

CITEVA APRECIERI ASUPRA CHIMISMULUI ȘI CALITĂȚII APEI RÎURILOR DIN BANAT

VALER TRUFAȘ, CONSTANTIN MARIN

QUELQUES APPRÉCIATIONS SUR LE CHIMISME ET LA QUALITÉ DES EAUX DES RIVIÈRES DU BANAT. Les ions qui participent à la formation de la composition chimique de l'eau des rivières du Banat sont en rapport de proportionnalité avec la minéralisation. Leur contenu est en relation avec une série de facteurs naturels (roche, sol, régime hydrologique, etc.) et artificiels (eaux usées), dont les valeurs se différencient dans le cadre des bassins hydrographiques. Les débits d'eau qui modifient les rapports de dilution ont une influence considérable mais sans produire des modifications importantes dans les rapports des ions (le caractère bicarbonato-calcique étant ainsi maintenu). On apprécie que l'altitude moyenne des bassins hydrographiques constitue — pour la zone du Banat — le paramètre morphométrique qui démontre la disposition altimétrique des caractéristiques hydro-chimiques et facilite des généralisations territoriales aussi bien pour la minéralisation ou le contenu de chaque élément, que pour débits ioniques spécifiques.

Compoziția chimică și calitatea apei râurilor din Banat sînt expresia condițiilor naturale și antropice specifice propriilor bazine hidrografice, la care se adaugă procesele ce au loc în albie (amestec, interreacții, autoepurare etc.). Aprecierea acestora s-a realizat pe baza unui număr de 183 analize (din 16 secțiuni hidrometrice) selecționate, în urma verificării (și corectării unor valori) prin metodele utilizate în mod curent în practica lucrărilor de hidrochimie. Repartiția lor numerică pe secțiunile de recoltare nu este uniformă, variînd între 2 (la Lunca pe Bega) și 28 (la Pecinișca pe Cerna).

Mineralizarea și compoziția ionică. Analizele existente demonstrează că mineralizările, rezultate din suma ionilor, sînt cuprinse între 75,9 mg/l (Timiș—Teregova) și 1312,7 mg/l (Aranca—Vălceni), dar cu excepția râurilor Aranca, Bega și Caraș, pe celelalte apar destul de rar concentrații de peste 400 mg/l (fig. 1).

Ca o consecință directă a ecartului mic de variație al mineralizărilor, compoziția chimică a apei râurilor din Banat este destul de omogenă, fapt ce rezultă și din legăturile grafice stabilite pentru fiecare rîu în parte, între suma ionilor (Σi mg/l) și conținutul absolut al fiecăruia din ionii principali prezenți, în apă (fig. 2); diferențierile care totuși apar sînt generate adesea de influențele antropice.

Din analiza acestor corelații, ca și din analiza graficelor triunghiulare (fig. 3) se constată că bicarbonatul este anionul predominant și, în valoare absolută, prezintă o creștere puternică, direct proporțională cu mineralizarea. Cantitatea maximă întîlnită în apele mai slab mineralizate este de 4,50 me/l, pe cînd la râurile cu mineralizare mare atinge 12,3 me/l. Conținutul relativ de HCO_3^- este foarte mare, în medie cuprins între 35 și 42%, va-

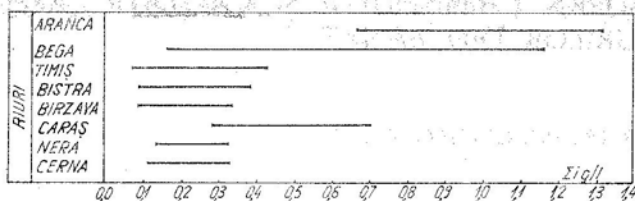


Fig. 1. — Amplitudinea mineralizării apei râurilor din Banat.
— L'amplitude de la minéralisation de l'eau des rivières du Banat.

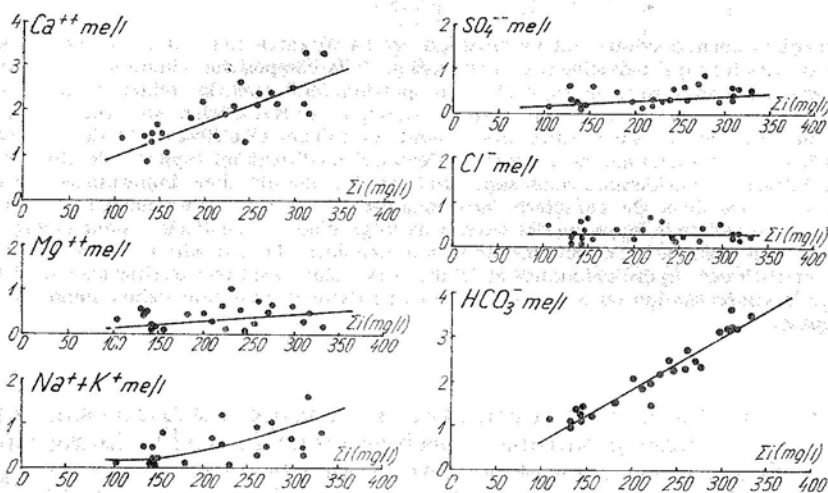


Fig. 2. — Variația în funcție de mineralizare (Σi mg/l) a conținutului (me/l) principalilor ioni din apa râurilor Nera și Cerna.
— La variation du contenu des ions principaux (meq/l) de l'eau des rivières Nera et Cerna en fonction de la minéralisation (Σi mg/l).

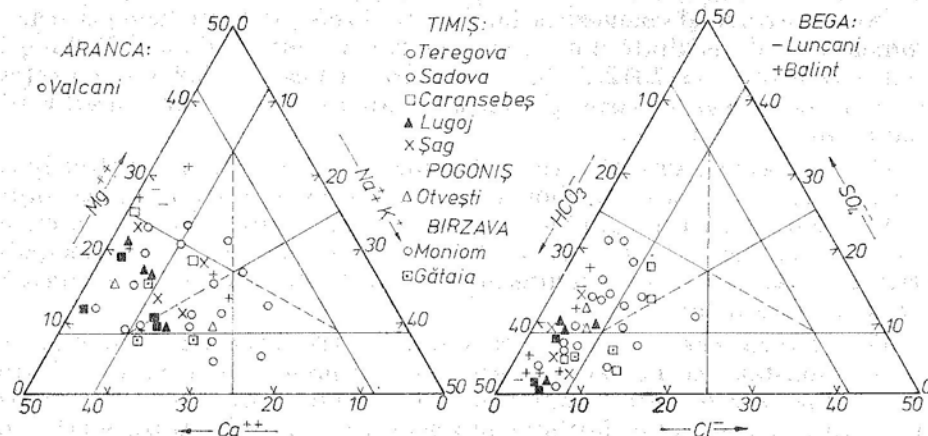


Fig. 3. — Compoziția cationică și anionică a apei râurilor Aranca, Bega, Timiș, Pogoniș și Bîrzava (împărțirea interioară a triunghiurilor după N. Florea)
— La composition cationique et anionique de l'eau des rivières Aranca, Bega, Timiș, Pogoniș et Bîrzava (la division intérieure des triangles selon N. Florea).

lorile maxime de 44–45% întâlnindu-se la apele cu mineralizări crescute (Bega, Aranca).

Anionul sulfat este, după bicarbonic, al doilea ca importanță. Conținutul absolut variază între 0,2 me/l și aproape 2,00 me/l pentru apele cu mineralizări scăzute și cu totul excepțional atinge 5,00 me/l la apele cu mineralizare mai mare. Creșterea sa funcție de mineralizare este evidentă dar mult mai slabă față de cea a ionului bicarbonic. Conținuturile relative medii ale sulfatului sînt situate între 5 și 8% și nu se observă o corelație directă între ele și mineralizarea apei.

Conținuturile absolute ale anionului clor sînt mai mici decît ale precedentilor, pentru apele slab mineralizate atingînd cel mult 1,5 me/l; doar la apele cu mineralizări mai importante atinge 8–9 me/l. Cantitatea de clor din apă crește foarte puțin o dată cu creșterea mineralizării. Ponderea anionului clor este mai mică — media situîndu-se în jur de 5% me — și cu toate că în apele cu mineralizări în jur de 1000 mg/l se găsește mai mult clor decît la cele cu mineralizări de sub 400 mg/l, totuși conținuturile relative scad în jur de 2–3%.

Conținuturile absolute de ioni calciu cresc puternic funcție de mineralizare și pot ajunge la 7 me/l. Conținuturile relative sînt mari, dar, de regulă, inferioare față de cele ale bicarbonicului, majoritatea valorilor fiind cuprinse între 20 și 35%. În general se poate observa o ușoară tendință de scădere a conținuturilor relative față de mineralizare, excepție făcînd doar riurile Nera și Caraș. În cazul riului Nera, de fapt, nu numai conținuturile relative de calciu cresc odată cu mineralizarea ci și cele de magneziu și bicarbonic, în ciuda creșterilor normale de debite. Această comportare singulară (față de celelalte riuri) este explicabilă dacă ținem seama că peste 20% din suprafața totală a bazinului Nerei este ocupată de terenuri carstificabile, majoritatea fiind formate din calcare și dolomite mezozoice.

Conținuturile absolute de magneziu, cuprinse între 0,8 și 9,2 me/l, cresc foarte lent o dată cu mineralizarea, spre deosebire de cele relative care nu manifestă o tendință clară și sînt în jur de 10–12%.

Conținuturile absolute ale ionului sodiu cresc pe măsură ce crește mineralizarea, uneori creșterea fiind destul de pronunțată, cum este în cazul riurilor Aranca sau Bega, unde pot depăși 8 me/l. Conținuturile relative sînt însă puțin semnificative, totuși mai mari decît cele ale clorului (în jur de 8–10%), mai rar > 15%.

Așadar, adoptînd clasificarea lui N. Florea (1976), în marea majoritate a cazurilor apele riurilor din Banat se încadrează în categoria celor puternic bicarbonatice, puține sînt bicarbonato-sulfatice și cu totul excepțional apar ape bicarbonato-clorurice sau cu caracter mixt. Din punct de vedere a compoziției cationice aceste ape sînt mai puțin unitare ca în cazul clasificării după anioni. În general predomină apele calcice și calco-magneziene, dar foarte multe ape, în special cele influențate de activitatea umană, au caracter mixt, fie calco-natro-magnezian fie calco-magnezo-natric.

Alături de conținutul ionic, compoziția salină ipotetică, dedusă din analizele existente (pe baza succesiunii ionilor în ordinea solubilității sărurilor: K^+ , Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , pentru cationi și NO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , HCO_3^- pentru anioni), oferă posibilitatea unor aprecieri cantitative și calitative, în măsura în care cunoașterea acestora este necesară scopurilor practice. Sărurile probabile

cele mai obișnuite atât în cazul debitelor mici (ape cu concentrații mari) cât și al celor mari (ape cu concentrații mici) sînt: NaNO_3 , NaCl , Na_2SO_4 , MgSO_4 , $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$. Mai rar apar NaHCO_3 (Aranca, Bega, Nădrag, Pogăniș, Caraș), MgCl_2 (Moravița, Birzava, Cerna), CaSO_4 (Birzava, Cerna, Belareca), CaCl_2 (Cerna). În majoritatea cazurilor $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ este în cantitățile cele mai mari și este urmată de $\text{Mg}(\text{HCO}_3)_2$, care poate fi depășită uneori de MgSO_4 , sau NaCl .

Clorura de sodiu începe să prevaleze alte săruri pe cursurile inferioare și demonstrează pătrunderea, în rețeaua hidrografică naturală, a apelor fecaloid-menajere. În cazul particular al râului Cerna, în aval de Băile Herculane, prezența CaCl_2 ar putea fi considerată ca un indicator de impurificare antropică.

Variațiile conținutului ionic. Regimul conținutului ionic s-a precizat pe baza valorilor medii lunare, ale căror variații sînt de tipul celor din figura 4. Alura curbelor de regim ale anionilor și cationilor indică o evoluție opusă debitelor de apă. Conținutul și amplitudinile de variație cele mai importante revin ionilor HCO_3^- și Ca^{++} , după care urmează Mg^{++} , SO_4^{--} , $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ și Cl^- . Pentru alte secțiuni hidrometrice ionii asociați pot avea ponderi diferite, astfel că ordinea lor în grafic poate fi schimbată (Mg^{++} fiind prevalat de alcalii sau, mai rar, de SO_4^{--} și Cl^-). Indiferent de poziția ocupată și de sensul oscilațiilor, raporturile ionice rămîn aproximativ constante.

Urmărite pe secțiuni succesive în lungul cursurilor de apă, concentrațiile ionilor majori au tendința de a crește din sectoarele superioare spre cele inferioare. Cele mai mici concentrații se întîlnesc în

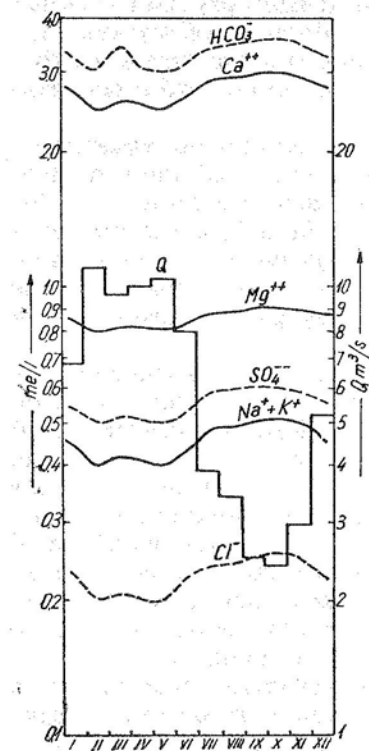


Fig. 4. — Variația în timpul anului a conținuturilor ionice medii lunare (me/l) comparativ cu debitele de apă, în secțiunea Vărădia pe Caraș.
— La variation pendant l'année des contenus ioniques moyens mensuels (meq/l) en comparaison des débits d'eau, dans la section Vărădia sur Caraș.

apele din zona montană (Poiana Ruscă, Țarcu, Semenice, Almăj), în condițiile unui circuit intens al apei și ale temperaturilor joase, unde predomină rocile metamorfice, magmatice și sedimentare mezozoice, rezistente la eroziune și deci la eliberarea sărurilor încorporate în ele. Pe măsura scăderii altitudinii, a creșterii suprafeței bazinelor de recepție, a predominării rocilor sedimentare neogene (din care sărurile sînt mai ușor trecute în soluție) și a influențelor antropice (mai ales prin deversarea apelor uzate), mineralizarea crește. Acest fapt rezultă mai evident din compararea valorilor medii multianuale care au putut fi calculate pentru câteva secțiuni hidrometrice (tabelul nr. 1). Valorile au caracter orientativ (cheile de transformare neavînd încă siguranța necesară), întrucît numărul de analize

pentru fiecare secțiune hidrometrică este redus. Ele au totuși calitatea de a exprima sensurile generale de repartiție spațială a caracteristicilor hidrochimice.

Deoarece mineralizările și debitele de apă cresc din amonte în avale, odată cu creșterea suprafeței bazinelor de recepție, înseamnă că și debitele

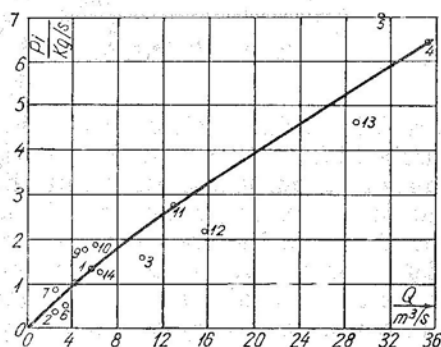
Tabelul nr. 1
Conținutul ionic (me/l) mediu multianual al apei riurilor
din Banat

Nr. crt.	Riul	Secțiunea	F (km ²)	Hb (m)	Q (m ³ /s)	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	Na ⁺ +K ⁺	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Σ _i
1	Bega	Balinț	1 064	329	5,5	1,53	1,41	0,25	0,55	0,14	2,5	6,38
2	Timiș	Teregova	167	906	2,4	1,03	0,37	0,27	0,34	0,13	1,2	3,34
3	Timiș	Sadova	559	933	10,0	1,14	0,48	0,38	0,35	0,15	1,5	4,00
4	Timiș	Lugoj	2 706	665	35,0	1,28	0,6	0,54	0,39	0,19	1,84	4,84
5	Timiș	Șag	4 493	468	31,0	1,5	0,74	0,76	0,41	0,23	2,36	6,00
6	Bistra	Voislova	232	886	3,3	0,9	0,4	0,5	0,3	0,1	1,4	3,6
7	Pogoniș	Otvești	644	239	2,4	2,6	1,25	0,9	0,81	0,81	3,13	9,5
8	Birzava	Moniom	309	561	4,0	1,85	0,88	0,49	0,53	0,52	2,17	6,44
9	Birzava	Gătaia	721	368	5,0	2,6	1,39	0,77	0,8	0,8	3,16	9,52
10	Carăș	Vărădia	877	343	6,2	2,64	0,9	0,42	0,54	0,22	3,2	7,92
11	Nera	Sasca										
		Montană	1 164	613	12,8	1,96	0,31	0,49	0,33	0,3	2,13	5,52
12	Cerna	Pecinișca	545	1 112	15,5	1,38	0,2	0,22	0,24	0,3	1,26	3,6
13	Cerna	Topleț	1 166	742	29,0	1,5	0,22	0,38	0,3	0,3	1,5	4,2
14	Belareca	Mehadia	691	676	6,5	1,7	0,3	0,4	0,34	0,33	1,73	4,8

ionice cresc în același sens. Acest fapt este subliniat de corelațiile între debitele ionice și suprafețele de recepție sau debitele de apă (fig. 5). Abatererea punctelor de la curba de legătură se explică atît prin șirul scurt de date

Fig. 5. — Relația dintre debitele lichide (Q m³/s) și minerale (Pi kg/s) medii multianuale pentru riurile din Banat.

— La relation entre les débits liquides (Q m³/s) et minéraux (Pi kg/s) moyens multiannuels pour les rivières du Banat.



folosite la calculul mediilor, cît și prin efectul neomogenității condițiilor naturale și artificiale din cadrul teritoriului bănățean. Dintre principalii factori naturali care, datorită variabilității pe teritoriu, intervin în diferențierile transportului ionic, amintim roca, solul, regimul scurgerii lichide și viteza de circulație a apelor subterane, iar dintre factorii antropici sînt de subliniat concentrația și debitele apelor uzate deversate în rețeaua hidrografică, precum și mărimea suprafețelor tratate cu îngrășăminte chimice.

Posibilitatea unor generalizări teritoriale ale mineralizării și ale conținutului fiecărui din principalii ioni care participă la formarea compoziției chimice a riurilor rezultă din legăturile stabilite între valorile medii multi-
anuale ale acestora și altitudinile bazinelor hidrografice (fig. 6). Aceste legături, pe lângă faptul că ilustrează dependența concentrațiilor față de înălțimile medii, au și calitatea de a concretiza raporturile dintre ioni (și

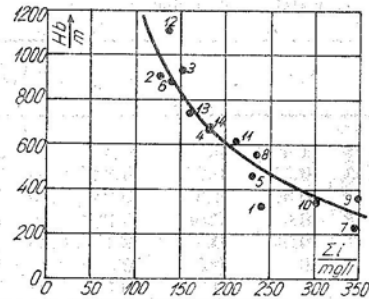
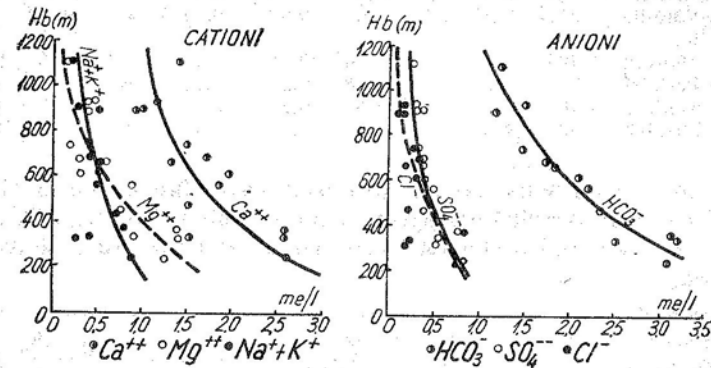


Fig. 6. — Variația cu înălțimea bazinelor hidrografice a mineralizărilor (Σi mg/l) și a conținuturilor de anioni și cationi (me/l-medii 1955-1973)

— La variation avec la hauteur des bassins versants des minéralisations (Σi mg/l) et du contenu des anions et cations meq/l-moyens 1955-1973)



eventualele stadii de mineralizare) în funcție de altitudine, cu condiția ca mărimile să fie date în miliechivalenți/l. Se constată astfel că, pentru toate bazinele de recepție (ale căror altitudini medii sînt mai mari de 200 m), ionii predominanți și cu gradientii cei mai mari sînt HCO_3^- și Ca^{++} (ceea ce confirmă concluziile precedente, că apa riurilor bănățene este bicarbonato-calcică). Dintre ionii asociați, conținutul de SO_4^{--} se menține mai ridicat decît cel de Cl^- la altitudini medii mai mari de 700 m. La aceeași altitudine are loc o schimbare a raportului dintre Mg^{++} și suma alcaliilor ($Na^+ + K^+$).

Spre deosebire de mineralizare și de conținutul fiecărui ion care scade, debitele ionice medii specifice (care ilustrează intensitatea denudației chimice) sporesc odată cu creșterea înălțimii bazinelor hidrografice. Astfel, debitele specifice ale ionului bicarbonic prezintă cele mai spectaculoase creșteri de la mai puțin de $25 \text{ t/km}^2/\text{an}$ (pentru altitudinea medie de 200 m) la peste $70 \text{ t/km}^2/\text{an}$ (pentru altitudinea medie de 1100 m), în timp ce debitele specifice ale magneziului rămîn aproximativ aceleași ($1-4 \text{ t/km}^2/\text{an}$) pe toată scara înălțimilor medii. Pentru ceilalți ioni, scurgerea medie

specifică se încadrează între 1 și 25 t/km²/an. Astfel, în limitele altitudinilor medii ale bazinelor hidrografice, debitele specifice sînt cuprinse între 1 și 10 t/km²/an pentru clor, 4–11 t/km²/an pentru sulfat, 1–7 t/km²/an pentru sodiu și 5–25 t/km²/an pentru calciu (valorile cele mai mari ale calciului se întîlnesc pe riurile din sudul și sud-vestul Banatului ale căror bazine hidrografice sînt dezvoltate parțial pe roci calcaroase).

Calitatea apei. Referindu-ne la calitatea apei conform prevederilor în vigoare (STAS 4706–74), menționăm că, cu foarte rare excepții, cursurile superioare (din zona montană) ale riurilor nu prezintă fenomene de impurificare, decît cu totul intimplător. În zonele de depresionare și de cîmpie, activitatea omului se resimte însă tot mai mult în modificarea calității apelor. Pe lângă localitățile urbane și rurale care deversează ape fecaloide-menajere, există o serie de unități industriale și zootehnice a căror influență este mult mai pregnantă, nu atît prin schimbarea conținutului ionic al apei, cît prin adăugarea unor elemente impurificatoare. Astfel, pe riul Bega apar fenoli și substanțe organice la care, pe parcurs, se adaugă detergenți, substanțe amoniacale etc. Aceleași substanțe apar pe Birzava, pe Timiș, iar în apele Bistrei s-a constatat și prezența plumbului, cuprului și zincului.

Prezența substanțelor organice în cantități mari, se repercutează în conținutul oxigenului dizolvat care scade, precum și în valorile consumului chimic și biochimic de oxigen care cresc. Acești indicatori au calitatea de a exprima nu numai gradul de încărcare cu substanțe impurificatoare ci și procesele de autoepurare care se petrec în lungul riurilor. Spre exemplificare redăm variația ponderii relative, pe categorii de calitate a consumului chimic și biochimic de oxigen și implicit procesele de autoepurare care urmează celor de impurificare, pentru riul Timiș (fig. 7).

După conținutul în principalii ioni, apele riurilor din Banat se încadrează în majoritatea cazurilor în categoria I de calitate. Pe Aranca, Ier, Berăgsău și alte cîteva mici cursuri de apă din zona de cîmpie s-au pus în evidență și categoriile II și III de calitate datorită cantităților mai mari de sodiu, sulfat și cloruri. Calciul și magneziul nu se ridică la concentrații care să depășească categoria I, iar bicarbonatul nu se ia în considerare la aprecierea condițiilor de calitate.

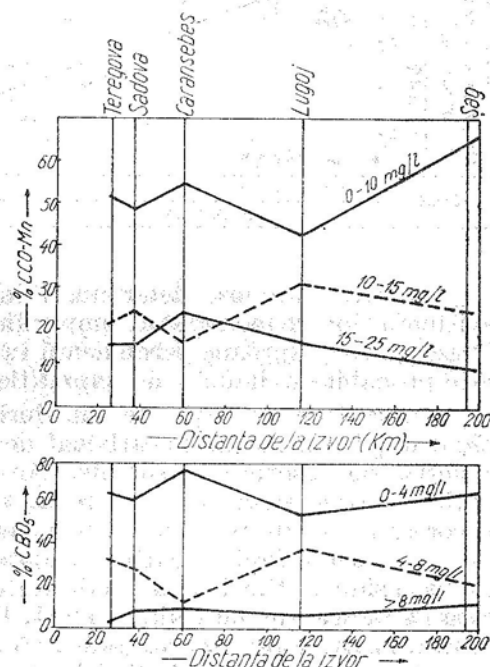


Fig. 7. — Variația în lungul riului Timiș a frecvenței categoriilor de calitate după consumul chimic (CCO) și biochimic (CBO₅) de oxigen.

— La variation le long de la rivière Timiș, de la fréquence des catégories de qualité selon la demande chimique d'oxygène (DCO) et la demande biochimique d'oxygène (DBO)

Azotații, cu toate că sînt adesea prezenți în toate riurile de obicei nu se găsesc în cantități care să afecteze folosințele ce presupun ape de categoria I; valorile frecvente sînt sub 5 mg/l, dar pe sectoarele inferioare crește uneori la peste 10 mg/l. În apele riurilor Aranca, Bega, Birzava, concentrația azotaților se ridică uneori la aproape 30 mg/l.

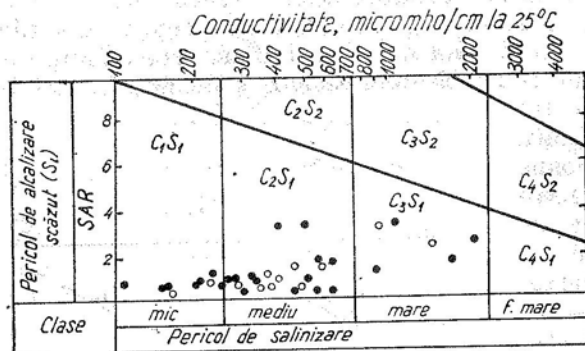


Fig. 8. — Diagrama Richards cu clasificarea pentru irigații a apei riurilor din Banat.

La diagramme Richards avec la classification pour les irrigations de l'eau des rivières du Banat.

Azotații au fost determinați în cantități mai mici de 1 mg/l, dar existența lor demonstrează impurificări frecvente de origine animală. Prezența NO_2^- aproape permanentă în apele Birzavei, în avale de Reșița, este probabil un indiciu de impurificare cu hidrocarburi.

Aprecierea calității apei din riuri în vederea folosirii lor la irigații s-a făcut după conținutul de carbonat de sodiu rezidual, după mineralizare și raportul de adsorbție al sodiului. Aceste criterii s-au utilizat pentru a se obține o caracterizare cât mai reală, știut fiind faptul că irigațiile cu apă necorespunzătoare pot duce la fenomene de alcalizare și salinizare a solurilor, cu repercusiuni negative asupra producției agricole. Carbonatul de sodiu rezidual (C.S.R.), în majoritatea cazurilor, este mai mic de 1,25, ceea ce indică ape de calitate bună. Unele analize pentru apele Timișului se înscriu cu valori mai mari de 1,25 (dar fără să depășească 2,5), fapt ce presupune utilizarea lor la limită. Mineralizarea și raportul de adsorbție a sodiului corelate în diagrama Richards subliniază faptul că în timp ce potențialul de alcalizare este redus, apa fiind pretabilă pentru aproape toate solurile, pericolul de salinizare variază de la mic la mare, ceea ce presupune aplicarea unor măsuri de prevenire a salinizării secundare, mai ales în cazul solurilor cu permeabilitate scăzută (fig. 8).

Din punct de vedere al durtății totale, apele riurilor din Banat pot fi clasificate ca fiind moi; ape mai dure (peste 18°C) apar doar acolo unde și mineralizarea este ridicată. Astfel, durtăți mai ridicate prezintă riurile Moravița, Bega, iar Aranca ajunge chiar la durtăți de peste 30°C.

Durtățile fiind legate de conținutul apei în ioni de Ca^{++} și Mg^{++} însemnează că prezintă același sens de variație, atât în timp (fig. 9), cât și pe teritoriu (fig. 10). Variația în timp este o consecință a schimbării raporturilor de diluție generate de fluctuațiile de debit, pe cînd variația pe teritoriu este legată de caracteristicile rocilor și solurilor, de gradul de umiditate ca și de cantitatea deversărilor de ape uzate. Dealtfel, influența condițiilor

fizico-geografice zonale este subliniată de legătura stabilită între altitudinea bazinelor de recepție și valorile medii ale durtăților totale și temporare.

În concluzie, subliniem faptul că majoritatea analizelor indică ape bicarbonato-calceice cu mineralizări mai mici de 400 mg/l. Concentrațiile

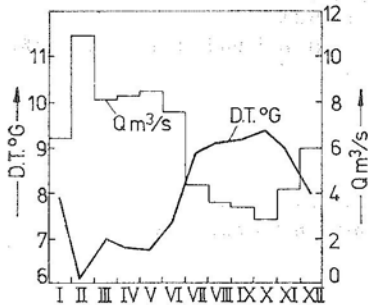


Fig. 9. — Regimul durtăților totale medii lunare comparativ cu regimul debitelor medii lunare de apă pe riul Bega la stația hidrometrică Balinț (1950—1973).

— Le régime de la dureté totale moyenne mensuelle en comparaison du régime des débits moyens mensuels d'eau de la rivière Bega à la station hydrométrique Balinț (1950—1973).

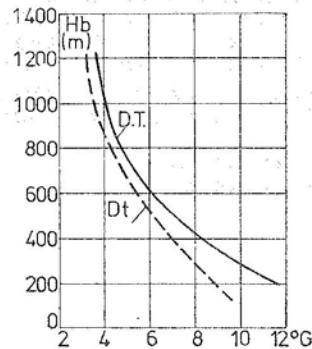


Fig. 10. — Variația cu înălțimea bazinelor hidrografice (Hb m) a durtăților totale (D.T.) și temporare (Dt) medii ale apei riurilor din Banat (1950—1973).

— La variation avec la hauteur des bassins versants (Hb m) des duretés totales (D.T.) et temporaires (Dt) moyennes de l'eau des rivières du Banat (1950—1973).

ionice au un regim opus debitelor de apă, crește de la izvor spre vărsare și nu ridică probleme în ce privește calitatea generală a apei (și posibilitățile de a fi utilizată la irigații). Se impun totuși măsuri severe de epurare a apelor uzate care aduc în rețeaua hidrografică substanțe impurificatoare, străine sau în cantități mult mai mari decât cele normale din riurile Banatului.

Relațiile dintre conținutul ionic mediu multianual și altitudinea medie a bazinelor de recepție, aferente secțiunilor hidrometrice, demonstrează zonalitatea verticală a caracteristicilor hidrochimice și oferă posibilitatea unor generalizări teritoriale.

BIBLIOGRAFIE

- FLOREA N. (1976), *Geochimia și valorificarea apelor din Cîmpia Română de nord-est*, Edit. Academiei R. S. România, București.
- MOISSIU C. (1973), *Bazinul hidrografic al riului Nera (Monografie hidrologică)*, Rezumatul tezei de doctorat, Universitatea din București.
- MORARIU T., SAVU AL., CĂLINESCU M. (1956), *Contribuții la hidrografia regiunii Reșița*, Probl. geogr., III.

- MUNTEANU RODICA (1977), *Bazinul hidrografic al râului Timiș. Studiu hidrologic*, Rezumatul tezei de doctorat, Universitatea din București.
- TEODORESCU I., FILOTTI A., CHIRIAC V., CEAUȘESCU V., FLORESCU A. (1973), *Gospodărirea apelor*, Edit. Ceres, București.
- TRUFAȘ V., VRABIE C. (1978), *Regimul unor indicatori de calitate ai apei râurilor din Banat*, Studii de geografie, Fac. geol. geogr., Univ. din București.
- TRUFAȘ V., ZĂMÎRCĂ C., ZĂMÎRCĂ I. (1977), *Mineralizarea râurilor din Banat*, Hidrobiologia, 15.
- UJVÁRI I. (1972), *Geografia apelor României*, Ed. științifică, București.
- UNGUREANU A. (1977), *Clasificarea fizico-chimică a apelor freatice din Cimpia Timișului*, St. cerc. geol., geofiz., geogr., Seria geogr. XXIV, 2,
- * * * (1955—1971), *Anuarul hidrologic*, I.M.H., București.
- * * * (1964), *Monografia hidrologică a râurilor din Banat*, Studii de hidrologie, IX.
- * * * (1971), *Riurile României*, I.M.H., București.

Primit în redacție
la 6 decembrie 1978

*Catedra de geografie
Universitatea din București*