

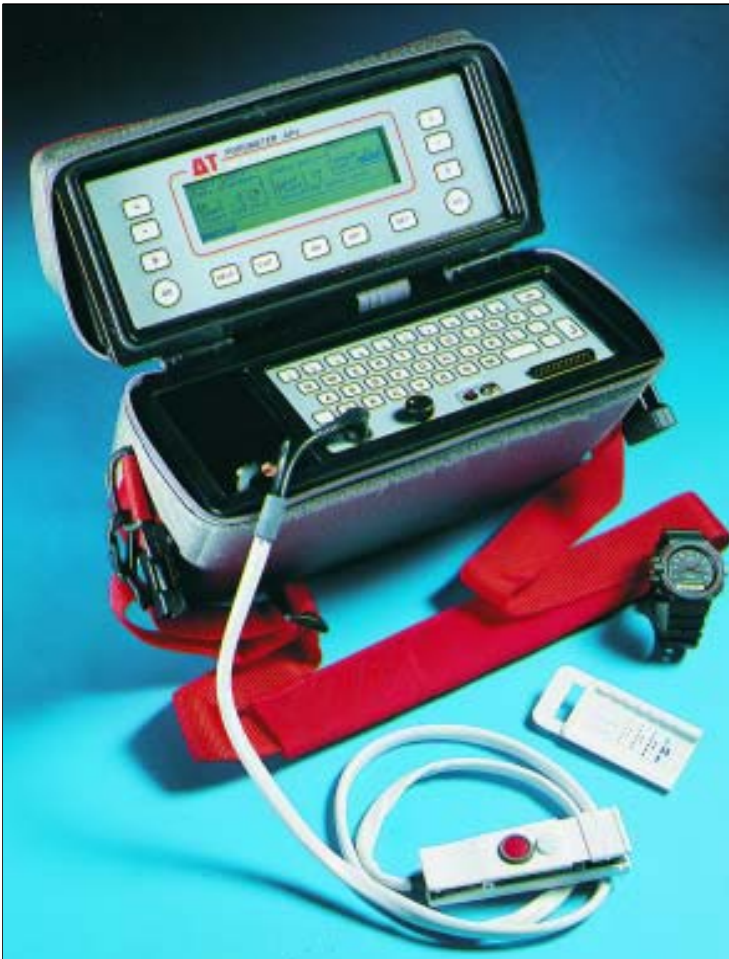
# AT

DELTA-T DEVICES

Porometrul AP4 măsoară deschiderea stomatală pe baza conductanței stomatale a frunzelor, adică a vitezei de evaporare a apei prin pori.

Aceasta este un factor determinant al pierderii apei prin frunze și al absorbției de CO<sub>2</sub> în procesul fotosintezei.

- *Citirea directă a conductanței sau a rezistenței*
- *Calibrare simplă și rapidă pe teren*
- *Frunza este supusă la stres minim în timpul măsurării*
- *Valori deosebite și ușurință în utilizare*



## Porometrul AP4

PREZENTAREA PRODUSULUI

### Aplicații

Pierderea vaporilor de apă prin stomatele frunzelor plantelor este unul dintre cei mai importanți factori care leagă transpirația cu temperatura ambiantă, presiunea, umiditatea (RH) și viteza vântului. Stomatele sunt sensibile la lumină, umiditate relativă (RH), dioxid de carbon (CO<sub>2</sub>), stresul de apă, factorii patogeni și de poluare. Porometrul AP4 măsoară cu precizie și în mod repetabil conductanța stomatală pe teren folosind principiul difuziei ciclice. Când aceste măsurători sunt considerate împreună cu cele ale suprafeței și temperaturii frunzei, aparatul permite estimarea pierderii de apă pentru o întreagă plantă sau întregul coronament al unei culturi.

Din aceste motive aparatul AP4 este un instrument inestimabil pentru cuantificarea efectelor diverselor influențe asupra comportamentului stomatelor. El mai joacă și un rol important în compararea performanțelor diverselor tipuri de culturi din perspectiva răspunsului la variațiile factorilor de mediu și la diverse surse de stres.

**Experiența practică** Teoria care stă la baza porometrului ciclic este bine înțeleasă (ref. 1), și este susținută de experiența considerabilă a Delta-T în producerea acestui tip de instrument pe parcursul a patru etape de evoluție. Peste 1000 de porometre

Delta-T au fost folosite la nivel mondial de la proiectarea celui dintâi de către Dr. J. L. Monteith în 1974 (ref. 2).

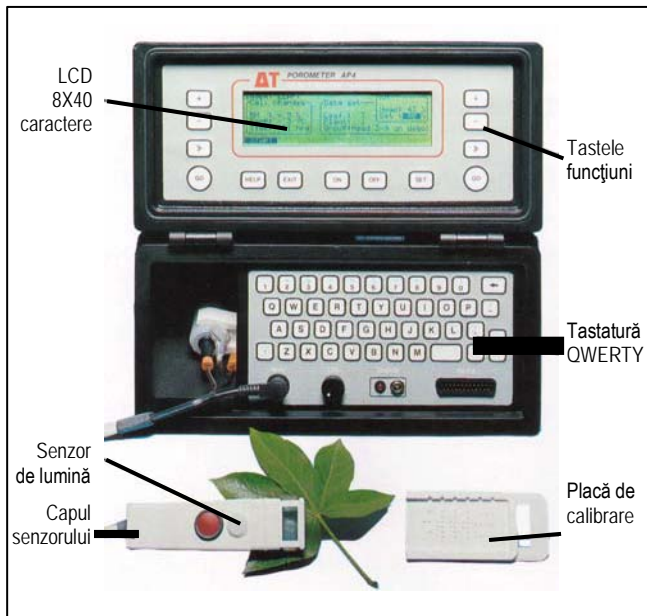
### Utilizare simplă și convenabilă

Designul inovativ al aparatului AP4 oferă utilizatorilor facilități de operare logice și convenabile, precum și o gamă largă de caracteristici și funcțiuni. Printre acestea sunt un ciclu automat, rapid care furnizează măsurători compensate cu temperatura, și calibrarea simplă.

Utilizatorii noi pot învăța rapid utilizarea eficientă a aparatului AP4, fără cunoașterea în amănunțime a tuturor opțiunilor disponibile pentru utilizatorii mai experimentați. Există o tastă [HELP] care oferă asistență pentru utilizarea aparatului, un lucru deosebit de util pe teren, în timp ce tasta [SET] ajută utilizatorul cu vizualizarea setărilor de funcționare stocate anterior.

Aparatul AP4 este prevăzut cu o curea care permite purtarea peste umăr și este introdus într-o carcasă protectoare, având tastatura, tastele de comandă și afișajul la un nivel convenabil utilizatorului. Capul senzorului, montat pe un cablu flexibil, se agață pur și simplu pe frunza care urmează a fi măsurată. După inițializarea instrumentului, tasta [READ] de pe capul senzorului permite manipularea cu o singură mână. Se pot efectua, evalua și stoca măsurători succesive prin simpla apăsare a acestei taste. Măsurătorile stabile sunt indicate cu un semnal sonor constând dintr-un bip dublu.

Pe afișajul LCD apar meniurile cu pașii procedurilor care trebuie urmate pentru calibrare, efectuarea de măsurători, precum și verificarea și transferarea datelor stocate.



## Calibrare directă

Tehnica de calibrare directă folosită de către AP4 crează mult mai multă încredere în precizia absolută a măsurătorilor decât ce este posibil în practică în cazul altor sisteme.

Aparatul AP4 este livrat cu o placă de calibrare din polipropilenă turnată cu șase grupe de găuri; rata difuziei vaporilor de apă prin aceste găuri a fost verificată cu mare atenție. Vaporii de apă sunt obținuți prin acoperirea plăcii cu o foaie umezită. Capul senzorului este agățat de placa de calibrare și se stochează măsurătorile de la fiecare din cele șase poziții de calibrare standard.

Calibrarea este un proces simplu care se poate efectua ușor pe teren. Trebuie efectuată la începutul unei sesiuni de măsurători și când acest lucru devine necesar ca urmare a schimbării temperaturii sau mutarea la un nivel nou de ciclu RH, sau la montarea variantei cu cupă pe capul senzorului.

## Compararea porometrelor cu difuzie dinamică și cu stare stabilă

### Porometria

Porometria este studiul difuziei gazelor prin pori, în mod deosebit prin stomatele frunzelor. Deoarece transpirația plantei este controlată în primul rând de deschiderea și închiderea stomatelor, utilizarea porometrelor este vitală pentru numeroase domenii ale cercetării plantelor.

Cele mai multe măsurători pe teren sunt efectuate în prezent cu porometre bazate pe difuzie, care folosesc sau principiul de măsurare dinamic sau cel al stării stabile. Porometrele cu difuzie dinamică, cum este aparatul AP4 al Delta-T, sunt caracterizate de simplitate, camere de funze fără perturbație, și nevoia recalibrărilor frecvente, dar care se pot efectua simplu cu ajutorul unor plăci cu rezistențe de difuzii cunoscute. Prin comparație, porometrele cu stare stabilă sunt mai complexe, necesită camere de frunze cu perturbație puternică, iar calibrarea lor, chiar dacă nu se face des, poate fi dificilă.

### Puncte tari

**Precizie:** Cele două sisteme sunt comparabile în condiții de laborator, cu mențiunea că sistemul cu stare stabilă poate să aibă o precizie mult mai bună în condiții de conductanță a difuziei foarte ridicate dacă este foarte bine calibrat.

Pe teren, însă, situația este alta. Precizia sistemului Delta-T poate fi asigurată prin simpla recalibrare pe teren oricând este nevoie. La sistemul cu stare stabilă precizia depinde de precizia absolută a măsurătorii RH: o eroare de peste  $\pm 18\%$  în măsurătoarea difuziei poate fi generată de o eroare de  $\pm 3\%$  a RH (ref. 3, 4). La efectuarea de măsurători asupra frunzelor pe teren, posibilitatea contaminării va restrânge în general încrederea în măsurătoarea **absolută** a RH la  $\pm 4\%$ , chiar și în cazul unor calibrări atente și frecvente efectuate în laborator.



Condițiile dintr-o cameră porometrică pot să ducă uneori la închiderea stomatelor înainte de efectuarea unei măsurători. Șansele pentru producerea acestui fenomen sunt mai mari într-o cameră în care frunza este stresată de pierdere semnificativă de apă asociată cu sistemele stabile perturbate puternic.

**Rezoluție:** Porometria cu sisteme dinamice și cu stări stabile asigură rezoluții similare: aproximativ  $0,5 \text{ mmol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ .

**Viteză:** Ambele sisteme permit efectuarea unei măsurători în aproximativ 15 secunde pentru o frunză cu conductibilitate mare și în aproximativ 60 secunde în cazul unei frunze cu o rezistență mare.

**Avantaje în utilizare:** Ambele sisteme furnizează măsurători directe ale unităților conductanței stomatelor, dar aparatul AP4 are și caracteristica unei afișări grafice complexe a tuturor informațiilor relevante despre măsurători. Capul senzorului din plastic turnat cântărește doar 130g - mai puțin de o treime decât cel a multor porometre cu stare stabilă.

**Suprafața mostrei:** Deoarece camera în cazul sistemului dinamic este neperturbată, nu este practică folosirea de suprafețe mari de mostre împreună cu un senzor mic RH. Experiența utilizatorilor arată, totuși, că acesta este un dezavantaj minor, care duce doar la necesitatea unui număr mai mare de mostre uneori.

**Preț:** Porometrele dinamice sunt de regulă mai ieftine, deoarece nu necesită camere de frunze complicate sau debitmetre de gaz scumpe.

Simplitatea în utilizare, siguranța și rentabilitatea, fără compromisuri în privința preciziei, fac ca porometrele cu difuzie dinamică să fie prima alegere a oamenilor de știință din întreaga lume.

## Senzor cu cap compact

Capul ușor, compact al senzorului AP4 permite efectuarea de măsurători rapide și sigure, cu un stres minim pentru frunză, chiar și în cazul coronamentelor mici sau dense.

Materialul capului este polipropilenă cu factor scăzut de absorbție a apei. El conține două cupe: una alungită, iar cealaltă circulară, utilizate în funcție de forma frunzei. Un **capac glisant** permite verificarea alinierii frunzei. Frunza este presată ușor cu o garnitură din cauciuc siliconic, care definește aria mostrei.

Capul conține senzori cu răspuns rapid care măsoară temperatura cupei și a frunzei pentru aplicarea unei compensări automate cu temperatura (ref. 3). Pentru a reduce încălzirea cupei de la lumina solară puternică, ea este făcută din material alb, izolant. În același timp un senzor fotodiodă PAR (radiație fotosintetică activă) măsoară lumina incidentă pe frunză.

## Unitățile de măsură

Aparatul AP4 permite alegerea între exprimarea conductanței sau rezistenței stomatale, în unități de "viteză" sau molare. Unitățile molare permit compararea cu unitățile biochimice ale fotosintezei, de exemplu, molii de biomasă care se crează sau densitatea fluxului quantei PAR. Ele au avantajul de a fi independente de presiune\* și doar puțin dependente de temperatură, în timp ce unitățile de viteză depind de amândouă.

Aparatul AP4 raportează toate măsurătorile la temperatura și presiunea ambiantă.

\* Schimbările de presiune barometrică care intervin între o calibrare și o măsurătoare reală vor afecta măsurătorile de rezistență: o schimbare de 1kPa poate produce o eroare de 1% a rezistenței măsurate. O schimbare extremă a vremii ar putea avea acest efect, dar altitudinea este de regulă un factor mai important, rata de schimbare fiind 1kPa la 100 m. Ceasul de mână PBR1 cu barometru este potrivit pentru monitorizarea presiunii locale (vedeți Cum se comandă).

## Manipularea datelor

Memoria internă are o capacitate de 1500 de măsurători, având și o facilitate pentru comentarii. Datele se pot transfera la un calculator, o imprimantă sau un terminal portabil prin intermediul conexiunii RS232. Formatul datelor este potrivit pentru preluare directă de programe standard de analiză date, inclusiv Excel.

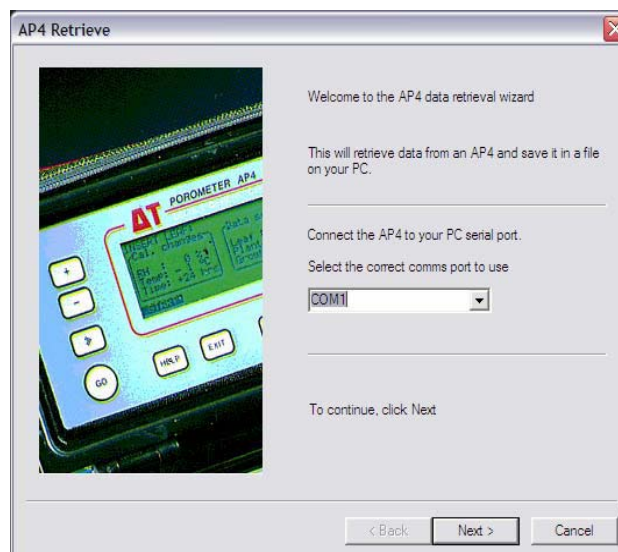
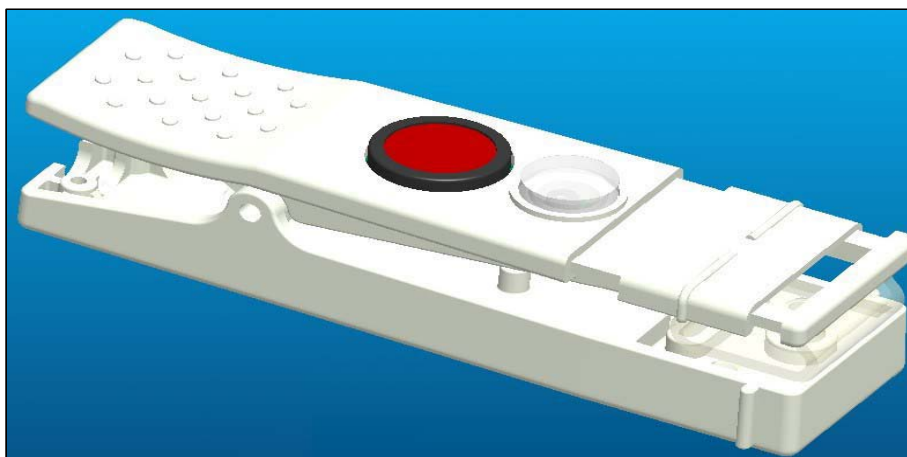
Un set complet de date cuprinde măsurătoarea, etichetele măsurătorii, ora, nivelul luminii, temperatura și umiditatea relativă. Cu ajutorul tastaturii se pot adăuga la fiecare măsurătoare comentarii de până la 30 de caractere.

3	GROUP 6: Pinot	Date :	10/07/2004	Set RH:	50%	Units:	mmol/m <sup>2</sup> /s	
4						Press:	1000 hPa	
5								
6	Time	Plant	Leaf	Conduct.	Cup T	Cup-Leaf	Light	Notes
7	15:52	1	1	17.7	23.8	0.1	810	upper - centre of plot
8	15:53	1	2	216.0	24.0	0.2	320	lower
9	15:53	1	3	21.2	24.2	0.3	570	upper
10	15:54	2	1	435.0	24.4	0.4	340	lower
11	15:55	2	2	15.6	24.5	0.3	660	upper - edge of plot
12	15:55	2	3	131.0	24.5	0.6	480	lower

## Îmbunătățiri

Părțile turnate ale capului senzorului au fost reproiectate pentru includerea unor elemente mecanice mai rezistente, de exemplu:

- Muchii laterale și suport balama mai rezistente
- Mici protuberanțe pe brațul mobil pentru o prindere mai sigură
- O fixare mai bună a cablului și detensionarea acestuia



## Compatibilitate

- Softul RETRIEVE este actualizat pentru compatibilitate cu Windows XP și Windows ME.



## Specificații pentru porometrul AP4

Parametru	Domeniu de măsurare	Rezoluție [1]	Precizie [2]	Condițiile de testare Domeniu de măsurare
Conductanță	5,0 - 1200 mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	0,1 - 10	±10 % ±20 %	5 - 800 mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> 800 - 1200 mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>
Conductanță	0,25 - 30,0 mm s <sup>-1</sup>	0,01 - 0,1	±10% ±20 %	0,25 - 20 mm s <sup>-1</sup> 20 - 30 mm s <sup>-1</sup>
Rezistență	0,2 - 40 s cm <sup>-1</sup>	0,01 - 0,1	±10 % ±0.2 s cm <sup>-1</sup>	0,5 - 40 s cm <sup>-1</sup> 0,2 - 0,5 s cm <sup>-1</sup>
RH	0 - 100%	0,1	±4%	
Temp. cupei.	-5 - +55 °C	0,1	±0,7 °C	0 - 50 °C
Temp. cupă-frunz.	-5 - +5 °C	0,1	±0,2 °C	0 - 50 °C
Fluxul PAR [3]	0 - 2500 μmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup>	10	±15%	
Presiune [4]	600 - 1200 hPa, setabil în pași de 5 hPa			
Nivel ciclu RH	20 - 80 %RH, setabil în trepte de 5%			

### Note:

- [1] Rezoluția se modifică cu amplitudinea valorii obținute. Domeniul arătat corespunde domeniului de măsurare. În termeni relativi, rezoluția este mai bună de 2%, dar este cel puțin egală cu cea mai mică valoare indicată.
- [2] Precizia de mai sus se aplică pentru tot domeniul plăcii de calibrare și pentru condiții optime de cupă, de exemplu, diferență de la +10 la -5 °C între temperatura reală a cupei și cea care a fost la calibrare, și pentru o diferență de la +2,5 la -2,5 °C între temp. frunzei și cea a cupei.
- [3] Răspunsurile spectral și cosinus sunt aproximative.
- [4] Presiunea ambientă poate fi citită de la un ceas de mână cu barometru de tipul PBR1.
- [5] Ciclarea în condiții extreme de temperatură, conductanță și nivel de RH s-ar putea să nu fie tot timpul posibilă.

### Unități de măsură

Conductanță: mmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, mm s<sup>-1</sup>, cm s<sup>-1</sup>

Rezistență: s cm<sup>-1</sup>, s m<sup>-1</sup>, m<sup>2</sup> s mol<sup>-1</sup>.

Valorile plăcii de calibrare la 20°C, 1000 hPa

Poziția plăcii	Conductanța (mmol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )	Rezistența (s cm <sup>-1</sup> )
1	15	27.3
2	25	16.5
3	55	7.4
4	132	3.1
5	257	1.6
6	513	0.8

### Capul senzorului

Cupele: (a) alungită, 2,5 x 17,5 mm, capete rotunjite

(b) circulară, diametru 6 mm

Senzor RH: Vaisala 16663HM

Senzori de temp.: termistoare de 100 K de mare precizie

Senzor de lumină: fotodiodă GaAsP nefiltrată

Lungime cablu: 1,2m

Dimensiuni/greutate: 110 x 30 x 27mm, 130g inclusiv cablul

### Manipularea datelor

Memoria măsurătorilor: până la 1500 măsurători cu comentarii complete (vedeți exemplul de mai sus)

Interfața de date: serială RS232, până la 9600 bauduri, livrat cu conector și adaptor pentru conectarea directă la PC-uri

Software: pentru Windows, datele sunt salvate într-un fișier ASCII cu date separate prin virgulă (.CSV)

### Unitatea de comandă

Afișaj: LCD, 8 linii x 40 caractere

Taste: 13 taste pentru funcții, în plus tastatură QWERTY completă

Geantă pentru transport: căptușită, cu curele pentru umăr și pentru brâu.

Dimensiuni/greutate: 300 x 220 x 140mm, 3kg

### Alimentare

Baterie: internă, reîncărcabil, timp de funcționare 20 de ore

Încărcător: unitate separată, 12 la 15V DC, 0,5A, 110, 220 sau 240V AC de la rețea (vă rugăm să precizați când depuneți comanda)

Timp de reîncărcare: 14 ore



## Referințe

1. Monteith, J. L., Campbell, G. S. & Potter, E. A., 'Theory and performance of a dynamic diffusion porometer'. Agric. For. Meteorol. 44,27-38, 1988.
2. Stiles, W., Monteith, J. L. & Bull, T. A., 'A diffusive resistance porometer for field use'. J. Appl. Ecol. 7,617-638,1970
3. Campbell, G. S., 'Steady-state diffusion porometers'. Research Bulletin 809, Washington State University,20-23,1975.
4. McDermitt, D. K., 'Sources of error in the estimation of stomatal conductance and transpiration from porometer data'. HortScience,25(12),1538-1548,1990.

## Cum se comandă

Porometru tip AP4, cuprinde: baterie reîncărcabilă inclusă, cap de senzor de tipul PSH1, placă de calibrare, geantă pentru transport, manual, ghid de pornire rapidă, cablu RS232, softul pentru culegerea datelor, kit cu consumabile de tipul PCK1 (foi de hârtie, bandă adezivă, 500g de silicagel, tub pentru silicagel, 2 cup seals, cup gasket), încărcător baterie (vă rugăm precizați tensiunea rețelei 230 V AC 50Hz UK, sau EUROpa, sau 120V AC 60Hz).

### Articole opționale:

Ceas de mână cu barometru, de tipul PBR1, măsoară presiunea atmosferică Akit cu consumabile pentru AP4, de tipul PCK1, set complet, ca și cel livrat cu instrumentul.

Kit cu piese de schimb, de tipul PSK2, include manual de rezervă. Lista amănunțită este disponibilă la cerere.

Cap de senzor de rezervă pentru AP4, de tipul PSH1.

Baterie de rezervă, de tipul PSB2.

Sîncărcător de rezervă pentru baterie, de tipul AP-CHG.

Placă de calibrare de rezervă, de tipul AP-CP.