Tehnici moderne de supraveghere a mediului

Teledetectia

este procesul de captare de la distanta mare a semnalelor emise sau remise de catre unele sisteme si de descifrare a acestora.

Teledetectia se face prin:

- ***semnale active*** *– produse artificial si dirijate catre sistemele care urmeaza a fi prospectate;*
- ***semnale pasive*** *- produse in mod natural de catre sisteme in functie de caracteristicile lor fizice;*

In teledetectie este importanta cunoasterea ***ferestrelor atmosferei***

Sisteme care folosesc teledetectia:
- Sateliti
- Radare
- Lidare

Senzori pentru teledetectie

Radiometru – instrument care masoara cantitativ radiatia electomagnetica pe dintr-un anumit interval al spectrului electromagnetic.

Fotometru - instrument care masoara cantitativ radiatia electomagnetica din spectrul VIS.

Spectrometru – instrumentul contine si un elemnt dispersiv (retea, prisma)

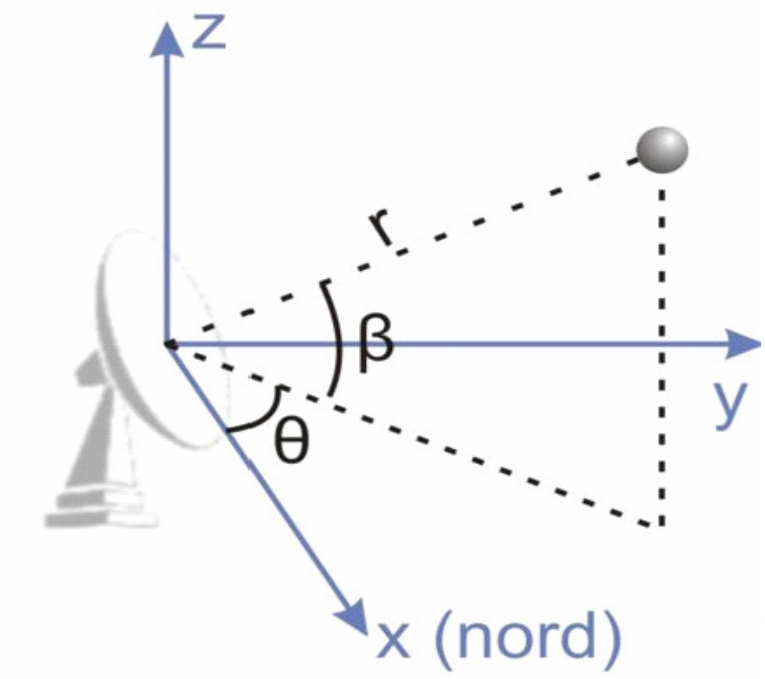
Rezolutii spatiale

- **rezoluție spațială scăzută** (între 5 Km si 2- 3 Km), au o frecventa foarte mare de obtinere a imaginilor (ex: sistemele sateliilor geostaionari **METEOSAT**, **GOES** - informatii la fiecare15 min).
- **rezoluție spațială medie** (1000 - 100 m), frecventa mare de pasaj (de 4 ori în 24h). Au urmatori senzori: AVHRR/2 pe **NOAA 12 - 14**, AVHRR/3 pe **NOAA K, L** si **M**, MERIS pe **ENVISAT**, etc
- **înaltă rezoluție spațială** (80 m - 5m), Ex: Multispectral Scanner (MSS) – 80 m si Thematic Mapper (TM) – 30 m, pe satelitii **LANDSAT 1-5**, LISS-1 pe satelitii **IRS** (25 m multispectral/ 5m), HRV de la bordul satelitilor **SPOT** (20 m / 10 m). Ultimele generatii de senzori: Enhanced Thematic Mapper (ETM) pe satelitul **LANDSAT 7** (15 m), AVNIR pe **ADEOS** (8m), PAN/LISS -3 pe **IRS/1D** (5.8 m), HRG pe **SPOT/5** (5m).
- **foarte înaltă rezoluție spațială** (sub3m) - **Earth Watch/Early Bird** (3m) si **Orbimage** din cadrul misiunii **Orbview** (2-3m), **IKONOS** (1 m), **Quickbird** (60 cm), etc.

Tehnici de supraveghere a mediului
RADARUL

RAdio Detection in Azimuth and Range - detectie radio in azimut si distanta

Tinte: nori care contin precipitatii, praf, abiecte de dimensiuni mari, s.a.



Antena de microunde functioneaza secvential:

- emite unde electromagnetice;
- receptioneaza unde electromagnetice.

Calculul distantei:

$$\Delta t = t_1 + t_2 = 2\frac{r}{c} \quad \Rightarrow \quad r = \frac{c}{2}\Delta t$$

Distanța maxima:

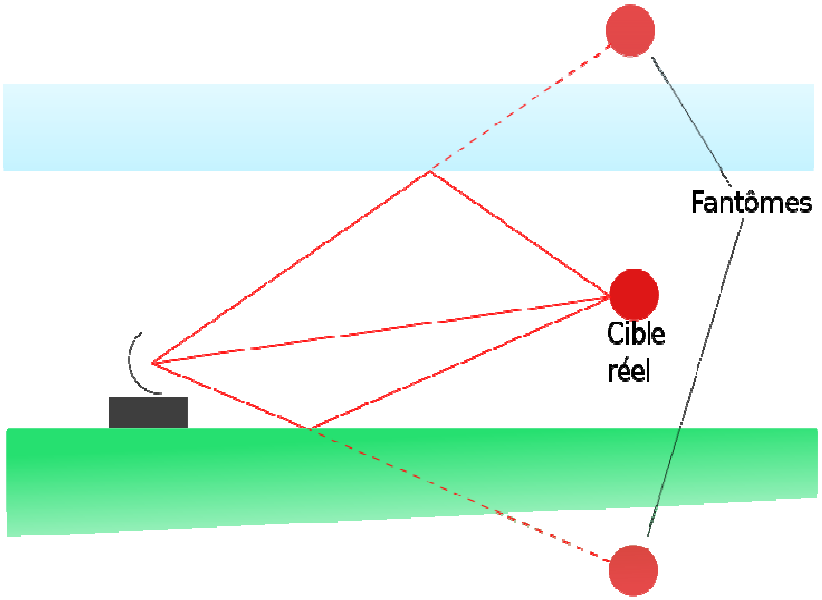
$$r_{\max} = \sqrt[4]{\frac{\sigma}{4\pi}\cdot\frac{P_e}{P_{r,\min}}}\cdot\sqrt{\frac{G\lambda}{4\pi}}$$

σ - suprafața de reflexie eficace,
P_e — puterea emisă de antenă,
$P_{r\,min}$ — puterea reflectată minimă,
G — câştigul antenei,
λ — lungimea de undă.

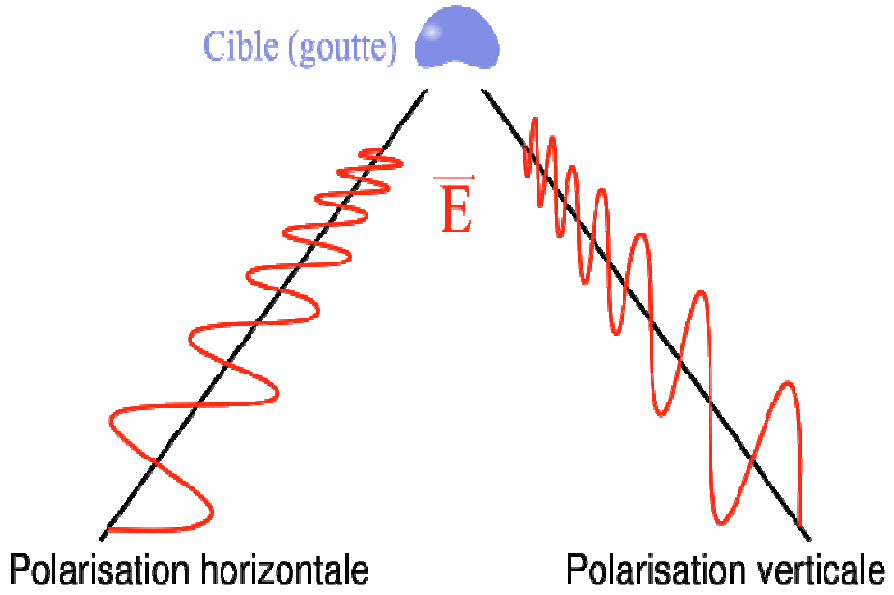
Distanța minima

este limitată de valoarea minimă a intervalului Δt (r_{min} ~ 100 m).

Aspecte particulare ale radarelor



Ecourile conduc la traiectorii multiple ale "tintei"



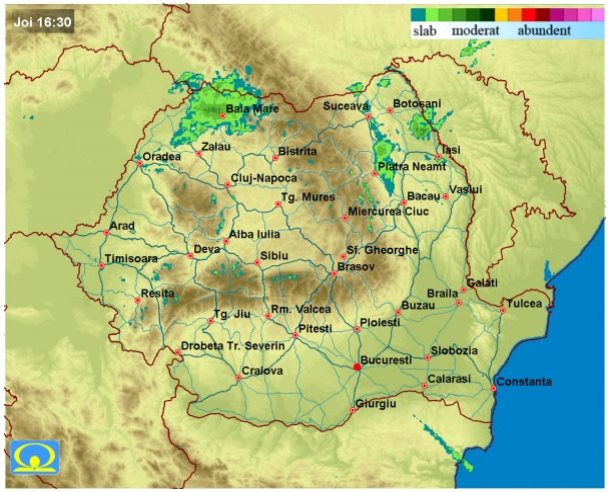
Radarele utilizeaza unde cu polarizare verticala, orizontala sau circulara.

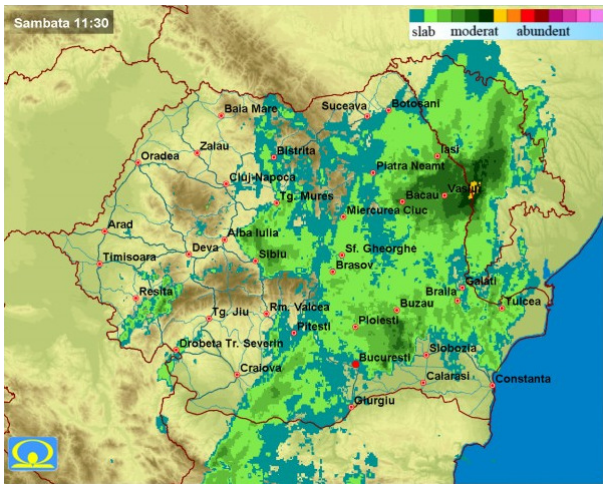
-polarizarea circulara este utilizata atunci cand se vrea minimizarea interferentei cauzate de ploaie;

-o polarixare liniara este utilizata pentru detectia suprafetelor metalice;

- polarizarea aleatorie este utilizata in navigatie si in identificarea solurilor.

Observatii radar deasupra Romaniei





Sateliti

Tipuri de sateliti

Sateliti geosincroni (geostationari) → - raman aparent fixi deasupra unui punct al ecuatorului terestru (telecomunicatii, televiziune, meteo, …);

Sateliti de pasaj (cu orbite joase) → - sateliti stiintifici, militari, de telefonie mobile, …

Sateliti heliosincroni (circumpolari) → - utilizati pentru teledetectie.
Avantaj: portiunea din Terra vizata are are aceiasi iluminare la fiecare pasaj orbital.

Aparatura specifica imbarcata la bord

- **una / doua camere de luat vederi prevazute cu obiectiv obturator si tub vidicon;**
- **radiometru de explorare cu oglinda;**
- **sistem de conversie a imaginilor sau informatiei energetice in semnale radioelectrice;**
- **sistem de inregistrare pe banda magnetica;**
- **emitator radio pentru transmiterea automata a semnalelor electrice.**

Caracteristici

- ***Satelitii de teledetectie*** *observa Terra in scopuri stiintifice (temperatura marilor, stratul de zapada, zonele desertice, …) , economic (resurse naturale, agricultura, hidrologie, meteorologie, protectia mediului, transport etc.) sau militare.*

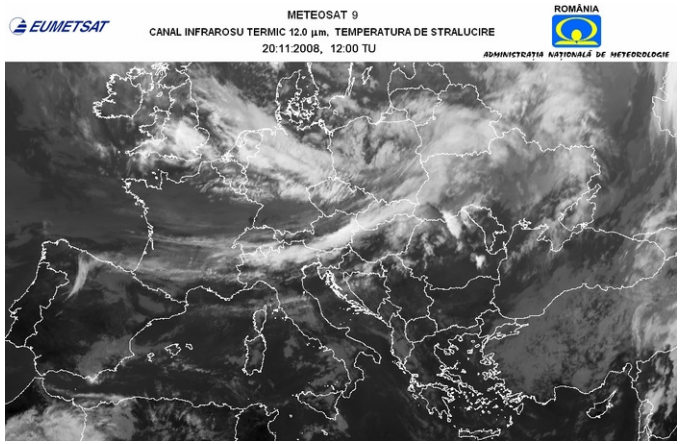
- ***Spectrele de observare*** *vaste: VIS, IR, UV, radar, semnale radioelectrice. radioélectriques… Ex: satelitii din seria* ***SPOT*** *observa solul terrestru, satelitii din familia* ***METEOSAT*** *sunt* ***sateliti meteorologici****.*

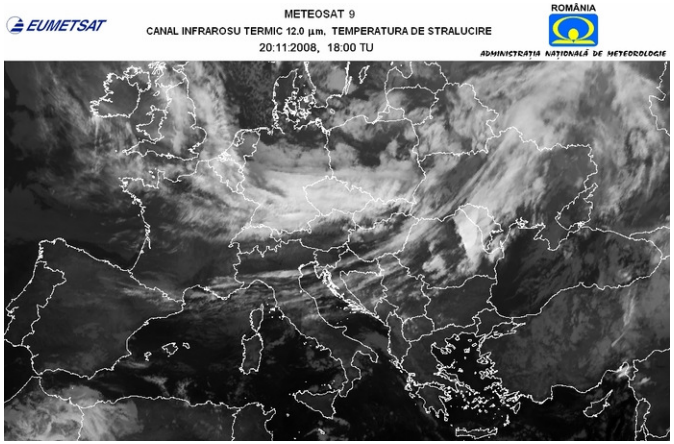
- ***Rezolutii spatiale*** *foarte bune.*

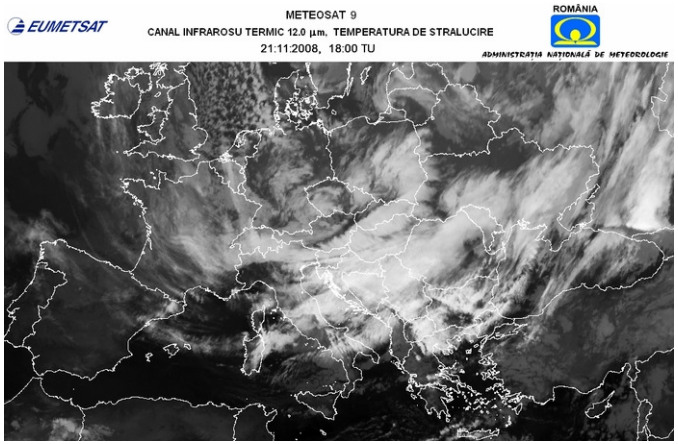
- ***Satelitii radar*** *pot analiza prin tehnici interferometrice variiatii de cativa milimetri ai anumitor structuri (sunt utilizati in analiza miscarilor placilor continentale inainte si dupa cutremure; pot analiza variatiile de grosime ale banchizelor, etc).*

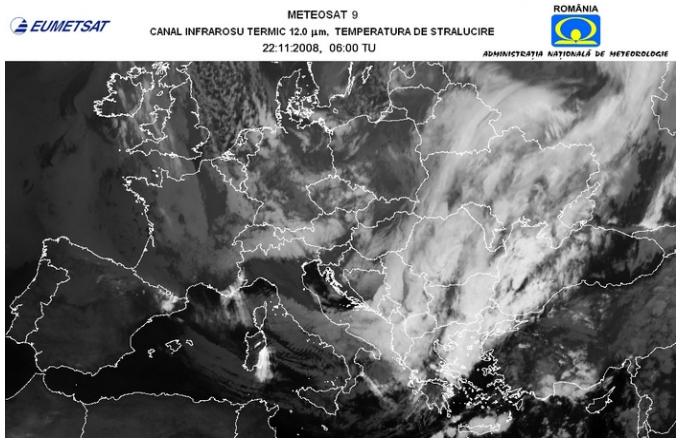
Temperatura de stralucire – IR 12 microni

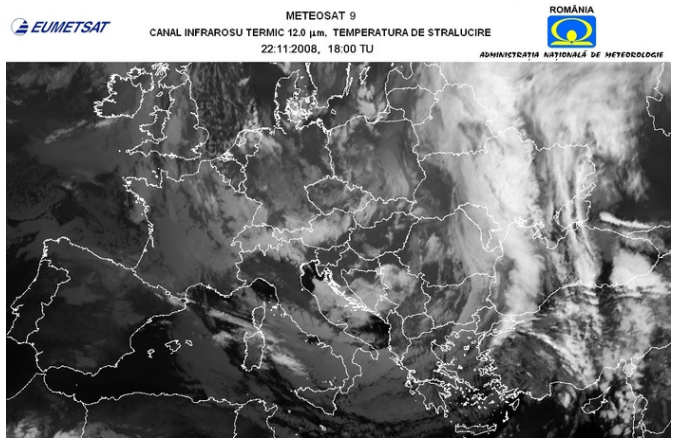
Temperatura de stralucire reprezinta temperatura unui corp negru care are aceeasi emitanta spectrala cu cea a corpului de studiat.

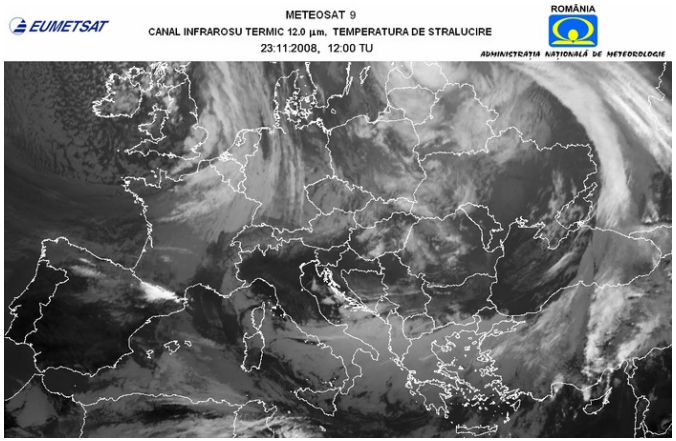




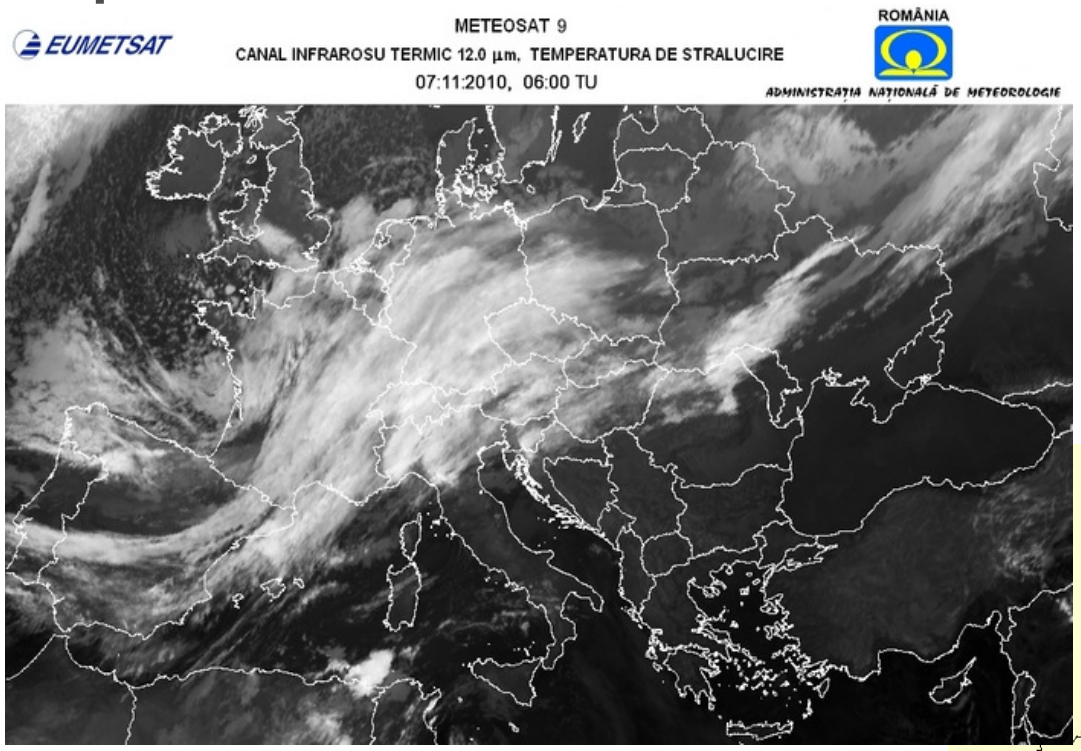




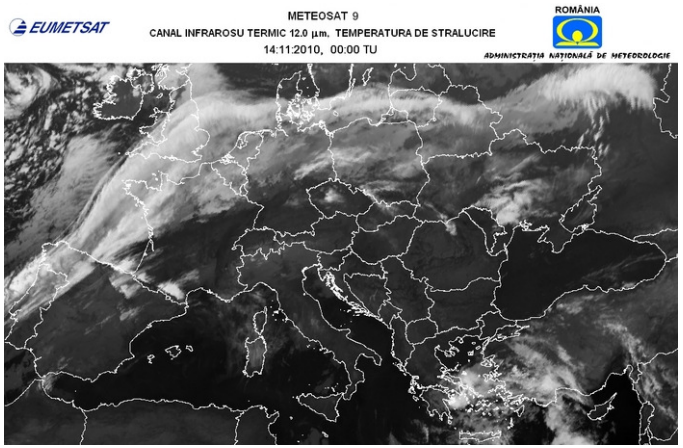


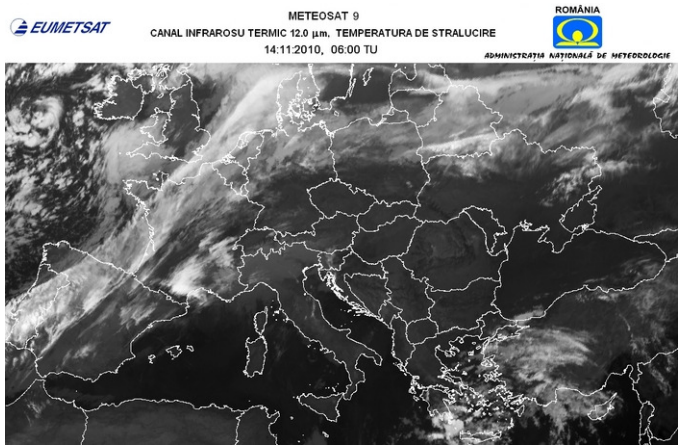


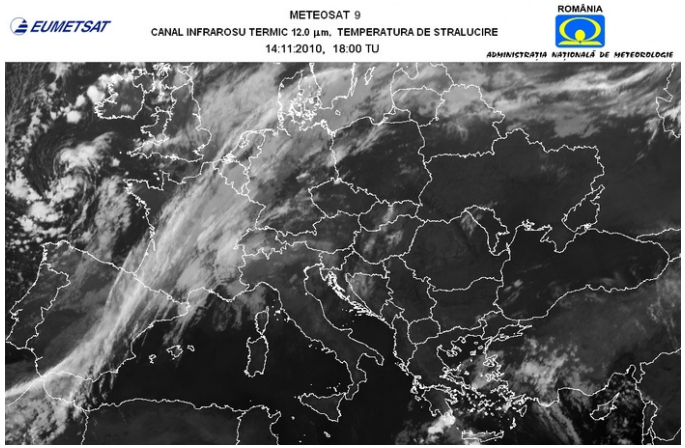
Circulatie zonala

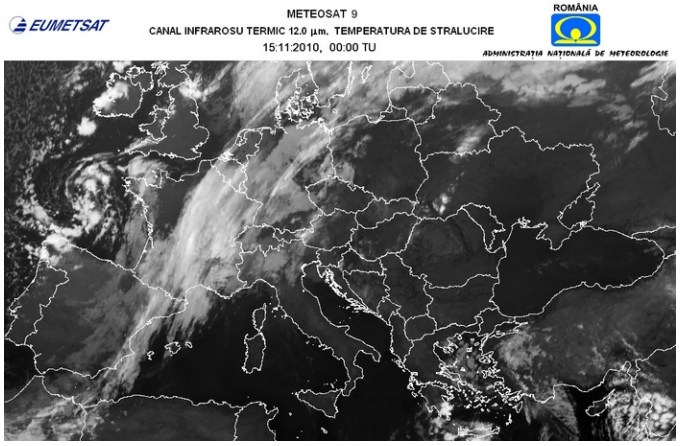


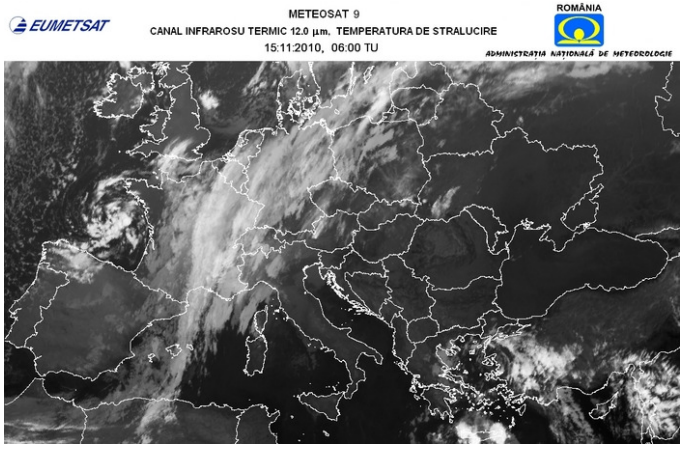
Circulatie latitudinala

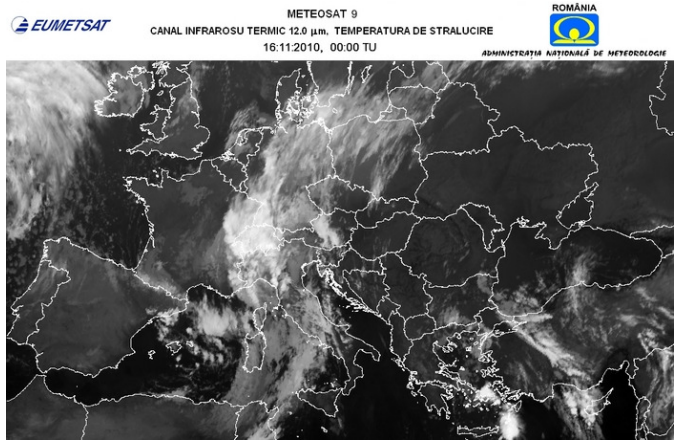










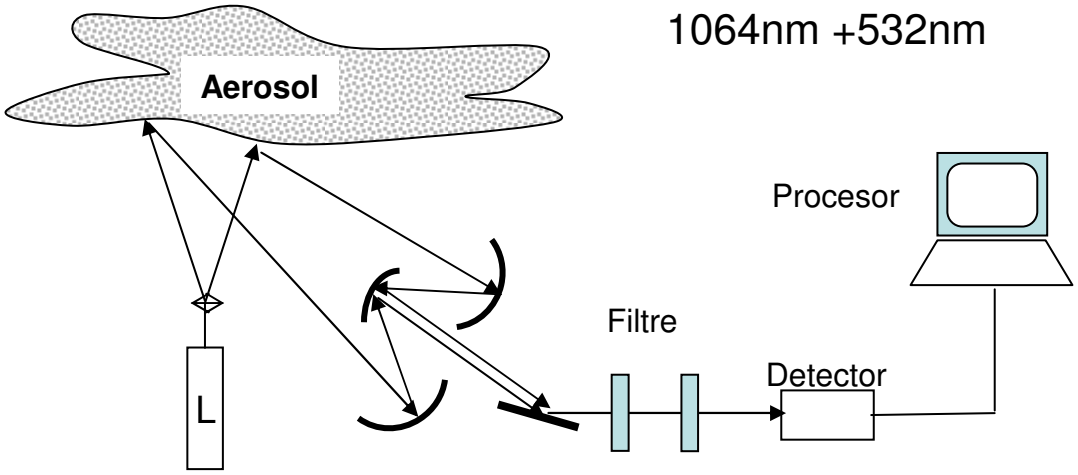


LIDAR - Light Detection and Ranging

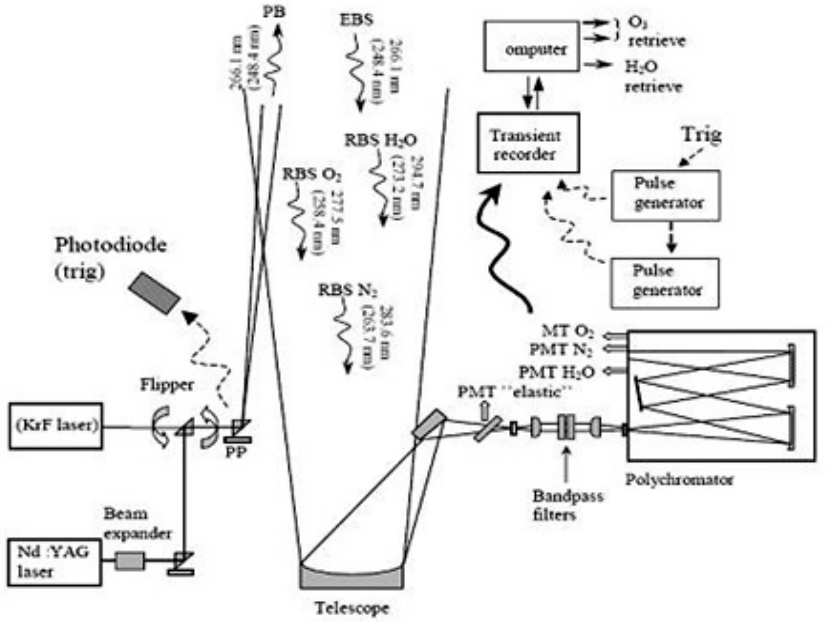
Caracteristici generale

- *Diferenta fata de radar consta in faptul ca utilizeaza lumina in loc de unde radio;*
- *Are aplicatii in arheologie, geographie, geologie, geomorphologie, seismologie, teledetectie si fizica atmosferei (poluare);*
- *Are raspuns in timp real;*
- *Se pot obtine profile ale distributiilor de aerosoli;*
- *Se pot observa si studia evolutiile temporale ale fenomenelor din atmosfera;*
- *Rezolutii spatiale si temporale foarte bune;*
- *Pot face scanari la distanta prin folosirea laserelor de putere.*

Schema bloc



Laser: YAG:Nd^{3+}
1064nm +532nm



Marimi importante in sondarea atmosferica

- **concentratia particulelor**
- **dimensiunea particulelor** $\Rightarrow$ $2a \Rightarrow \alpha = \frac{2\pi a}{\lambda}$ $\Rightarrow$ *tipul difuziei*
- **distributia dimensionala**
  - aria echivalenta: $\alpha_t(z) = 4\pi \int n(r,z) r^2 dr$
  - volumul echivalent: $v_t(z) = \frac{4\pi}{3} \int n(r,z) r^3 dr$
- **indicele de refractie** $\tilde{n} = n - ik$
- **forma particulelor**
- **orientarea particulelor**

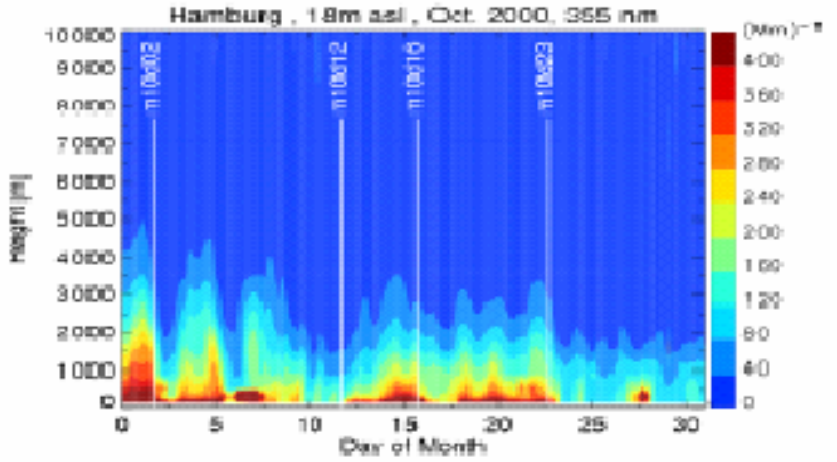
OBSERVATIE: *Nu se poate afla compozitia chimica*

Ecuatia Lidar

Distributia verticala a semnalului lidar retrodifuzat este data de ecuatia (Collis and Russel, 1976):

$$P(z) = KF_0\beta(z)\frac{A}{z^2}\left[-2\int_0^z \alpha(z')dz'\right]$$

α(z) - reprezinta coeficientul de extinctie total (absorbtie + atenuare) la inaltimea z;
β(z) - reprezinta coeficientul de retrodifuzie la inaltimea z;
K - este o constanta de aparat;
F_0 - reprezinta puterea initiala a fascicolului;
A - este aria receptorului;

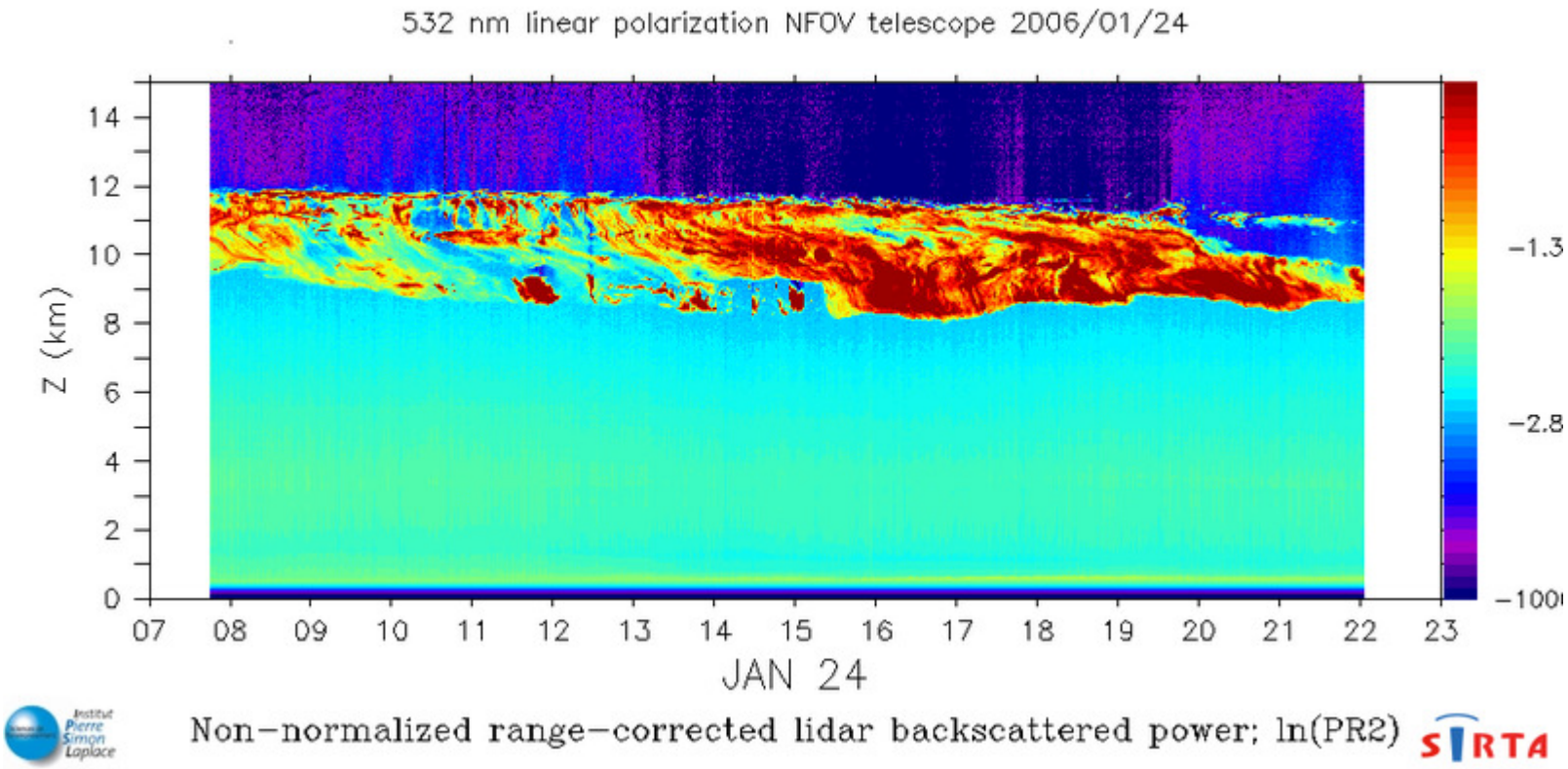


Reprezentare grafica

serie temporala

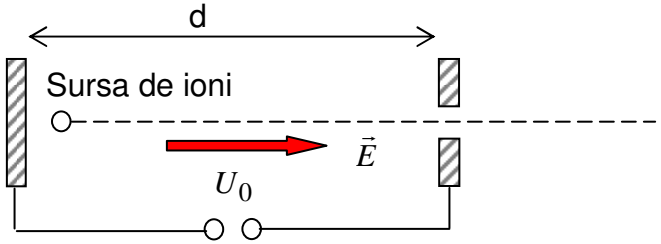
(*numita RHI - Range-Height-Indicator*)

este o harta color in 2 dimensiuni, in care intensitatea semnalului lidar este codificata prin culori in functie de timp (in abscisa) si de inaltime (in ordonata).



Miscarea ionilor in camp electric

Comportarea ionilor in camp electric longitudinal:



$$F = qE = q\frac{U_0}{d} = ma \qquad a = \frac{qU_0}{md} \qquad v^2 = 2\frac{qU_0}{ml}d$$

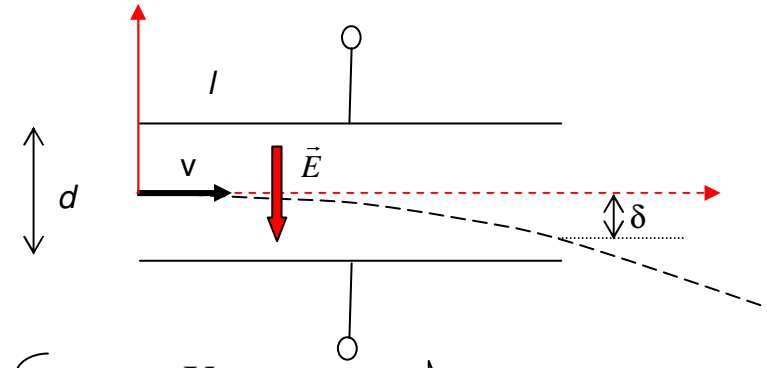
$$E_c = qU_0 = \frac{m_1 v_1^2}{2} = \frac{m_2 v_2^2}{2} = \ldots = \frac{m_n v_n^2}{2}$$

Comportarea ionilor in camp electric transversal:

$$F_y = ma_y = q\frac{U}{d} \quad \Rightarrow \quad a_y = \frac{qU}{md}$$

$$\begin{cases} x(t) = vt \\ y(t) = \dfrac{1}{2}a_y t^2 \end{cases}$$

$$y(x) = \frac{1}{2}\cdot\frac{qU}{md}\cdot\left(\frac{x}{d}\right)^2 = \frac{qU}{2mdv^2}x^2$$



$$\begin{cases} \delta = \dfrac{qU}{2mdv^2}l^2 \\ v^2 = 2\dfrac{qU_0}{ml}l \end{cases} \Rightarrow \quad \delta = \frac{l^2}{4d}\cdot\frac{U}{U_0}$$

Miscarea ionilor in camp magnetic

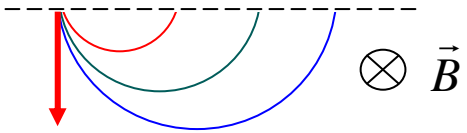
Forta Lorentz joaca rol de forta centripeta

$$\left.\begin{aligned} f_L &= qv_iB \\ F_{cp} &= \frac{mv_i^2}{r_i} \end{aligned}\right\} \quad f_L = F_{cp} \quad \Rightarrow \quad r_i = \frac{mv_i}{qB}$$

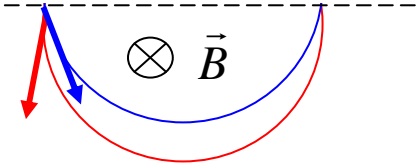
$$r_i = \frac{m_i}{q_iB}\sqrt{\frac{2q_iU_0}{m_i}} = \sqrt{\frac{2U_0}{B^2}\cdot\frac{m}{q}}$$

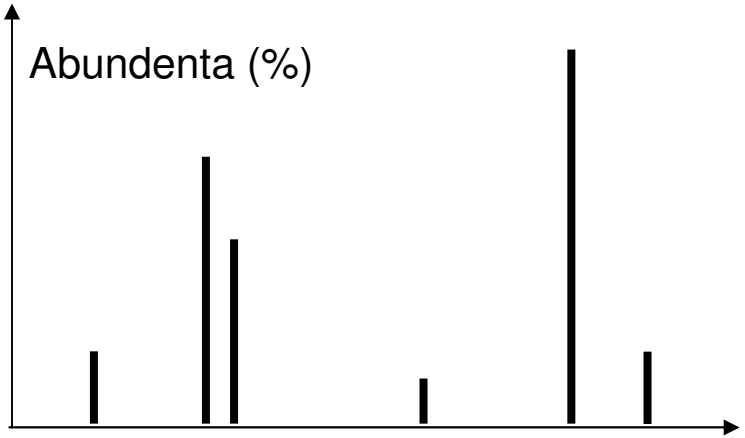
$$\frac{m}{q} = \frac{r^2B^2}{2U_0}$$

Viteze diferite,
aceiasi directie de intrare



Viteze egale,
directii de intrare diferite

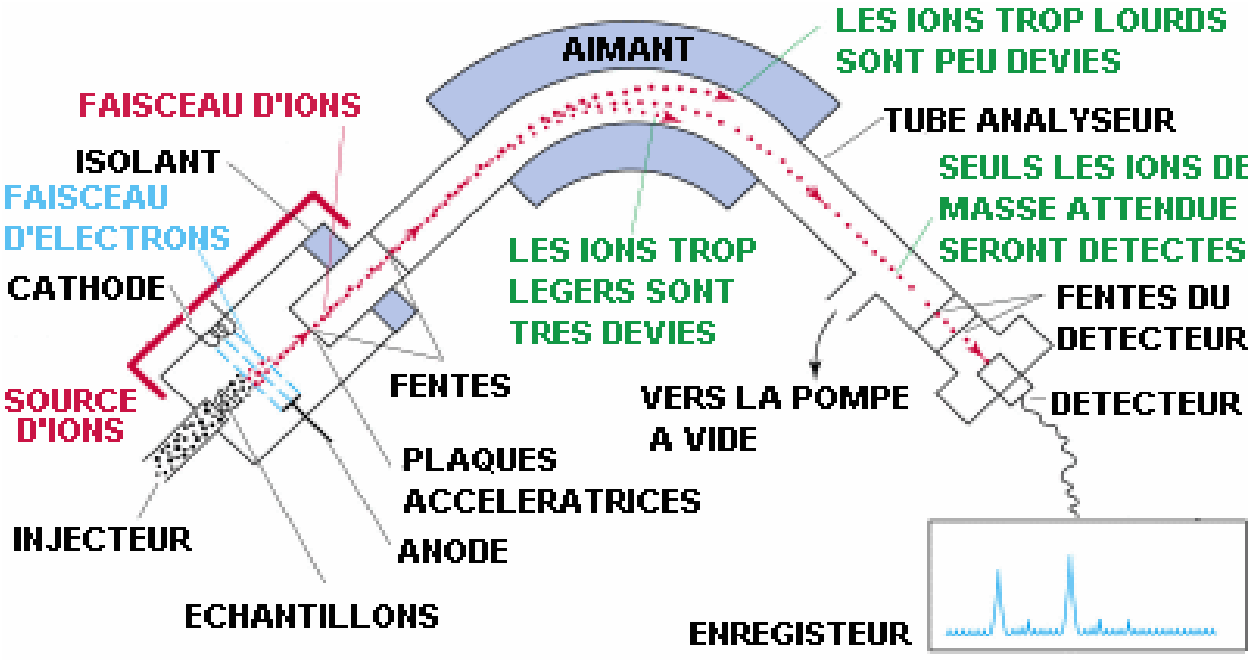


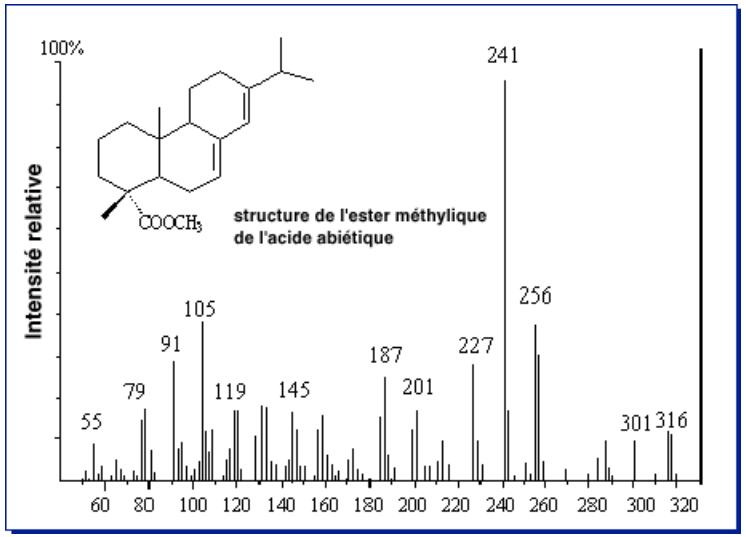


Spectrograma de masa

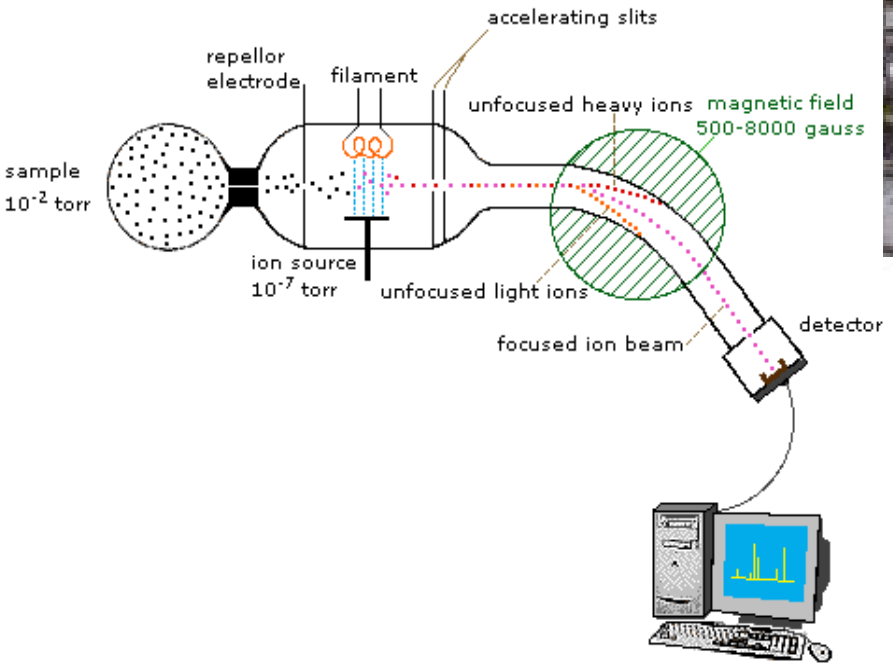
Spectrometria de masa

Schema unui spectrometru de masa cu sector magnetic si sursa de ionizare prin ciocnire cu electroni





Exemple de spectrometre



Spectrometrul MAT 250

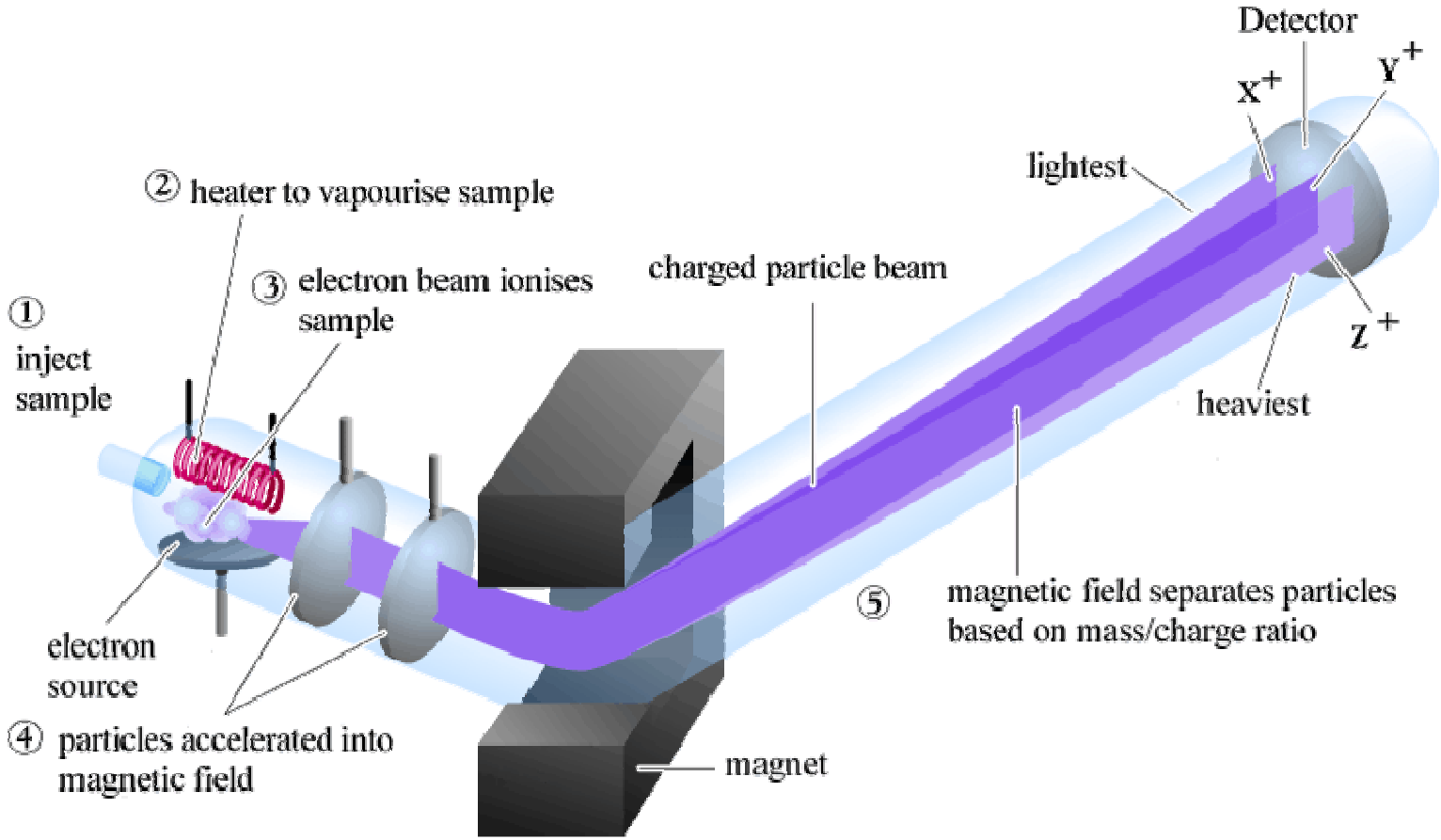
Este un spectrometru de masa specializat in analize izotopice de deuteriu, oxigen-18, carbon-13, in domeniul natural, care are in dotare sursa de ioni cu bombardament electronic, analizator magnetic cu deflexie la 90° si doua sisteme de colectori de ioni pentru mase mici (2 si 3 u.a.m.) si pentru mase mari (28 ÷ 64 u.a.m.)

Spectrometrul MAT 250 mai are in dotare un sistem de conversie a probelor lichide in gaz pentru analize D/H, un sistem de echilibrare izotopica a CO2 cu probele de apa pentru analizele O18/16O.

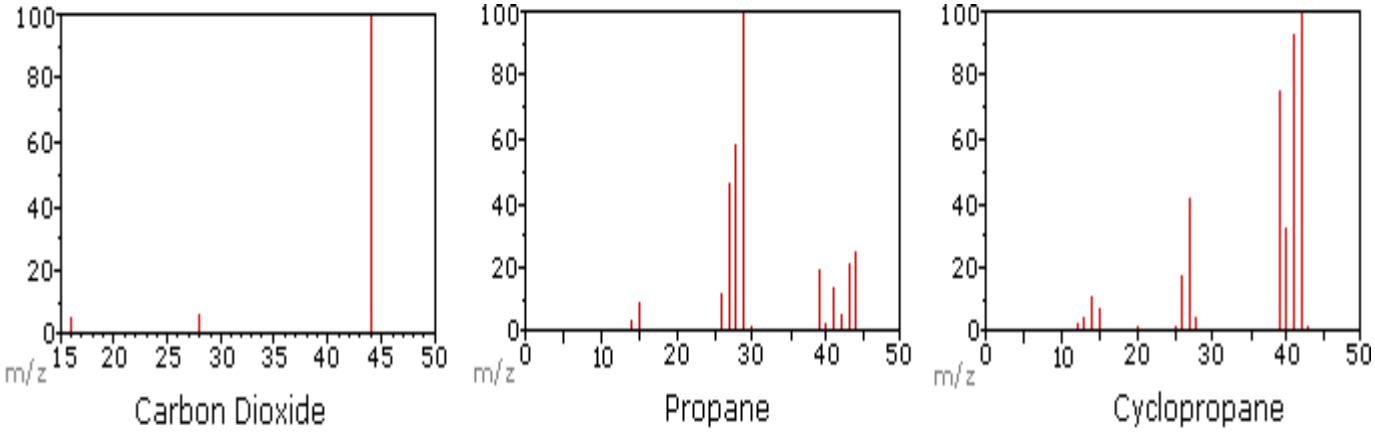
Sistemul de pompaj este format dintr-o pompa turbomoleculara ce videaza sistemul analizator (10-8 torr), o pompa ionica si pompe de vid preliminar.

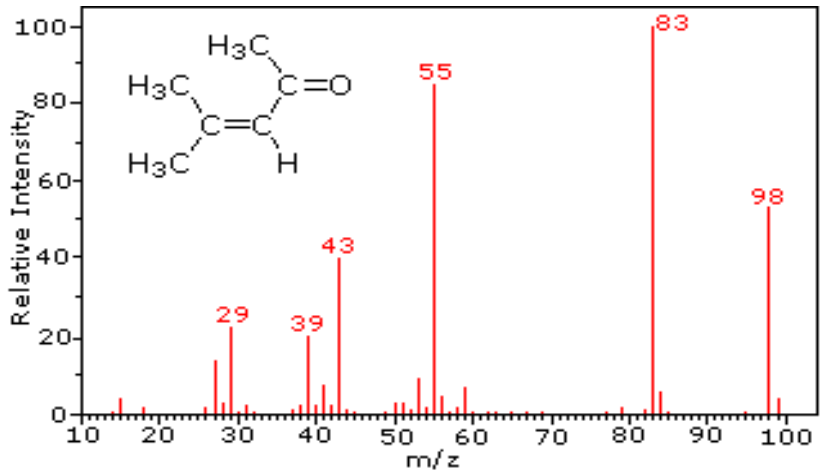
Sistemul de introducere este de tip dual simetric pentru introducerea simultana a probei si a etalonului sub forma de gaz.

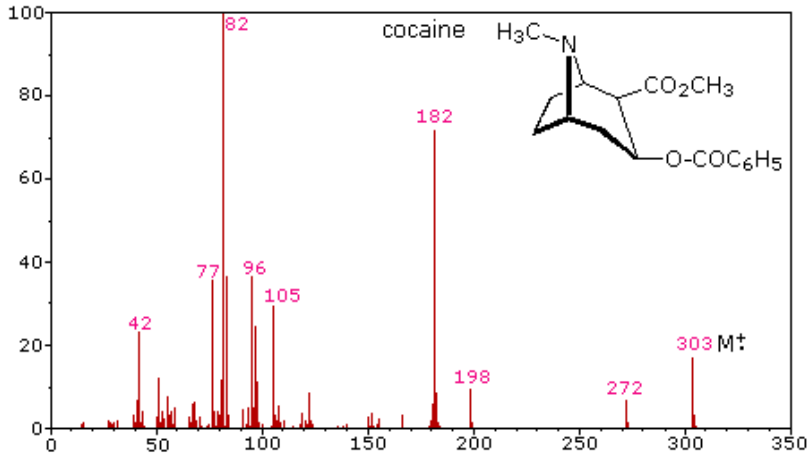
Spectrometru de masa cu focalizare magnetica



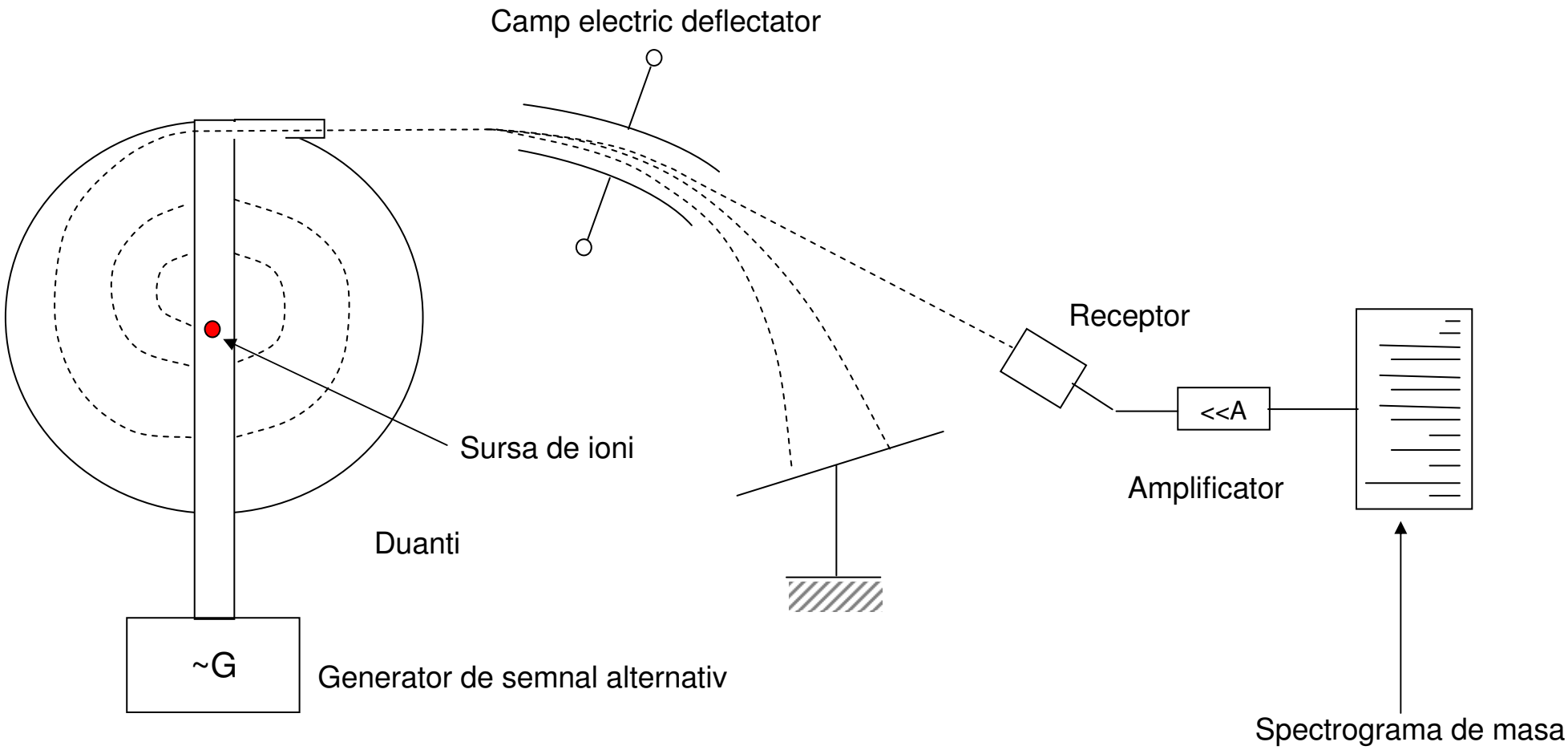
Exemple de spectre de masa



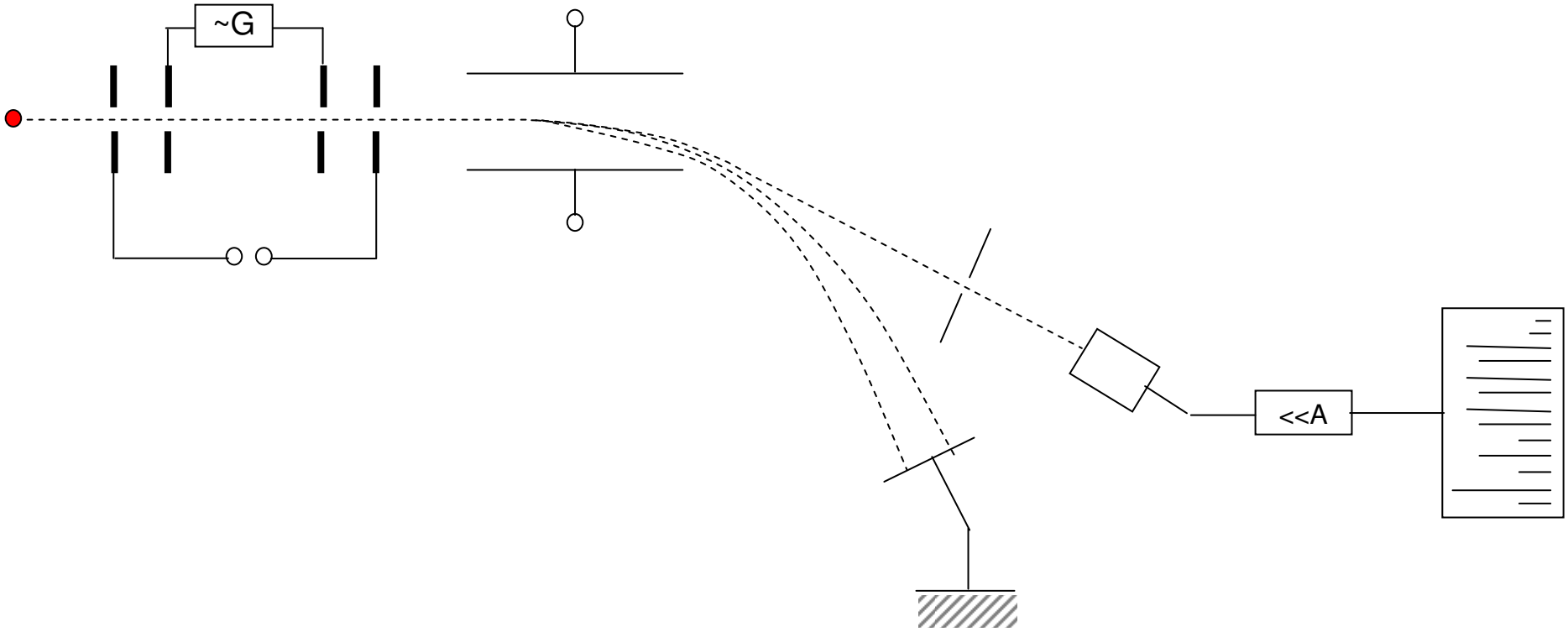




Spectrometre de masa bazate pe timpul de zbor

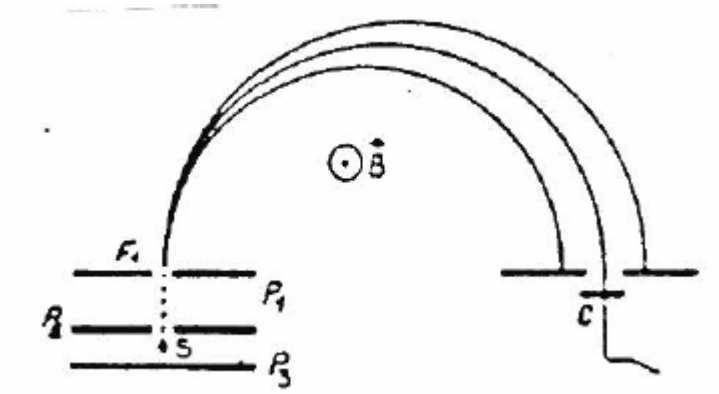


Spectrometre de masa fara camp magnetic



Spectrometrul Dempster si Bleakney

Fasciculul de ioni trece mai intii prin asa-numitul selector (sau filtru) de viteze, care separa din fascicul ionii cu o anumita valoare a vitezei. In selector, ionii sunt supusi actiunii simultane a unui cimp electric E si a unui cimp magnetic B, reciproc perpendiculare, deviatiile corespunzatoare fiind in sensuri opuse.



Prin fanta de iesire F a selectorului trec numai ioni pentru care actiunile cimpurilor electric si magnetic se compenseaza una pe alta. Acest lucru se produce cind vitezele ionilor care ies din selector indiferent de masa si sarcina lor, au aceeasi valoare, egala cu v=E/B. Iesind din selector, ionii intra intr-un cimp magnetic omogen B', perpendicular pe viteza lor si deci capata o miscare circulara de raza:

$$R = \frac{m}{e} \cdot \frac{V}{B}$$

Filtrul de masa quadrupolar

In **filtrul de masa cuadrupolar** sunt utilizate patru bare paralele a caror sectine in mod ideal ar trebui sa fie hiperbolica, dar care in instrumentele comerciale este circulara.

O tensiune continua *U* si o tensiune de radiofrecventa *V*cos(ωt) sunt aplicate intre perechile opuse de bare. Ionii injectati la unul din capetele instrumentului sunt supusi actiunii campului pe directiile x si y, directia z fiind libera de cimp.

Pentru un set de conditii dat (tensiune continua *U* , amplitudinea tensiunii alternative *V* si pulsatia tensiunii alternative ω) o specie de ioni poate avea traiectoriile stabile pe directiile x si y, ramanand intre electrozi pana emerg prin capatul celalalt. Ionii cu alt raport q/M sunt filtrati (fie ca lovesc electrozii, fie ca scapa printre ei in incinta).