

UNIVERSITATEA „AL. I. CUZA” IAȘI
Facultatea de biologie-geografie-geologie
Catedra de geografie

LUCRĂRILE
Seminarului geografic
„Dimitrie Cantemir”

Nr. 2 — 1981



IAȘI — 1982

ELEMENTE NOI PENTRU INDIVIDUALIZAREA CICLURILOR
DEGRADARE-AGRADARE IN DINAMICA ALBIILOR DE RIU
DE
IONITA ICHIM ȘI MARIA RADOANE

1. Premize de abordare

Introducerea conceptului de „grade” sau „echilibru dinamic” (G.K.Gilbert, 1880) și a primului model de albie stabilă (R.G.Kennedy, 1895) au marcat, după părerea noastră, primele încercări de interpretare a albiilor de riu ca sisteme de evoluție deschise cu ajustare (autoreglare). De atunci și până în prezent s-au făcut progrese deosebite, demonstrându-se fără echivoc această concluzie. Mai mult, s-au determinat până la 9 grade de libertate a albiilor, respectiv, cel puțin 9 variabile dependente au posibilitatea să se ajusteze la restricțiile impuse sistemului de variabile independente. Cu aceasta s-a fundamentat o nouă categorie de determinante în dinamica albiilor, și anume, cauzalitatea mutuală, concretizată prin mecanismul feedback-ului, ce acționează atât spre amonte cât și spre aval. Faptul că fiecare grad de libertate este guvernat de o ecuație a procesului, iar soluționarea lor simultană dă imaginea cea mai apropiată de realitate a variației geometriei hidraulice (R.Hey, 1978) sînt concludente.

Definirea albiei ca „sistem deschis cu ajustare” și corolarul „cauzalitate mutuală” motivează, într-un fel, diferențele de abordare a studiului albiilor, între cercetarea de inginerie și cea geomorfologică, diferențe pe care J.H.Zackin (1948) le-a sesizat într-un alt mod, considerînd, însă, că între ele se poate realiza o „punte de legătură” (p. 465). Am menționat aceasta pentru că implică multe aspecte care se răsfrîng, inclusiv asupra modului de evaluare a tendințelor de evoluție în

timp scurt și în timp lung, a ciclurilor de curățire-colmatare și degradare-agradare ale albiilor.

Pentru cercetarea inginerască, realitatea fenomenelor de ajustare a canalizat preocupările pentru găsirea condițiilor de stabilitate a albiilor sau posibilitatea dirijării spre o stabilitate dinamică. De aceea și interesul pentru comportarea albiei în timp scurt. Cel de-al doilea aspect, cauzalitatea mutuală, a limitat cercetările acestei direcții la descifrarea relațiilor care au loc între diferitele variabile, în raport de restricțiile materializate în albie de către variabilele independente, ca de exemplu, scurgerea, cu cele două faze : lichidă și solidă, granulometria depozitelor din patul albiei și meluri. O asemenea abordare este, fără îndoială, obiectivă de sarcinile exprese ale ingineriei, respectiv, găsirea albiilor stabile sau a condițiilor de stabilitate în raport cu tipul de amenajare.

Pentru cercetarea geomorfologică, fenomenul de ajustare a albiei înseamnă răspunsul acesteia la nivelul variației geometriei hidraulice, la acțiunea factorilor intrinseci, care sînt, de fapt, generatori ai principiilor praguri dinamice, în cazul de față, praguri intrinsece. În această abordare interesul este nu de a cunoaște cum se comportă albia, de exemplu, la un anumit debit, ci de a stabili relațiile de cauzalitate la nivelul distribuției în timp a evenimentelor la o scară mai mare. Cauzalitatea mutuală pentru geomorfologi înseamnă că influența factorilor de control, structurați în cascade depozitelor și a energiei, odată transmisă în secțiunea de rîu, este implicată în procesul de ajustare. Astfel, reconstituirea acestei cascade trebuie să urmeze „drumul invers” al producerii ei. Iar aceasta nu ca o simplă constatare, ci ca o evaluare a relațiilor de cauză-efect, din aproape în aproape.

Rămînînd la preocupările de geomorfologie, referitor la interpretarea albiei ca „sistem deschis” mai facem remarcă unui aspect asupra cărui, cel puțin în ultimii 20 de ani, respectiv de la apariția lucrărilor lui J.T.Hack (1960) și R.Chorley (1962)

²Concluziile principale ale cercetărilor noastre au fost prezentate la Sesiunea lucrărilor „Comisiei de cercetări geomorfologice experimentale în teren” a U.I.G. din 10-24 august 1961, Exeter, Anglia.

constituie principalul subiect de dispută în gîndirea geomorfologică. Pe de o parte este demonstrat, pe deplin, că „albiile ca sisteme de evoluție cu ajustare tind spre echilibru”; pe de altă parte, detașarea unor etape marcate fie prin succesiuni de forme (de exemplu, terase) sau depozite demonstrează că tendința spre echilibru dinamic nu are continuitate. Disputa se cheamă : „echilibru sau evoluție în dinamica albiilor?” Or cu discuția pe care o propunem ne angajăm vrînd-nevrînd, în același context. De aceea, considerăm necesare cîteva exemple.

2. Exemple. Posibilități și incertitudini de prognoză.

C.Diaconu și colab.(1962), pe baza analizei nivelelor minime pe o perioadă de 30-40 ani la 93 de posturi hidrometrice, au identificat faze de coborîre și de supraînălțare a patului albiei, cu alte cuvinte, faze de așdare și degradare. Concluziile, arată autorii, au „caracter aproximativ”(p.56) și strag atenția asupra sarcinii de a „adînci cunoașterea stabilității albiilor” (p. 63). Cu toate acestea, lucrarea citată reprezintă prima încercare de identificare, la scara întregului teritoriu al țării, a tendințelor de evoluție a albiilor în timp lung.

Diana Rogea - Urziceanu (1971) prezintă variația altitudinii patului albiilor la cîteva rîuri, ilustrînd clar alternanța unor faze de dominare a adîncirii cu faze de supraînălțare. Apoi, într-o lucrare din 1973, aceeași autoare ne face cunoscută constatarea că la apele mari din mai-iunie 1974 „în albiile minore s-au produs eroziuni puternice pe toată lungimea rîurilor” (p. 194) mai puțin în apropierea izvoarelor. Deci este vorba de o simultaneitate a proceselor pe cea mai mare parte a profilelor de rîu. Alte aspecte ce decurg din acest exemplu le-am discutat cu altă ocazie (I. Ichim, Maria Rădoane, 1981).

Maria Pentazică (1974) a constatat perioade de colmatare a unor albiile de rîu din Cîmpia Moldovei. I. Ichim, Maria Rădoane (1960, 1981), Maria Rădoane și colab. (1979) remarcă pentru cîteva secțiuni de albiile de pe rîurile Brlad, Moldova, Bistrița, Jijia, alternanța unor faze de așdare-degradare, propunînd o explicație pe baza bilanțului morfogenetic și a utilizării ecuațiilor de regim :

- în aceeași secțiune de rîu, în condițiile exemplificate, alternează cicluri de degradare și așdare cu durate

medii de 9 - 11 ani fiecare; acestea se produc, mai mult sau mai puțin simultan, pe toate rîurile analizate, deși sînt în condiții diferite de regim al scurgerii, generate de factorul climatic tipic zonei temperate.

- Ciclicitatea pe termen lung a dinamicii albiilor exprimă aproape fidel ciclicitatea scurgerii lichide în regimul multianual, care la rîndul ei este efectul climatului. Ne aflăm, prin urmare, în domeniul tipic de morfologie climatică.

Toate aceste exemple acoperă un interval mai mic de 40 de ani și evidențiază realitatea fenomenului, dar asupra explicației lui nu s-au făcut progrese notabile. S-a plecat, de regulă, de la efectul pe care îl au apele mari, or, aceasta este valabil în cazul explicării alternanței fazelor curățire-colmatare în timpi scurți.

Să continuăm, însă, cu alte cîteva exemple care arată schimbări ale tendințelor albiilor într-un interval de peste 100 de ani.

Dunărea, pe brațul Suline, de la începerea amenajării acestuia (1860) și pînă în prezent, a manifestat o tendință generală de adîncire, cu un ritm anual de cca. 8,5 m (C.Bondar, A.Papadopol, 1973), deși patul albiei se află cu mult sub nivelul de bază(!). În cazul acesta intervenția antropică a fost hotărîtoare și nici în prezent nu s-a consumat așa-numitul „timp de influență antropică în morfogeneză” (I.Ichim, Maria Rădoane, 1980).

Rîul Cimeron (Kansas, S.U.A.), în urma unei viituri care a avut loc în 1874, a continuat să-și lărgească albia gradat, dar după o viitură din 1914 lărgirea s-a accentuat, ajungînd în 1942 în medie de 24 de ori mai largă decît în 1874. La o viitură din 1942 sensul evoluției s-a schimbat și rîul a început din nou să-și construiască albie majoră, distrusă înainte prin eroziune, astfel că în 1954, îngustarea albiei minore reprezintă de 10 ori pe cea din 1874 (S.A.Schumm, R.W. Lichty, 1963).

Rîul Gila, de asemenea din S.U.A. (Arizona), din 1875 a început să-și lărgească albia, dublîndu-și-o în 1903, iar între 1905-1917 lărgirea a ajuns la de cca 15 ori față de cea din 1875, pentru ca între 1917-1970 să revină aproape de situația din 1875 (D.E.Burkham, 1972).

Așadar, în cazul canalului Sulina explicația tendinței de evoluție pare mai clară, și anume, modificarea făcută de om unor elemente de geometrie hidraulică a impus ajustarea celorlalte la mărirea debitului iar fenomenul încă nu s-a oprit; a intrat în așa-numita secvență „timp de atenuare” a influenței antropice (I. Ichim, Maria Rădoșne, 1980).

În cazul celorlalte două exemple, explicația este mai dificilă mai ales că atât fazele de dominare a eroziunii, cât și cele de acumulare au fost determinate de viituri. Nu intrăm în detaliile prezentate de autori, dar este clar că raportul dintre mărirea și frecvența scurgerii râurilor a fost cea care a direcționat procesele iar viiturile nu sînt altceva decît concretizarea efectului pragurilor extrinsece, direcționate de la nivelul regimului unor elemente climatice cu efecte asupra reliefului.

Din suita exemplilor prezentate reținem cîteva concluzii care ne pot conduce la propunerea unei metodologii, și anume : a) ajustarea morfologiei albiei, cel puțin în secțiune transversală, este o realitate care se produce, sînt în timp scurt, dar și într-un timp mai îndelungat la altă scară și în alte condiții; b) succesiunea stărilor de dominantă a unor tendințe este marcată de praguri dinamice, respectiv „momentele” în care au loc alternanțe rapide de schimbări de mari proporții (închiriri și colmatări în succesiune).

3. Variația geometriei hidraulice și prognoze pe termen lung.

Cunoașterea tendințelor pe termen lung în dinamica albiilor a preocupat și preocupă pe mulți specialiști. S-au propus și unele modele dinamice de sistem proces-răspuns, așa cum este cel prezentat de R. Hey (1979). Din păcate, la un moment dat, în dezvoltarea modelului se pierde concretetea exemplilor și „inevitabil” se demonstrează echilibrul dinamic și nu evoluția. În ce ne privește, credem că aplicarea modelelor de geometrie hidraulică propuse de L.B. Leopold și T. Maddock (1953), cu toate amendamentele aduse, în special de către K. Richards (1973), care considera că variația nu este neapărat liniară, cum o prezintă modelul, constituie o bază de lucru și în prognoze pe termen lung. La noi în țară, acest model este folosit în mod curent

in dimensionarea albiilor in scopuri de amenajare (S.Hăncu, 1976; D.Batuca, 1978). Ca punct de plecare, luăm demonstrația făcută de A.D.Knighton (1977). Să reamintim mai întâi că in dinemica unei alpii, debitul este o variabilă independentă funcție de care se ajustează principalele variabile dependente - viteza curgerii (v), lățimea albiei (B) și adâncimea (h) - iar expresia relațiilor dintre variabilele dependente și debit sînt funcții de putere, după cum urmează :

$$B = a Q^b; h = c Q^f; v = k Q^m$$

in care B = lățimea; h = adâncimea și v = viteza curgerii Q = debitul a, c, k = constante, iar b, f, m sînt exponenții hidraulici ai variabilelor dependente, respectiv, ratele schimbării lărgimii, adâncimii și vitezei funcție de debit. In maniera adoptată de L.B.Leopold și T.Maddock (1953), modelul este liniar

$$Q^m \times Q^f \times Q^b \sim Q^1$$

sau

$$m + f + b = 1$$

Pentru a avea certitudinea aplicării corecte a modelului trebuie să ținem cont și de restricția

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

Din metodologia lui A.D.Knighton (1971) reținem, pentru lucrarea noastră, două aspecte :

a) albia trebuie analizată in contextul spațiului euclidian tridimensional, astfel că viteza este cea de a treia dimensiune, încît debitul, ca volum, este egal cu produsul dintre viteză, lățime și adâncime.

$$Q = v \times B \times h$$

b) luarea in considerare a teoriei varianței minime a lui W.B.Langbein (1964), conform căreia ajustarea între variabile exprină tendința de cheltuire minimă de energie și este redată in relația

$$b^2 + f^2 + m^2 \rightarrow \text{minim}$$

Pentru o ușoară rezolvare a formulei vom nota rezultatul acestei expresii cu α . Nu redăm demonstrația lui A.D.Knighton și așa laborioasă, in schimb, atragem atenția asupra a două elemente semnificative pe care le-am avut in atenție pentru scopul propus :

- depărtarea sau apropierea albiilor de condiția de

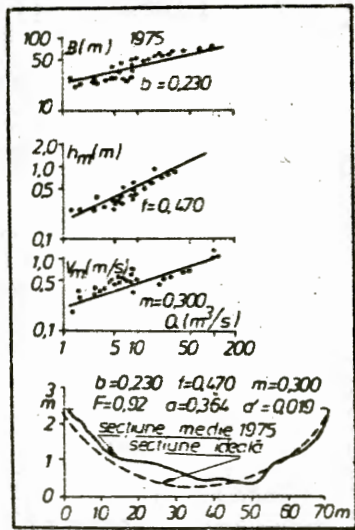
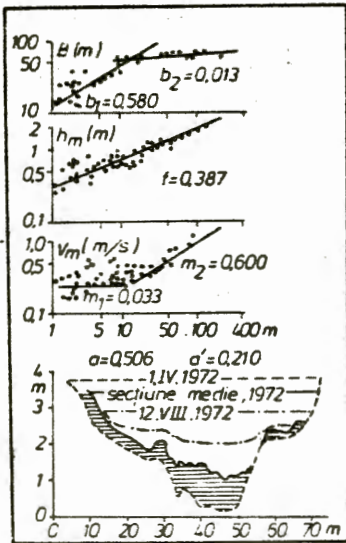


Fig.1 - Principalele elemente ale geometriei hidraulice a rului Birlad (secțiunea Birlad) pentru anul 1972.

Fig.2 - Principalele elemente ale geometriei hidraulice a rului Birlad (secțiunea Birlad) pentru anul 1975.

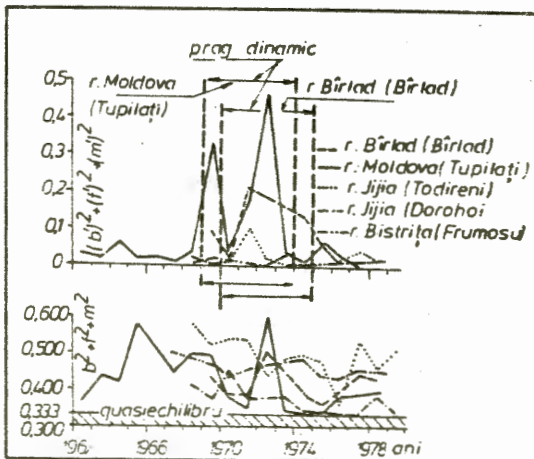


Fig.3 - Cantitatea de schimbare în starea rurilor și tendințe în evoluția albiilor minore.

cvasiechilibru se poate determina cu ajutorul vectorului $\alpha_t = b^2 + f^2 + m^2$ în care b, f și m sînt exponenții debitului în secțiune în timpul t . Cea mai mare valoare a vectorului reprezintă și cea mai mare depărtare de condiția de echilibru;

- cantitatea de schimbare în starea albiilor rîurilor pe timp lung se poate determina cu ajutorul vectorului $\alpha_1 = b_1^2 + f_1^2 + m_1^2$ în care b_1, f_1 și m_1 sînt exponenții debitului în secțiune în t_{i+1} . Cînd vectorul α_1 tinde spre „0” schimbările, practic, nu apar. Aceste elemente exprimă și starea de ajustare a geometriei hidraulice, dar și apariția prăgurilor dinamice.

Volumul de informație analizat de noi reprezintă măsurătorile în 10 secțiuni de albie naturale formate în depozite nisipoase și nisipuri cu pietrișuri ale rîurilor Bîrlad, Moldova, Jijia, Bistrița. Pentru fiecare secțiune am dispus, în medie, de 60-80 măsurători complete pe an asupra adîncimii, lățimii, vitezei, debitului lichid și solid, pantei hidraulice. Potrivit modelului de geometrie hidraulică al lui L.B.Leopold și T.Maddock (1953) și a evaluării vectorilor α și α_1 în ideea lui A.D. Knighton (1977) s-au prelucrat circa 2 000 profile transversale de albie obținute în cele 10 secțiuni pe o perioadă de 10-18 ani. Aceasta a permis să evaluăm și secțiuni transversale medii anuale și multianuale, precum și indicele de formă al albiei.

Pentru a ilustra maniera de lucru care a stat la baza comunicării noastre, redăm variația elementelor geometriei hidraulice într-o secțiune de rîu pentru Bîrlad, în anul 1972, cînd albia traversa o „zonă de prag dinamic” manifestîndu-se cea mai importantă depărtare de starea de echilibru și pentru anul 1975, cînd albia s-a aflat cel mai aproape de starea de echilibru (fig. 1,2).

4. Concluzii

În cazurile analizate de noi, variația geometriei hidraulice în timp lung pune în evidență cicluri de degradare-agradare. În faza ciclurilor de degradare se remarcă o creștere a ritmului de schimbare a adîncimii funcție de debit, simultan cu reducerea ritmului schimbărilor vitezei funcție de debit. Valorile medii ale exponenților sînt : $b = 0,07, f = 0,382, m = 0,547$. În ciclurile de agradare sensul de variație a ritmului schimbării elementelor hidraulice este caracterizat de următoa-

rele valori medii ale exponenților : $b = 0,282, f = 0,433, m = 0,318$.

Variația vectorului α_1 redă sugestiv diferențierile ciclurilor de agradare-degradare caracterizate printr-o cantitate redusă de schimbări (fig.3) separate de o zonă de prag când are loc o cantitate mare de schimbări și ajunge la aproape 0,5 (în secțiunea râului Moldova a fost de 0,472). În cazurile analizate, starea de „prag dinamic” s-a extins pe circa 5 ani (fig.3) și poate fi interpretată ca un prag extrinsec (în sens Schumm, 1977) pentru că este determinată de schimbările majore în regiul multianual al scurgerii, respectiv trecerea de la perioade cu ape mici la perioade cu ape mari.

Variația vectorului α nu evidențiază efectele pragului extrinsec și putem spune că exprimă în toate cazurile, indiferent de faza ciclurilor agradare-degradare, tendința dominantă spre echilibru a albiei (fig.3).

Starea de prag între cele două cicluri nu îndepărtează râul de condiția de echilibru spre care tinde. Aceasta constituie, după opinie noastră, o problemă foarte importantă în definirea timpului geomorfologic, cu deosebire a secvenței numită timp de relaxare a sistemului, pus în legătură cu efectul pragurilor extrinsece. Fenomenul apare ca un paradox al naturii dinamicii albiilor, pentru că pe de o parte, starea de prag concentrează cele mai importante schimbări în morfologie, pe de altă parte, aceste schimbări nu reușesc să îndepărteze albia de la tendința ei spre starea de echilibru. Este un paradox a cărui explicare va aduce elemente noi în contextul „teoriei echilibrului dinamic”, dar va „complica” și mai mult identificarea cauzelor dinamice ale detașării unor stadii de evoluție a reliefului fluvial, ca de exemplu, terasele.

BIBLIOGRAFIE

- Bondar C., A. Papadopol (1973) - Caracteristicile evoluției în timp a albiei canalului Sulina. Studii de hidrologie, vol. XXXVII, p.89-107.
- Burkham D.E. (1972) - Channel changes of the Gila River in Stafford Valley, Arizona, 1846-1970, U.S. Geol. Survey, Prof. Paper 655-G, Washington, p.1-24.
- Chorley R.J. (1962) - Geomorphology and general systems theory, U.S. Geol. Survey Prof. Pap. 500(B).

- Diaconu C., Avadanei A., Ciobanu S., Motea I. (1962) - Despre stabilitatea albiilor rîurilor R.P.R. în ultimii 30-40 ani, Studii de hidrologie, vol. III, București, p. 53-56.
- Heck J.T. (1965) - Geomorphology of the Shenandoah Valley, Virginia and West Virginia and origin of the residual ore deposits, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 484.
- Hey R. (1978) - Determinate hydraulics geometry of river channels, J. of the Hydraulics Div. ASCE vol. 104, HY6 Proc. Paper 13830, p. 869-885.
- Hey R. (1979) - Dynamics process response model of river channel development, E.S.P., 4, 59-72.
- Ichim I., Maria Rădoane (1980) - On the anthropic influence time in morphogenesis with special regard to the problem of channel dynamics, Rev. roum. géol. géoph. géogr., s. de géographie, 24, 35-40.
- Ichim I., Maria Rădoane (1981) - Contribuții la studiul dinamicii albiilor de rîu în perioade de timp scurt și timp îndelungat, Hidrotehnica, 26, 135-138.
- Ichim I., Maria Rădoane (1981) - Recherches en terrain sur la dynamique des lits de rivière à long terme, I.G.U. Commission on Field Experiments in Geomorphology U.K. Meeting august 16-24, 1981.
- Knighton A.D. (1977) - Short term changes in hydraulics geometry, in River Channel Changes, ed. K. Gregory, J. Wiley N.Y. 101-119.
- Leopold L.B., T. Maddock (1953) - The hydraulics geometry of stream channels and some physiographic implications, U.S. Geol. Surv. Prof. Paper, 252.
- Lengbein W.B. (1964) - Geometry of river channels, J. Hydraulics Div. A. Soc. Civ. Engr. 90, 301-313.
- Pantazică M. (1974) - Hidrografia Cîmpiei Moldovei, Ed. Junimea 317 p.
- Rădoane M., Amăriucăi M., Ichim I. (1979) - Probleme ale dinamicii albiilor unor rîuri din bazinul hidrografic Siret, Studii de hidrologie (sub tipar).
- Richards K.S. (1973) - Hydraulics geometry and channel roughness - a non linear system, Amer. J. Sci. 273, 877-896.
- Schumm S.A. (1977) - The fluvial system, J. Wiley, N.Y. 338 p.
- Schumm S.A., Lichty R.W. (1963) - Channel widening and floods plains construction along Cimeron River in Southern Kansas, Geol. Surv. Prof. Paper 352-D Washington, p. 71-88.
- Urziceanu-Roșca Diana (1971) - Unele rezultate ale cercetării privind evoluția albiilor rîurilor în funcție de regiunea hidrologică și caracteristicile hidraulice, Hidrotehnica, 5, 260-265.
- Urziceanu-Roșca Diana (1973) - Aspecte metodice privind dinamica albiilor, Studii de hidrologie, XXXVIII? IMH? 183-205.

NOUVEAUX ÉLÉMENTS POUR L'IDENTIFICATION DES CYCLES DE
DEGRADATION-AGGRADATION DANS LA DYNAMIQUE DES LITS
MINEURS
(Résumé)

Le lit d'une rivière est un système ouverte à réglage automatique. Pour de longues périodes de temps la connaissance des tendances de changement morphologique peut être fait avec de bons résultats par l'évolution du bilan morphogénétique (I. Ichim, Marie Rădoane, 1981). Dans cet article nous avons soumis en discussion une autre possibilité : l'utilisation du modèle de géométrie hydraulique et de la théorie de variance minime. Ils ont été analysée presque 2000 profils transverseaux de lit obtenus dans 10 sections durant une période de 10-18 ans. Voici les principales conclusions :

- La variation de géométrie hydraulique à long terme met en évidence des cycles de dégradation-aggradation. D'autre part, la variation du vecteur $\vec{V}_1(b_1^2 + f_1^2 + m_1^2)$ exprime suggestivement les distinctions des cycles d'aggradation-dégradation caractérisées par une quantité réduite de changements, séparés d'une zone de seuil quand il a lieu une grande quantité de changements. Dans les cas étudiés l'état de seuil dynamique s'est étendu sur une période d'approximativement 5 ans (fig.3).

ILLUSTRATIONS

Fig.1 - Les principaux éléments de géométrie hydraulique du rivière Birlad (section Birlad) pour l'année 1972.

Fig.2 - Les principaux éléments de géométrie hydraulique du rivière Birlad (section Birlad) pour l'année 1975.

Fig.3 - Quantité d'échangement dans l'état des rivières et tendances dans l'évolution des lits mineurs.