

Réseau Erosion - ORSTOM - Paris, septembre 1987

exposé de Xavier D. VAN CAILLIE -

L'EROSION PLUVIALE - CAS DU DOMAINE TROPICAL SABLEUX

Les études scientifiques méritent d'être appliquées dans la réalité des aménagements urbains et ruraux. De nombreux problèmes d'érosion ont déjà des solutions.

Les problèmes en question sont souvent le résultat d'un manque de perception globale des phénomènes. On s'attache à résoudre tel ou tel aspect d'un développement et l'on ignore le contexte car il sort du "cadre" du projet auquel on est attaché. Problème d'érosion = problème d'aménagement.

Le problème de l'aménagement anti-érosif doit être pris à la fois:

- à sa base, c'est à dire au niveau de la parcelle
- au niveau de la structure, c'est à dire de l'organisation des parcelles dans le paysage.

A la base, dans les parcelles, les occupants sont déjà responsabilisés et ils trouvent souvent par eux-mêmes, ou par comparaison avec leur voisinage, les solutions à leurs problèmes d'érosion.

Au niveau de la structure, ou de "l'infrastructure", c'est à dire au niveau collectif, ils s'organisent parfois, plus ou moins bien, pour s'attaquer aux "érosions", souvent causées par des excédents hydriques provenant des espaces situés en amont.

Des moyens adaptés, peu onéreux, existent pour améliorer la situation de beaucoup de paysages mal humanisés. L'étude et la diffusion de ces moyens dans le milieu utilisateur doivent être liées à une organisation ou à une réorganisation, de la structure de manière à diminuer les excédents hydriques qui sont toujours nocifs.

Pour que les réalisations soient efficaces à terme, il faut que les bénéficiaires des nouvelles infrastructures soient impliqués eux-mêmes, socialement ou financièrement, à l'action. Faute de quoi, peu de temps après sa réalisation, la situation se dégrade et peut parfois devenir irrémédiable par suite de l'accélération des processus de ravinement, de dégradation des sols et de dégradation hydrique.

Entre 1974 et 1982, j'ai étudié les érosions dans la région de Kinshasa. Mes observations d'ordre qualitatif ont été complétées par des mesures de niveau du sol et par une analyse des pluviogrammes durant deux années hydrologiques (75-76/77-78).

Les conclusions sont applicables aux plateaux du Kwango et du Kasai, à l'Est et au Congo, plus au Nord.

Mon exposé comprend les conclusions des études effectuées, sans entrer dans les détails.

- plan:
1. la nature des sols
 2. l'érosivité des pluies
 3. les mesures de niveau du sol
 4. les indices d'érosion
 5. les relations "érosivité" - "érosion"
 6. l'érosion globale: facteurs - bilan
 7. des observations qualitatives: types d'érosion, rôle de la pente
 8. des conclusions au plan théorique
 9. des conclusions au plan pratique sur les aménagements anti-érosifs.

- - -

1. La nature des sols

La partie superficielle des sols de la région de Kinshasa est essentiellement constituée de sables fins dont les caractéristiques sont les suivantes:

- granulométrie: d_{50} : 125 à 250 μ , d moyen \pm 200 μ
 d_{10} : > 63 μ
- cohésion nulle: \leq 0,05 k/cm²
- angle de frottement interne élevé : de 10 à plus de 30°
- perméabilité bonne: $k = 4 \cdot 10^{-3}$ à $1 \cdot 10^{-2}$ cm/s
- eau de rétention faible: 10 à 25 % en volume (dessèchement total des sols nus)

Ces sols dérivent de l'altération et du remaniement actuel et ancien des formations géologiques secondaires et tertiaires (grès tendres et sables argileux: 5 à 30 % d'argile) qui se transforment en sables fins plus ou moins argileux (5 à 12% < 63 μ) jaunes, bruns ou rougeâtres, de perméabilité moyenne: $k = 4 \cdot 10^{-4}$ à $5 \cdot 10^{-3}$ cm/s.

2. L'érosivité des pluies

Dans ce climat tropical humide où la saison sèche dure en moyenne 117 jours, les pluies annuelles moyennes sont de 1350 mm et les extrêmes de 881 et 1639 mm. L'érosivité des pluies a été calculée pour les saisons des pluies de 1975-76 et 77-78, années durant lesquelles des mesures de niveau du sol ont été relevées.

graphe: intensités moyennes atteintes pour différentes durées et fréquences, valeurs pour 75-76 et 77-78

Les indices d'érosivité de Wischmeier: EI30, Hudson TKE (>25), intensité moyenne de la pluie et d'autres indices tests ont été calculés.

L'indice de Wischmeier, EI30, annuel en R(USA) était égal à 49,9 et 51,2% de la pluie annuelle en mm, comme en Afrique Occidentale (ROOSE).

	<u>1975-76</u>	<u>1977-78</u>
pluies (mm)	1131	869
EI30, R(USA)	579	434
= % de p:	51,2	49,9 soit en moyenne \pm 50 %.

L'analyse des pluviophases a permis d'établir le graphe de distribution des intensités pluviales sur les deux années et sur l'ensemble. On y observe que:

- 54 % des quantités d'eau sont tombées avec une intensité $< 0,4$ mm/min,
- 11,5 % avec une intensité supérieure à 1,4 mm/min,
- 50 % des pluviophases ont dépassé 0,4 à 0,5 mm/min (24 à 30 mm/h).

Or les sols superficiels ont une capacité d'absorption propre (perméabilité) de $4 \cdot 10^{-3}$ à $1 \cdot 10^{-2}$ cm/s. Les $4 \cdot 10^{-3}$ cm/s correspondant à 2,4 mm/min, sont dépassés par 2,5 % des pluviophases tombées. De plus, la capacité d'absorption des sols d'altération est plus faible, $4 \cdot 10^{-4}$ à $5 \cdot 10^{-3}$ cm/s, soit 0,240 mm/min et plus, intensités dépassées par 61 % des pluviophases tombées. Il en résulte que, quand l'érosion du sol superficiel fait apparaître le substrat, sa plus faible perméabilité est une cause directe d'accroissement des quantités d'eau ruisselées et donc de l'érosion.

3. Les mesures de niveau du sol

La station type en 1977-78.

Les sites des stations (tableau récapitulatif)
en "terrain naturel", parcelles bâties, pentes, couvert végétal, nombre de mesures,

Exemples d'évolutions du niveau du sol (graphes des stations 2,5,13,17).

4. Les indices d'érosion

La "tendance" est la différence entre deux mesures successives par rapport au point de repère situé sur la planchette amovible.

Les indices sont notamment:

- l'ablation, l'ablation hors incident (incident = arte-fact, végétation, ruissellement avec creusement,...)
- l'accumulation, l'ablation par le ruissellement concentré (avec creusement de micro-marches, rigoles,...)
- la tendance maximale pour l'ensemble des repères de la station.

5. Les relations observées entre les variations des indices d'érosion et celles des indices d'érosivité

Exemples de relations entre érosivités et mobilité, ablation hors incidents, ablation avec ruissellement concentré, tendance maximale.

L'indice d'érosivité de Wischmeier, EI30, est bien corrélé avec les indices d'ablation, il en est de même pour l'indice de Hudson, TKE25.

La tendance maximale est bien corrélée avec ces deux indices ainsi qu'avec l'intensité moyenne de la pluie (E02).

Le ruissellement avec formation de rigoles (creusement) n'est corrélé qu'avec l'indice E02, c'est à dire l'intensité moyenne de la pluie.

6. L'érosion "globale", facteurs, bilan

La "tendance réelle globale" pour une station, définie comme la moyenne des évolutions entre la première et la dernière mesure pour l'ensemble des repères hors piquets, a été convertie en valeur fictive de masse par hectare et par an. Cette tendance est représentative de l'évolution de la station, elle-même étant "représentative" d'une situation donnée dans la toposéquence.

tableau: importances relatives de la pente, de la végétation
et du type d'érosion: par le ruissellement en nappe, concentré,
ou avec creusement.

Le "bilan des érosions" est obtenu en extrapolant l'ablation en fonction de l'indice EI30 annuel pour la région, en supposant donc des parcelles nues de longueur indéfinie.

graphe,
tableau.

Cette extrapolation montre ce qui se passerait, sans creusement, pour des terrains nus. Elle n'est pas applicable dans la réalité étant donné la structure variés du couvert existant

L'érosion réelle est néanmoins importante en moyenne dans la région. La moyenne globale pour l'ensemble des stations était de $-0,7$ cm/an, soit d'environ 118 tonnes par hectare et par an.

7. Observations qualitatives, types d'érosion, rôle de la pente

Par des exemples:

- le ruissellement discontinu (spatial et temporel) dans les secteurs à pente faible, provoque ablations et accumulations successives, témoignant d'une grande mobilité du sol.
- le rôle de la végétation discontinue est négatif; la discontinuité favorise l'amorce de la concentration des eaux de ruissellement.
- le ruissellement en filets d'eau apparaît dès 5 à 9% de pente, il est toujours érosif à plus de 12,5 %. A partir de 20 à 25 % de pente, le ruissellement concentré creuse le sol, créant ravines et ravins qui remontent dans les versants.
- le rôle de la pente est fondamental car il y a manifestation des limites de pente qui correspondent au passage d'un type d'érosion à un autre.

Une études analytique de la carte détaillée des pentes de deux bassins versants de Kinshasa, montre que pour les surfaces dont la pente dépasse 7,5 %,

23 à 28 % de la superficie du versant sont compris entre 10 et 12,5 % de pente,
20 à 39 % de la superficie sont compris entre 12,5 et 20 % de pente,
12 à 19 % de la superficie ont plus de 20 % de pente.

8. Conclusions au plan théorique

L'érosion des terrains sableux nus est très importante (plus de 1000 t/ha/an) même quand la pente est faible. La mobilité du matériaux (son érodibilité) est très grande.

L'érosion "aréolaire" est liée au ruissellement en nappe qui peut être discontinu dans l'espace comme dans le temps.

La discontinuité de la couverture du sol est génératrice d'érosion par suite de la concentration des eaux liée à l'obstacle (végétation, arte fact, infrastructure,..)

L'indice EI30 de Wischmeier en R(USA), vaut la moitié des pluies annuelles et est directement lié aux ablations mesurées hors phénomènes de creusement. Ce dernier paraît plus directement lié à l'intensité moyenne de la pluie.

L'érosion "linéaire", par creusement vertical du réseau d'écoulement apparaît sur sol nu dès 20 % de pente provoquant la formation de ravins qui attaquent l'amont et l'aval du versant. Les pentes de moins de 20 % sont aménageables à condition d'éliminer le ruissellement dans les secteurs plus pentus situés en aval.

Les eaux de ruissellement seront obligatoirement écartées des pentes de plus de 20 % ou conduites par des ouvrages particuliers dans ces secteurs. Entre 12,5 et 20 % de pente, les aménagements seront calibrés en fonction des quantités d'eau collectées par les arte facts (toitures, chemins, ...). Les eaux seront autant que possible infiltrées ou stockées, au bénéfice notamment de la végétation.

9. Conclusions au plan pratique: aménagements anti-érosifs

Traitement des parcelles: toute sortie d'eau doit être bannie en réalisant: contre-pentes, couverture végétale continue (Cynodon dactylon)? bassins d'infiltration, ..

Aménagement - réorganisation de la structure: les quantités d'eau à conduire au pied des versants (avec brise-énergie) seront d'autant plus réduites que l'imperméabilisation sera elle-même réduite (asphalte, toitures,..) et que les parcelles seront judicieusement aménagées. Les fossés en terre, plus ou moins en courbes de niveau, ou à pente faible (<4%), seront enherbés (Cynodon) ou plantés de bambous et d'Eucalyptus.

La réorganisation des circulations par des voies parallèles aux courbes de niveau et des liaisons inter-niveaux en quinconce, fait partie de la restructuration.

La stabilisation artificielle de la surface des pistes peut être réalisée par des huiles, du coco, des matières organiques, végétations, du ballast avec armature. Des voies piétonnes en semi-dur sont créées dans les secteurs sensibles.

La responsabilisation des bénéficiaires soit par le paiement des frais, soit parce qu'ils entretiennent ou font entretenir eux-mêmes les aménagements, est indispensable si l'on veut que ceux-ci soient durables. Cette vérité est universelle (voir l'érosion des terrasses abandonnées en milieu méditerranéen..).

**RESEAU
EROSION**



Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION

Pour citer cet article / How to cite this article

Caillie, V. - L'érosion pluviale : cas du domaine tropical sableux, pp. 6-10, Bulletin du RESEAU EROSION n° 7, 1987.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : beep@ird.fr