abouti à la détermination des volumes d'envasement dans les différents barrages.

### Etape 5 :

Elle a consisté en une étude diachronique de photo-interprétation des bassins versants de chacun des barrages.

### Etape 6 :

Dans cette étape, nous avons entrepris des sorties de terrain. Chaque site a été visité; cela afin de faire quelques vérifications et d'acquérir des informations complémentaires.

### Etape 7 :

Cette dernière étape comprend :

- Une synthèse des données de terrain;
- une interprétation de tous les résultats;
- une étude comparative de ces résultats avec ceux issus des formules;
- des propositions....

**A- ÉTUDE GÉNÉRALE DE L'ENVASEMENT**

## **I- L'érosion sur les bassins versants**

Il existe de nos jours une grande polémique, entre les auteurs, sur le terme érosion. Certains prétendent que le transport et la sédimentation seraient des stades de l'érosion. Pour d'autres, c'est la sédimentation qui serait le terme général et l'érosion, le transport et le dépôt de matériaux en seraient les principales étapes. D'autres soutiennent encore que l'érosion est tout simplement l'enlèvement, le détachement des fragments ou des particules de sol et de roche de leur assise initiale.

Ce qui a conduit A. RAMPON 1987, à poser que :

- Érosion sensu stricto = Séparation des particules (ou détachement, ou avulsion, ou arrachement).
- Érosion sensu lato = Séparation + transport.

Selon lui, la sédimentation ne devrait pas être associée à la définition de l'érosion.

Dans ce mémoire, nous traiterons de l'érosion comme étant un phénomène géologique par lequel, les matériaux du sol sont arrachés et transportés vers un lieu de dépôt. Il s'agit donc de l'érosion sensu lato.

### **I-1- Agents et facteurs de l'érosion**

On peut distinguer les différents types d'érosion qui sont l'érosion éolienne, géologique, hydrique et anthropique.

#### **① Érosion éolienne :**

Le vent qui souffle sur le bassin versant effectue un vannage de la surface de sol, arrachant ainsi des particules de matériaux qui sont transportées dans la retenue. Ce phénomène est accentué en absence de toute végétation.

#### **② Érosion géologique :**

Cette forme d'érosion se produit après altération de la roche en place. Les matériaux en équilibre instable se détachent et basculent sous leur propre poids. Une pente forte des versants favorise le transport des matériaux vers la retenue.

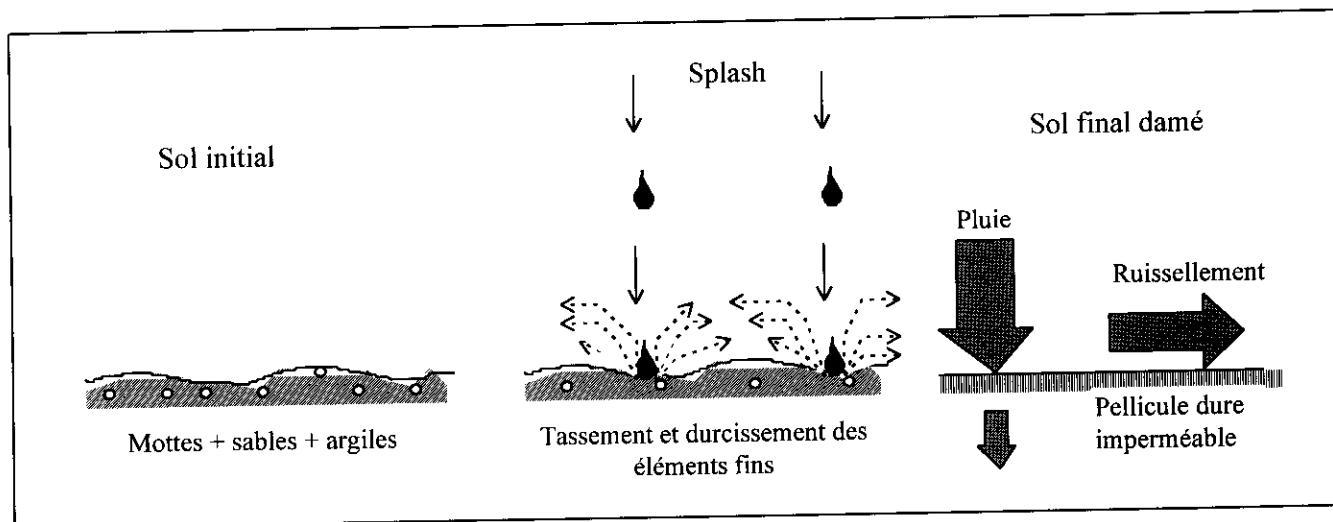
#### **③ Érosion hydrique :**

C'est la forme la plus courante et la plus répandue. Ses principaux facteurs sont :



- **La pluie** : La pluie et le ruissellement superficiel constituent les deux facteurs clés de l'érosion hydrique. En effet, le sol subit un martèlement excessif causé par les gouttes de pluie: C'est l'effet "splash".

Il s'en suit un déplacement, un tassement et un durcissement des éléments fins qui bouchent les pores du sol, formant ainsi une croûte de battance. La vitesse d'infiltration de l'eau devient faible et inférieure à l'intensité de la pluie. Il se forme donc un ruissellement qui arrache des matériaux sur son parcours.



**Figure n°1** : L'effet "Splash".

Source : CILSS/PAC (1989)

- **Le sol** : Le sol intervient dans l'érosion hydrique par sa résistance, sa cohésion et sa conductivité hydraulique. Un sol peu résistant, non cohésif et sans matière organique est sensible à l'érosion. Un sol à grande conductivité hydraulique réduit le ruissellement et donc l'érosion.

- **Le couvert végétal** : La végétation joue un rôle de dissipateur d'énergie de la pluie. Elle favorise l'infiltration et limite l'érosion.

- **La pente** : Les facteurs topographiques tels que la pente, le relief agissent sur l'érosion. La pente intervient par son intensité et sa longueur. L'érosion s'accroît avec un écoulement rapide sur des pentes fortes.

- **Les vagues** : Quand le vent souffle sur le plan d'eau, il exerce une contrainte tangentielle sur la surface. Le transfert de quantité de mouvement qui en résulte fait bouger l'eau de la surface dans la direction du vent, créant ainsi des vagues ou rides. L'effet de battage arrache les matériaux non consolidés des berges et les redistribue au large.

Notons qu'il existe d'autres facteurs qui influent sur le processus d'érosion. Nous pouvons citer entre autres la superficie du bassin versant, la variation de température, la nature du réseau hydrographique.

#### ④ Érosion anthropique :

Les actions combinées de l'homme et des animaux contribuent fortement à l'érosion. Ces actions sont soit :

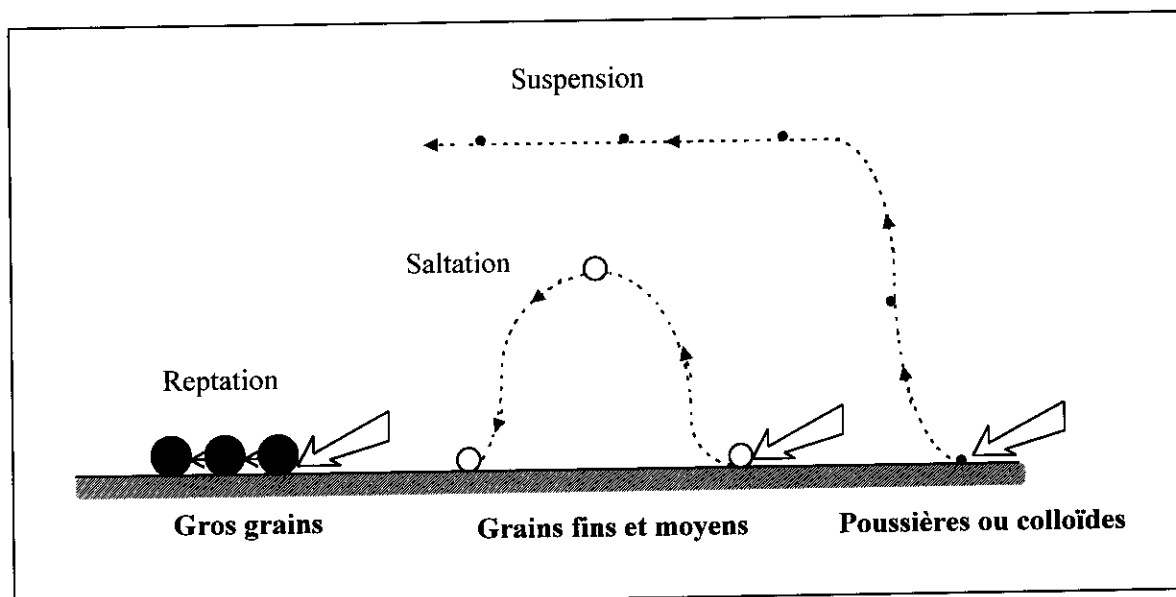
- Directes : Confection de briques, de terriers, déplacement des troupeaux, carrières, techniques culturales, guerres, etc...
- Indirectes : Destruction de la forêt par les feux de brousse, le surpâturage, les défrichements, la pression démographique, etc...

### I-2- Mécanisme du transport solide

Selon A. RAMPON 1987, "Les produits résultants de l'érosion sont transportés sous trois formes : Matières dissoutes, matières en suspension, matières charriées".

Qu'il s'agisse de l'érosion hydrique ou éolienne, il existe trois principaux modes de transport des matériaux :

- **La reptation** : C'est une suite de déplacements infimes de quelques millimètres de gros grains qui roulent.
- **La saltation** : Ce sont de petits sauts de grains moyens ou fins qui sont soulevés brutalement et jetés à quelques décimètres, mètres ou décamètres.
- **La suspension** : C'est le transport sous forme de poussières ou de colloïdes.

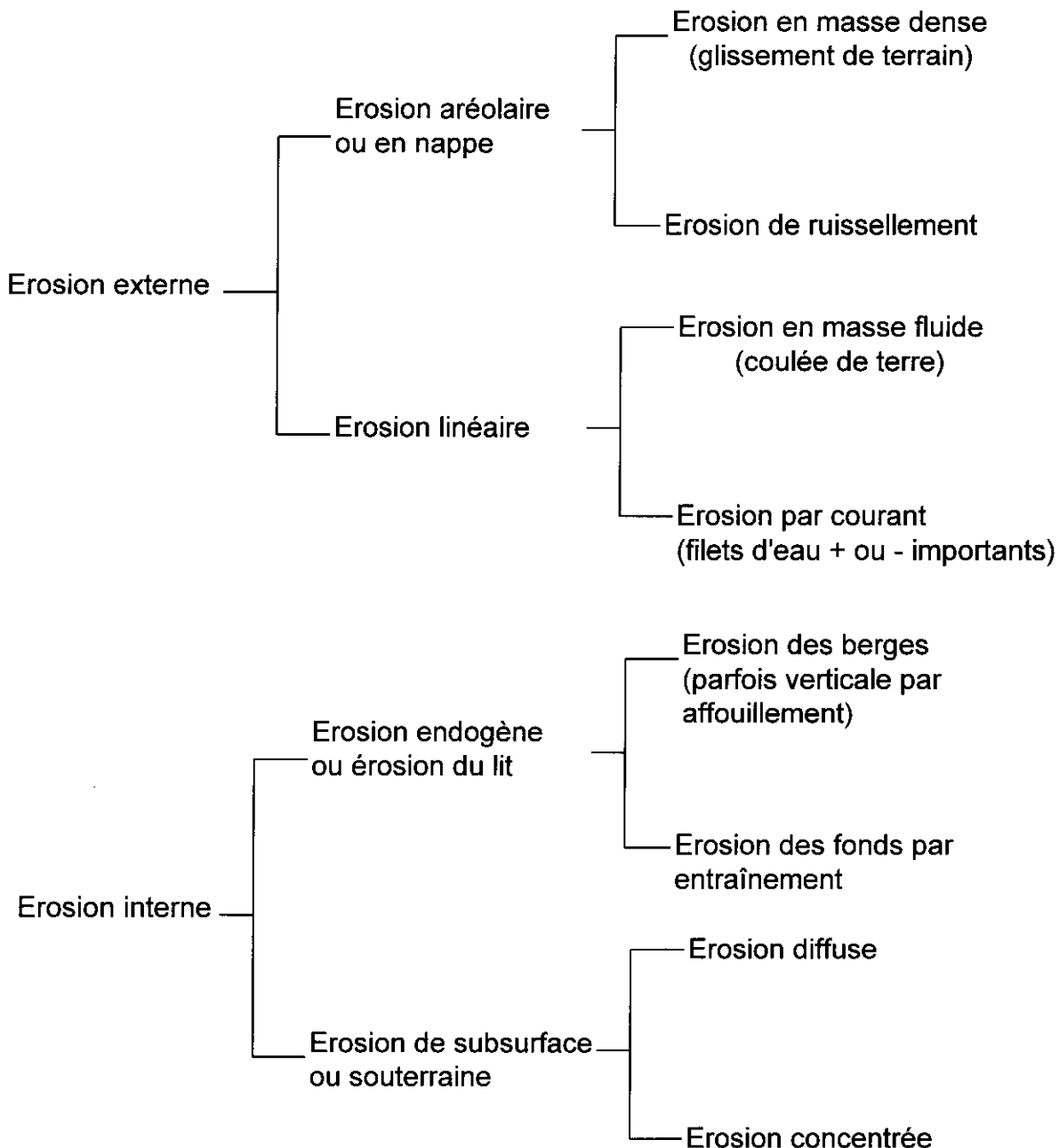


**Figure n°2:** Les modes de transport.

Source : CILSS/PAC (1989)

Comme nous pouvons le constater, le transport d'une particule d'un point à un autre dépend de la force tractrice (force d'entraînement), du poids de la particule et d'autres paramètres tels que la forme et la taille de la particule, la vitesse et la compétence (capacité à transporter de la matière solide) du vent ou du cours d'eau ..

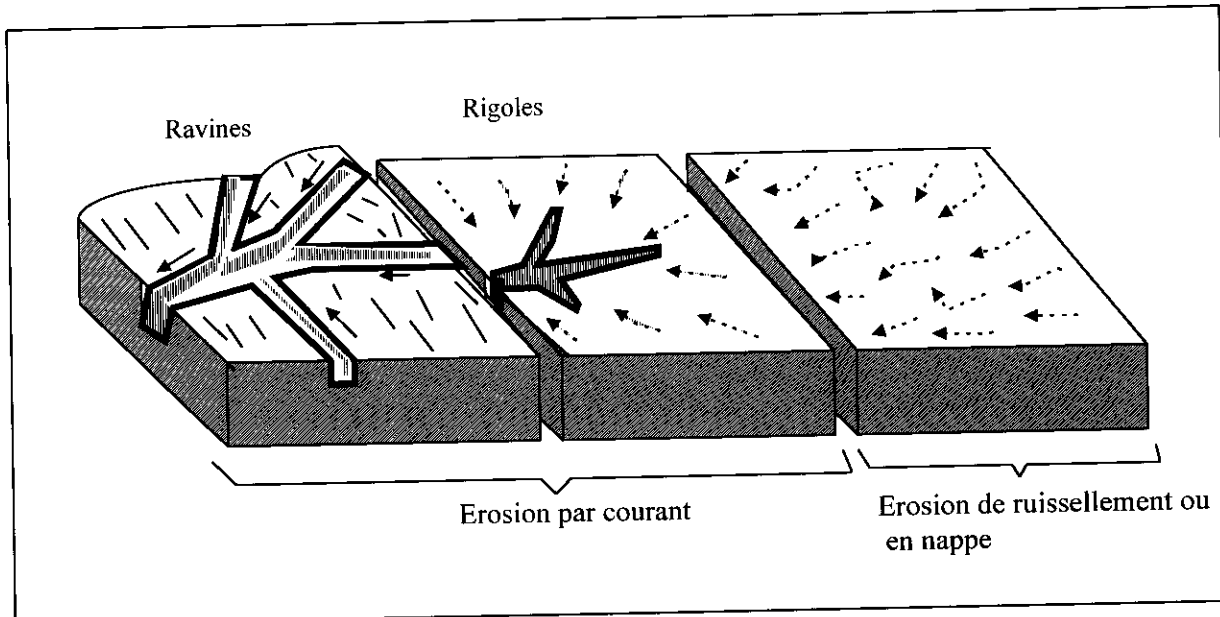
En ce qui concerne particulièrement l'érosion hydrique, A. RAMPON a dressé le schéma suivant :



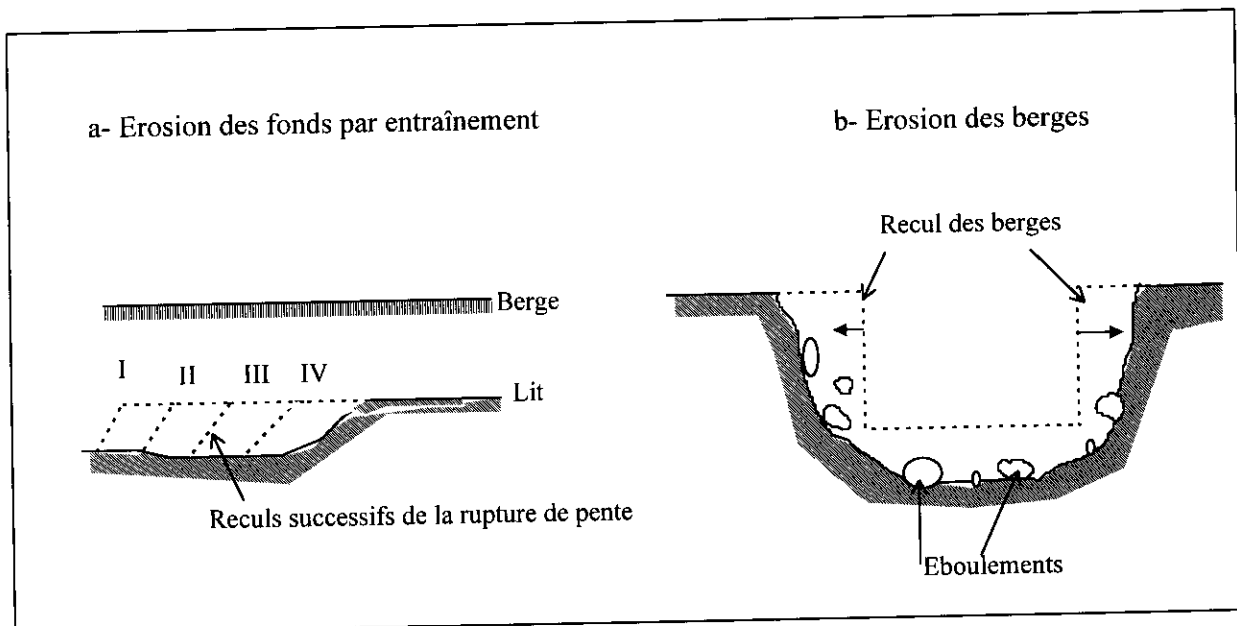
*Erosion hydrique dans un bassin versant : Schéma dichotomique des différents types.*

A. RAMPON (1987)

**Quelques illustrations :**



**Figure n°3 :** Erosion de ruissellement et par courant.



**Figure n°4 :** Erosion des fonds par entraînement et des berges.

Source : CILSS/PAC (1989)