

## II

# MEMORII SI COMUNICARI

## ASUPRA UNUI NOU SISTEM PENTRU ALIMENTAREA CU APĂ A ORĂȘELOR

### APLICAT LA ALIMENTAREA BUCUREȘCILOR.

Conferință ținută în seara de 6/18 Aprilie 1894, înaintea Societății Politecnice, de d. N. CUCU ST. Inginer.,  
Directorul Lucrărilor tehnice ale Orașului București.

### INTRODUȚIUNE.

Sistemele după cari se aprovizionează orașele cu apă, variază la infinit, în ce privește modul captării, aducerii, ridicării sau distribuției apei; ele însă au în general de basă, sau *apa de izvoare*, așa cum e cazul la Roma, Paris, Viena, Neapole, Focșani, etc., sau *apa de gârlă*, ca la Londra, Marsilia, Hamburg, Galați, Brăila și altele, sau *apa de lacuri* naturale, cum e la Chicago, Berlin, Glasgow, Geneva, Zürich, ori de lacuri artificiale, ca la New-York, Manchester, Saint-Etienne, etc., sau, în fine, *apa subterană*, recoltată prin drenaje, ca la Brusela, Liège, Limoges, Iași, Râmnicul-Sărat, etc.

Bucureștii au adoptat pentru alimentațiunea sa, apa de gârlă, și anume p'acea a Dâmboviței.

Nu voi descrie lucrările executate pentru captarea acestor ape, filtrarea sau aducerea lor, pentru că ele sunt în deoște cunoscute, nici nu voi arăta motivele pentru cari Administrațiunea municipală a hotărât a renunța la întrebuințarea apelor de la Arcuda. Aceste motive se găsesc pe larg expuse în desbaterile ce au avut loc la Noembre 1892, în șeful Comisiunii însărcinată cu ameliorarea alimentării Capitalei cu apă, desbateri ce au fost publicate de Primărie. Voi arăta numai că părerile acestei Comisiuni au fost că este locul a se procedea la facerea studiilor necesare pentru înzestrarea orașului cu noi ape potabile și că uă mare parte a Comisiunii indica în acest scop apele subterane, extrase prin puțuri 1).

Puțin timp după întrunirea acestei Comisiuni, însărcinat din nou cu Direcțiunea lucrărilor orașului și, în această situațiune, trebuind a mă ocupa de cestiunea apelor lui, am pregătit, mai întâiu, facerea la

acesta n'a putut fi însă luat în considerațiune, pentru că reclama studii prealabile de mai mulți ani, era întemeiat pe niște procedee de execuțiune foarte dificile, dacă nu imposibile chiar și, mai presus de toate, pentru că realizarea lui conducea la uă cheltuială care, chiar după calculul autorului, se ridică la uă sumă cu care într'un timp mai scurt, fără greutate și cu uă mai mare siguranță, s'ar putea alimenta Bucureștii cu ape de izvoare, aduse de la munte.

După ce admitea că diptr'un kilometru pătrat din regiunea de la Nordul Bucureștilor se poate extrage, prin drenare, 500 m.c. apă de infiltrațiune pe ții, d. *Moulan* arăta, spre justificarea proiectului său, că «dacă s'ar săpa în stratul aquifer un puț destul de adânc pentru ca să producă într'acest strat uă scurgere cu uă pantă sau presiune de 5<sup>m.c.</sup> pe metru, acest puț cu uă adâncime de 10 m., ar exercita uă influență a cărei rađă ar fi de  $\frac{10.000}{0.005} = 2000^m.c.$ , iar suprafața influențată ar fi de

$$2000^2 \times 3.141 = 12^m.c., 56^m.c.$$

«Produsul unui asemenea puț, socotit a 500<sup>m.c.</sup> pe km. pătrat ar fi de 12<sup>m.c.</sup> 56<sup>m.c.</sup> × 500<sup>m.c.</sup> = 6.280<sup>m.c.</sup> apă.

«Dacă în fundul acestui puț—continuu d. *Moulan*—s'ar săpa uă galerie orizontală, fie-care metru de lungime al acestei galerii ar spori influența cu uă suprafață egală cu 1 metru pe 4.000 metri de lărgime (de 2 ori rađa de influență), sau cu uă suprafață de 40 arii și ar culege, prin urmare, pe basa a 5<sup>m.c.</sup> pe ții și hectar, 5<sup>m.c.</sup> 00 × 0 hectar, 40 = 2<sup>m.c.</sup> 00 apă.

«Un drenagiu care ar prezenta uă desvoltare de 10<sup>m.c.</sup> și care ar atinge uă adâncime de 10<sup>m.c.</sup> în stratul aquifer, ar produce dar 6.280<sup>m.c.</sup> + 20.000<sup>m.c.</sup> = 26.280<sup>m.c.</sup> apă »

1) Un idrolog belgian, d. *Moulan*, propusese deja Primăriei, în Iuliu 1891, alimentarea orașului prin apă subterană: proiectul

Arcuda a unui puț profund, cu larg diametru, fundat prin aer comprimat, în punctul indicat de uă delegațiune a ei, iar pe de altă parte am întreprins un studiu prealabil asupra tuturilor apelor reputate ca putând concura la alimentarea Bucureștilor.

Resultatul negativ dat de un sondajiu ce am făcut în punctul fixat pentru puțul proiectat la Arcuda, a avut de consecință renunțarea d'a se mai construi acest puț, al cărui cost se ridică la nu mai puțin de 60.000 lei.

Convins însă că adevărată soluțiune a alimentării Capitalei cu apă constă în utilizarea apelor subterane \*)

„Dacă acest drenajiu ar fi așezat la uă adâncime mai mare, suprafața zonei de influință și prin urmare produsul ei, s'ar spori cu patratul adâncimii pentru porțiunea care este sub influința puțului sau a extremității galeriei și proporțional cu adâncimea pentru partea care este sub influința directă a galeriei, așa ca uă galerie 10<sup>m</sup>. lungime, așezată la 15<sup>m</sup>. în stratul aquifer, sau, luând drept 5<sup>m</sup>.00 grosimea mediă a stratului superior care-l acopere, la 20<sup>m</sup>. adâncime de la fața solului, ar produce 14 130+30.000=44.130<sup>m</sup> c. apă pe zi, cea-ce reprezintă aproximativ volumul cerut pentru București.

D. *Moulan* conta a transporta acest volum de apă printr'uă conductă supterană care, plecând de la adâncimea de 20<sup>m</sup>. unde ar fi așezat drenajiu, să meargă până în rezervorul de la Cotroceni, în care s'ar deversa. Admițând că panta generală a apelor subterane este de 2<sup>m</sup>m. pe m. ca și suprafața terenului, d-sa găsește că lungimea acestei conducte supterane, cu o pantă de 0<sup>m</sup>.25 pe km. ce i s'ar da, ar trebui să fie de

$$\frac{20 \text{ m. } \cdot 00}{0,002 - 0,00025} = 11.428 \text{ m.}$$

Așa dar, după d. *Moulan*, cei 40.000<sup>m</sup>.c. apă ce trebuie dinlich Bucureștilor, s'ar obține printr'uă conductă subterană care, plecând din rezervorul de la Cotroceni, s'ar adânci în teren așa că, după un parcurs de vre-uă 11½ kilometri, să se găsească la 20<sup>m</sup>. de la fața pământului și apoi printr'uă galerie de drenajiu, lungă de 10 kilometri, care să formeze prelungirea conductei și care să se fină la uă adâncime de 15<sup>m</sup>. în stratul aquifer, saș la 20<sup>m</sup>. sub suprafața solului.

Admițând chiar toate ipotezele în cari se pune d. *Moulan*, în ce privește rentabilitatea în apă a stratului aquifer, pantele terenului și ale acestui strat aquifer, cum și continuitatea acestei pante. 'mi-ași permite a întreba: 1) găsi-se-va la 11½ km. depărtare de București un strat aquifer de uă grosime constantă nu mai mică de 15<sup>m</sup>. pe 10 km. lungime și 8 km. lărgime, și de uă compozițiune așa ca apele meteorice să nu-și altereze potabilitatea lor prin traversarea acestui strat? și 2) cari sunt procedurile—și cât ar costa ele, ca timp și bani — prin cari să se poată executa uă galerie de drenajiu de 10 km. lungime. într'un strat aquifer prin excelență, la 20<sup>m</sup>. sub fața solului și uă conductă de 11½ km. lungime la uă asemenea adâncime de 20<sup>m</sup>?

În fata ipoteselor d-lui *Moulan* și a acestor întrebări ce ori-ce inginer trebuie a-și pune, mi se pare că era de uă elementară prudență ca Administrațiunea municipală să nu ia în considerațiune—cum nici nu l'a luat—proiectul ce i-a supusa idrologul belgian

\*) Iată, într'adevăr, cum șchideam, în ședința de la 9 Nov 1892 a Comisiunei pentru ameliorarea alimentării cu apă a orașului: „Să se suprimă filtrele, și cu banii, destinați pentru refacerea lor, să se procure orașului apa de bêt nemestegăuită, naturală, luată din *subsolul* văilor noastre.

„Dar unde este această apă naturală?—voi fi întreat.

„Valea Dâmboviței conține de sigur uă cantitate.

și a tras de caracterul aquifer al subsolului localității ce se întinde, la Joița, între Dâmbovița și Sabar, nu departe de Arcuda, am întreprins esplorațiunea acestei localități prin noi sondaje.

Explorațiunea aceasta mi-a permis a constata existența în localitate a unui curent de ape artesiene.

Indată ce sonda — un simplu tub de fer de 0,055m. diametru, înfipt cu soneta și curățit cu apă comprimată — pêtunde la Joița un prim strat de argilă, la 25—30 m. adâncime, apa țîșnește până la 2—3 metri sub fața solului, în cantități variând de la 7 l. la 144 m. c. pe zi și sondajiu. Curgerea înlesnită prin șanțuri cu fundul puțin mai jos de cât nivelul idrostatic al apei în sondage, n'a discontinuat de la facerea sondajielor, dintre care cel mai vechiu datează din 14 Iulie 1893. Apa curge cu uă temperatură de 12½<sup>o</sup>c., temperatura aerului fiind de 29°, înseamnă pe idrometru 14 și ½ grade franceze și, după uă analiză a Institutului chimic universitar, ea „oferă uă constituțiune „care satisface unor pretențiuni chiar riguroase, sub „punctul de vedere igienic, corespundând constituțiunii „apei de la origina Dâmboviței“.

Resultatele date de sondagele de la Joița, comparate cu celea ce întârșează alte soluțiuni, studiate pentru alimentarea orașului, a făcut pe d. inginer *Bechmann*, distinsul cap al Serviciului asanării Parisului, care a fost consultat într'această privință de Primărie, să opineze în favoarea apelor puse în evidență prin sondagele de la Joița. Cu cât „mai mult se studiază cestiunea, cu „atât — zice d-sa — se afirmă, din toate punctele de vedere, superioritatea soluțiunei basată pe întrebunțarea „apelor din pătura țîșnitoare (\*).“

Acestea a făcut pe Primărie a admite, sub reserva continuării probelor, apele artesiene din împrejurimile Bucureștilor, ca sistem pentru uă nouă alimentare a orașului.

Despre acest nou sistem de alimentare îmi propun a trata.

## APELE ARTESIANE

**Istoric.**—Am zis „nou sistem de alimentare.“

Cu toate acestea apele artesiene sunt cunoscute din primele timpuri ale Creștinătății.

*Diodor Tarsul*, care a trăit în veacul al IV-lea, ne

„Puțurile făcute de primăria la Arcuda (în 1891), acelea să-șpate de d. *Guiloux* în 1876 la Cosoba și Lunguleți, o probează cu prisosință.

„Captându-se aceste ape, ori de unde s'ar găsi mai apropiat, ele-am aduce pritr'un apeduct, pentru a le vërșa la Arcuda, în actualul apeduct al orașului, care ar fi conservat, ca și tot restul instalațiunilor existenței ce-i urmează.

„Aceasta este adevărată soluțiune.”  
(Desbateri și proiecte asupra îmbunătățirii alimentării orașului cu apă.—București, 1893; pag. 38).

(\*) Raport publicat în Anexa a 3<sup>a</sup> a Dării de seamă asupra Administrațiunii municipale pe anul 1893; pag. 46.

arăta că regiunea interioară a Tabaidei este udată de ape cari țîșnesc din pământ numai grație industriei omului, iar *Olimpiodor* care a scris în secolul al VI-lea, raporta că, în aceiași regiune a Tabaidei, se sapă puțuri de 200—500 coți adâncime și că apa care se dintr'însele este întrebuințată la irigațiuni. Confirmare că de aceste vechi puțuri sunt artesiane, ne-o dă d. *Ayme*, directorul stabilimentelor metalurgice ale unei pașale din Egipt, care, într'un scrisorare produsă de d-nii *Degoussé* și *Laurent* în „le Guide du sondeur”, arăta că oazele de la Teba și Gharb sunt „ciuruite de puțuri artesiane” și că d-sa chiar, d. *Ayme* ar fi curățit în anul 1850 multe dintre aceste puțuri săpate încă după timpurile biblice. D. *Ayme* descrie și modul cum Arabii perforau puțurile artesiane.

D. *Daubrée* ne spune, în „Les eaux souterraines”, că unul apelor țîșnitoare este străvechiu și în Algeria.—*Ebn-Khaldun*, scriitor arab din secolul al XIV-lea, citează puțurile artesiane din Ued-Rir, localitate în apropiere de Biskra, provincia Constantinei, iar Inginerul francez *Fournel* recunoscu, încă din anul 1844, rolul important ce sonda artesiană era chemată să joace în această provincie pentru dotarea cu apă potabilă a regiunilor Sahariene. Prevederea sa, confirmată ulterior de studiile d-lor *Dubocq* (1848) și *Ville* (1868), fu complet realizată (1).

În Europa, Italia se pare a fi prima țară care a aplicat sonda la căutarea apelor artesiane, și aceasta deja de demult, proba de aceasta fiind că orașul Modena are pe stema lui, de multe secole, două trivele de puț (2). *Cassini*, care a trăit pe timpul lui Ludovic al XIV, ne-a lăsat uă descrițiune asupra modului după care puțarii din Modena și Bologna făceau să țîșnească apa din profunzimea pământului. Același *Cassini* arată că locuitorii din Stiria își procură apa după uă metodă analogă.

Se dăce că primul puț țîșnitor s'a săpat în Franța, la Lilliers (Pas-de-Calais), deja din anul 1126. Cea ce este sigur însă este că în vechea provincie Artois, de unde derivă și numele de puțuri *artesiane*, sondagele se practicau din vechime ca o așa înlesnire că, în oare-cari localități ale acestei provincii, fie-care casă posedă uă fontână țîșnitoare. Întăiul puț artesian în departamentul Senei (Franța) s'a făcut de *Peligot*, la Enghien, în 1824.

De la această epocă, arta sondagiului a făcut imense progrese, iar puțurile artesiane s'au răspândit peste tot.

Fără a mai indica puțurile artesiane existând în Anglătura, Germania, Belgia și alte țări, voiu spune numai că în America există uă mulțime de puțuri artesiane, din cari acela la Berăriei Geo Ringler și C-nia din New-York dă 1½ milioane litri de apă pe zi, iar alte trei puțuri de 15 m. adâncime numai ale C-niei Bowery

Bay, tot din New-York, dau împreună peste 3 milioane litri de apă în 24 ore (1).

În România, prima tentativă a unui puț artesian s'a făcut la Cotroceni acum veri-uă 25 de ani, iar într'acest moment Ministerul Domeniilor străpune, sub abila direcțiune a d-lui inginer *Alimăneșteanu*, un puț artesian la Mărculești pe Bărăgan. În exploatare avem, după cât cunosc, un puț artesian în Fabrica de zahăr de la Sascut și un altul la uă moară din Bacău.

**Originea apelor artesiane.** — De unde și cum vin apele artesiane?

În vechime s'au emis cele mai singulare ipoteze în privința originii acestor ape.

Ast-fel, *Aristot* credea că aerul răspândit în adâncimea pământului, se transformă în apă, care apoi se ridică până la suprafața pământului, sub influența a diverse cauze variând după fantasia oamenilor de știință ai epocii. *Descartes* substitui mai târziu teoriei aristoteliene uă altă concepțiune, mai complicată într'adevăr dar tot așa de lipsită de studii fenomenului ce voia să explice. După acest filosof, apele mărir pătrund prin intersticiile solului până dedesubtul munților, de unde căldura centrală a pământului le ridică, ca vapori, cari condensăți, dau nascere curenților de apă. *La Hire* admitea deja în 1703, ca și *Descartes*, apa mărilor dar aceasta nu mai era evaporată și ridicată de căldura centrală, ci, descărcată de principiile saline prin trecerea sa prin pământ, se ridică la suprafața lui simplimente în virtutea capilarității (2).

Dacă învetații timpurilor au fost siliți să dea aceste explicații originii curenților subterani de apă, este că, întemeiați pe faptul că pământul vegetal nu se lasă a fi pătruns de apele meteorice de cât pe adâncimi relativ mici, au scăpat de sub observațiunile lor că nu toată suprafața solului este acoperită cu pământ vegetal și că, în foarte multe puncte, straturile permeabile ale scoarței terestre apar la zi, pe coastele munților, curbate, ridicate și sparte de acțiunea plutonică, care a produs marile ridicări ce se observă pe fața pământului.

Să considerăm, într'adevăr, ceia ce se întâlnește foarte des în natură, un strat permeabil, — coprins între două straturi impermeabile, *i. i.* în pozițiunea de înclinațiune dată de figura 1. Apele meteorice cari cad pe afloramentul stratului *p*, se infiltră într'însul și, închise între cele două straturi impermeabile, curg pe linia pantei, ca și într'un tub, până în cursul de apă sau marea ce se întâlni. — Câte uă dată, basiniul unui strat artesian, în loc să fie alimentat direct din ploii, se găsește în comunicațiune cu un deposit superficial de apă, rfu sau lac, care se scurge printr'însul. Un atare cas avem la Tours în Franța, unde stratul, de nisip verde în care sunt înfipte puțurile artesiane din acest oraș, se întind până în patul rurilor Loara

(1) Le Génie civil.—t. XI, pag. 380.

(2) *D. Spataro*. — Provista, Condotta e Distribuzione delle Acque; — Milano, 1892; part. I-a; pag. 269.

(1) *Tocklemburg*. — Tiefbohrkunde Bd IV; Leipzig, 1890; pag. 124.

(2) *Figuer*. — Les Merveilles de la science, t. 4 p. 539

Cher, Indre, Creuse și Vienne, cari alimentează acel strat <sup>1)</sup>.

Ori-cum ar fi alimentat stratul artesian  $p$ , să înfigem într'însul o serie de tuburi verticale indefinite  $T, T', T''$ . Apa se va ridica în aceste tuburi până la niște înălțimi  $N, N', N''$ , cari vor determina o linie piezometrică  $Q N N' N''$ . Distanțele  $T' N', T' N''$  și  $T N$ , între orizontala  $PP$  a basinelui alimentar și linia piezometrică, reprezintă pierderea de presiune a apei în filtrarea sa prin stratul permeabil de la punctul  $P$  până la piciorul diverselor tuburi înfipte. Dacă stratul permeabil ar avea o secțiune transversală și o permeabilitate egală pe tot lungul lui, este natural că linia curbă  $Q N' P$  s'ar reduce la dreapta  $QP$ .

Să tăiem tuburile  $T'$  și  $T''$  în punctele  $O'$  și  $O''$ , sub linia de presiune. Apa va începe să curgă printr'aceste puncte și vom avea ceea ce s'a convenit a se numi *puțuri artesiene*.

Acestea sunt condițiile de formațiune a puțurilor artesiene.

**Teoria puțurilor artesiene.**—După importanța alimentării stratului artesian, *Darcy* distinge două categorii de puțuri artesiene: puțuri al căror debit este mic în comparație cu alimentarea stratului și puțuri cu un debit însemnat în raport cu aceeași alimentare.

În primul caz nivelul piezometric, și prin urmare debitul puțului, rămâne constant; în al doilea, nivelul scade continuu, iar debitul merge descrescând până a înceta complet.

*Darcy* dă mijlocul d'a se recunoaște această importanță distincțiune.

Se taie tubul artesian la o oare-care înălțime  $o$  (fig. 2) și se determină prin experiență debitul  $q$ . Se taie apoi tubul mai jos, în  $o'$ , și se determină un alt debit  $q'$  printr'acest orificiu. Se trage orizontale  $o q$  și  $o' q'$  proporționale debitelor respective și prin punctele  $q q'$  se duce o dreaptă. Intersecțiunea liniei  $q q'$  cu verticala  $o o'$  ne va da, în  $A$ , nivelul piezometric. Când, în repetiție experiențe, punctul  $A$  rămâne constant, puțul este suficient alimentat; alt-fel, avem proba că debitul lui covârșește alimentarea.

E de notat că experiența nu poate fi concludentă de cât când coloana artesiană de apă iese toată pe orificiul tubului, lucru care e greu de obținut, căci o parte dintr'însa se pierde prin încheieturile tubului sau prin spațiul anular ce se formează între tub și gaura de sondă.

*Dupuy*, ca și *Darcy*; a stabilit teoria puțurilor artesiene și a formulat legile cari îi regesc debitul.

După aceste legi, *debitul unui puț artesian este proporțional cu grosimea stratului filtrant, cu per-*

*meabilitatea lui și cu presiunea*, adică cu diferența de nivel între basinelul alimentar și orificiul puțului <sup>1)</sup>.

În ce privește *diametrul unui puț artesian, el mai că n'are influență asupra debitului* <sup>2)</sup>. Ast-fel, *Dupuy* demonstrează prin calcule aplicate la clasicele puțuri artesiene de la Grenelle și de la Passy, că, chiar de s'ar spori la infinit diametrul de 0,17<sup>m</sup> al celui d'întăiu dintr'aceste puțuri, debitul lui n'ar crește de cât cu până la 2% și că, dacă „în loc d'a se fi făcut la Passy „un puț de 0<sup>m</sup>,75 diam., s'ar fi înfipt donde de câte „0<sup>m</sup>,30 diam., la distanțe depărtate, s'ar fi pus la dis- „pozițiunea Parisului 22 litri de apă pe secundă, în loc „de 14, într'un timp pe jumătate mai scurt și cu „400.000 franci economie, căci puțul de la Passy a costat 1 milion.”

*Debitul*, printr'un orificiu, al unui strat artesian *suficient alimentat, este tot-d'a-una constant*, proprietate care stabilește o deosebire esențială între o sorgintea oare-care de apă și un puț artesian: pe când sorgintea variază după anotimpuri, puțul artesian nu se influențează de siccitate. Pentru a ne explica această constantă de debit, n'avem de cât să considerăm mai întâiu că, de ordinar, puțurile artesiene sunt alimentate de apele meteorice cari, se infiltră pe o mare întindere de suprafață. Admițând apoi că cantitatea de ploaie căzută într'un period dat, nu poate varia de cât cel mult până la 0<sup>m</sup>,50 înălțime de apă și presupunând că coeficientul de permeabilitate al stratului artesian ar fi 0,20, urmează ca variațiunea maximă în cantitatea ploaiei reprezintă o pogorire a nivelului în basinelul alimentar de  $\frac{0^m,50}{0,20} = 2^m,50$  înălțime. Dar această

înălțime cu care se micșorează presiunea stratului artesian, este de negles în raport cu însemnata înălțime existând între nivelul basinelului alimentar și acela al orificiului puțului.

**Captarea apelor artesiene.** — Uă dată constatată existența unui strat artesian într'oa regiune oare-care, s'ar părea că captarea acestui fel de ape subterane s'ar reduce la simpla înfigere a sondagelor cari să le aducă la fi.

Lucrul însă presintă în sine o mulțime de dificultăți.

Întâlnim mai întâiu o serie de *anomalii geologice*, contra cărora inginerul nu poate lupta de cât cu lungi și paciente căutări locale și cu o mare precizie în observațiuni.

În cutare punct stratul artesian este format de un

<sup>1)</sup>  $Q = \alpha H$ , în care  $Q$  e debitul,  $\alpha$  o constantă depinzând de grosimea și permeabilitatea stratului, iar  $H$  presiunea la orificiul tubului (*Dupuy*.—La conduite et la distribution des eaux; Paris, 1865, pag. 99.)

<sup>2)</sup> Sporirea debitului în raport cu diametrul este dată de diferența de abscisa a parabolii debitelor și a unei tangente la această parabolă prin punctul indicând nivelul hidrostatic al puțului (*Dupuy*, *ibid.* pag. 101.)

<sup>1)</sup> *H. Darcy*. — Les fontaines publiques de la ville de Dijon Paris, 1856, pag. 169.

nisip fin, prin care apa filtrează a deveniță și nu se ridică spre fața pământului de cât încet și cu parcimonie, pre când în alte sondă întâlnește adevărați curenți supteran<sup>1)</sup>, cari nu asteaptă de cât a se găuri stratul de argilă cari-ți țin sub presiune, pentru a țâni cu vehemență la fața solului. La Lipsca, Francfort, Mannheim, avem primul eas și apa artesiană se ridică aci numai până la uă oare-care înălțime sub suprafața pământului, pre când la Salonie ea țânesce cu putere la căți-va metri *d'asupra* solului.

În atare punct apa vine la ți cu impetuositate, iar în altul, în imediata apropiere a celui d'întiu, sondă nu mai întâlnește de loc apă, ori o găsece sub presiuni diferite.

Figurile 3, 4 și 5 ne indică principalele din aceste anomalii. Simpla examinare a desemnului ne dă explicațunea casului.

Uă a doua categoriă de dificultăți ce întâlnim în captarea apelor artesiane, constă în *influențabilitatea debitului* unui puț prin facerea altora în vecinătatea lui.

*Dupuy* a demonstrat prin analiză că, în urma străpunerii unui puț artesian O (fig. 4 bis), linia de presiune a apei sau mai bine suprafața ei de presiune N N', ia forma unui con cu generatrice convexe N O N', pre care l vom numi *conul de influență*, al puțului.

Dacă la uă oare-care distanță de primul puț O, vom face un al doilea Q, aceasta din urmă nu va da apă întru cât coloana sa ascensională va fi tăiată în Q', d'asupra curbei de presiune N O a primului puț; va da, dacă coloana ar fi tăiată în Q'' înălțimea în detrimentul debitului puțului O, al cărui debit va descresce pe măsură ce am pogori orificiul puțului d'al doilea. Când vom descinde acest orificiu în Q, curgerea puțului O va înceta cu totul. Astupându-se puțul

d'al doilea, cel d'întăiu va reîncepe a da apa ca și la început.

Această reciprocă influențare a unui puț artesian prin altul, se face la mari distanțe chiar. Puțul de la Passy, de și se găsece la o depărtare de 3500 metri de cel de la Grenelle, totuși cu adâncimea sa de 586,50 și cu un con de influență în consecință, a făcut ca debitul puțului de la Grenelle să scadă de 10 la 7 litri pe secundă.

Mai caracteristică este influențarea reciprocă a puțurilor artesiane din orașul Tours. *Darcy* descrie cu amănunte, această influențare în însemnata sa lucrare asupra Fântânelor publice din Dijon. Într'o ți—ne arată acest distins hidrolic, asupra puțurilor din Tours, —debitul unuia din puțuri sporesce cu jumătate fără cauze aparinte; se află că puțul vecinului, astupat de nisip încetase d'a mai curge. Când acest din urmă puț fu curățit cel dintăiu, reveni la debitul primitiv. D-rul *Bretonneau*, continuă d-nu *Darcy*, sapă un puț artesian într'un punct cu vre'o 10 metri mai sus de nivelul mediu al orașului Tours, și obținu destul de bune rezultate. Pe măsură însă ce se făceau noi puțuri în Tours, puțul d-rului și micșora debitul, pentru a ajunge la un minimum în țiua când se străpunse un nou puț la Abatorul orașului, situat cu toate acestea la 1350 metri de puțul d-lui *Bretonneau*.

O a treia dificultate în captarea apelor artesiane este creată de *înispirea puțurilor*, când stratul artesian este compus din nisip fin, curentul ascensional ce se formează îndată ce sondagiul este străpuns, face ca acest nisip să se ridice în coloană, lărgind din ce în ce intersticiile stratului aquifer. Dacă presiunea ape este mare, tot acest nisip este ridicat de curent afară din coloană<sup>1)</sup>. Când însă curentul este mai slab, nisipul rămâne în tub, pentru a l obstrua și a diminua ast-fel debitul, sau a l suprima complet. Puțul trebuie atunci curățit prin alte mijloace de cât propria presiune a curentului.

Înispirea unui puț, pre lângă greutatea ce impune curățirea, mai d' nascere și la un alt inconvenient, confuziunea ce aruncă în spiritul observatorului, care nu pte, ști până la uă constatare, dacă diminuțunea debitului este datorită înispirii sau altei cauze oare-cari.

**Alimentarea orașelor cu ape artesiane.** — Captarea apelor artesiane fiind însoțită de dificultăți așa de grave ca acelea semnalate, un oraș putea-va oare să și întemeieze alimentarea sa pe niște atari ape?

Eacă nă cestiune, palpitantă pentru București.

Opiniunea în Franța pare a răspunde negativ acestei întrebări.

„Puțurile artesiane, o spune *Dupuy* 2), ar forma

<sup>1)</sup> Puțul de la Grenelle a asvârlit, în timpul construcțiunii sale, 1000 m. c. nisip.

<sup>2)</sup> *Opul citat* pag. 102.

„un puternic mijloc pentru alimentarea orașelor, dacă „n'ar avea gravul inconvenient de a se vătama unul „pe altul, *când sunt prea apropiate*“, iar mai de „curând d. *Bechmann* 1): „Pentru orașe, necunoscutul, inseparabil căutărilor de ape artesiane, calitatea lor medicină a adevă, temperatura ridicată și „scăderea progresivă observată de multe ori în debite, „sunt atâtea circumstanțe [cari au micșorat favoarea „puțurilor artesiane.“

Italia obișnuită de timp imemorială cu extragerea de la 2—3 metri, prin „fontanili“ a apelor din subsol pentru usul clasicelor sale irigațiuni, s'a adresat cu toate acestea, de ver-uă 4—5 ani, tot cu atât succes, pre cât și de simplu, la ape artesiane pentru alimentarea Veneției și Padovei între altele.

Belgiu, după ce au făcut uă primă probă reușită la Salonic, se pregătesc acum a și alimenta propriile orașe cu ape artesiane. Chiar Brusela pare a fi dispusă să intre într'această cale.

Iar Germanii, conștienți de dificultățile cu cari se prezintă întrebuințarea apelor artesiane, au pus la încercare diverse mijloace pentru înlăturarea acestor dificultăți, spre a-și putea alimenta orașele lor cu acest fel de ape.

## UN NOU SISTEM DE ALIMENTARE

### Prin ape artesiane

Am arătat că la Joița s'a dovedit existența unui strat artesian.

Pentru că am propus întrebuințarea acestui strat de apă la alimentarea Bucureștilor, voi expune aci mijloacele prin cari socotesc a combate dificultățile semnalate mai sus în captarea apelor artesiane în genere.

**Determinarea curentului artesian.** — Apele artesiane pot curge, am expus-o deja, fie printr'un fel de canal natural, de o lărgime mărginită, format prin crăpăturile sau dislocațiunile stâncelor, fie printr'un strat permeabil care acoperă suprafețe mai mari.

Cel d'întăiu dintr'aceste casuri este propriu mai cu seamă terenelor secundare și terțiare; cel d'al doilea se întâlnește în genere în formațiunile geologice mai noi ale regiunilor cu șesuri întinse.

Un număr oare-care de sondaje prealabile, practicate la depărtări mai mari unul de altul, ne va indica cazul în care ne găsim.

Aceste sondaje prealabile ne servesc a determina și direcțiunea curentului, a cărui cunoștință cât se poate de precisă ne este necesară, când ne propunem a exploata apele artesiane printr'uă serie de sondaje.

Din secțiunea geologică reprezentată de fig. 1, se vede că un puț, ca T' care s'ar afla pe direcțiunea curentului artesian, în josul altui puț T'', are un nivel hidrostatic mai mic de cât cel situat în susul lui și, prin

urmare, și un debit mai mic, ori-ce alte condițiuni fiind egale. Dacă încă adâncimele acestor puțuri în raport cu suprafața hidrostatică sunt ast-fel în cât unul s'a influențeze pe altul, este lesne de vădit că trebuie să nu aședăm puțurile în direcțiunea curentului, ci tot-d'a-una perpendicular lui.

Dar cum să determinăm această direcțiune?

Desemnele din figurele 6, 7 și 8 ne-o indică pentru toate casurile posibile: vom stabili curbele nivelelor hidrostatice a unui număr cât mai mare posibil de sondaje prealabile, ca a. a..., și linia de cea mai mare pantă a acestor curbe ne va reprezenta direcțiunea curentului artesian.—E de observat că în cazul indicat de fig. 6 nu avem un curent orizontal. Apa aci se scurge printr'un orificiu sau crăpătura existentă în stratul impermeabil ce formează radiatorul curentului subteran. Acest curent dar nu este captabil.

**Fixarea influențabilității și a debitului.** — După ce s'a determinat întinderea și direcțiunea unui curent artesian, e de cea mai mare importanță de a ne asigura de permanența și constanța debitului lui.

Am putea face constatările necesare pentru aceasta determinând, la diverse epoce, nivelul hidrostatic al puțului prin metoda lui *Darcy*, ce am descris deja. Această metodă însă, de aplicat numai posterior construcțiunii unui puț, nu ne dă mijlocul unei constatări prealabile atât de necesară, când este cestiunea a se face uă serią importantă de puțuri, pentru exploatarea unei întinse regiuni artesiane, în favoarea alimentării unui oraș mare *Darcy*. prin metoda sa, a constatat într'adevăr, cum fie care puț artesian din Tours și-a descins nivelul și prin urmare debitul, pe măsura ce un nou puț se construia în oraș. Noi însă avem trebuință d'a cunoaște înainte d'a le fi construit în totul, cât volum de apă ne va da un număr determinat de puțuri făcute într'uă regiune dată, în condițiuni fixate de adâncime și depărtare unul de altul.

Dar uă atare metodă de constatare nu se cunoaște și nici nu se va putea găsi, pe câtă vreme știința nu va fi în stare să determine dacă cantitatea de apă ce s'ar voi să se extragă dintr-un strat artesian, este numai uă fracțiune din alimentarea aceluia strat sau uă cantitate care o covârșește.

Din această cauză în Franța, țara în care s'a studiat mai complet teoria puțurilor artesiane, opiniunea nu este încă fixată în privința utilizării acestora la alimentări mari de orașe.

Cu toate acestea, studiul aplicațiunilor făcute în ani din urmă pentru alimentarea câtor-va orașe din Germania prin ape artesiane, m'a condus la un sistem care mi se pare a da cestiuni uă soluțiune suficientă, pentru toate casurile de ape artesiane identice celor ce s'au constatat la Joița.

Fie, într'adevăr, A. B. fig. 9, uă secțiune perpendiculară direcțiunii constatate a unui strat artesian ce se întinde pe uă mare lărgime și al cărui nivel hidrostatic

1) *Distributions d'eau*; Paris 1888, pag. 161.

este indicat de linia N N. la o distanță C sub suprafața pământului, cum e cazul la curentul artesian de la Joița.

Să înfigem trei tuburi artesiene P, Q și R, de un diametru mai mare, la distanțe de câte va sute de metri unul de altul, în sensul lărgimei constatate a curentului. Apa se va ridica în aceste tuburi până la nivelele  $n$  ale liniilor idrostatice N N.

Pre lângă fie-care din aceste trei tuburi să înfigem alte trei, ca  $p^1$ , și apoi, perpendicular curentului și paralel lui, să mai înfigem 12 tuburi de un diametru mai mic, ca  $p^2$ ,  $p^3$ , la distanțe egale  $l$ , câte trei pe fie-care braț al crucii ce se formează în centrul sonpăgelor P Q și R. Apa se va fixa în toate aceste tuburi la nivele nu mult diferind de nivelul  $n$ , nivele pre cari le vom nota.

Să aplicăm o pompă asigurată la tubul P și să pompăm cu un debit  $b^1$ , determinat ast-fel ca nivelul din cele patru tuburi  $p^1$  să *inceapă* a descresce. În acest moment, nivelul  $n$  din tubul  $p^3$  va fi descins în  $n^1$ . Parabola trecând prin  $n^1$  și nivelele de la  $p^2$  ne va indica depresiunea nivelului idrostatic N N pentru debitul  $d^1$ .

Să pompăm apoi cu un debit  $d^2$ , găsit ast-fel ca el să *inceapă* a pogori nivelul idrostatic în tuburile  $p^2$ . Nivelul în  $p^3$  se va fixa atunci în  $n^2$ , iar curba trasă printr-acest punct și prin nivelele pentru  $d^1$  al tuburilor  $p^1$  și  $p^2$ , ne va determina depresiunea pentru acest debit.

Să determinăm, în fine, un al treilea debit  $d^3$ , care să *inceapă* a altera nivelul idrostatic din tuburile  $p^2$  și să i tragem curba de depresiune.

Să repetăm aceste operațiuni pentru puțurile Q și R, notând debitele lor respective  $d^1$ ,  $d^2$  și  $d^3$  și desenând diagramele curbelor lor de depresiune.

Ce putem deduce din esamenul și comparațiunea acestor experiențe?

Dacă, pentru aceleași debite, depresiunile sunt egale sau aproape egale, la cele trei sondage P, Q și R, aceasta ne dovedește, mai întâiu, că stratul artesian se comportă uniform pe toată lărgimea explorată și că, intercaltând, între tuburile P, Q și R, atâtea sondage identice lor, de câte-ori distanța ce le separă este un multiplu al unei lungime egale cu  $6l$ , fie-care din tuburile intercalate, uniform pomplate, ne va da un debit egal lui  $d^1$ .

Dacă, pentru aceleași depresiuni ale nivelului idrostatic, pompăm din Q un volum pe secundă diferit din cel din P și din R, un altul mai mare sau mai mic de cât cel extras din P, urmează că din tuburile ce am intercala, cu depărtare între dênsele de  $6l$ , se va obține debite ce se calcula prin interpolațiune între debitele constatate la Q, P și R.

Vom putea determina ast-fel, pentru o depresiune dată a liniei idrostatice și înainte d'a le fi construit, atât numărul puțurilor ce trebuie să înfigem, cât și depărtarea între ele, pentru ca, fără ca unul să influențeze pe altul, să obținem un debit de apă anume fixat din nainte.

Aceasta pentru cazul când totalitatea volumului de estras ar fi o fracțiune a volumului alimentar al basiniului în aceeași unitate de timp.

Când însă avem bănueli că volumul de estras ar fi mai mare de cât volumul alimentar, va trebui să repetăm experiențele descrise mai sus într'un timp destul de lung și să fixăm definitiv volumul de estras în raport cu minimul volumelor date de încercări pentru aceleași depresiuni ale nivelului idrostatic.

Se vede de aci cât de lungi și paciente trebuie să fie operațiunile pentru determinarea volumului ce se poate obține dintr'un strat artesian, în cazul când se bănuiesc că el n'ar fi suficient alimentat. Această subjecțiune nu constituie însă o inferioritate a sistemului în raport cu altele, pentru că și când se voește a se capta, pentru alimentarea unui oraș, sorginți oare-cari, neartesiene, cu cari singure se poate compara, ca calitate de apă, o alimentare prin apă artesiană, constatarea debitului lor minimum, cere cel puțin tot atâta timp și paciență ca și la apele artesiene.

Prin aplicarea cu atențiune a metodei de constatare ce am schițat mai sus, se poate înlătura neconstanța debitului care, până acum, a făcut să nu se tragă folos din întrebuințarea pe o scară mare a apelor artesiene pentru alimentarea orașelor.

Un detaliu de observat.

Distanța  $l$  se poate lua arbitrar, de 5, 10 sau 20 metri, multipli ei însă,  $4l$ ,  $6l$  etc., trebuiesc luați în raport cu adâncimea C la care se găsește nivelul idrostatic sub fața terenului. Cu cât această adâncime va fi mai mică, cu atât se va lua și un multiplu mai mic al lui  $l$  pentru depărtarea între tuburi, și vice-versa. Un simplu calcul ne va indica, pentru fie-care cas particular de valoare a lui C și cost al pomparei pe unitate de adâncime, care este multiplul lui  $l$  ce trebuie admis, pentru minimul de cheltuială al instalațiunei și al exploatarei ei.

O altă observațiune ce am a face — se înțelege de sine, de altminteră aceasta — este că, o dată făcute puțurile, în exploatarea lor, nu se va pompa fie-care din ele a parte, ci toate se vor pune în comunicațiune cu o conductă absolut impermeabilă pentru apă și aer, ca și tuburile artesiene, și se va lega această conductă, la mijlocul ei de preferință, cu pompa regulatoare a nivelului idrostatic și elevatoră a apelor.

Ca aplicațiune a sistemului mai sus descris, dau, în fig. 10, desenul dispozitivului ce am crezut a adopta pentru căutarea, determinarea curentului artesian și a volumului lui la Chiajna, localitate care aflându-se în incinta fortificațiunilor Bucureștilor și în imediata apropiere a apeductului existent al orașului, aș recomanda-o de preferință pentru instalarea aci a viitoarei captări de ape artesiene, servind la alimentarea orașului, în cas când cercetările ne-ar dovedi că curentul artesian de la Joița există și într-această localitate.

**Evitarea innisipărilor.** — Am arătat că innisiparea tubului este unul din inconvenientele puțurilor artesiene

mai cu seamă la începutul străpungerii și acolo unde curentul filtrează printr'un nisip fin și are uă presiune mică.

Practicienii germani au găsit însă mijlocul de a înălțura acest inconvenient al sondagelor pentru obținerea apelor artesiane de la adâncimi relativ mici.

Inspirați de sigur de așa numitul *cuvelage filtrant* inventat de inginerul frances *Lippmann* și aplicat de dânsul cu atât succes la extragerea apelor freatice de la Rambouillet (Franța), ei perforază partea inferioară a tubului artesian, pe toată lungimea cu care acesta este destinat a intra în curentul de apă, și o înfășură cu uă pânză metalică, care împiedică ca nisipul să intre în tub. Pentru a descinde tubul ast-fel pregătit, este necesar ca sondagiul să fie practicat deja și protejat de un tub cu un diametru mai mare, în care să se pogoare apoi tubul artesian. După ce această operațiune este făcută și după ce, câte uă dată, se umple cu pietriș spațiul anular dintre cele două tuburi, se trage afară tubul exterior, pentru a se întrebuița la un alt sondagiun.

În *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure* din Maii 1891, se află descris sistemul prin care d. inginer *Smreker* apără de innisipări tuburile artesiane ale alimentării orașului Mannheim. Datoresc d-lor ingineri *Thiem* și *Lindley* esaminarea sistemului de sorburi, aplicate în același scop de cel d'întâiu la Lipsa și d'al doilea la Francfort p/M, iar d-lor *Popp* & *Reuther* din Mannheim și *Dessenis & Jacobi* din Hamburg dispozitivele speciale ce aceste case construiesc pentru înălțurarea innisipărilor la puțuri artesiane.

Dau, în fig. 11, desemnul unui atare sorb garantator contra nisipului, ce am proiectat pentru puțurile artesiane destinate alimentării Bucureștilor, după aplicațiunile similare ce am vădut în Germania.

**Conclușiune.** — În raportul ce a făcut d-lui Primar al Capitalei asupra soluțiunilor celor mai favorabile pentru alimentarea Bucureștilor cu noi ape, d. inginer *Bechmann*, arată, în privința apelor artesiane de la Joița, că succesul captării acestora ar asigura soluțiunea „cu mult cea mai economică” pentru alimentarea Capitalei și că acest succes „va avea chiar un răsunset „mai mare, căci el ar fi dat la lumină existența unei „bogății naturale până acum necunoscută aproape, „de care de sigur alte orașe de câmp vor ști să se „folosească la rîndul lor“.

Pentru a se putea profita de aceste bogății, trebuie ca sistemul pentru punerea lor în serviciul întrebuițării generale să corespundă cerințelor.

Cred că metodele ce am schițat îndeplinesc această condițiune.

Cu toate acestea, sistemul fiind nou și, ca atare, ne confirmat prin lungi aplicațiuni, am cređut a-l face cunoscut și a-l supune discuțiunii în sinul Societății noastre.

Acesta este scopul comunicării mele.

Voiu fi fericit dacă, în urma esaminării la care ar fi supus, i s'ar aduce ameliorări și s'ar admite în aplicațiunea generală, prilegiu cu care societatea politecnică ar justifica uă dată mai mult, utilitatea publică ce i-a fost oficial recunoscută.

## SOBELE VENTILATOARE

SISTEM Dr. BRÖHM.

Sobele ventilatoare construite la Spitalul Filantropia, sunt după tipul celor instalate la Spitalul din Bêrlad, unde funcționează deja de aproape 10 ani fără întreprupere. Aceste Calorifere sunt în construcțiunea lor, după sistemul d-ni Dr. Bröhm, și funcționează deja de la 1862 la Spitalul Maternitatea, Rudolf și la alte Spitale din Austria și Germania.

Am executat trei tipuri și anume :

|                             |                   |
|-----------------------------|-------------------|
| de o capacitate calorică de | 500 <sup>ms</sup> |
| „ „ „                       | 400 <sup>ms</sup> |
| „ „ „                       | 300 <sup>ms</sup> |

În principiu aceste sobe au de basă introducerea aerului proaspăt de afară printr'un canal adus pe sub pavimentul sălei și introdus prin partea de jos în interiorul sobei.

Caloriferul este compus dintr'un sistem de burlane de fer, printre care circulează fumul și care încălđin-

du-se, încălđesc la rîndul lor, pe de-o parte mantaua ușoară de zidărie, care îmbracă caloriferul, iar pe de alta, curentul de aer rece care intră în lăuntru.

Aerul proaspăt încălđit se urcă și intră în sală pe la partea superioară a sobei, care rămâne deschisă.

Starea hygrometrică a aerului ast-fel încălđit, este regulată într'un mod automat printr'un rezervoriu de apă așezat în interiorul caloriferului ; starea nivelului apei în acest rezervoriu este menținută printr'uă pâlnie dispusă în afară.

Pentru stabilirea diferitelor tipuri de sobe de 500, 400 și 300<sup>ms</sup> sau procedat în modul următor:

Admițând d. e. uă sală de bolnavi de 10 paturi, și calculând un spațiu de 50<sup>ms</sup> pentru fie-care pat, vom avea uă capacitate totală de 500<sup>ms</sup>.

Având necesitate pentru fie-care bolnav câte cel puțin 8<sup>ms</sup> de aer proaspăt pe oră, adică 10×80,00=