

CAUTAREA IZVOARELOR DE APA SUBTERANA *)

MIHAIL D. HANGAN

Inginer

Problema căutării apelor subterane a fost și va fi probabil mereu una dintre cele mai cercetate chestiuni ce se pun tehnicienilor și aceasta în primul loc din cauza necesității imperioase de a se avea o bună apă de băut și mai ales din cauza atracției deosebite ce a avut pentru public întotdeauna apa subterană.

Dealtfel se pare astăzi că în special pentru centrele populate apa subterană e în genere insuficientă și prea costisitoare alimentării, pentru actualele mijloace de studii și captare și s'a recurs la utilizarea apelor superficiale; un bun exemplu îl avem în evoluarea alimentării cu apă a orașului București, precum și a mai tuturor marilor orașe și centre populate.

Căutarea și studiul apelor subterane face parte din ansamblul de chestiuni care formează obiectul *hidrologiei subterane*, o știință încă puțin cunoscută, lipsită de regule clare și de ajuns de practice și care nu poate fi definită riguros printr'un ansamblu de legi precise.

Până la mijlocul secolului trecut, meseria de căutător de fântâni și izvoare a fost acaparată de câțiva empirici mai totdeauna lipsiți de cultură și pe care o practică serioasă îi călăuzea în căutarea apelor prin observarea unor semne exterioare cari indicau vecinătatea lor; mai erau deasemenea, precum există și astăzi, mănuiitorii baghetei magice și ai pendulului, solomonari sau bacilogiri, oameni înzestrați cu o oarecare *predispoziție nervoasă sau sensibilitate specială* și în mâna cărora o bucată de lemn sau metal în formă de furcă sau un mic pendul se mișcă în vecinătatea apelor subterane curgătoare.

*) Conferință ținută la Societatea Politehnică din București în ziua de 23 Mai 1928.

Cum am spus, suntem încă departe de punerea în *regule clare* și în formule a științei apelor subterane; în diversele ei direcții s'au făcut însă progrese și coordonări remarcabile, iar astăzi puși pe drumul preciziei, așteptăm ca timpul și cercetările în curs să deslege restul de probleme. În ajutorul științei hidrologice au venit în ultimul timp și metodele de natură fizică de prospecțiune, a căror bază riguroasă științifică va ajuta cu siguranță o repede apropiere de soluțiile problemelor încă incomplet rezolvate.

Definiția cuvântului *izvor* e greu de dat, cum de altfel e totdeauna dificil de limitat într'o frază complexitatea fenomenelor naturii. Poporul în genere înțelege prin izvor, *o apă ce iese din pământ spre a-și începe cursul* în exterior.

Adesea am găsit confundat izvorul cu fântâna, care poate fi un simplu rezervor de apă produsă de mai multe izvoare; am mai găsit emise păreri în cari izvorul se confundă cu însăși pătura de apă ce-l alimentează, etc. Părerea unanimă către care se tinde astăzi, ar fi că existența unui izvor implică pe cea a unui curs de apă subteran care să corespundă prin însăși definiția următoarelor cerințe:

1) Să fie de ajuns de mare pentru a fi sensibil observației directe și captării.

2) Apa să fie în mișcare, nu stătătoare.

3) Să aibă o permanență și un regim, adică să nu fie numai rezultatul unei ploii sau intemperii temporare (o limită ar fi de exemplu să aibă apă $\frac{3}{4}$ din an).

Uniformitatea debitului de altfel nu e o condiție strict necesară existenței și denumirii de izvor.

Vechile teorii asupra apelor subterane

Diversele teorii asupra originii apelor subterane au fost rezumate încă din anul 1674, într'o lucrare a lui Pierre Perrault, dela Platon, Aristote, Epicur, Vitruviu, Seneca, Pliniu, Leonardo-Da-Vinci până la contimporanii lui.

În tratatul lui Perrault se găsesc citate 26 opinii grupate în două clase. Unele atribue origina apelor subterane ploilor, iar celelalte mai toate cad în absurd. Reese clar din docu-

mentarea lui Perrault că chiar din cele mai vechi timpuri, când existenței izvoarelor i se dădeau explicații de ordin mistic, gânditorii s'au străduit să *construiască sisteme logice de justificare*.

Astfel **Homer**, în Iliada cartea XXI, spune că marile fluvii, fântânile și izvoarele ies din Ocean, părere care își are explicația în credințele ce existau despre pământ și mare în acele timpuri, iar **Platon**, în dialogul său *Pheodon*, spune că fluviile se duc spre o deschidere vastă numită *Tartar* ce traversează pământul și din cari ies apele ce formează în locuri diverse mări, lacuri, râuri, fântâni, că cele 4 eșuri principale ale acestei peșteri sunt Oceanul, Acheronul, Pyriphléctonul și Cocytul și că apoi toate aceste ape se reîntorc pe diverse drumuri în Tartar de unde porniseră.

Toți savanții de mai târziu, inclusiv Descartes, n'au făcut decât să speculeze opinia emisă de *Lucrețiu* în primul secol înainte de Christos, în admirabila sa scriere «*De natura rerum*».

Pentru *Lucrețiu* pământul e un corp poros. Cum el inconjoară marea din toate părțile, marea nu poate primi apele pământului fără ca acesta să nu primească la rândul lui, dela mare, apa care se filtrează în mijlocul pământului spre a reapărea sub formă de izvoare, râuri și fluvii. E interesant cum în acele timpuri îndepărtate *Lucrețiu* avea deja *intuiția conservării materiei*.

Optsprezece secole mai târziu, în cartea sa «*Principii de filozofie*» *Descartes* își expune astfel convingerile sale: Sub munți sunt mari cavități pline cu apă pe care căldura o ridică continuu sub formă de vapori, alunecă prin porii pământului și parvin la cele mai înalte suprafețe de câmpii și munți unde condensându-se produc fântâni, a căror ape curgând în văi se unesc spre a forma râuri ce curg în mare. În cursul acestei distilări și prin trecerea vaporilor de apă prin straturile de nisip, apele și-ar pierde sarea. În pământ sunt mai multe mari canale prin cari tot atâta apă trece dela mare la munți, câtă iese din munți pe pământ spre a se reîntoarce în mare. Circulația apelor în pământ imită pe cea al sângelui în corpul animalelor, trecând mereu dela artere la vine și invers.

Teoria aceasta a lui *Descartes* inspirată de scrierile lui

Aristote și Lucrețiu și care face parte din o serie de alte teorii numite ale condensăției subterane, o găsim cum se va vedea mai jos și la alți cercetători mult mai apropiați timpurilor noastre.

În scrierea sa asupra «*Originei izvoarelor*» tipărită la Blois în 1647, Doctorul Nicolae Papin emite teoriile sale din care extrag concis originalele păreri ale autorului după care «*Marea e veritabila origină a izvoarelor și fântânilor*». La începutul lumii a fost creat un *spirit concretif* care are puterea de a strânge la un loc lucrurile cărora e legat, în special lichidele, cărora le dă o formă sferică; apele mării strânse prin forța acestui spirit, iau o astfel de rotunjime încât oceanul în cea mai largă parte a lui formează o emisferă așezată pe pământ; aceste ape astfel strânse formează o înălțime superioară celor mai înalți munți și e ușor apelor astfel ridicate în mijlocul oceanului să facă ca altele să se ridice prin canale subterane până la cele mai mari înălțimi ale pământului.

Teoriile lui Descartes și Papin rezumă în ele o serie lungă de alte ingenioase încercări de explicație a existenței apelor subterane, încercări extrem de interesante, pe cari însă le omit pentru a nu da o prea mare dezvoltare prezentului studiu.

Apariția părerilor mai raționale

În tratatul său denumit «*Știința fântânilor*» apărut la 1857 Dumas precizează numai în două pagini aproape întreaga hidrologie subterană, așa cum a fost mai târziu confirmată prin studii și explorări: utilizarea crăpăturilor solului de către apele ploilor, distincția între terenurile fisurate și detritice, curgerea asemănătoare râurilor sau dezvoltarea în nape, roce permeabile sau impermeabile, prea plinurile izvoarelor, multiplicitatea nivelelor de apă, nape profunde artesiene sau captive, similitudinea râurilor subterane cu cele de suprafață, etc.

În afară de Lucrețiu și Vitruviu care a văzut clar unele fapte, e lucrarea sus citată a lui Dumas și a geologului Daubr e publicată în 1887 cari pun la punct chestiunea.

Teoria condensării subterane a apelor cu diverse variante ca cea a evaporării apelor de adâncime sau a pătrunderii

vaporilor de apă din atmosferă în pământ și condensării lor în porii terenurilor permeabile, a avut susținători foarte târziu, chiar în secolul prezent.

Astfel în afară de D-l *Otto Vogler* din Frankfurt care susține aceste teorii în scrierea sa din 1887, o regăsim susținută de geologii *König* și *Bayreuth* în 1901 și chiar *Hoedicke* 1906. După calcule făcute, afirmă *Hoedicke*, precipitățile atmosferice nu sunt suficiente pentru alimentarea apelor subterane. Pentru a-și susține teoria *Hoedicke* admite însă că evaporarea apelor de ploaie la suprafața pământului ar fi mult mai mare decât ceea ce se admite în general, mergând peste 80%, iar partea ce pătrunde în subsol ar fi mult mai mică și citează cifre ce s'ar scoborâ în unele regiuni la 5% din valoarea precipitațiilor. Teoria lui *Hoedicke* e susținută și prin existența unor surse apărute în apropierea vârfurilor de munți și a căror basin superior ca altitudine ar fi insuficient spre a alimenta izvoarele; bine înțeles pentru susținerea celor enunțate el face abstracție de faptul că precipitațiile atmosferice la altitudini peste 1000 m. sunt cu totul altfel ca cele dela altitudini mai mici.

Câteva observații asupra vechilor teorii

Din diversele date ce am putut întâlni și pe cari lipsa de timp mă împiedică a le cita, rezultă că trei idei au durat până în secolul trecut asupra originii apelor subterane, disputându-și întâetatea și anume:

1. Apa ar urma un ciclu ce ar fi altul ca cel impus de legile gravitației, urmând o circulație analoagă cu a sângelui în corpul omenesc.

2. Vaporii de apă din aer sau din pământ, prin condensare ar produce izvoarele.

3. Apa mărilor ar alimenta în mod direct apele subterane.

Dacă primele două teorii au fost cu ușurință combătute, cea de a treia avea chiar la jumătatea secolului trecut partizani cari mai puneau în discuție problemele următoare:

a) Există canale subterane între mări și interiorul pământului.

b) Apa mărilor poate să se ridice până la nivelul diferitelor izvoare ce ies din pământ la diverse înălțimi.

c) Cum poate apa sărată a mărilor să-și lase sarea pentru a produce izvoare de apă dulce.

Discuțiile din secolul trecut în jurul acestei chestiuni sunt foarte interesante din punct de vedere speculativ, bineînțeles ducând la stabilirea completă a independenței izvoarelor față de apa mărilor.

O singură problemă a durat mai mult ca celelalte și anume: *Există un nivel hidrostatic terestru?*

Chestiunea aceasta a nivelului hidrostatic terestru, susținut adesea de autori dintre cei mai autorizați, nu pare a fi complet rezolvată până în prezent. Vechea teorie suficient justificată în genere, a existenței unui nivel al puțurilor în imediata apropiere a solului detritic, a dus la ipoteze false și rezultate dezastroase în ce privește lucrările de captare când a căutat să fie generalizată.

În tratatul său celebru apărut la finele secolului trecut, *Daubré* limitează nivelul acesta la o suprafață sinuoasă continuă, constituită prin locul geometric al nivelului apelor artesiene. Teoria lui *Daubré* a fost redusă la convenționalism de studiile ulterioare a lui *Haug* care arată că deasupra acestui nivel hidrostatic sau suprafață piezometrică există o circulație continuă a apelor adesea în straturi multiple.

Un alt partizan al nivelului general hidrostatic și pe care îl consideră în comunicare cu mările, *Bollfus*, consideră acest nivel ascendent spre regiunile muntoase.

Teoriile nivelului hidrostatic general se bazează în parte pe observația că izvoarele ar aduce la suprafață o cantitate de apă mai mică decât cea infiltrată dela suprafață. Fără a intra în studiul diverselor teorii și a criticilor lor, reamintesc numai că astăzi persistă ideea existenței unui echilibru dinamic local al terenurilor permeabile; ar mai exista o a doua serie de pături profunde, al căror echilibru ar fi, după cazuri, static sau dinamic.

Originea și formarea izvoarelor

O regăsim în ciclul apei cari sub formă de vapori sau exhalatii trece în păturile superioare ale atmosferei pentru a cădea sub forma de diverse precipitări atmosferice. Din apa ce cade sub forma acestor precipitări, se poate considera după unii autori, în medie, că numai $\frac{1}{7}$ se scurge la suprafața pământului. Deasemenea referindu-ne la un bazin întreg de fluviu cum ar fi Dunărea, Ronul, Garona, Sena, etc., se vede că numai $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$ din cantitatea totală căzută e vărsată în mări de fluviu. După unele statistici: Dunărea 25%, Ronul 25%, Garona 34%, Sena 36%.

În mediu numai 20—25% din apa căzută în lacuri e dusă de fluviu, iar restul o vom regăsi în alte forme.

E greu de evaluat exact cantitatea de apă ce cade anual pe suprafața globului. Ținând seama de observații făcute, rezultă că în regiunile călduroase, evaporarea ia oceanului o pătură de apă de 3 metri înălțime, iar în mediu ar cădea pe pământ 700—750 milimetri de apă, cece face circa 2 litri de apă pe metru patrat și pe zi.

Din apa care cade, o parte cum s'a văzut va curge la suprafață; restul îl vom regăsi în cantitatea de apă vaporizată, alta va hrăni plantele, iar o ultimă cantitate va întreține izvoarele.

După datele din Dalton, Dickinson și Charwerk, din cantitatea de apă căzută sub formă de precipitări, 35% e absorbită de terenuri și din aceasta cantitatea, aproape paradoxală de $\frac{2}{3}$ reiese prin nutrirea vegetalelor și exhalare (vapori de apă emiși de corpuri solide).

Cantitatea de apă pe care o poate înmagazina o masă de pământ e foarte variată față de cea care poate fi conținută de o alta, așa de exemplu un mc. de teren spongios poate conține de mii de ori mai multă apă ca un mc de teren compact; astfel că munți de aceeași formă și mărime pot produce unul de sute de ori mai multă apă de izvor ca altul. Pădurile joacă deasemenea un mare rol în această chestiune.

Când o cantitate de apă cade pe un teren detritic (dezagregat) și scapă evaporării sau absorției plantelor, urmează

un drum asemănător cu al sevei la plante, nu stă de loc în repaos, se scoboară în virtutea gravitației, se unește la alte picături formând nenumărate vine prin care se scoboară până la roci impermeabile *micșorându-și panta* de curgere și formând pături în mișcare.

Văzând un izvor nu trebuie să ne închipuim apa subterană ce-l alimentează sub forma unei *pânze curgătoare unică orizontală* și de volum constant ci formată de o infinitate de vine și fire de apă ce se aruncă unele în altele până ies la suprafața terenului. Formarea păturilor de apă în mișcare sub pământ e mai bine reprezentată prin formarea și circularea râurilor și fluviilor la suprafața pământului.

Dacă acestei teorii i se vor mai avea încă de făcut complectări, rămâne totuși superioară tuturor celor cari pun la baza problemei izvoarelor existența unui bazin sau rezervor subteran și care umplându-se în timpul ploilor sau alimentat de mări ar alimenta izvoarele până la eventuale goliri.

Indicii exterioare de existența apelor subterane

Vitruviu a consacrat un capitol întreg din scrierea sa «De Architectura (VIII)» căutării apelor subterane și pentru care indică ca semne interioare: sgomote interne de scurgere de ape, vegetații speciale (răchite, ulmi, salcie) forma specială a terenurilor umede, topirea zăpezii în unele puncte, senzația de răcoreală după asfințit, căderea trăsnetului, noroiuri dimineața și seara, sbor de insecte, procedee higrometrice prin recipiente puse într'o gaură unde se umezesc.

Vegetația terenurilor umede. După ce recomandă de a se observa dimineața puțin înainte de răsărit vapori umezi ce se ridică ondulând la suprafața pământului, Vitruviu spune: Mai sunt și alte semne pentru a cunoaște locurile unde se poata găsi apă «Când sunt *răchite, sălcii crescute* fără a fi plantate, *ulmi, măceși, ederă* și toate celelalte plante cari se nasc și cresc numai în locuri cari există apă, *nu trebuie totuși să ne bazăm pe existența acestor plante dacă ele se găsesc în mlaștine, cari fiind mai jos ca restul câmpului primesc și strâng apele din câmpurile dimprejur în timpul iernii și le conservă*

timp îndelungat; dar dacă găsim aceste plante în locuri în cari nu sunt mlaștine fără să fi fost puse, se poate căuta apa împrejur.

Cassiodore, ministrul regelui Ostrogoților Theodoric în secolul VI, menționează aceiași vegetație citată de Vitruviu și adaugă listei plopilor și toți arborii ce atrag înălțimi mai mari ca cele obișnuite; adaugă că *acolo unde ierburile au o verdeață și pomii o înălțime mai mare ca cea obișnuită, apa nu e îndepărtată.*

Pliniu în istoria naturală afirmă că pământul indică prezența apelor când e semănat de pete albe sau verzi; atrage atenția asupra unor arbori din cei citați de *Cassiodore*, cari pentru el sunt indicii înșelătoare.

În scrierea sa «*Arta de a descoperi izvoarele*» publicată în 1861 *Féreal Amy* spune: Pentru descoperirea apelor subterane, a se observa natura prin rezultatele ce apele pot produce la suprafața pământului și asupra vegetației. Deasupra apelor subterane terenul ar avea o culoare mai închisă, aproape neagră și ar fi umed când apele nu sunt adânci. Deasupra apelor subterane nu cresc decât plante aquatice, celelalte vegetează și mor; cresc rău deasupra apelor subterane cartofii, grâul și mai ales vița de vie.

După *Amy* semnele exterioare *nu indică nimic asupra adâncimei la care e apa.* Deasemenea în locuri diferite semnele existenței apelor subterane sunt diferite; ele variază după natura terenului, accidentele terenului și poziția locului.

Timpurile noi nu au adus nici un progres în ce privește căutarea apelor subterane prin ajutorul observației naturei. Într'un articol publicat pe la anul 1848 în «*Le Globe*» am găsit însă următoarea frază: «*Observați primăvara locurile unde zăpada se topește mai repede, verdeața apare mai întâi și are culoare mai închisă și dacă păsările de iarnă vin să se adune în aceste locuri, puteți căuta apa în vecinătate.*

Căutarea apelor subterane prin ajutorul indicațiilor geologice și topografice

Prima lucrare care pune serios bazele studiului apelor subterane prin ajutorul studiului geologic și topografic este «*Arta de a descoperi izvoarele*» publicată în 1856 de către abatele

Paramelle, lucrare scrisă după 38 de studii pe teren și care a făcut revoluție în știința apelor subterane.

În însăși prefața manualului citat abatele Paramelle mărturisește că a început să caute izvoarele de apă subterane induioșat de relele de cari sufereau locuitorii din departamentul Lotului, departamentul său natal, și continuând scrie: *«Am consultat mai întâi atâtea cărți cât mi-a fost posibil pentru a încerca să găsec vre-un mijloc de a se descoperi izvoarele, dar mi-a fost inutil. Nu am găsit nici un singur autor care să fi definit convenabil izvorul, nici unul care să pară a avea o idee precisă. Ceiace recunosc sigur e convingerea că nici unul din acești hidrografi nu s'au ostenit să parcurgă terenurile pe întinderi mari spre a recunoaște izvoarele, ci s'au limitat a se copia unul pe altul și a construi sisteme mai mult sau mai puțin neverosimile asupra originii lor.*

Când în 1854 Paramelle în urma infirmităților vârstei a trebuit să renunțe la voiaje, la vârsta de 66 ani, el vizitase 30.000 localități cu terenurile cele mai variate.

El își formulă astfel concluziile: *sprrijinit pe cunoașterea mai multor mii de fântâni naturale pe cari le-am observat și pe un mare număr de săpături controlate, pot să prezic că, afară de câteva excepții, în fiecare vale, vâlcea, defileu sau pliu de teren e un curs de apă aparent sau ascuns; cel aparent e la suprafața terenului pentru că e susținut de un strat impermeabil iar cel ascuns merge deasemenea pe un strat impermeabil dar acoperit cu un strat permeabil. Cel ce cunoaște bine legile ce guvernează cursurile de apă aparente, poate cunoaște și urmări și cursurile de apă ascunse căci ele ascultă toate același legi și se comportă în acelaș mod.*

Mergând din o localitate într'alta, călare, îmbrăcat cu lungi haine negre și o pălărie neagră cu boruri late, lucrând dela răsăritul soarelui până noaptea, Paramelle a explorat între anii 1832 și 1853, 40 departamente în Franța și alte țări indicând 10.275 izvoare, ducând o adevărată viață de sacrificii mai ales la începutul carierei, când de unii era chemat în sat să le indice izvorul iar alții îl întâmpinau și îndoindu-se de știința lui îl întrebau unde e fântâna satului.

Știința căutării izvoarelor prin ajutorul mijloacelor geolo-

gice și topografice a prins. Ceeace e de remarcat însă e faptul că între creatorii Hidrologiei subterane nu se găsește nici un geolog, cu toate că în acele vremuri știința geologiei luase oarecari forme. Astfel Jaques Berson care la 1569 a scris «Arta și știința de a găsi fântânile și apele ascunse sub pământ» era matematician; Bernard Palissy care în 1580 a publicat «Discurs asupra naturei apelor și fântânilor» era artist și fizician; Jean François care în 1665 a scris «Arta fântânilor și știința apelor era profesor de matematică; abatele Mariotte care publică în 1685 «Tratat de mișcarea apelor și fluviilor era fizician; Belgrand era inginer. Abia în 1887 geologul Daubré August publică lucrarea sa asupra apelor subterane.

Odată precizată origina apelor subterane și legile ce le guvernează au apărut primele legi științifice ale hidrologiei subterane ca un rezultat al *configurației fixe a solului și a indicațiilor date de așezarea straturilor de pământ*:

1. Într'un punct oarecare al pământului se vor găsi ape subterane cu condiția de a se sonda la adâncime suficientă (bineînțeles secondația aceasta poate fi considerată platonice).

2. În regiunile în cari râurile și apele stătătoare sunt rare există în subsol izvoare numeroase abundente și puțin profunde.

3. În regiunile parcurse de numeroase cursuri de ape și acoperite cu lacuri și mlaștine apele subterane sunt rare și nu pot fi găsite decât la mari adâncimi.

Satisfăcătoare în aparență acestei legi, lasă în realitate problema nerezolvată. În practică nu avem nevoie numai de a găsi apă, ci e nevoie ca aceasta să fie și abundentă nu depărtată de sol și curată, iar tot acest rest de studiu e mai costisitor și mai dificil decât găsirea nivelului apei.

Independența circulației externe și subterane

Teoria Paramelle asupra analogiei absolute a circulației externe cu cea subterană, impecabilă unui raționament simplist a dat loc la erori mari când s'a tins la generalizarea ei. E cunoscut astăzi că în aceeași vale se pot face sondaje la dis-

tanțe sub 50 metri și astfel că unul să dea foarte multă apă, altul de loc.

Exemplele independenței circulației externe și interne sunt nenumărate și se găsesc în mai toate tratatele ce se ocupă cu aceste chestiuni.

Dealtfel e greșită și ideia abatelui Paramelle care plasează indiscutabil curentul de apă pe versantul cel mai abrupt al văiei.

Pe baza cunoștințelor geologice și tehnice, existente până în prezent singurile precizii posibile sunt după Martel:

1. Unde nu trebuie captată apa din punct de vedere igienic.
2. Se poate preciza unde va lipsi apa.
3. Se poate preciza uneori unde s'ar putea găsi apă.

Metode subiective pentru căutarea apelor subterane

Problema mereu de actualitate și din ce în ce mai arzătoare a căutării apelor potabile, a readus în discuție în ultimele decenii o chestiune din cele mai curioase și controversate, aceea a baghetei magice, chestiune a cărei definitivă rezolvare e probabil încă foarte departe.

Se știe că aceiași căutători de apă cu ajutorul baghetei, întrebuințează o furcă de lemn electric în formă de V cu ramuri depărtate de 30 la 50 grade și de lungimi de 50—60 cm. diametral unite între ele prin o parte mai groasă de 6-8 cm.

Lemnul trebuie să fie suficient de suplu pentru a se îndoi dacă ar fi strâns prea puternic în mâini.

Baghetiștii germani preferă să lucreze cu furci de fier sau oțel de 3 mm. diametru.

Căutătorul de apă ține strânsă bagheta orizontal la înălțimea coatelor cu pumnii dedesubt și merge încet observând mișcărilor aparatului său, care se ridică în sus sau se scoboară.

Se pare că vârful tijei ar juca rolul punctelor ascuțite în electricitate pentru a face să treacă în corpul operatorului efluvii ce ar emana dela apele în mișcare.

Minierii germani în căutarea filoanelor de minereuri sunt

văzuți cu asemenea furci pe cari le poartă la brâu sau în pălărie.

Până în prezent s'a putut constata că natura baghetei nu joacă rol în căutarea apelor, bagheta poate fi de lemn, corn, balenă, celuloid, fier sau oțel; operatorul e influențat printr'un efluvii ce ar emana din apele subterane în mișcare sau minereuri.

Alți căutători de apă se servesc de un pendul format de un cilindru sferă sau inel de fier, oțel, aur, sau fir cu plumb obișnuit, unii utilizează ceasornicul, o cheie, ochelari, etc. Firul e din fier, cupru, un păr de om sau cal, mătase sau ață, etc.

Acest pendul ținut deasupra apelor sau metalelor ia mișcări de rotație sau oscilații diferite când cel ce îl ține are pre-dispoziția de a se servi de pendul.

Căutarea izvoarelor de apă cu ajutorul baghetei magice și a pendulului au întreținut curiozitatea publicului timp de peste 300 de ani; s'au ținut mai multe congrese fără ca să se permită emiterea vreunei concluzii definitive. Dealtfel numai faptul că această chestiune a fost continuu considerată în rândul problemei căutării *pietrei filozofale* sau a *perpetuum-mobili*, a îndepărtat dela ea cercetătorii a căror concluzii ar avea credit, lăsând-o pe seama unor deținători incomplecți ai ansamblului chestiunii.

Voi invedera acest lucru citând două pasaje din introducerile făcute la două cărți voluminoase de peste 400 pagini fiecare și apărute recent. Astfel în cartea D-sale «Les Sourciers et leurs procédés» ediția 1926 a D-lui Henry Mager cunoscutul șef al unui serviciu înființat pentru căutarea apei de Ministerul de război francez în timpul războiului, găsim fraza: *Scopul meu a ajuns. Am deslegat enigma baghetei și poate pe aceia a materiei. Ași putea să-mi depun baghetele și detectorii unei colorații (dispozitive personale ale D-lui Mager). Dar nu mă voi opri.*

Deasemenea în cartea D-sale «Secrets de la baguette» ed. 1927 Dl. Benoit Padey scrie: *Cred că cercetările mele asupra petrolului vor permite francexilor să aibă politica petrolului.*

E inutil cred să insist asupra rezervelor impuse creditului care se poate acorda restului conținut într'un asemenea tratat.

În chestiunea baghetei magice și a pendulului s'au scris nenumărate volume citând toate un bogat material istoric și modern de experiență și păreri. Autorii diverși au căutat crearea unei adevărate științe care să fixeze prin întrebuintarea baghetelor de diverse construcții, culori și materiale natura izvorului, adâncimea și toate datele ce ar interesa de exemplu compoziția și potabilitatea apei, deasemenea și pentru căutarea zăcămintelor miniere și a conformației subsolului. *Teoriile acestor baghetiști, se dezvoltă însă într'un domeniu pe care știința oficială de astăzi nu le-a putut cuceri și deci nu li se poate aprecia valoarea.* E de reținut însă faptul că însăși acești teoreticieni ai baghetei recunosc caracterul de *subiectivitate al cercetărilor lor.*

Din experiența citată și mărturii aduse de personalități a căror credulitate nu poate fi pusă la îndoială, rezultă că s'au executat de către baghetiști experiențe cu rezultate într'adevăr surprinzătoare.

Nu voi intra în detalii asupra acestei chestiuni; pentru a arăta însă credulitatea unor asemenea experimenter și puterea fără limită a autosugestiei, citez numai după cartea D-lui H. Mager un caz de altfel repetat din istoricul căutării apelor subterane cu ajutorul pendulului. La congresul de Psychologie experimentală din Martie 1913 s'a prezentat un oarecare Joseph Matieu, care a declarat că poate pe un plan sau un crochiu de teren pe care sunt indicate pantele, să precizeze locurile unde săpând se pot găsi izvoare de apă, cu ajutorul unui pendul pe care îl poartă deasupra hărții. Congresul bine înțeles nu s'a ocupat de acest caz; autorul cărții citate a făcut oarecari experiențe pe cari le-a considerat foarte reușite și le amintește.

Cum am spus, problema baghetei e departe de a fi nouă. În tratatul D-sale Dl. H. Mager citează începutul utilizării baghetei la anii 1602—1640 de către baronul de Beausoleil și soția sa Martina de Bertreau. Cu toate acestea se pare că chestiunea e mult mai veche. Pliniu vorbește de aquilegii romani (cititori de apă) fără a pomeni însă că ei s'ar fi servit de vreun aparat sau de baghetă. La muzeul imperial din Viena

s'a găsit cel mai vechi desen al unei baghete din anul 1420 fără vreun text (Deutsches Verband fac. 6, 1916).

Un desen vechi al baghetei magice se mai găsește într'o gravură a cosmografiei lui Sebastian Munster, publicată la Bâle [1541—1565 și reprodusă în revista La Natura din 10 August 1859.

După alte date s'ar părea că vulgarizarea puterei baghetei magice s'ar datora unui țaran francez Jaques Agénor Vermang născut în 1662 la Saint Marcellin (Isère).

Exemplele ulterioare date în nenumăratele tratate apărute sunt fără număr; nici o precizare însă n'a fost permisă.

Profesorul de muzică Barret dela facultatea de științe din Irlanda într'o lucrare a sa conchide că mișcarea baghetei e datorită unei *acțiuni mușchiulare inconștiente produsă de o autosugestie subconștientă sau de o sugestie derivată din impresiunile exterioare*; însă în unele cazuri pare a fi datorită unei puteri inconștiente de percepere; în nici un caz însă nu poate fi vorba de o legătură fizică între stratul de apă, zăcământ și bagheta.

În Germania, din anul 1911 prin asociația din Stuttgart și la Paris din 1908, în urma asociației făcută în acest scop s'a căutat introducerea acestor mijloace în domeniul studiilor practice; mai creduli Americanii au încercat chiar căutarea petrolului.

Din anul 1913 s'au executat la Kiel de către doi operatori Germani Bulov Rotkampff și Franzius încercări încununate de succes; deasemenea se pare că în Africa s'au obținut asemenea rezultate. Din experiențele făcute s'a ajuns la rezultatul că circa 10% din numărul oamenilor sunt influențați de apele subterane și capabili de exteriorizare prin baghete sau pendule.

Un prim congres s'a ținut la Hanovra 17—13 Septembrie 1911 când s'a fondat la Stuttgart o asociație specială « Verband zur Klärung des Wunschelrutenfrage » care a publicat 6 fascicule de descrieri de experiențe cari au aspectul foarte serios. Un alt congres s'a ținut între 18—20 Noembrie 1913 la Hall-sur-Senne, congres care a hotărât continuarea cercetărilor înainte de a se pronunța.

La Paris, 25—29 Martie 1924 s'a ținut un congres ale cărui lucrări și operațiuni au fost serios redată în 3 articole ale D-lui Dr. Gustave-le-Bon și Armand Vire (doctor în științe) în revista «La Nature» și cari stabilesc că nici o opinie definitivă nu poate fi formulată în această chestiune, cu toate că unele rezultate asupra căutării cavităților subterane sunt într'adevăr surprinzătoare.

În Franța, Germania și Belgia, pe lângă diverse ministere s'au înființat la diverse date comisiuni pentru căutarea izvoarelor de apă prin ajutorul baghetei sau a pendulului.

Un ultim congres s'a ținut în Franța de către căutătorii izvoarelor cu bagheta în anul 1926 reunind reprezentanții Franței, Angliei, Elveției, Spaniei și Belgiei. Cu ocazia acestui ultim congres din 1926, baghetiștii au făcut o serie de experiențe și anume: Domnul A. Vire a cerut unui număr de practicieni să precizeze dacă lângă grotele Lacava de pe Dordona, cele 3 grote cunoscute Jouclas, Merveilleuses și Igne de San-Sole-Belcastel, sunt singurile cavități ale munților. Baghetiștii au indicat o nouă serie de grote noi parte uscate, parte cu apă, au trasat contururile cavităților, iar harta a fost sigilată și depusă la Academia de Științe din Paris, urmând ca ea să fie deschisă când actualele lucrări în curs de determinare a cavităților vor fi terminate. Bineînțeles rezultatul acestor lucrări e cu nerăbdare așteptat de specialiștii baghetei.

Metode științifice de prospecțiune

Înainte de a trece la studiul metodelor geofizice de prospecțiune a apelor subterane țin să precizez că nu există nici o legătură de ordin științific sau logic între metodele subiective, despre care s'a vorbit, ale baghetiștilor cu metodele ce au la bază principii de fizică bine determinate.

Metodele propriu zise de prospecțiune științifică a apelor subterane sunt de două feluri, după cum se ocupă de perturbațiile produse de prezența apelor asupra unor fenomene naturale, câmpul magnetic, conductibilitate electrică, etc. și în rândul acestora ar intra și anumite aparate automate existente, sau asupra unor fenomene create în scopul cercetărilor, de

exemplu o capacitate creată într'o antenă orizontală de telegrafie fără fir și pământ, reflectarea unor unde electrice transmise, etc.

În rezumat metodele astăzi mai întrebuințate sunt de natură *electrică, magnetică* sau *auditivă*.

Aparate automate. Existența unor câmpuri capabile de a se manifesta într'un fel oarecare și cari ar acompania apele subterane precum și schimbările de ordin fizic suferite de roci în contact cu aceste ape, au condus pe cercetători să încerce construirea de aparate sensibile acestor manifestațiuni sau să creeze metode mai complicate de prospecțiune cu acelaș scop.

Cel mai vechi aparat construit în acest gen a fost «Magnetometrul abatelui Fortin» aparat sensibil variațiilor magnetismului terestru, construit la anul 1877 și prin ajutorul căruia Fortin isbutea după însăși declarațiile lui să constate anumite manifestații ale magnetismului terestru și a cunoaște prin aceste manifestații modificările probabile ale timpului. Magnetometrul Fortin a fost aplicat căutării apelor subterane abia în anul 1904.

Un negustor din Berna, Adolf Schmidt mort la 1910 și care în timpul pierdut, *după declarațiile sale*, se ocupa cu căutarea apelor subterane a modificat magnetometrul Fortin obținând un aparat deajuns de complicat și în care un ac magnetic capătă vibrații mergând până la 50° în vecinătatea apelor subterane în mișcare.

Profesorul Hay din Ontario modificând aparatul lui Schmidt a construit un alt aparat cunoscut sub numele de *aparatul automat englez* și care între orele 9 dimineața și 3 după amiază se pare că ar da rezultate bune.

În Franța actualmente se fac diverse încercări cu un aparat automat în acelaș gen pentru descoperirea apelor subterane în mișcare și a cărei descriere sumară redată la un congres de Dl. W. Fortdam, prof. de fizică, ar fi următoarea:

Un arc magnetic slab este pus pe un pivot deasupra unei bobine făcute din mai multe mii de spire de fier moale, bobina plasată orizontal în meridianul magnetic. Acest aparat asemănător detectorului Marconi pare a măsura vibrații electronice

asemănătoare celor din T. F. F. însă mult mai scurte. Până în prezent nu am găsit nici o lucrare completă asupra acestui aparat.

Observații mai complete în domeniul prospecțiunilor geofizice s'au făcut de pe la anul 1902 odată cu diverse încercări de telefonie prin pământ executate în America. Dela anul 1912 s'au făcut mari progrese în acest domeniu în special în urma studiilor făcute de frații Schlumberger asupra diferențelor de potențial ce se nasc la suprafața pământului prin existența zăcămintelor de minereuri, diferența de potențial ce pot ajunge până la 1 volt și a cuplurilor electrochimice existente în vecinătatea maselor minerale conductibile electrice și din cari o parte se ridică deasupra nivelului hidrostatic.

Studii hidrologice bazate pe asemenea observațiuni s'au făcut abia dela 1914 de germanul Kronke care le-a aplicat în Africa de Vest. Metoda întrebuințată de Kronke se baza pe *variațiune capacității și deci a lungimei de undă emisă de o antenă orizontală a cărei capacitate era sporită de existența unui conductor, de exemplu o pânză de apă.*

Alte metode se bazează pe studiul undelor electrice oprite și reflectate de umiditatea din roce. Pe acest principiu e construit aparatul W. Mansfield (Liverpool) indicând prezența apelor până la 300 m. adâncime. Dificultatea acestor aparate stă în faptul că unele zăcăminte metalifere provoacă deasemenea reîntoarceri de unde electrice și produc confuziuni.

În Franța D-l Diénert caută păturile de apă subterană prin modificările survenite în direcția câmpului magnetic terestru.

Alte instrumente caută să *amplifice zgomotele subterane* (aparatură Daguin). Aceste aparate bune pentru apele în mișcare nu se aplică apelor puțin mobile ca cele ale nisipurilor de exemplu, cari nu le influențează. E de mirare de altfel cum studiul diverselor fenomene din tehnică prin asemenea aparate utilizând amplificarea zgomotelor cu așa de vastă aplicabilitate în mecanică de exemplu, s'au răspândit așa de puțin.

Metodele fizice de căutarea apelor subterane cu totul noi s'au răspândit până în prezent puțin. Natura lor precisă va atrage cu siguranță pe cercetători, iar dela ele e așteptată re-

zolvarea unei probleme fără soluție practică în prezent, aceia a adâncimei apelor.

Studiile ce se fac în prezent în mod obișnuit astăzi pentru captările de ape subterane bazate pe indicații geologice și geografice, pe studiul calitativ și cantitativ al păturilor de apă străbătute de fântâni sau sondaje sunt costisitoare, dificile și au un caracter prea local spre a ne mulțumi și a nu ne lăsa să așteptăm la prospecțiunea geografică soluții rapide economice și complete.

Studii și centralizare în țările străine

Ministerul Agriculturii din Franța căutând o coordonare sintetică a studiilor hidrologice necesare serviciilor forestiere și hidraulice agricole, a creat o *comisie de meteorologie agricolă* care să lucreze împreună cu *Comitetul de studii științifice și al inventarierei izvoarelor hidraulice ale subsolului francez*.

În anul 1919 s'a creat în plus *Școala superioară de Geniu rural*, care să formeze ingineri specialiști în chestiunile apropiate scopului și la care școală studiul hidraulicii al prospecțiunilor și al rezervelor subterane de apă se pare că are o importanță remarcabilă.

În Austria studiile apelor subterane sunt dintre cele mai vechi existente și datează încă din 1882 când contele Falkenhayn, atunci ministru de agricultură a fost alarmat de mari dezastre produse de viiturile apelor.

În Italia dela 1888 încă s'a publicat «Cartea hidrografică d'Italia» și cam dela aceiași dată există primele studii și în Germania.

În Statele Unite cu data din 1919 am găsit No. 450 a unei fascicule «Analele hidraulice agricole».

La noi există studii serioase dela 1896 cu ocazia alimentării orașului București când s'au făcut sondajele dela Chiajna și Joița la 30 și 50 m. adâncime, cu care ocazie au fost consultați de către Nicolae Filipescu, primar al Capitalei pe atunci,

mai mulți hidrologi între cari Bechmann, o personalitate cunoscută în Franța, pentru lucrări în acest domeniu care a și fost prin București și profesorul geolog Daubré. Dintr'un memoriu al fostului director al școlii de Poduri și Șosele Dl. Drăghiceanu, profesor de hidrografie subterană pe atunci la Universitate, reese că chiar la acea dată se simțea lipsa unui «Consiliu de studii edilitare pe lângă Ministerul de lucrări publice sau cel de interne, consiliu care să dea indicații și o supraveghere logică lucrărilor de alimentare cu apă a orașelor. Se știe dealtfel că pe atunci s'au făcut câteva lucrări nereușite și care au pus în jenă bugetele câtorva orașe.

Alte studii s'au mai făcut de către Institutul geologic în Bărăgan, iar în Dobrogea de către organe ale Ministerului de Războiu.

În 1920 s'a creat pe lângă Universitatea din Cluj un institut de speologie (speologia e știința cavernelor) cu dirijarea căruia a fost însărcinat Dl. Profesor Racoviță.

Protecțiunea apelor subterane

Apele subterane menite alimentării centrelor populate trebuie supuse unui regim de supraveghere și protecție astăzi creat în mai toate marile centre ce le utilizează în acest scop. Acest regim de protecție e cu atât mai necesar cu cât mentalitatea publicului atribue indiscutabile calități de potabilitate acestor ape repudiind eventualele precauțiuni.

În majoritatea cazurilor această protecțiune se rezumă la:

1. Supraveghere medicală a apelor subterane și a apelor de infiltrare, supraveghere executată zilnic de obicei prin determinarea *rezistivității electrice*, afișând eventualele nevoi de fierbere, filtrare sau altă tratare.

2. Studiul premergător bacterologic, geologic și al originii apelor de alimentare.

3. Legi de protecție a perimetrului apelor de alimentare cu restricțiuni de călcarea lor și fixarea perimetrului.

Necesitatea organizării unui oficiu permanent pentru studiul apelor subterane

O instituție de această natură nu a existat până în prezent cu toate că necesitatea ei se resimte din ce în ce mai mult în special de micile centre populate și lipsite de mijloace de studii.

Chestiunile ce ar interesa de aproape și care ar urma să fie centralizate într'o primă soluție ar fi:

1. Documentarea și studiul metodelor noi de prospecțiune științifică.
2. Documentarea asupra datelor existente în țară și studiilor făcute.
3. Intreținerea relațiilor cu instituțiile străine cu acelaș scop.
4. Studiarea nevoilor de alimentare al diverselor centre și pe cât posibil problemelor ce se pun fiecăreia.
5. Studiul mijloacelor de captare, economice, indicate fiecărei regiuni.

Un asemenea oficiu de studii ar putea ființa pe lângă o instituție de stat și cea mai indicată ar fi desigur Institutul Geologic, unde odată cu prospecțiunea subsolului să se facă și aceea a apelor subterane, ar putea ființa deasemenea pe lângă o instituție particulară, care s'ar ocupa în general cu probleme asemănătoare și care ar privi chestiunile edilitare.
