

Journées d'Hydrologie de Strasbourg
CRUES ET INONDATIONS
16, 17 et 18 Octobre 1986

**CONSEQUENCES GEOMORPHOLOGIQUES DES CRUES CYCLONIQUES
EN NOUVELLE-CALÉDONIE. LE CAS DE LA RIVIÈRE NEPOUI**

*Jacques ILTIS *, Michael J. CROZIER ***

C.N.R.S.-I.C.O.M. Fonds Documentaire

N° : 29802

Cote : B

ILTIS

RESUME

L'article décrit le comportement en milieu tropical insulaire d'un lit fluvial non aménagé, face à l'augmentation brutale et en grande partie artificielle de la charge solide. L'équilibre initial du cours d'eau pris en exemple a été rompu par suite de la conjonction de deux ordres de phénomènes :

- la succession de crues cycloniques de fréquence faible
- l'abandon, dans les parties hautes du bassin-versant, des résidus de l'extraction à ciel ouvert du minerai de nickel.

Les dimensions du lit ordinaire de la Népoui sont sensiblement modifiées. Tandis que dans les axes de drainage d'ordre inférieur, l'écoulement tend à la division en multiples chenaux, sinon au tarissement par extension de la nappe sous-fluviale, on observe un élargissement considérable du lit mineur du cours principal, ainsi que son exhaussement. En plaine, une partie des fines se dépose dans le lit d'inondation ; l'autre partie est emportée jusqu'à l'embouchure, où elle entraîne la formation de bancs de vase frais à l'avant du delta et une progression spectaculaire de la mangrove.

* Géographe ORSTOM, CEREG 3 rue de l'Argonne
67083 STRASBOURG - FRANCE

** Department of Earth Sciences, Victoria University,
WELLINGTON - NOUVELLE ZELANDE

**ABSTRACT : THE GEOMORPHOLOGICAL IMPACT OF CYCLONIC FLOODS
IN NEW CALEDONIA. THE CASE OF THE NEPOUI RIVER**

Open-cast nickel mining occurred on a large scale in New Caledonia between 1970 and 1982, specially within the Népoui catchment (175 sq km). In contrast to the stable appearance of the terrain in its unmodified state, land which has been subject to mining activity shows geomorphological impacts and signs of adjustment. The mining waste currently stored in footslope fans and debris sheets provides a readily erodible source of stream load. Morphometric observations were made at 23 survey stations along the 33 km of main channel. The Népoui River can be classified into three zones :

- an upstream natural, stable channel (0-12 km)
- an active channel dominated by coarse, angular mining waste of high flow, bedload calibre (12-27 km)
- a downstream zone where channel sediment consists principally of sand and mud of high flow, suspended load calibre (27-33 km).

There is evidence of instability along the main channel in the form of bank erosion and disproportionate channel widening. Width/depth ratios show marked differences between the different bed material zones. The ratio in the presence of coarse mining waste is, on average, more than twice that for the natural and suspended load zones. Increase in width appears to be the main way in which the river responds to increase in charge. Comparisons were made with hydraulic geometry relations from other rivers and from theoretical determination.

**ZUSAMMENFASSUNG : GEOMORPHOLOGISCHE FOLGEN DER CYKLONALEN HOCHWASSER
IN NEU-KALEDONIEN, DIE LAGE IM NEPOUI-STROMGEBIET**

In den Jahren 1970 bis 1982 wurde auf der Insel Neu-Kaledonien ein Ober-Tage-Abbau von Nickelerzen im großen Maßstab betrieben, besonders im Abflussgebiet des Népoui (175 km²). In dieser tropisch-insularen Umwelt reagiert ein natürliches Flussbett auf eine besondere Art gegenüber einer plötzlichen und zum großen Teil künstlichen Anreicherung der Schuttlast. Das ursprüngliche morphodynamische Gleichgewicht des Wasserlaufes ist infolge des Zusammentreffens zweier Arten von Erscheinungen gestört worden. Es sind :

- die Aufeinanderfolge von Zyklonalen Hochwässern geringer Häufigkeit ;
- der Absatz der Rückstände des Nickelerzabbaus in den höheren Lagen des Einzugsgebietes.

Es wird hier wesentlich über die Veränderungen der Ausdehnungen im Normalbett des Hauptgewässers berichtet. Man beobachtet eine Aufschüttung des Hauptflußbettes, verbunden mit einer beträchtlichen lateralen Erosion des Hauptgewässers, während der Abfluss in den untergeordneten Entwässerungsrinnen in zahlreichen Rinnsalen erfolgt und zum Teil als

Grundwasserzuström dem Flußgebiet zunächst verlorengeht. In der Ebene beeinflusst die Sedimentation eines Teiles der feinen Schwemmstoffe die Gestaltung des Hochwasserbetts ; der andere Teil wird bis zur Flussmündung weitertransportiert, wo er die Bildung von frischen Schlammhängen an der Deltaspitze zur Folge hat. Somit wird das Verbreitungsgebiet der Mangrove erheblich erweitert.

* * *

Dans les îles hautes de la zone intertropicale, l'intensité des processus d'érosion mécanique est naturellement élevée, du fait de la présence de reliefs accidentés et de la fréquence du risque cyclonique. En Nouvelle-Calédonie, elle est maximale sur les versants et dans les lits fluviaux lorsque, aux facteurs déjà cités, s'ajoute le décapage de la couverture végétale et des altérites en vue de l'extraction du minerai de nickel. Il en résulte que la forme des axes de drainage et le régime de l'écoulement sont sensiblement modifiés.

L'étude de l'impact géomorphologique des extractions minières à ciel ouvert en Nouvelle-Calédonie a débuté récemment (BIRD, DUBOIS et ILTIS, 1984 ; ILTIS 1986). Antérieurement ont été entrepris sur péridotites - terrains de même nature que ceux du périmètre d'étude - l'évaluation des transports solides liés aux cyclones tropicaux et un bilan général de l'altération et des phénomènes mécaniques (BALTZER et TRESCASES, 1971 ; BALTZER, 1982). D'autres ont mis en évidence les contraintes édaphiques sévères qui entravent la reconstitution du tapis végétal des secteurs miniers abandonnés (JAFFRE, LATHAM et SCHMID, 1977).

I. LE MILIEU

Le bassin hydrographique de la Népoui (175 km²) relève du versant occidental de l'île principale. Il est situé entre 21°10 et 21°19 Sud, 164°58 et 165°08 Est (fig. 1). Si l'on excepte une petite partie du haut bassin (9 km², 5 % du B.V.), établie dans les formations volcano-sédimentaires mésozoïques de la Chaîne Centrale, et qui n'influence que très modestement la charge solide du cours principal, on distingue deux principaux ensembles morphologiques :

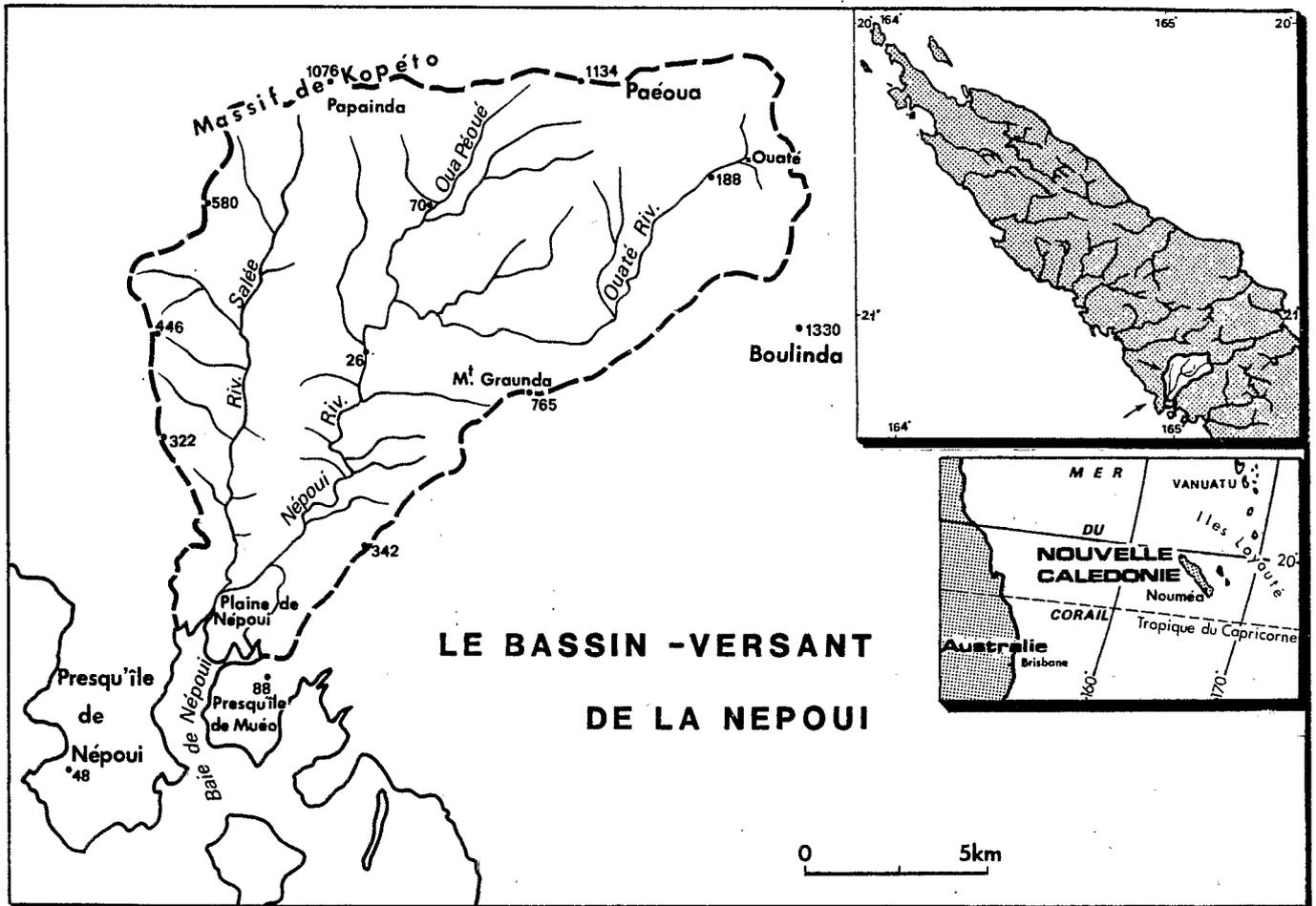


Fig.1 Carte de situation

1. Le massif de Kopéto-Boulinda

La majeure partie du bassin (155 km², 89 % du B.V.) se trouve au coeur du massif de péridotites de Kopéto-Boulinda. Hormis les restes de surfaces d'aplanissement anciennes - formant des convexités sur les sommets et des replats en contrebas - le relief est accidenté et les versants très escarpés. Les points dominants atteignent 1142 m (Paéoua) et 1076 m (Kopéto) ; le fond des vallées principales est généralement situé à moins de 100 m.

Dans la plupart des secteurs préservés des interventions humaines, le ruissellement est de faible ampleur. Il est limité, en effet, par la densité de la couverture végétale : forêt dense sempervirente sur les versants et dans les talwegs, maquis paraforestier sur les interfluves. Lors des périodes à fortes précipitations, une gamme de matériaux assez

restreinte (blocs et galets rocheux, sables de cuirasse pisolithique, altérites argilo-limoneuses) participe à la charge solide de la Népoui, mais essentiellement par remaniement d'accumulations anciennes (colluvions, cônes et terrasses pléistocènes et holocènes).

2. La plaine de Népoui

Au débouché du massif, la Népoui, avec le concours de la Rivière Salée, son principal affluent, a édifié une plaine alluviale de 10 km² (6 % du B.V.), inondable dans sa majeure partie. La pente moyenne du lit est inférieure à 0,1 %. Le cours d'eau s'y subdivise en un lit d'étiage et un lit de crue, tous deux bordés par de multiples bourrelets et sillons modelés par les crues inondantes. Ils mènent à un delta blotti au fond de la baie de Népoui et largement colonisé par la mangrove.

3. Le lit fluvial

La pente du lit de la Népoui passe de 2 % à l'entrée dans le massif de Kopéto-Boulinda, à 0,3 % au débouché dans la plaine. Entre ces points extrêmes, on peut différencier deux secteurs :

A. La haute Népoui (ou Ouaté), en amont de la confluence avec la Oua Péoué. Ce tronçon peut être lui-même subdivisé en :

- un segment supérieur (4 km), à pente moyenne de 1,7 % ; il correspond à un fort encaissement dans les péridotites. Le lit, guidé par des traits lithologiques et tectoniques, est très étroit (largeur < 10 m) et à fond rocheux. Le coefficient de sinuosité ne dépasse pas 1,04 ;
- un segment inférieur (11 km), inscrit dans une vallée à fond alluvial. Des sinuosités apparaissent vers 0,7 % ; le coefficient atteint 1,19, mais il est minoré par un second encaissement de 3 km. Le lit ordinaire est encore étroit : rempli à pleins bords, il excède rarement 20 m (station n° 8 : 22 m). Il ne comprend qu'un seul lit de basses eaux et de maigres bancs alluviaux. Ses berges sont stables : généralement obliques, elles sont fixées par un tapis herbacé sous forêt-galerie à peu près continue. Le fond de vallée adjacent au lit ordinaire est large (jusqu'à 200 m), mais il n'est qu'en partie inondable, du fait d'un profil concave lié à la présence de colluvions quaternaires au pied des versants.

Sur l'ensemble de ce tronçon, la morphogénèse était très modérée avant qu'une exploitation minière intensive ne s'empare des massifs de Paéoua et de Graunda. Au moment des observations sur le terrain, seuls le

segment supérieur et la partie amont du segment inférieur conservaient des caractères morphodynamiques à peu près stables.

B. La moyenne Népoui, en aval de la confluence avec la Oua Péoué.

Avec une pente moyenne comprise entre 0,5 et 0,3 %, la Népoui parcourt un fond alluvial grossi par les apports de la Oua Péoué et des petits tributaires du bassin moyen. La largeur du fond de vallée varie entre 300 m et 600 à 800 m au débouché du massif, tandis que la largeur moyenne du lit ordinaire rempli à pleins bords est d'environ 60 m. La sinuosité est accentuée par rapport au tronçon supérieur : 1,29 jusqu'au point de diffluence du cours dans la plaine côtière.

Avant le démarrage de l'extraction intensive du minerai de nickel (1970), on observait une morphogénèse de moyenne intensité, s'exprimant par des successions rapides de berges concaves sapées et d'accumulations en rive convexe. Ce degré d'intensité plus élevé que dans la haute Népoui était lié alors à la nature même du fond du lit (mobile) et des berges (à matériaux meubles) et entretenu par la fourniture de sédiments en provenance de foyers d'érosion naturels situés dans le sous-bassin de la Oua Péoué.

4. Le régime des précipitations et de l'écoulement

Sur la moitié nord du versant occidental, le total précipité entre janvier et mars - période qui concentre la plupart des perturbations tropicales - représente 45 à 51 % du total annuel, en année moyenne (Atlas de la Nlle-Calédonie, 1981). Mais les oscillations interannuelles sont fortes du fait de la grande variabilité de la fréquence, de l'amplitude et de la trajectoire de ces perturbations.

Deux cyclones ont constitué les événements-repères des 2 dernières décennies dans le secteur d'étude : Alison (mars 1975) et Gyan (décembre 1981). Lors du passage de Alison, 183 mm sont tombés en 24 h à Népoui (altitude : 39 m). La quantité probablement plus importante qui est tombée au même moment dans le massif de Kopéto-Boulinda n'est pas connue. Au même poste, pour Gyan, 239 mm ont été mesurés en 72 h dont 154 mm en 24 h. Pendant ce temps, en lisière du haut bassin, vers 500 m (Forêt-Plate), 791 mm ont été enregistrés en 48 h dont 690 en 24 h et 416 en 12 h.

Dans le périmètre d'étude proprement dit, l'irrégularité des précipitations entraîne directement la variabilité de l'écoulement, car il s'agit d'un bassin de superficie relativement faible dont les terrains, en pentes fortes, sont très peu perméables. Faute de réseau pluviométrique suffisamment développé et de données hydrométriques, on ignore les coefficients d'écoulement liés à ces épisodes de pointe. Ils

ont été pour le moins largement supérieurs au coefficient moyen annuel de 49,5 %, atteint dans le bassin limitrophe (la Pouembout), dont la forme et le régime hydrologique sont comparables.

Par interpolation avec plusieurs cours d'eau de la partie centrale du versant occidental, on peut situer le débit de crue spécifique de fréquence annuelle aux alentours de $3,5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ et le débit de fréquence décennale entre 6 et $8 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. Pour la plupart d'entre eux, la crue provoquée par Gyan fut la plus forte de ces 15 ou 20 dernières années, sinon de leur période d'observation ; le débit correspondant pourrait avoir atteint, voire dépassé, $15 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$. On ignore tout des transports solides - probablement très élevés eux aussi - associés aux débits de crue de la Népoui.

5. L'activité minière

Dans le haut bassin de la Népoui, 13 500 000 tonnes de minerai de nickel brut ont été extraites, dont 97,4 % entre 1970 et 1982. Connaissant le rapport - à peu près constant au cours de cette période - entre la quantité de minerai brut extraite et le résidu, on peut estimer la quantité de déblais stockés à proximité des carrières et potentiellement exposés à l'action de l'érosion à près de 24 000 000 de tonnes dont 38,1 % de résidus terreux et 61,9 % de résidus rocheux, soit environ $9\,500\,000 \text{ m}^3$ (ILTIS, en prép.). A ces matériaux s'ajoute la part de l'érosion dérivée de la prospection, de l'ouverture de pistes d'accès aux gisements et d'évacuation du minerai ; le volume de déblais dû à ces activités pourrait être de l'ordre de $1\,850\,000 \text{ m}^3$. L'érosion déclenchée indirectement est également très conséquente ; elle affecte aussi bien les versants proches des lieux d'extraction que les lits fluviaux.

II. LA METHODE

Au moment des levés sur le terrain (1984), il n'existait aucune donnée hydrométrique sur la Népoui. En revanche, 3 couvertures de photos aériennes IGN (1:40 000 de 1954 et 1982, 1:20 000 de 1976) donnent un aperçu visuel de l'évolution géomorphologique du bassin-versant au cours des 30 années précédentes. Parallèlement, les rapports annuels du Service des Mines indiquent la localisation et la production des exploitations. Les quantités de déblais associées à ces exploitations ont été estimées à partir de ces données. La confrontation des 2 sources d'information permet de mettre en relation - de manière inductive et semi-quantitative - les foyers d'érosions engendrés par l'activité minière et l'essentiel des phénomènes de morphogénèse fluviale actuels.

La comparaison des photos de 1954 et 1976 révèle, en particulier, d'importantes modifications de l'aspect du cours d'eau, principalement celui du tronçon inférieur de la haute Népoui (Ouaté). Ces modifications s'observent immédiatement en aval des points d'alimentation du cours principal par les affluents drainant les mines situées dans les massifs de Paéoua et de Graunda (Sireis 2, Amélie 3, Surprise 2).

A défaut de données précises sur la forme que possédait le lit fluvial avant la phase d'exploitation minière intensive, on a admis la coexistence, à l'époque des levés, de deux états morphodynamiques :

- l'état d'équilibre, réalisé dans des conditions proches des conditions naturelles : il s'applique à la partie du cours d'eau située en amont des premières déjections de matériaux d'origine minière (0-12 km) ;
- l'état d'adaptation à l'augmentation brutale de la charge solide, correspondant à la partie située en aval de la précédente (12-33 km).

L'observation de ces deux états et la vérification de leur différenciation a priori ont constitué le but essentiel de ce travail.

Plusieurs facteurs concourent à la réalisation de l'état d'équilibre du cours supérieur :

- l'érosion des berges faible à nulle ;
- la stabilité des différentes strates de végétation bordant le lit (présence d'espèces arborescentes primaires) ;
- la densité de la couverture végétale et l'absence de foyer d'érosion mécanique important sur les versants ;
- la faible densité d'occupation humaine actuelle et ancienne (un seul site habité : Ouaté).

Il a été démontré, pour les lits à fond mobile, que les changements de forme du lit tendent à maintenir une forme moyenne d'équilibre entre l'écoulement et la charge solide (PETTS et FOSTER, 1985). Dans le cas présent, le cours inférieur de la Népoui subit une augmentation flagrante du débit solide et, secondairement, des écoulements de pointe. Ces derniers sont accrus du fait de l'augmentation du ruissellement sur les versants, elle-même liée à la diminution de l'écoulement hypodermique par suite de la désorganisation du drainage des altérites au pourtour des carrières. Ce phénomène a pu être déduit de l'observation des processus d'érosion sur versants, mais n'a pas été chiffré.

SCHUMM (1971) a défini qualitativement le sens des modifications provoquées par une augmentation simultanée du débit liquide (Q) et de la charge de fond (Gb) :

$$Q+ Gb+ \sim w+ d+- F+ L+ s+- P-$$

Il en résulte une augmentation de la largeur du lit rempli à pleins bords (w), une augmentation ou une diminution de la profondeur du lit (d), une augmentation du rapport largeur/profondeur du lit (F) et de la longueur d'onde des méandres (L), une augmentation ou une diminution de la pente du lit (s) et une diminution de la sinuosité (P).

Trois des paramètres précipités (w, d et F) ont été mesurés sur le terrain, et cela à trois niveaux du lit ordinaire :

1. La section mouillée du moment (21-23 février 1984) : elle correspond à une situation de basses eaux de saison chaude, entre 2 intumescences liées à des dépressions modérées.
2. La section du lit actif ("active channel") : dans le contexte de l'étude, il s'agit de la section remplie au moins une fois par an lors d'un épisode de crue provoquant un charriage de fond ; l'aspect de la végétation des berges est le principal critère de délimitation de ce niveau.
3. La section du lit rempli à pleins bords ("bankfull channel") : il s'agit de la section délimitée par la totalité des berges ; la fréquence de l'écoulement correspondant est pluri-annuelle (fréquence de cyclone ou de dépression tropicale forte).

Trois critères sédimentologiques ont en outre été pris en considération, certains de manière qualitative :

- la granulométrie des sédiments des berges,
- la granulométrie du matériel du fond du lit actif,
- et le degré de stabilité des berges.

La présence dans le segment de lit modifié de matériaux originaires des secteurs miniers, notamment de garniérite (silicate de nickel), généralement introuvables dans les conditions naturelles, a également été relevée. Cependant, dans l'optique de ce travail, ces critères ont été considérés indépendamment des critères morphométriques, bien qu'ils confortent la distinction établie a priori de deux types de lits fluviaux.

23 stations d'observation, échelonnées plus ou moins régulièrement sur 33 km, ont été sélectionnées. Pour évaluer l'écoulement, le débit instantané a été calculé à partir de la surface mouillée et de la vitesse mesurée en surface (10 stations) ou interpolé à partir de la corrélation statistique ($r^2 = 0,69$), entre la distance à la source et le débit calculé selon la méthode précitée (8 stations).

III. LES RESULTATS

Trois tronçons de lit fluvial ont été distingués d'amont en aval du cours principal de la Népoui, en fonction de l'origine et des dimensions de la charge solide :

- un tronçon à charge "naturelle", long de 12 km ; conventionnellement, son point de départ a été fixé sur le flanc nord du massif de Boulinda, au voisinage de la cote IGN 1021. Il regroupe les points d'observation n° 1 à 10.
- un tronçon à charge d'origine minière dominée par des matériaux transportés au contact du fond (km 12-27 ; points d'observation n° 11 à 19).
- un tronçon à charge d'origine minière dominée par des matériaux transportés en suspension (km 27-33 ; points d'observation n° 20 à 23).

1. Le matériel du fond du lit

Le matériel du fond du lit des deux premiers tronçons est constitué principalement par des galets (5-20 cm) et des graviers (0,5-5 cm). Dans la charge considérée comme naturelle, les blocs (>20 cm) sont aussi relativement nombreux. Ils proviennent du remaniement sur de courtes distances d'accumulations anciennes.

Sur le deuxième tronçon, on note la présence, dans la classe des graviers, de débris anguleux de minerai garniéritique et de cuirasse massive. Dans le bassin de la Népoui, ces éléments sont d'excellents traceurs des matériaux de décharges minières. En revanche, les sables arrondis provenant de cuirasses pisolithiques - que l'on trouve tout le long du cours principal - sont parfaitement ubiquistes. Sur le deuxième tronçon, on trouve également des sables (50-5000 μ) de diverse nature et des fines (<50 μ) en placages bien individualisés.

On observe un amenuisement du matériel d'amont en aval. A l'embouchure, la charge du cours principal ne comprend plus que des fines et des sables. La présence systématique de fines tout le long du deuxième tronçon indique que ce matériel (altérites hydroxy-ferrugineuses) n'est pas un bon critère de classement granulométrique ; il peut être mobilisé pour des débits de crue relativement faibles. En aval, il se dépose pour partie dans le lit d'inondation de la plaine de Népoui ; l'autre partie est emportée jusqu'à l'embouchure, où elle provoque l'engraissement des bancs de vase à l'avant du delta.

2. Les berges

Sur le premier et le troisième tronçons, le matériel des berges et le matériel déposé dans le lit sont de granulométries identiques. Par contre, sur le deuxième tronçon, on note une discordance granulométrique : alors que les éléments grossiers prédominent dans le lit, le matériel des berges est à dominante sableuse. Ajoutée à la présence de traceurs pétrographiques dans le fond du lit, cette discordance renforce la différenciation des secteurs fluviaux établie a priori. Un critère morphologique conforte également cette différenciation : le degré de stabilité des berges.

Sur les 8 stations d'observation qui jalonnent le deuxième tronçon, l'érosion des berges est forte ou sensible. Sur le premier tronçon, 4 stations sur 5 indiquent une absence d'érosion, une seule une érosion faible. Sur le troisième tronçon, une station indique une érosion sensible, les deux autres une érosion faible ou nulle.

3. Géométrie du lit

LEOPOLD et MADDOCK (1953) ont mis en évidence les relations entre le débit liquide (Q), considéré comme une variable indépendante, les dimensions du lit (largeur w , profondeur moyenne d) et la vitesse moyenne de l'écoulement (v) :

$$Q = w \times d \times v$$

w , d et v sont des variables dépendantes du débit :

$$w = aQ^b$$

$$d = cQ^f$$

$$v = kQ^m$$

Pour ces fonctions : le produit des coefficients ($a \times c \times k$) = 1
et la somme des exposants ($b + f + m$) = 1

Pour la situation de basses eaux de février 1984, on obtient les relations suivantes (fig. 2) :

$$\begin{array}{ll} w = 8,24 Q^{0,79} & (\text{avec } r = 0,92) \\ d = 0,30 Q^{-0,09} & (\text{avec } r = -0,28) \\ v = 0,41 Q^{0,30} & (\text{avec } r = 0,58) \end{array}$$

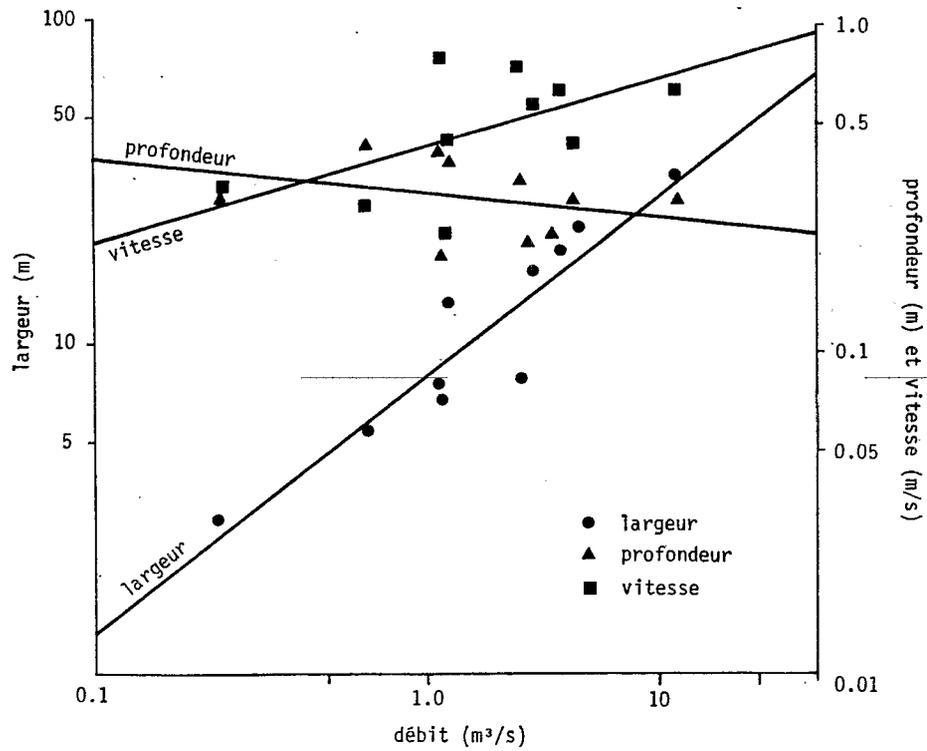


Fig.2 VARIATIONS DE LA LARGEUR, DE LA PROFONDEUR ET DE LA VITESSE DANS LA SECTION MOUILLÉE PAR RAPPORT AU DÉBIT OBSERVÉ (EN BASSES EAUX)

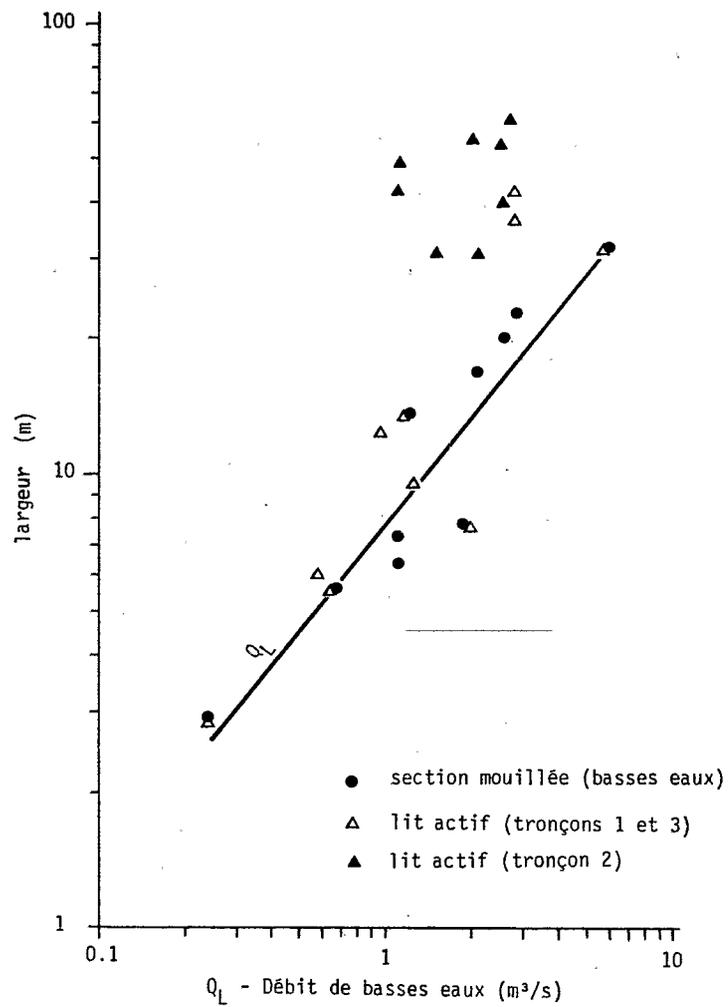


Fig.3 VARIATION DE LA LARGEUR DU LIT EN FONCTION DU DÉBIT OBSERVÉ (EN BASSES EAUX)

Les valeurs des coefficients et des exposants des variables dépendantes ont été calculées par ajustement selon la méthode des moindres carrés. Le produit des coefficients et la somme des exposants correspondent aux valeurs théoriques :

$$a \times c \times k = 1,01$$

$$b + f + m = 1,0$$

Ces valeurs ont été comparées aux résultats acquis sur des cours d'eau d'autres régions du globe ou obtenus à partir de modèles théoriques (tab. 1).

En ce qui concerne la Népoui, la relation entre le débit et la vitesse est dans la fourchette des valeurs obtenues dans l'ensemble des cours d'eau. En revanche, les valeurs des relations avec les dimensions du lit s'éloignent considérablement des termes de comparaison :

- la profondeur moyenne diminue légèrement avec le débit ;
- l'augmentation de la largeur est la plus importante de la série considérée.

Les valeurs très inhabituelles des relations avec la profondeur et la largeur peuvent s'expliquer de plusieurs façons :

- par un accroissement de la charge solide, et en particulier des charriages de fond. PARKER (1979) montre, par exemple, que pour un débit donné, un accroissement de 30 % de la charge en graviers entraîne une diminution de 25 % de la profondeur au centre de la section et une augmentation de 40 % de la largeur ;
- par des différences de comportement des berges : l'élargissement observé sur certaines stations de la moyenne Népoui pourrait être en partie lié à l'instabilité des berges, favorisée elle-même par une granulométrie particulière du matériel (berges sableuses) ;
- par le rôle du relief : l'érosion latérale est élevée sur le tronçon de lit encaissé dans la vallée alluviale ; ; elle est faible ou nulle dans la plaine côtière.

Pour déterminer, parmi ces facteurs, celui qui est le plus influent, la prise en compte de la section mouillée du moment ne suffit pas. Il est nécessaire de prendre en considération d'autres niveaux du lit ordinaire, et en particulier le lit actif.

Tableau 1 : Relations géométriques en lit ordinaire pour divers cours d'eau

	b	f	m	Q
U.S.A. - Middle West (Leopold et Maddock, 1953)	0,50	0,40	0,10	Q m
U.S.A. - Appalaches (Brush, 1961)	0,55	0,36	0,09	Q 2,33
Grande Bretagne - Cheshire (Knighton, 1974)	0,46	0,16	0,38	Q 50
idem	0,54	0,23	0,23	Q 15
idem	0,61	0,31	0,08	Q 2
Nouvelle-Zélande - Mangawhara River (Bennet et Selby, 1977)	0,53	0,02	0,41	Q L
Nouvelle-Calédonie - Népoui (cette étude)	0,79	0,09	0,30	Q L
Modèle théorique - avec conservation de la masse (Smith, 1974)	0,60	0,30	0,10	-
Modèle théorique - à énergie minimale avec graviers (Chang, 1980)	0,47	0,42	0,11	-

- Q m : débit moyen annuel (module)
 Q 2,33 : débit de crue de fréquence annuelle moyenne
 Q 50, Q 15, Q 2 : débit de fréquence égale ou supérieure à 50 %, 15 % et 2 %
 Q L : débit en période de basses eaux

La figure n° 3 représente les relations entre le débit de la période de basses eaux de février 1984 et, d'autre part, la largeur de la section mouillée et celle du lit actif. Le lit actif du tronçon de cours d'eau chargé en éléments grossiers d'origine minière (notamment en graviers de garniérite) a été distingué du lit actif du tronçon situé en amont de celui-ci (charge solide "naturelle") et du tronçon situé en aval (charge à éléments fins dominants).

Il ressort que, de part et d'autre du tronçon riche en matériaux grossiers d'origine minière, l'écoulement correspondant au remplissage du lit actif n'entraîne pas un accroissement anormal de la largeur de la section. Mais il est vraisemblable aussi que l'élargissement exceptionnel du lit à éléments grossiers d'origine minière est lié, pour l'essentiel, à des crues plus importantes que celles qui, une ou plusieurs fois par an, façonnent le lit actif.

Le rapport largeur/profondeur du lit actif et du lit rempli à pleins bords a également été examiné. Pour PICKUP (1976), il existe une valeur optimale de ce rapport, telle que, pour un débit donné, la capacité de transport de la charge de fond est maximale.

La figure n° 4 montre la variation longitudinale du rapport largeur/profondeur du lit actif. Sur le tronçon supérieur, le rapport varie entre 8,9 et 36,6. Les valeurs atteintes sur le tronçon inférieur (de 27,5 à 38) se rapprochent des valeurs du tronçon supérieur. Sur le tronçon intermédiaire, les valeurs, comprises entre 58 et 102, sont en moyenne deux fois supérieures à celles des autres tronçons.

On peut en conclure que l'augmentation des charriages de fond est bien le facteur qui contrôle la variation des dimensions du lit. Les berges et les différences de contexte entre la vallée et la plaine, ne jouent vraisemblablement qu'un rôle secondaire.

CONCLUSIONS

Des critères morphométriques et sédimentologiques permettent de différencier trois types de lit fluvial, d'amont en aval du cours principal de la Népoui :

- un lit stable, à charge solide naturelle ;
- un lit instable, à charge d'origine minière, dominée par des éléments grossiers peu ou pas émoussés, transportés au contact du fond ;
- un lit à érosion latérale faible ou nulle, à charge solide dominée par des éléments fins, déplacés pour la plupart en suspension.

Sur le tronçon où prédominent les éléments grossiers d'origine minière, la granulométrie du matériel du fond du lit tranche par rapport à celle du matériel des berges. On y relève la présence de matériaux en provenance de mines de nickel exploitées au cours de la décennie passée : graviers de garnièrite et débris de cuirasse massive en sont les indicateurs.

L'instabilité se traduit par l'érosion des berges et l'élargissement démesuré du lit ordinaire. Quelques cas de redressement naturel du lit et d'autres d'anastomose ont également été observés sur ce tronçon.

Des crues de fréquence rare ou à période de retour pour le moins inférieure à l'année - liées au passage de cyclones tropicaux - sont à l'origine des changements d'aspect du lit. Mais leur impact se limite pour le moment au tronçon à sédiments d'origine minière transportés sur le fond. Les matériaux transportés en suspension ne modifient pas (encore ?) la géométrie du lit de manière significative. En revanche, leur rôle dans la progression du littoral est primordial (BIRD et al., 1984).

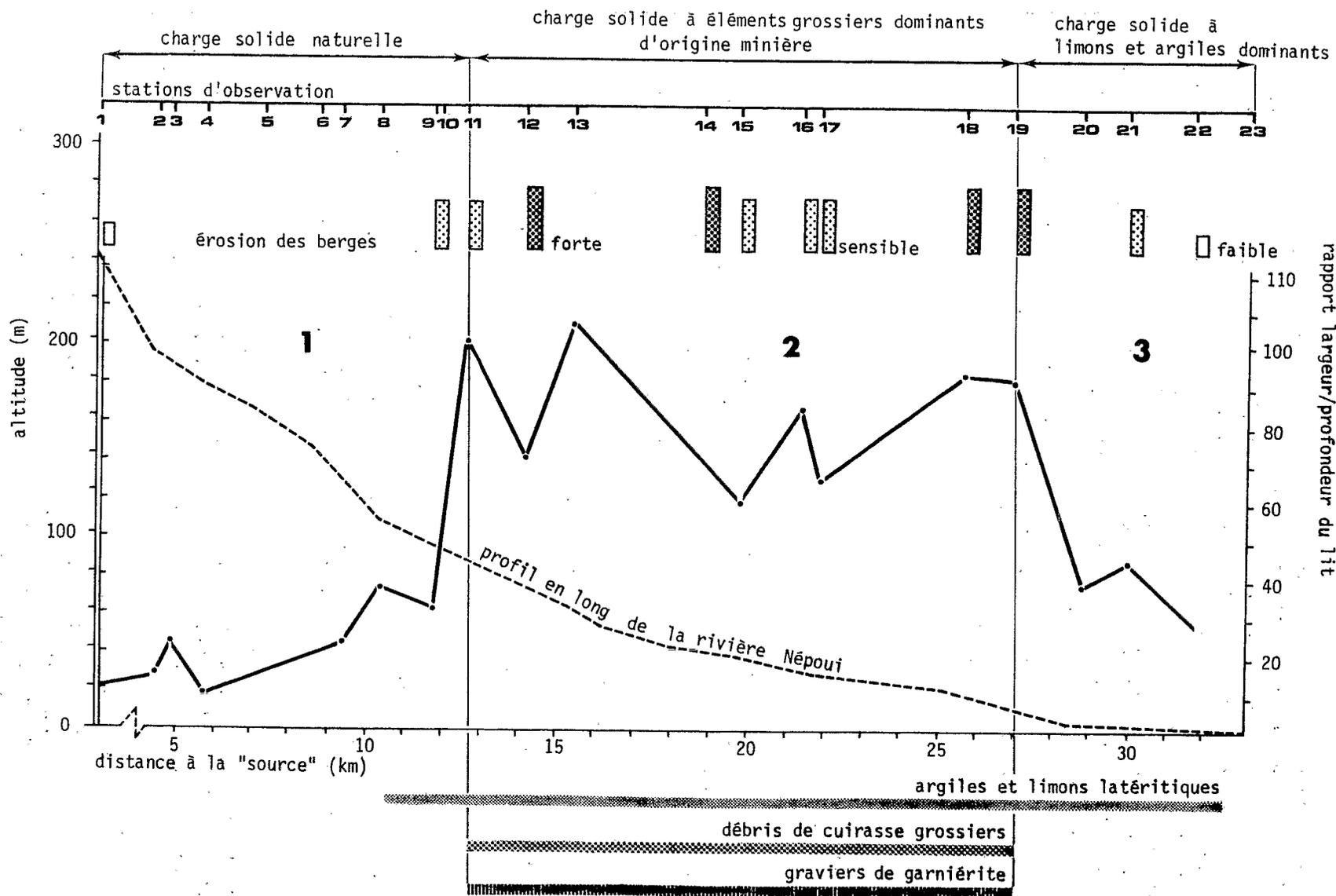


Fig4 VARIATION LONGITUDINALE DU RAPPORT LARGEUR / PROFONDEUR DU LIT ACTIF

Les résultats de ce travail corroborent les conclusions d'un certain nombre d'études de la réaction des cours d'eau face aux activités minières et aux modifications de granulométrie et de volume de la charge solide.

Dans le cas de la Népoui, on observe un accroissement exceptionnel de la largeur du lit à pleins bords, rempli lors des fortes crues cycloniques. Cet accroissement s'inscrit plus généralement dans l'ordre des phénomènes d'augmentation des dimensions du lit provoqués par des exploitations minières à ciel ouvert (TOUYSINHTHIPHONEXAY et GARDNER, 1984).

Les écarts entre les rapports largeur/profondeur des trois tronçons traduisent des différences de matériel déposé sur le fond du lit, ce que PICKUP (1984) a également observé. Le rapport atteint des valeurs particulièrement élevées dans le tronçon où prédominent des charriages de fond d'origine minière. Les déblais miniers grossiers remblaient et consolident d'une certaine manière le fond du lit ; l'énergie du cours d'eau est ainsi affectée en grande partie à l'érosion latérale.

L'ensemble de ces observations conduit à penser que les différences de géométrie du lit, de matériel du fond du lit et d'intensité de l'érosion latérale sont dues effectivement à l'activité minière. En règle générale, celle-ci tend à réduire le temps de concentration des eaux, à augmenter le ruissellement sur les versants et la charge en éléments grossiers des axes de drainage. Dans le cas de la Népoui, les phénomènes les plus marquants sont l'augmentation de l'érosion latérale et l'élargissement du lit ordinaire. Ils ont commencé à se manifester pendant la décennie écoulée et se sont accentués au cours de la décennie actuelle, dans le prolongement presque immédiat des extractions ; le rôle des crues provoquées par le passage des cyclones Alison en 1975 et Gyan en 1981 a vraisemblablement été déterminant dans leur déclenchement. La fréquence du risque cyclonique est telle, en Nouvelle-Calédonie, qu'elle pose d'ores et déjà la question de l'évolution de ces phénomènes à plus long terme.

BIBLIOGRAPHIE

Atlas de la Nouvelle-Calédonie - 1981. ORSTOM, Paris. 53 planches et notices expl.

BENNETT (J.R.), SELBY (M.J.) - 1977. Induced channel instability and hydraulic geometry of the Mangawhara Stream, New Zealand. *Journal of Hydrology (New Zealand)*, 16 (2), pp. 134-147.

BIRD (E.C.F.), DUBOIS (J.P.), ILTIS (J.) - 1984. The impacts of opencast mining on the rivers and coasts of New Caledonia. United Nations University, NRTS-25/UNUP-505, 53 p., 21 fig., 30 ph., 3 tabl., Tokyo, Japon.

BRUSH (L.M.) - 1961. Drainage basins, channels and flow characteristics of selected streams in central Pennsylvania. United States Geological Survey, Professional Paper, 282 F, pp. 145-181.

CHANG (H.H.) - 1980. Geometry of gravel streams. Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 106 (HY 9), pp. 1443-1456.

ILTIS (J.) - 1986. Pluies cycloniques et interventions anthropiques en milieu tropical insulaire. L'érosion des décharges minières en Nouvelle-Calédonie. Colloque Climats et risques naturels, Ass. Franç. de Géogr. Phys., C.N.R.S., Paris.

KNIGHTON (A.D.) - 1972. Variation in width-discharge relation and some implications for hydraulic geometry. Bulletin of the Geological Society of America, 85, pp. 1069-1076.

LEOPOLD (L.B.), MADDOCK (T.) - 1953. The hydraulic geometry of stream channels and some physiographic implications. United States Geological Survey, Professional Paper, 252.

PARKER (G.) - 1979. Hydraulic geometry of active gravel rivers. Journal of the Hydraulics Division, American Society of Civil Engineers, 105 (HY 10), pp. 1185-1201.

PETTS (G.), FOSTER (I.) - 1985. Rivers and Landscape. Edward Arnold.

PICKUP (G.) - 1976. Adjustment of stream-channel shape to hydrologic regime. Journal of Hydrology, 30, pp. 365-373.

PICKUP (G.) - 1984. Geomorphology of tropical rivers II. Channel adjustment to sediment load and discharge in the Fly and Lower Purari, Papua New Guinea. In : Channel processes - Water, Sediment Catchment Controls. Catena, Supplément 5, pp. 19-41.

SCHUMM (S.A.) - 1971. Fluvial geomorphology : channel adjustment and river metamorphosis. In : River Mechanics, H.W. Shen Water Resources.

SMITH (T.R.) - 1974. A derivation of the hydraulic geometry of steady-state channels from conservation principles and sediment transport laws. Journal of Geology, 82, pp. 98-104.

TOUYSINHTHIPHONEXAY (K.C.N.), GARDNER (T.W.) - 1984. Threshold response of small streams to surface coal mining, bituminous coal fields, central Pennsylvania. Earth Surface Processes and Landforms, 9, pp. 43-58.