INTORNO ALLA VERA ORIGINE DELLA RESISTENZA CONSIDEREVOLE
CHE TALVOLTA OFFRONO NEI TUBI CAPILLARI LE COLONNE
DISCONTINUE, CIOÈ COSTITUITE D'INDICI D'ACQUA SEPARATI
DA BOLLE D'ARIA, E INTORNO ALLO STATO E AL MODO DI
ASCENSIONE DELLA LINFA NELLE PIANTE; RIFLESSIONI E ESPE-
RIENZE DEL PROF. C. TOSCANI.

Sanno i fisiologi come sia oramai dimostrato dalle esperienze di Hales, di Coulomb, di Dutrochet e di molti altri che, fatta una incisione in un ramo di vite o di pioppo al cominciare della primavera, visibilmente e in gran copia il succo linfatico sgorga tanto dai piccoli canali che dai grandi vasi che fan capo alla ferita; e quello che più monta si è, che la linfa esce dai piccoli e dai grandi tubi in gocce che alternano con bolle di una materia gassosa, così frequenti, da produrre non di rado un sibilo distintissimo. Malgrado un fatto così eloquente si riteneva e si ritiene dalla generalità che la linfa, anzichè per veri e propri canali, ascenda come per diffusione attraverso il fitto tessuto legnoso o cellulare. E poichè i fatti sopra ricordati non potevano porsi in dubbio, si considerava come misterioso ed eccezionale il fenomeno che presentano le piante in primavera. Si pensava cioè che, decorso questo periodo d'anormalità, i vasi si vuotasero di linfa, e rimanessero pieni d'aria, e la linfa riprendendo la vera sua strada ascendesse per entro il tessuto legnoso. Anche prima che io mi fossi volto a ricerche di questo genere, vidi quel concetto poco conforme alle leggi di natura, quel cambiar d'ufficio degli organi in modo così assoluto e brusco non mi parve concordare colla continuità che si riscontra nei fenomeni della vita di tutti gli esseri, e pensai che, avendosi al cominciare della primavera ricchez-

za di linfa e scarsità d' evaporazione, più agevolmente si sarebbero formate nei grandi vasi delle alternanze frequenti di succo linfatico con aria o altro gas, che in appresso per lo scemare dell' umidità del suolo, e per il crescere dell' evaporazione, a cagione della fronda ormai sviluppata, queste alternanze si sarebbero rese più difficili, e perciò meno frequenti nei grandi vasi, che nei piccoli, e così i piccoli meati si presterebbero, anzichè esclusivamente, meglio dei grandi al movimento del succo stesso. Tali erano i miei concetti, quando nei due anni testè decorsi, essendomi volto a studiare con maggior lena quelle proprietà fisiche degli organi elementari che aveva avvertite qualche anno indietro e che resi note agli Scienziati convenuti in Siena nel decorso Settembre (1), consacrai non poche osservazioni microscopiche alla ricerca dello stato della linfa nei vasi, nelle cellule e nei meati intercellulari, e fu così ch' io vidi costantemente e in tutte le epoche dell'anno il succo linfatico alternare ovunque con più o meno estese bolle di gas. Le osservazioni microscopiche furono da me sempre eseguite su preparazioni non compresse e a secco, cioè senza il concorso dell' acqua, che suol porsi tra le lastre per accrescer chiarezza, persuaso che l' aggiunta di un liquido, e la compressione potevano lasciare nell' animo qualche incertezza intorno

(1) Lo studio delle proprietà fisiche degli organi elementari delle piante fu da me intrapreso sino dal 1855. Abbondonatolo per ragioni di salute richiamò la mia attenzione verso lo spirare del 1859. In quello mi proposi indagare l' influenza dell' umidità, e del calore e dei due agenti combinati sopra i singoli organi tolti nelle diverse regioni della pianta, e rinvenni fatti e leggi che mi sembrarono importantissime. Comunicai in varie note quei fatti, quelle leggi e le loro applicazioni all' Accademia dei fisiocritici e ne presentai al Congresso un riassunto il quale si trova registrato sommariamente nel Diario e nel discorso di chiusura del Segretario Generale delle Scienze fisiche. Varie combinazioni mi hanno impedito fin qui di dare a quello maggiore e più dettagliata pubblicità. Ho creduto dover ciò dichiarare perchè il mio silenzio non venisse giudicato segno di sgomento per le incalzanti obiezioni che alcuni Scenziati, forse troppo vitalisti, fecero ai fatti da me annunziati, dei quali, non potevano negare l' importanza. A vero dire anche quelle obiezioni contribuirono al ritardo, ma solo perchè porsero nuovi materiali tutti convalidanti il principio e che perciò credei conveniente utilizzare.

alla origine della discontinuità, qualora questa per avventura venisse a riscontrarsi. Vedendo così il mio concetto avvalorato dalle resultanze delle osservazioni microscopiche, credei poter comunicare, alla 5.^a tornata della classe di fisica del citato Congresso, ciò ch'io pensava intorno all'ascensione della linfa. Dissi allora che, lungi dal negare una diffusione laterale operantesi piuttosto per endosmosi che per capillarità, la disposizione osservata dell'aria e della linfa nei canaletti longitudinali portava a concludere che nel senso della lunghezza il succo si propagava per capillarità. Dissi esser costretto a negare che in estate i vasi si vuotino completamente del liquido che portano in primavera, e che questo venga sostituito da sola aria. Dissi risultare dalle mie lunghe osservazioni microscopiche che anche nei vasi tracheali e nelle false trachee si ha costantemente alternanza di linfa con una materia gassosa; che quest'ultima scarseggia nelle radichette capillari e nei teneri germogli in vegetazione e manca completamente negli spongioli e nelle foglie embrionali, fintantochè non è formato il tessuto epidermico coi suoi stomi, e cresce la quantità relativa di detta materia aeriforme a misura che scendiamo nelle parti più adulte e più stagionate. Dissi finalmente che siffatta alternanza poteva dar ragione dell'ascensione del succo linfatico ad altezze tanto considerevoli, non solo perchè la materia gassosa in variabili e sempre larghe proporzioni conferir doveva leggerezza alla colonna, quanto ancora perchè l'espansione di quel gas sotto l'influenza solare doveva grandemente favorire il moto ascensionale degli indici con esso alternanti.

Come resulta dal processo verbale di quella tornata, ultimata che ebbi la comunicazione, fuvvi chi osservò avere Jamin pubblicato in quello stesso anno un lavoro nel quale spiegava completamente i fenomeni di cui io aveva tenuto proposito, ed aggiungevasi che Jamin, ritenuta nei vasi delle piante quell'alternanza d'aria e di linfa ch'io aveva veduta col microscopio, attribuiva però il sollevamento, maggiore nelle colonne discontinue che nelle continue, ad una deformazione dei menischi opposti. Il lavoro di Jamin era allora

a me sconosciuto; tuttavia rispondeva che quella spiegazione sarebbe stata in pieno disaccordo colla accettata teoria dei fenomeni di capillarità, ed insisteva nel ritenere che il maggior sollevamento delle colonne discontinue doveva attribuirsi unicamente all'aria intercalata, e che la somma degli indici doveva equiparare quella colonna continua che sarebbe sollevata nel tubo cilindrico per semplice capillarità. Il Senatore Prof. Mossotti poneva termine alla discussione appoggiando e avvalorando le mie conclusioni. Fra poco noteremo, citando le sue stesse parole, come Jamin anzichè ammettere nei vasi delle piante l'alternanza della linfa coll'aria esclude assolutamente quest'ultima, parla è vero del sollevamento e della resistenza che offrono colonne discontinue, ma le considera nei tubi di vetro, ed è portato dalle sue esperienze a negare l'esistenza dell'aria nei tubi adduttori del succo linfatico.

Prima di scendere ad una critica di quella parte del lavoro di Jamin; prima di vedere come possano conciliarsi i fenomeni osservati da lui colle teorie della capillarità e coi fatti da me affermati, credo debito dell'opera riassumere qui brevemente quanto il dotto Professore della Scuola politecnica esponeva il 22 Febbraio e l'8 Marzo 1861 davanti alla Società Chimica di Parigi, e che nel 1862 veniva pubblicato negli atti di quella Società.

L'importante lavoro di Jamin può considerarsi diviso in quattro parti. Nella prima di queste si occupa, come dissi, della resistenza che nei tubi capillari offrono le colonne discontinue o a coroncina, cioè costituite d'indici d'acqua o di mercurio separati da bolle d'aria. Nella seconda prende a studiare l'azione degli indici o cappelletti permanenti che si formano in strozzature, le quali in piccoli tubi o canaletti alternano con più larghe cavità, e vede che quei corpi porosi in cui si formano di questi cappelletti permanenti sono permeabili ai liquidi, ma resistono energicamente al passaggio delle materie gassose, fintantochè quegli indici non sono esauriti dall'evaporazione. Nella terza parte scende a dare una teoria matematica della penetrazione dei liquidi nei corpi porosi, deducendo dai principii della capillarità le for-

mule, che nelle diverse condizioni esprimerebbero la pressione derivante da quella facoltà assorbente dei corpi stessi. Nella quarta ed ultima passa ad applicare quella teoria matematica all'ascensione della linfa nelle piante, cercando di corroborare le sue vedute con belle esperienze eseguite sopra apparati che esso chiama *vegetabili fatti*, e che sono essenzialmente costituiti da due vasi porosi messi in rapporto per mezzo di una sostanza egualmente porosa racchiusa in un tubo a pareti compatte, o per mezzo di un tubo di vetro capillare. Uno di questi vasi immerso in acqua o in terra bagnata rappresenta per lui le radici della pianta, l'altro sospeso nell'aria; e perciò destinato a evaporar l'acqua ascisa, fa le veci delle parti verdi della pianta stessa. Nel dotto lavoro che abbiamo così succintamente riepilogato il Fisico francese è caduto talvolta nel difetto di generalizzare con troppa facilità, e da ciò ne sono derivate quelle conclusioni che tanto discordano dai fatti. Io qui appunto mi propongo dimostrare, come veri in certe condizioni i fenomeni discussi nella prima parte dell'opera di Jamin, si dette però loro una generalità che non hanno, si attribuì ad essi un origine che loro rigorosamente non spetta, e furono perciò male a proposito applicati ai tubi o canali di natura organica nello stato di freschezza. Farò conoscere come tenendo conto dei principii fondamentali dell'ultima parte, ma adattandoli alquanto alla struttura organica delle piante che troppo differisce da quella dei vasi porosi, della pietra litografica e dell'amido contuso e calcato, possa, senza l'impiego di forze così enormi quali sarebbero reclamate adottando le vedute del Fisico francese, spiegarsi egualmente bene l'ascensione della linfa nelle piante, quando non si rigetti, come egli è costretto a fare, l'alternanza di una materia gassosa col succo, alternanza inevitabile nelle condizioni in che trovansi le radici delle piante e costatata di fatto dalle esperienze di Hales, Coulomb e Dutrochet e dalle mie diligenti osservazioni microscopiche. Il fenomeno che Jamin prende a studiare nella prima parte del suo lavoro è quello che scendo a dire. La resistenza allo spostamento che nei tubi capillari offrono le colonne liquide discontinue, cioè co-

stituite da indici separati da bolle d'aria, è in certi casi di gran lunga maggiore a quella che presentano le colonne continue. Quest' eccesso di resistenza cresce col numero e coll' estensione delle bolle d' aria alternanti col liquido: Jamin espone le esperienze eseguite coll' acqua e mercurio, per determinare il valore e le leggi di quella resistenza, quantunque quelle leggi siano precisamente quelle dell' attrito, crede l' attrito solo non possa bastare a dar ragione di tutti i fatti e delle summentovate condizioni, sotto le quali si producono e si modificano, e pensa che la pressione esercitata per operare uno spostamento generi una modificazione dissimetrica nei menischi. Se il liquido bagna le pareti vi sarebbe secondo lui aumento di concavità dal lato premuto di ciascun indice e diminuzione dal lato opposto, e quando il liquido non bagna, diminuzione di convessità sulla faccia premuta ed aumento sull' altra, e quindi conclude che, perduta così i menischi e con siffatto ordine l' uguaglianza di curvatura, per le note leggi della capillarità, aumentar deve necessariamente la resistenza. Ognuno vede che questo ragionamento implicitamente suppone che l' indice prima di deformarsi resista allo spostamento. Ma perchè ciascun indice anzichè deformarsi non si sposta alla più lieve azione, mentre è ancora nulla la risultante delle forze di trazione dei menischi eguali che lo terminano? Perchè l' intera colonna non si muove come se fosse tutta di un pezzo? Vi vuol poco a dirlo, perchè preesiste una resistenza indipendente dall' azione dei menischi. Ma quale è la causa di questa resistenza preesistente? Ecco ciò che Jamin lascia d' indagare, ecco il lato vulnerabile del lavoro e delle conclusioni del dotto Francese. Jamin confessa che per confermare la spiegazione da lui data del fenomeno, occorrerebbero esperienze, che dimostrassero la supposta dissimetria dei menischi, le dichiara però di difficile esecuzione, crede poi non doversene occupare in quanto i fatti, che costituiscono il principale subietto del suo lavoro, li ritiene indipendenti dalla loro spiegazione. Io non posso convenire con lui della inutilità d' indagini accurate sulla causa vera di quelle resistenze, tanto più quando veggio che esso ha generalizzato ap-

punto perchè implicitamente ammette dipendere il fenomeno dalla deformazione dei menischi. Se da abile sperimentatore, quale egli è, avesse maggiormente estese le sue ricerche avrebbe veduto, che nei tubi capillari di vetro la causa vera di quelle resistenze è quell' attrito che colle proprie leggi a lui si appalesò sino dai primi risultati sperimentali. Avrebbe veduto che pei liquidi i quali formano menisco concavo, sono di ostacolo allo spostamento dei singoli indici, e perciò dell'intera colonna, certe scabrezze che si formano negli spazi occupati dall'aria quando il tubo, per difetto di nettezza, non si trova uniformemente bagnato. Scabrezze di cui, con qualche diligenza, si può impedire la formazione, e che mancano poi necessariamente nei tubi di natura organica, quando il tessuto che li costituisce è imbevuto del succo che circola in essi.

Le esperienze da me eseguite si riferiscono tutte a liquidi che bagnano le pareti dei tubi capillari. Credo che tra il mercurio e il vetro la cosa proceda alquanto diversamente, penso cioè che in tal caso una parte almeno della resistenza si abbia là dove appoggiano gli indici, e sia l'effetto di una pressione derivante dalla forza chiamata da Pasteur figuratrice coadiuvata dalla capillarità. Se il concetto che mi sono così astrattamente formato della resistenza che offrono gl' indici di mercurio fosse giusto, dovrebbe la detta resistenza aumentare grandemente di valore col diminuire dei due diametri dell' indice. Non avendo ancora in pronto i materiali per ricerche siffatte, lascio di parlare delle colonne discontinue d' aria e mercurio, e scendo tosto a dare i risultati numerici dei miei studi sui liquidi che formano menisco concavo. Preso un tubo la cui forza di capillarità per l' acqua era rappresentato da $42^{\text{mm}},5$ produssi in esso una colonna discontinua, e la feci ascendere tanto che la sua pressione eccedesse d' assai tutte le resistenze possibili: tenendo quindi immerso l' estremo inferiore nella vaschetta piena d' acqua, mi posi ad osservare minutamente le alterazioni che presentavano le sue parti durante lo spontaneo abbassamento della coroncina, e ben tosto avvertii che in quegli spazi che occupava l' aria l' interno del tubo presentava

una superficie scabra, perchè coperta di minutissime gocce staccate le une dalle altre che davano spesso al tubo un aspetto perlaceo, i menischi, al discender degli indici, ora aderivano al vetro ora no, e col loro continuo deformarsi, ora sopra un punto, ora sopra un altro, del loro bordo, col loro moto stentato e irregolare chiaramente addimostravano che il rallentamento e l'estensione del moto prima che la somma degli indici fosse ridotta a $42^{\text{mm}},5$ dipendeva unicamente dal non essere uniformemente bagnate le pareti interne del tubo. Nella seguente tavola troverà il lettore registrati i risultati di queste prime esperienze.

Numero delle bolle d'aria	2	4	6	10	12
Altezza dell' intiera colonna	$172^{\text{mm}},0$	$157^{\text{mm}},0$	$195^{\text{mm}},0$	$182^{\text{mm}},0$	$230^{\text{mm}},0$
Spazio occupato dalle bolle d'aria	97,0	84,0	96,0	91,0	97,0
Spazio occupato dagli indici	75,0	73,0	99,0	91,0	135,0

Pensai allora di procurarmi una maggior nettezza con ripetute lavande eseguite con soluzione di potassa caustica e con alcool, ed ottenni effettivamente una notevole diminuzione nella resistenza, come risulta dalle cifre che appresso:

Numero delle bolle d'aria	3	6	12
Altezza dell' intiera colonna	$188^{\text{mm}},0$	$197^{\text{mm}},0$	$200^{\text{mm}},0$
Spazio occupato dalle bolle d'aria	138,0	147,0	131,0
Spazio occupato dagli indici	50,0	60,0	69,0

Riconobbi però facilmente che la nettezza non era completa e vidi che continuando a sperimentare con quel medesimo tubo, senza sottoporlo a nuove abluzioni, ben presto ricompariva la rugiada ed aumentava con essa la resistenza. Pensai allora di sostituire all' acqua l' alcool e l'acido solforico pei quali l'altezza normale della colonna continua era rappresentata da $17^{\text{mm}},0$ e $21^{\text{mm}},0$. Nel seguente prospetto potrà vedersi come il fatto rispondesse alla previsione.

	<i>Alcool</i>					<i>Acido solfor.</i>	
Numero delle bolle d'aria	2	2	5	6	8	2	5
Altezza totale della colonna . . .	^{mm} 67,0	^{mm} 59,0	^{mm} 54,0	^{mm} 51,0	^{mm} 123,0	^{mm} 68,0	^{mm} 176,0
Spazio occupato dalle bolle d'aria .	50,0	22,0	37,0	54,0	106,0	47,0	155,0
Spazio occupato dagli indici. . .	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	21,0	21,0

Mentre lavava con alcool un secondo tubo capillare, che aveva un diametro metà di quello del precedente, mi accorsi, che in esso quel liquido aderiva irregolarmente; sospesi tosto la lavanda e feci coll' alcool un' esperienza, che con quattro bolle d' aria dette i seguenti risultati. Altezza totale 160^{mm}, aria 111^{mm}, indici 49^{mm}, mentre per semplice capillarità l' alcool in colonna continua non montava che a 34^{mm}. Sempre più convinto della eliminabilità delle cause che nelle esperienze di Jamin rendevano la resistenza delle colonne discontinue maggiore che quella delle continue, introdussi nel tubo la soluzione di potassa, e ve la feci stanziare per circa un' ora, quindi sottoposi il tubo stesso ad abluzioni eseguite con alcool che furono continuate fino a tanto che non vidi dileguarsi ogni irregolarità. Le cifre ottenute da cinque esperienze successive e qui sotto registrate nulla lasciano a desiderare.

	<i>Alcool</i>		<i>Acqua</i>		
Numero delle bolle d'aria	4	7	2	4	8
Altezza totale della colonna	^{mm} 91,0	^{mm} 102,0	^{mm} 105,0	^{mm} 120,0	^{mm} 145,0
Spazio occupato dalle bolle d'aria	57,0	68,0	20,0	35,0	58,0
Spazio occupato dagli indici	34,0	34,0	85,0	85,0	85,0

Conosciuta così la vera origine delle resistenze talvolta considerevoli che presentano le colonne discontinue o a coroncina nei tubi di vetro, potremo meglio apprezzare l'erroneità delle conclusioni a cui fu tratto Jamin a riguardo

dei tubi organici dalla ipotesi della deformazione dei menischi e che si riassumono nel seguente squarcio del suo d'altronde pregevolissimo lavoro.

« Si sa » egli dice « che sonovi nei vegetali dei canali larghi, spesso ripieni d'aria e dei tessuti molto serati ai quali si attribuisce, con ragione, la funzione di elevare la linfa; se in questi l'aria alternasse coll'acqua in modo da formare dei cappelletti, essi opporrebbero una tal resistenza all'ascensione del liquido che niuna forza potrebbe esser bastante a superare. Bisogna dunque che questi condotti siano esclusivamente ripieni di liquido ».

Se si pensa invero che le membrane degli organi elementari delle piante nel loro stato fisiologico sono sempre più o meno imbevute del succo, che deve per essi e a contatto di essi circolare, concluderemo, oppostamente a quello che ne pensa Jamin, offrire i canaletti delle piante viventi le condizioni le più favorevoli al facile e libero movimento di una colonna discontinua.

Tornando all'Opera di Jamin noi vediamo che portato dallè sue considerazioni ad escludere l'aria dall'interno dei canaletti, pei quali ascende il succo linfatico è costretto a cercare nelle piante una forza capace di spingere colonne continue sino alle più alte cime degli alberi. Vediamo se rigorosamente rispondono all'uopo le esperienze da lui eseguite per dimostrare la possibilità dell'esistenza, nelle radici, di una forza capace di quegli effetti. Egli sperimentò la forza di capillarità di varii corpi porosi e trovò: quella della creta compatta misurata da 3 o 4 atmosfere. Quella dell'avorio da 3. Quella della pietra litografica da 5. Vide finalmente quella dell'amido ridotto in polvere, e fortemente calcato in vaso poroso da pile, elevarsi ed oltrepassare le 6 atmosfere dopo di che, come egli nota, l'apparecchio, col quale sperimentava, andò in frammento rovesciando e fracassando gli oggetti che aveva d'appresso tantochè egli si stima fortunato di non essere stato vicino quando avvenne l'esplosione. Se tali sono gli effetti di una pressione misurata da 6 o 7 atmosfere pensi il lettore quali sarebbero quelli di una forza permanente quale sarebbe necessaria a spingere una colonna

liquida continua sino alla vetta del *pinus lambertiana* e della *wellingtonia gigantea*. Io poi non vedo che una lontanissima analogia tra la struttura della pietra da litografi e dell'amido contuso e calcato, e quella che riscontrasi nell'epidermide delle radici e delle parti verdi della pianta.

Pochi saggi da me eseguiti mi porterebbero a ritenere che li spongioli operino per endosmosi e che la linfa formata ascenda per capillarità. Questo però io dico colla debita riserva non essendo ancora bastantemente avanzato lo studio che ho intrapreso sopra siffatto argomento (1). In ogni modo quei raffronti perdono del loro valore, quando si pensi che nessuna esperienza eseguita sin qui per determinare direttamente la forza ascensionale nelle piante ha dato cifre così elevate.

Hales sperimentando sulle radici di un melo non ottiene che una forza misurata da 9 pollici; Mirbel e Ckevreuil, recisa, come fece Hales, nel mese di Aprile una vite quasi alla parità del suolo ed adattato alla tagliatura un manometro, non ebbero che una pressione corrispondente a 29 pollici. Ognuno vede quanto questa forza ascensionale che è pure la massima ottenuta sin qui col più perfetto modo di sperimentare e nelle più favorevoli condizioni, sarebbe inferiore al bisogno, quando si dovesse escludere la presenza di bolle di un gas nei canaletti adduttori della linfa. Ma io accennai sino dall'introduzione a questa critica che non solo le bolle gassose esistono, ma per le condizioni stesse delle radici e del terreno che è loro a contatto do-

(1) In questo studio presi a indagare la natura del gas che trovasi nei vasi e nelle cellule e il modo suo di produzione o d'introduzione, e i primi saggi mi porterebbero ad ammettere: Che la materia gassosa entra per gli spongioli, ma disciolta nel liquido: che questo liquido, modificandosi nell'interno della pianta, ne renderebbe libera una quantità variabile colla posizione: che il detto gas sarebbe per la massima parte gas-acido-carbonico: che le radici non emetterebbero mai, come credono alcuni, materie allo stato aeriforme e i fatti prodotti in appoggio della supposta emissione si spiegherebbero; talvolta, con un vero e proprio spostamento occasionato dalla penetrazione dell'acqua, tal altra, coll'esosmosi di un liquido saturo di detto gas. Ma su questo argomento tornerò coi necessari sviluppi.

vrebbero (se si deve paragonare una radice ad un vaso poroso) di necessità introdursi alternativamente col succo nei canaletti organici. Da un'esperienza dello stesso Jamin risulta, che quando la sua pianta fattizia trovava il terreno incompletamente imbevuto d'acqua, invece di formarsi nel tubo capillare, che rappresentava il fusto, una colonna continua, si produceva una bella e assai regolare coroncina costituita da bolle d'aria separate da indici d'acqua. E non sono queste appunto le condizioni in cui trovansi le radici delle piante specialmente se molto profonde? Riepilogando il detto fin qui, concluderemo:

1.^o Che le colonne discontinue in tubi capillari cilindrici, nel caso che il liquido ne bagni uniformemente le pareti, non oppongono maggior resistenza delle colonne continue.

2.^o Che i canaletti di natura organica, quando conservino il loro stato di freschezza, non offrono la più lieve resistenza al movimento delle colonne discontinue.

3.^o Che le condizioni normali del suolo a contatto delle radici, specialmente profonde reclamano (tantopiù se è lecito paragonare il loro modo d'assorbimento a quello dei corpi porosi), e le mie osservazioni microscopiche insieme colle esperienze di Hales, Coulomb e di altri molti costatano l'alternanza costante di una materia gassosa colla linfa nei canaletti adduttori di essa.

4.^o Che quella discontinuità anzichè contrariare il movimento del succo linfatico lo rende invece possibile col solo impiego della forza di capillarità dei vasi e d'assorsione che si rinvenne nelle radici delle piante, tra perchè il gas che s'intromette può render centupla l'altezza senza aumentare la pressione, tra perchè quella alternanza rende più efficaci e più pronti gli effetti dell'azione solare.

5.^o Che queste colonne discontinue sono costantemente disposte in direzione longitudinale nel tessuto legnoso, circostanza che dimostra diffondersi la linfa per impulsione nel senso delle fibre e per diffusione, o per endosmosi in direzione a quella normale.

6.^o Che tutti i canaletti indistintamente quantunque sia

il loro diametro, non esclusi perciò i tubi rigati possono far l'ufficio di tubi adduttori della linfa, con questa sola differenza, che la linfa monterà a preferenza ed anco esclusivamente pei più larghi, quando, scarsa essendo l'evaporazione e ricco d'acqua il terreno, nei minori mal si formerebbe una colonna discontinua, e per lo inverso, ascenderà pei minori e crescerà la proporzione del gas nei maggiori, quando, aumentata l'evaporazione e scemata l'umidità del suolo, sarà ridotta una necessità l'alternanza della linfa col gas in quelli e sarà resa più difficile la produzione d'indici in questi. Così rimane agevolmente spiegato, e perde quella misteriosità che imbarazzava i fisiologi, il fatto tanto ben constatato che cioè certe piante in primavera portano la linfa, sempre alternante con una materia gassosa, pei più larghi vasi mentre più tardi quei vasi rimangono quasi completamente pieni di gas, e frattanto il succo linfatico continua a montare in gran copia per servire all'accrescimento del vegetabile e per riparare alle enormi perdite che esso prova per la traspirazione.

7.^o Che come l'eccessiva larghezza dei vasi non è sempre per le ragioni dette favorevole all'ascensione del succo linfatico, così la troppa compattezza del tessuto, opponendosi alla formazione delle reclamate discontinuità, rende impossibile quella ascensione, e quindi s'intenderà perchè la linfa non ascende mai per il *duramen*.

Considerate le piante sotto questo nuovo punto di vista restano a mio avviso agevolmente spiegati, oltre i summentovati, tanti altri fatti che la natura offre e che le numerose ricerche sperimentali dei fisiologi manifestarono.