CALITOO : UN INSTRUMENT POUR ÉTUDIER LES AÉROSOLS ATMOSPHÉRIQUES

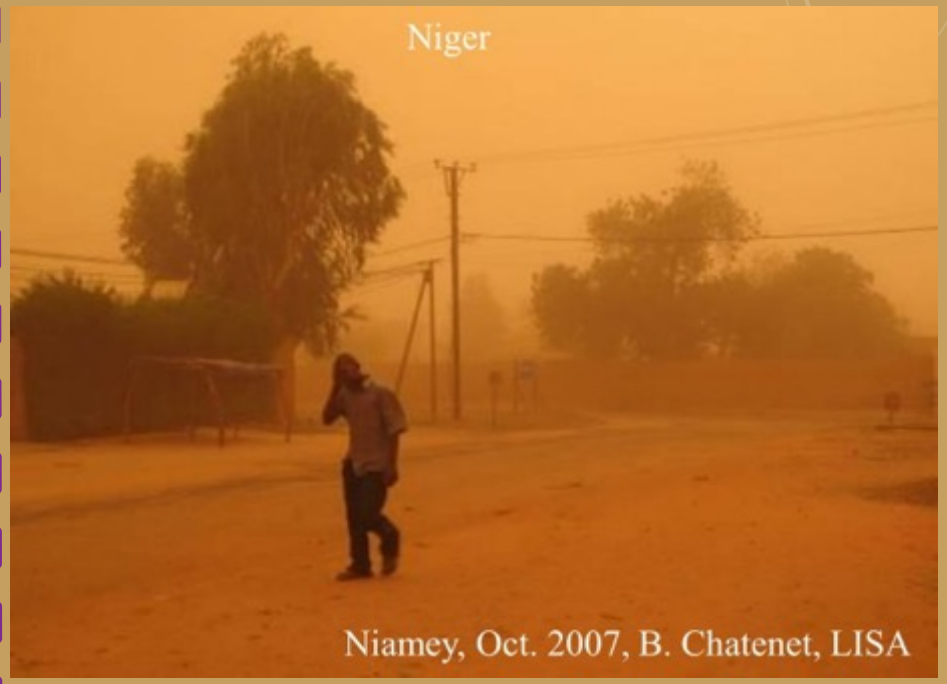
FABRICE MOURAU [1,2] ; DAVID AMBROIS[1]

1 : EDUMED OBSERVATORY, GEOAZUR EDUCATION & OUTREACH, UNIVERSITÉ CÔTE D'AZUR - OCA/CNRS/IRD - VALBONNE - FRANCE

2 : COLLÈGE PIERRE DE COUBERTIN – ÉDUCATION NATIONALE – LE LUC

Illustration : Un ruban de poussière s'étend à travers la plaine du nord de la Chine et sur la mer Jaune vers la péninsule coréenne dans cette image couleur naturelle (12 mars 2010, NASA).

AEROSOLS atmosphériques



Particules solides

Gouttelettes

10% D'ORIGINE ANTHROPOGÉNIQUE

90% D'ORIGINE NATURELLE

Classification en fonction de la granulométrie des particules :
le diamètre aéraulique équivalent (DAE)

Grosses particules → DAE > 10 µm

Grosses particules → DAE > 2.5 µm

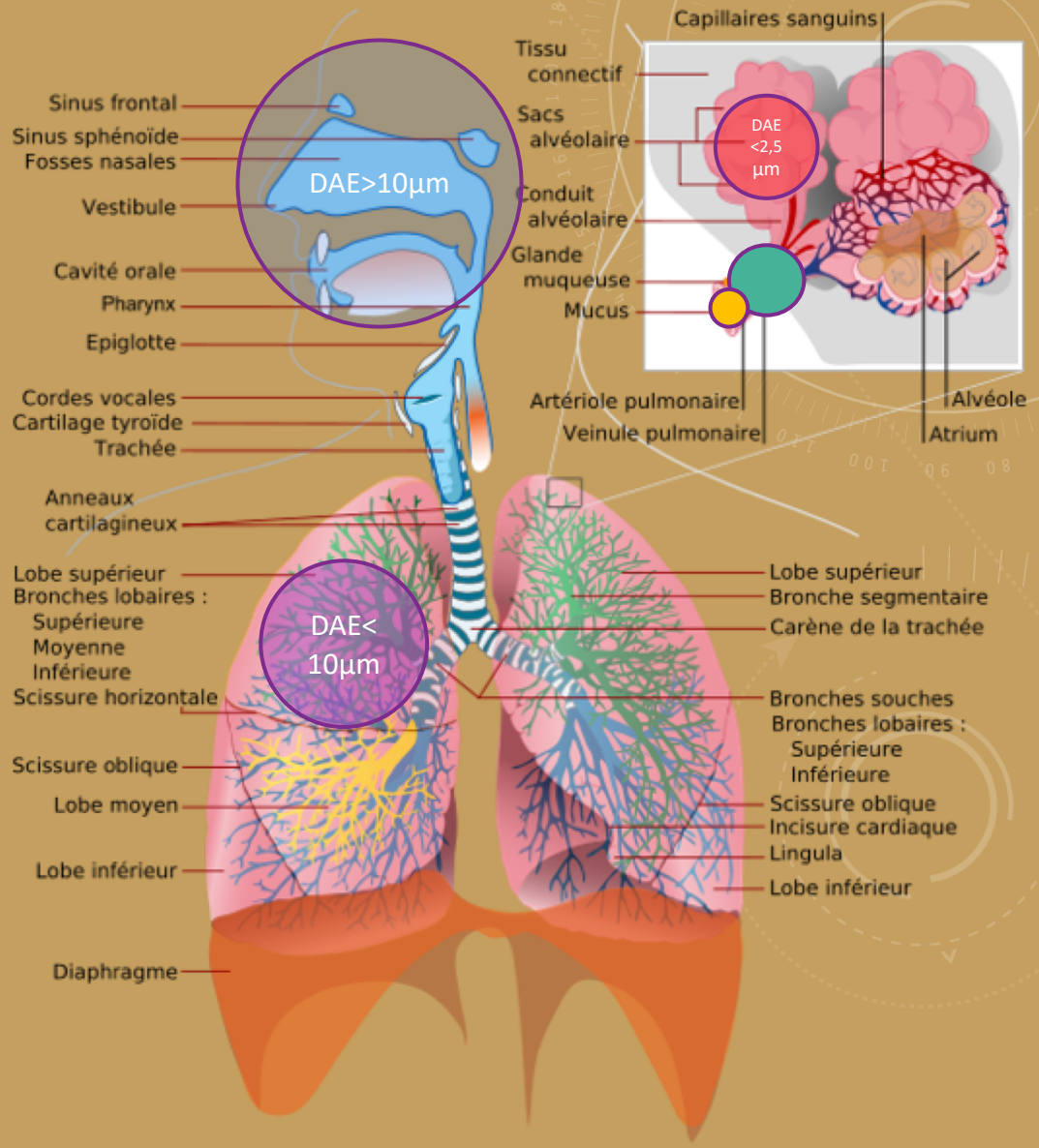
Effet de l'érosion, embruns, cendres volcaniques, manipulation de minerais…

Particules fines → DAE < 2.5 µm

Particules très fines → DAE < 1 µm

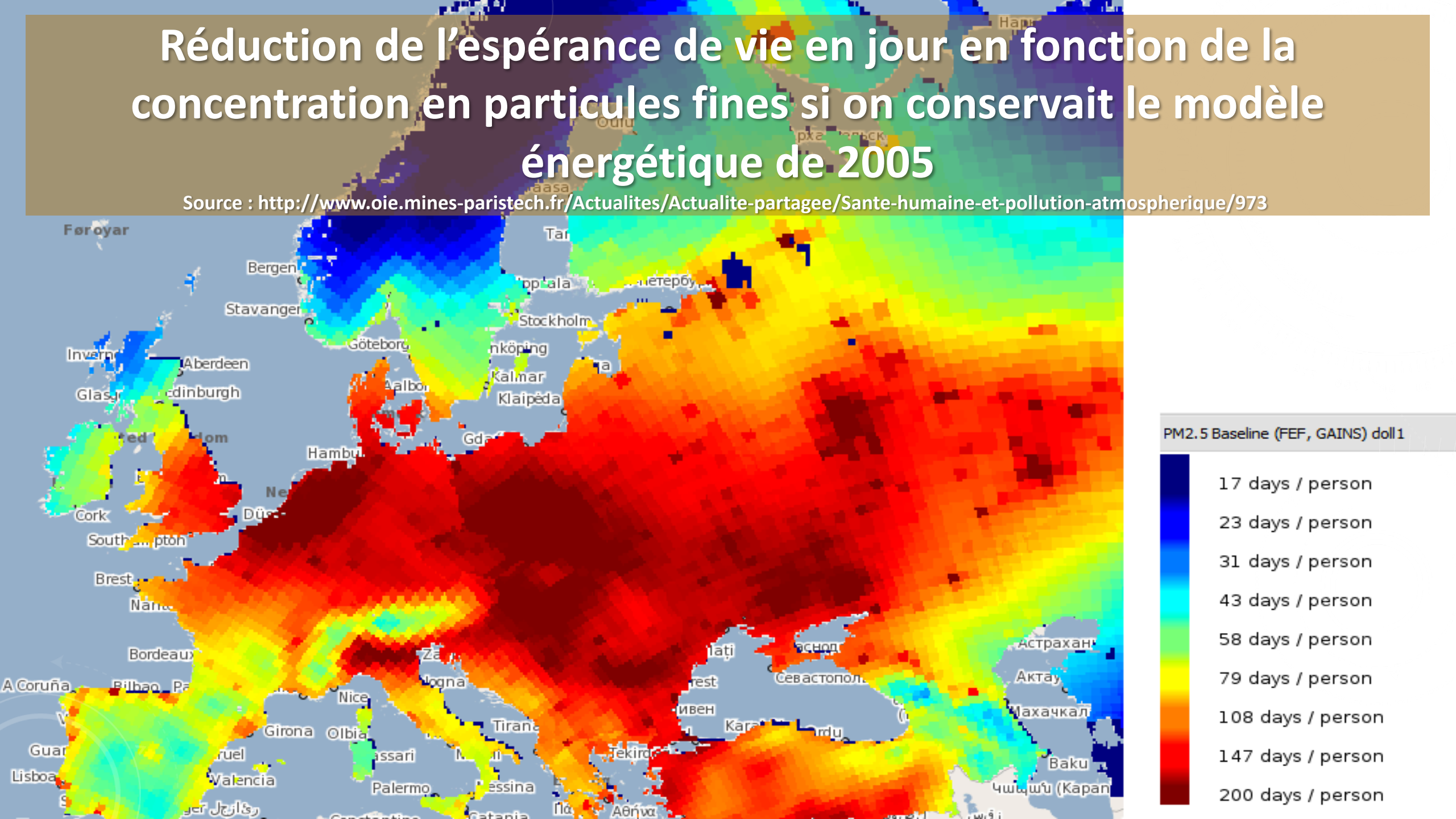
Nanoparticules → DAE < 0.1 µm

Généralement anthropogènes : amiantes, diesels, rejets issus de chauffage ou de l'industrie

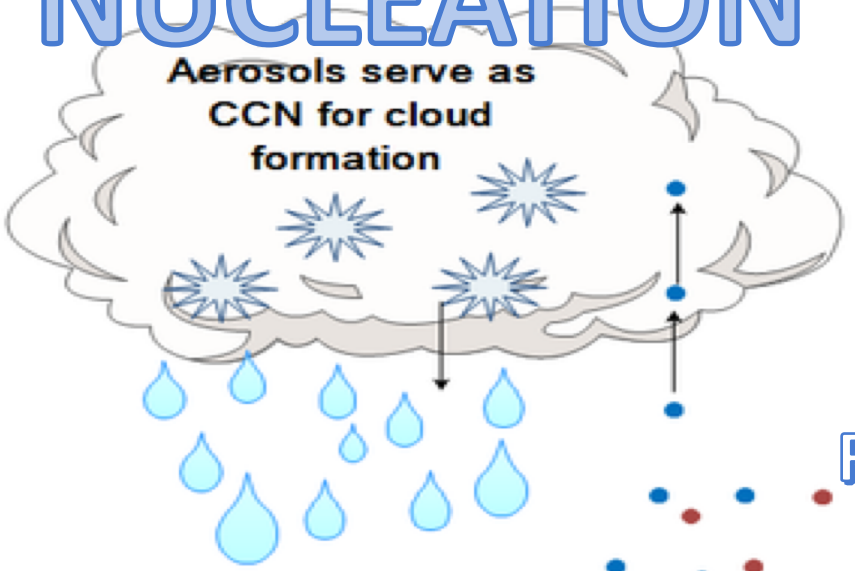


Réduction de l'espérance de vie en jour en fonction de la concentration en particules fines si on conservait le modèle énergétique de 2005

Source : http://www.oie.mines-paristech.fr/Actualites/Actualite-partagee/Sante-humaine-et-pollution-atmospherique/973



NUCLÉATION



Impact climatique des aérosols

(Jagabandhu_Panda ; research gate)

Lighter aerosols reflect light

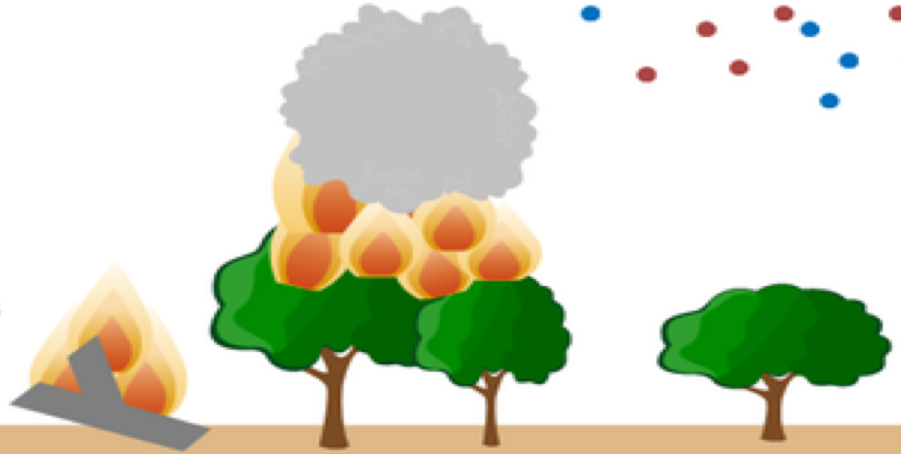
+ ALBEDO

REFROIDISSEMENT

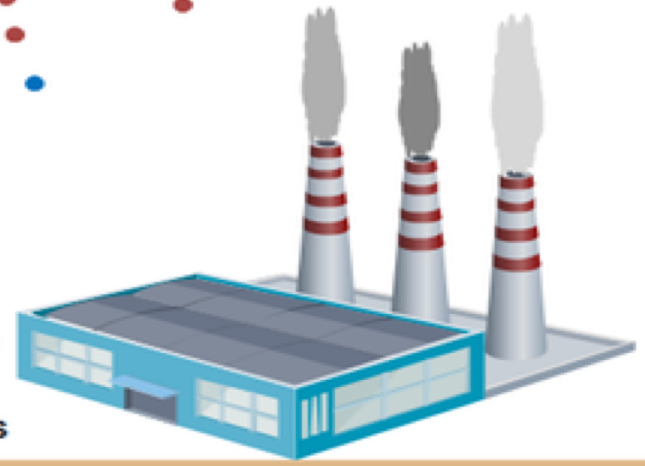
Darker aerosols absorb and re-emit light

- ALBEDO

RÉCHAUFFEMENT



Burning of biomass releases aerosols into the air



Emissions from power plants contain aerosols

POUR LE GIEC, UN EFFET GLOBAL QUI TEND VERS LE REFROIDISSEMENT

$$\frac{I}{I_0} = e^{-AOT}$$

Solar irradiance

Space

Atmosphere

I_0

m

I

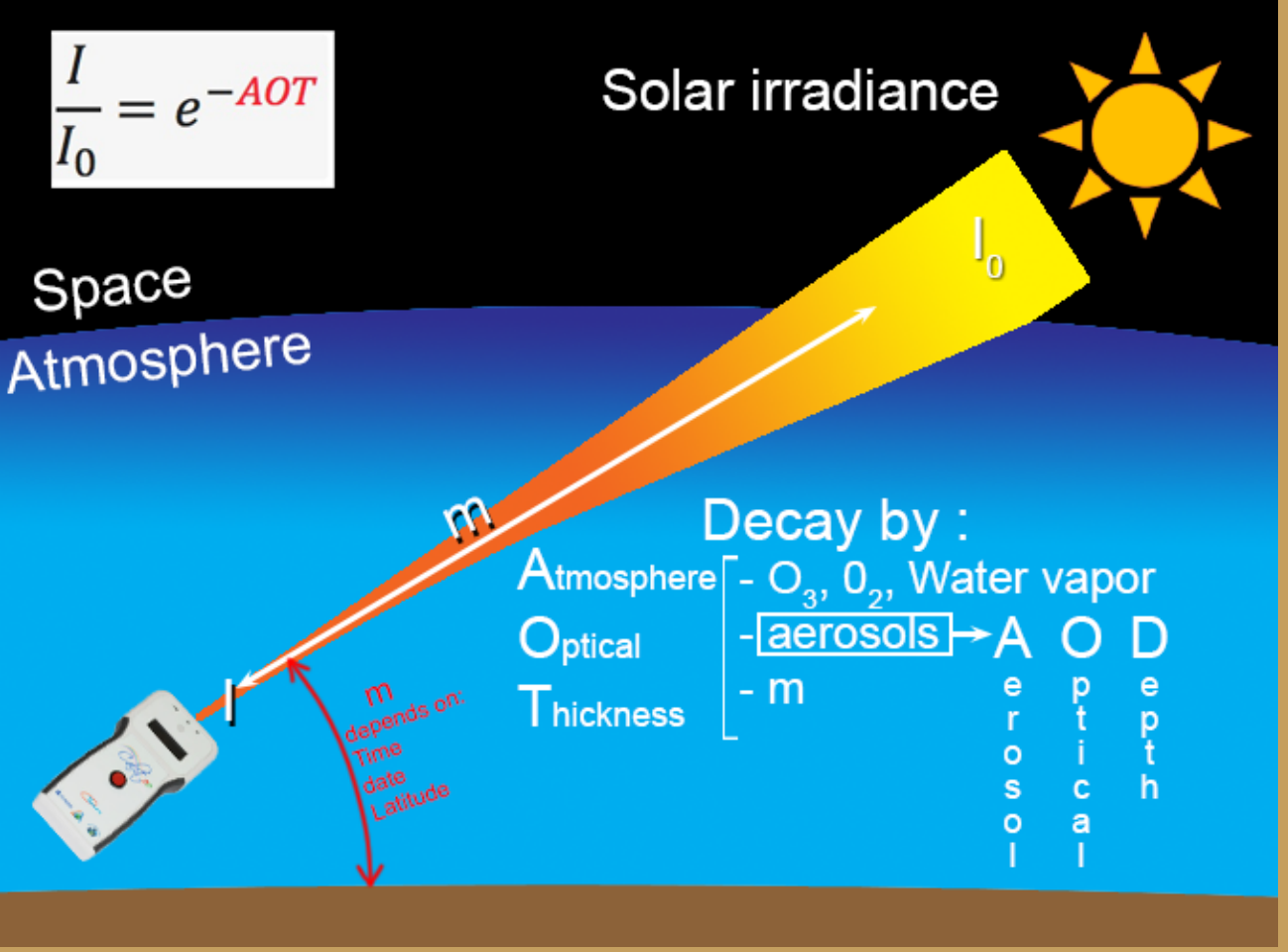
m depends on:
Time
date
Latitude

Decay by :

Atmosphere
Optical
Thickness

- O_3, 0_2, Water vapor
- aerosols → A O D
- m

Aerosol Optical Depth



I : intensité lumineuse

m : coefficient lié à la masse d'air traversée

$$I_{(\lambda)} = I_{0(\lambda)} . e^{-AOT}$$

(1) $$AOT = \ln I_{0(\lambda)} - \ln I_{(\lambda)}$$

$$AOT = m(AOD + \tau_g + \tau_{NO2} + \tau_w + \tau_{03} + \tau_r)$$

$$AOT = m(AOD + \tau_{03} + \tau_r)$$

(2) $$AOT = m(AOD + \tau_{03} + \tau_r)$$

τ_{03} est fourni, il dépend des coordonnées géographiques

$\tau_r = a_R \times \frac{P}{P_0}$ Lié à l'altitude, donc au rapport de pression atmosphérique

(1) = (2) $$\ln I_{0(\lambda)} - \ln I_{(\lambda)} = m(AOD + \tau_{03} + \tau_r)$$

$$\mathbf{AOD} = \frac{[\ln I_{0(\lambda)} - \ln I_{(\lambda)}]}{m} - \tau_{O_3} - a_R \times \frac{p}{p_0}$$

Picture : Margaret Pippin (Globe.gov)

CALITOO integrates 3 sensors in addition to the photometer: a GPS, a thermometer and a barometer.

Coefficient d'Angström :

α

Il est inversement corrélé avec la taille des particules

$$\alpha = \frac{log\left(\frac{\tau_{a1}}{\tau_{a2}}\right)}{log\left(\frac{\lambda_2}{\lambda_1}\right)}$$

R^2

indicateur statistique

Photomètre

Intensité lumineuse

GPS

Coordonnées géographiques

Temps

Baromètre

(Altitude)

Thermomètre

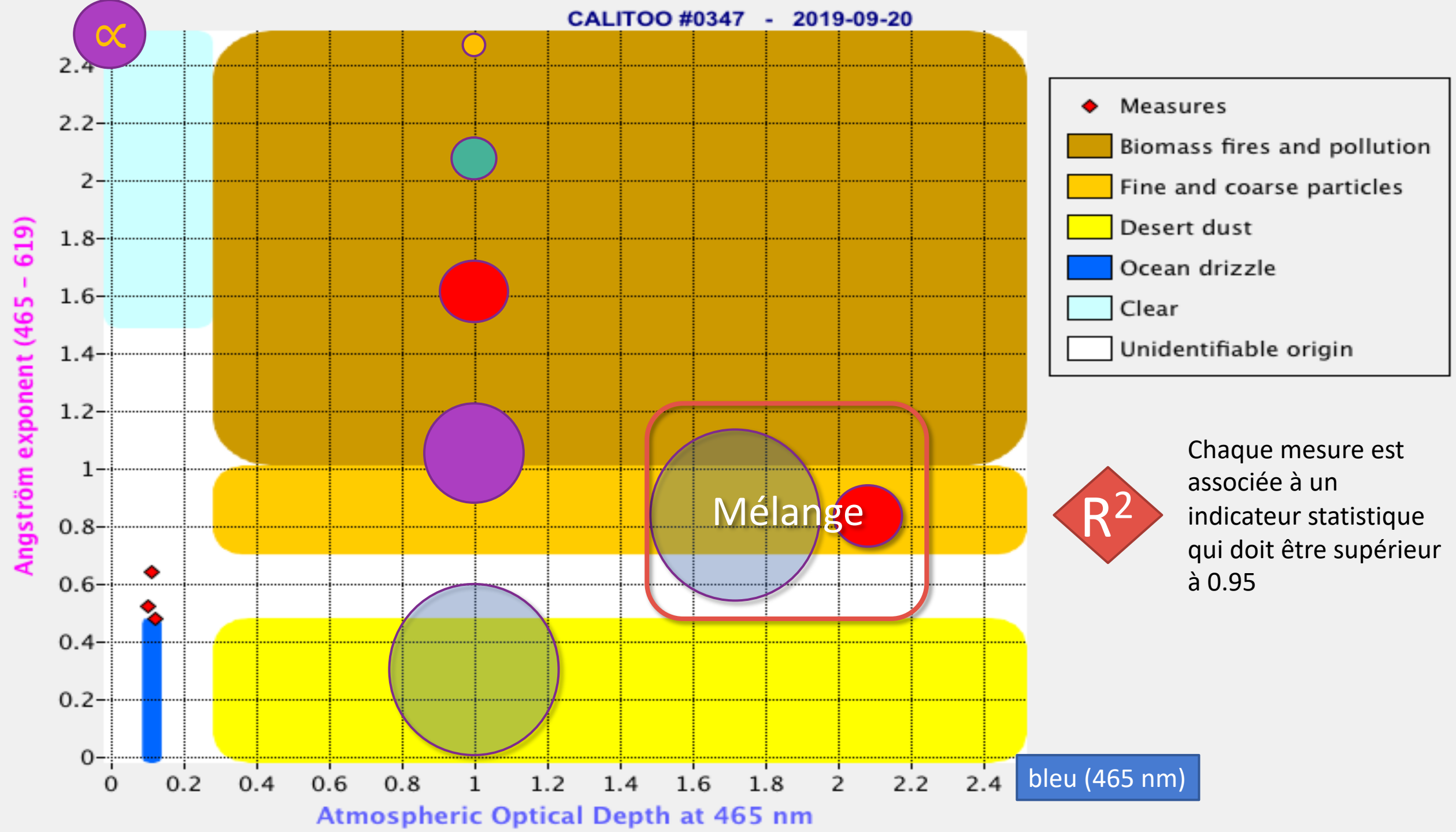
(Température)

$$\tau_a = \mathrm{AOD} = \frac{\left[\ln\left(N_0 \times \left[\frac{r_0}{r}\right]^2\right) - \ln(N)\right]}{m} - \tau_{O_3} - a_R \times \frac{p}{p_0}$$

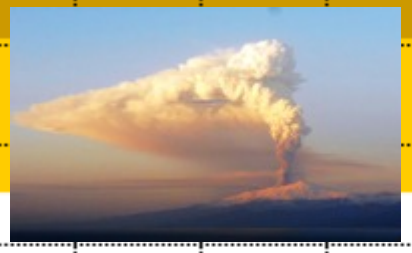
Profondeur optique des aérosols

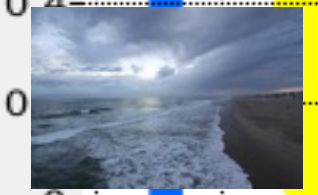
- rouge (615 nm)
- vert (540 nm)
- bleu (465 nm)

$$\tau_{a1} = \beta \cdot \lambda_1^{-\alpha}$$
$$\tau_{a2} = \beta \cdot \lambda_2^{-\alpha}$$
$$\tau_{a3} = \beta \cdot \lambda_3^{-\alpha}$$


CALITOO #0347 - 2019-09-20
α
Angström exponent (465 – 619)
Atmospheric Optical Depth at 465 nm
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
2.2
2.4
Measures
Biomass fires and pollution
Fine and coarse particles
Desert dust
Ocean drizzle
Clear
Unidentifiable origin
Mélange
R2
Chaque mesure est associée à un indicateur statistique qui doit être supérieur à 0.95
bleu (465 nm)

CALITOO #0347 - 2019-09-20





Angström exponent (465 – 619)

2.4
2.2
2
1.8
1.6
1.4
1.2
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0

0 0.2 0.4 0.6 0.8 1 1.2 1.4 1.6 1.8 2 2.2 2.4

Atmospheric Optical Depth at 465 nm

- Measures
- Biomass fires and pollution
- Fine and coarse particles
- Desert dust
- Ocean drizzle
- Clear
- Unidentifiable origin

R^2

Chaque mesure est associée à un indicateur statistique qui doit être supérieur à 0.95

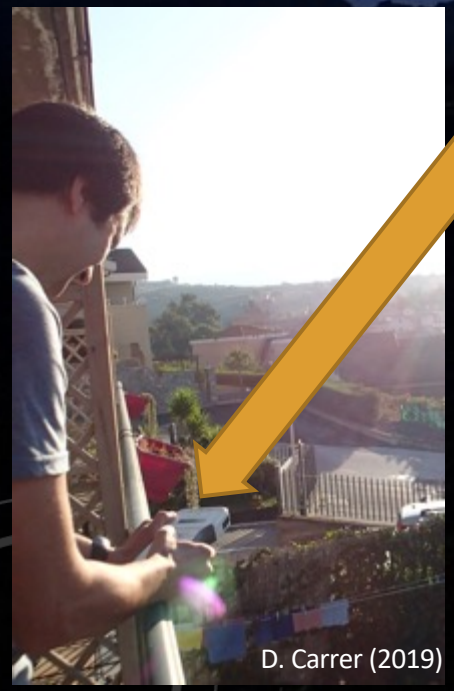
bleu (465 nm)

UN EXEMPLE D'ACTIVITÉ UTILISANT 3 CAPTEURS DU CALITOO :

CARACTÉRISATION DU PANACHE ÉRUPTIF DE L'ETNA

SÉMINAIRE INSEGNACI ETNA 2019

F. Mourau (2029)



D. Carrer (2019)

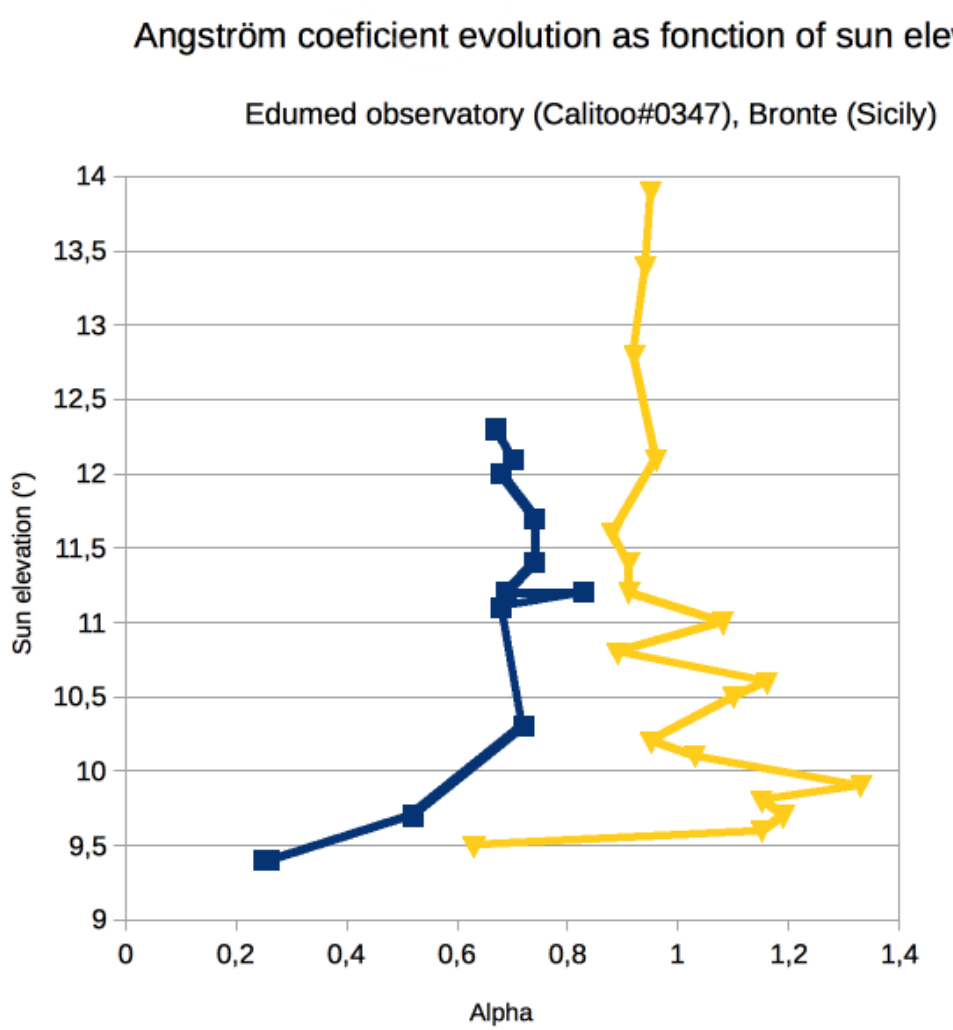
UN EXEMPLE D'ACTIVITÉ UTILISANT 3 CAPTEURS DU CALITOO :

CARACTÉRISATION DU PANACHE ÉRUPTIF DE L'ETNA

SÉMINAIRE INSEGNACI ETNA 2019

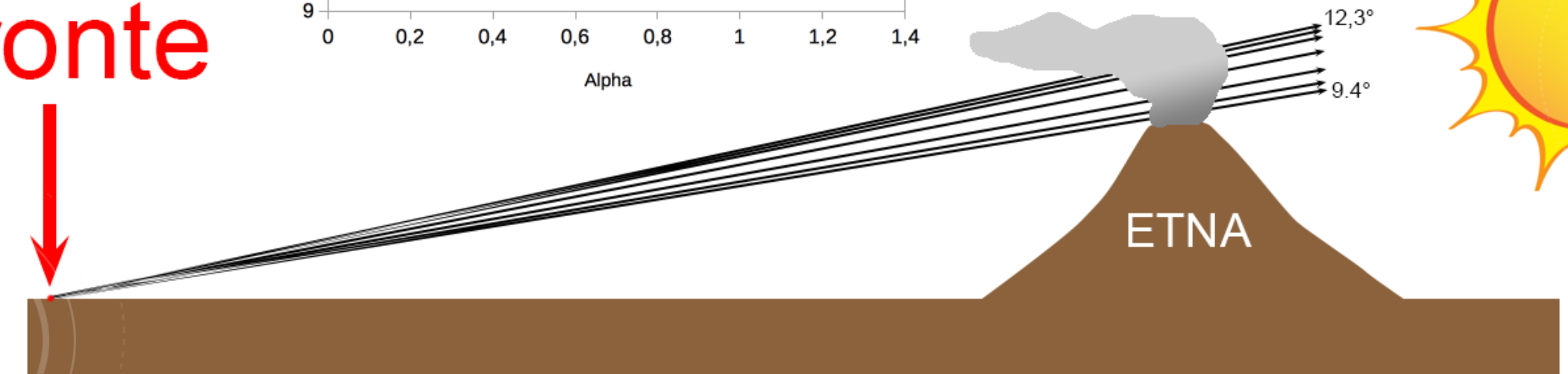
F. Mourau (2029)

ANGLE D'ÉLÉVATION
→ ISSU DU GPS



ON RÉALISE DE NOMBREUSES MESURES EN MÊME TEMPS QUE LE SOLEIL S'ÉLÈVE AU DESSUS DE L'HORIZON.

Bronte



Mesurer une longueur

Pour mesurer une longueur, cliquer sur 2 points du globe.

L'azimut (angle par rapport au Nord) est également donné en degrés.

Distance à vol d'oiseau* entre A et B : 14 km

Distance en ligne droite : 14 km

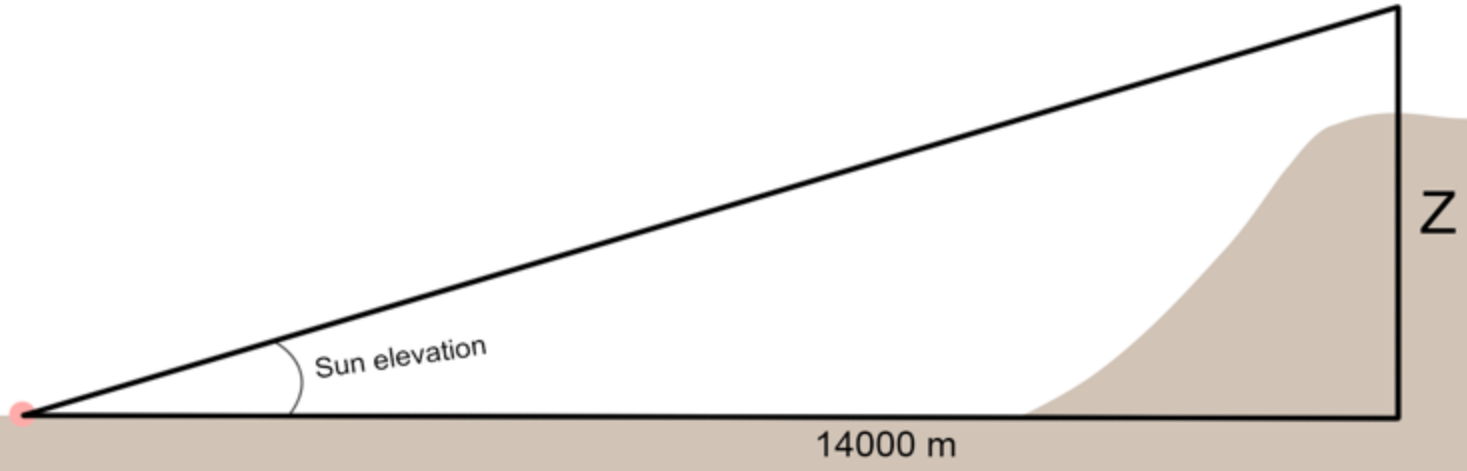
Distance angulaire : 0.1°

Azimut : 104.3°

** Cette distance correspond à la longueur de l'arc du grand cercle passant par A et B.*

Tectoglob3D, P. Cosentino

$$Z = 14000 \times \tan(\text{Sun elevation})$$

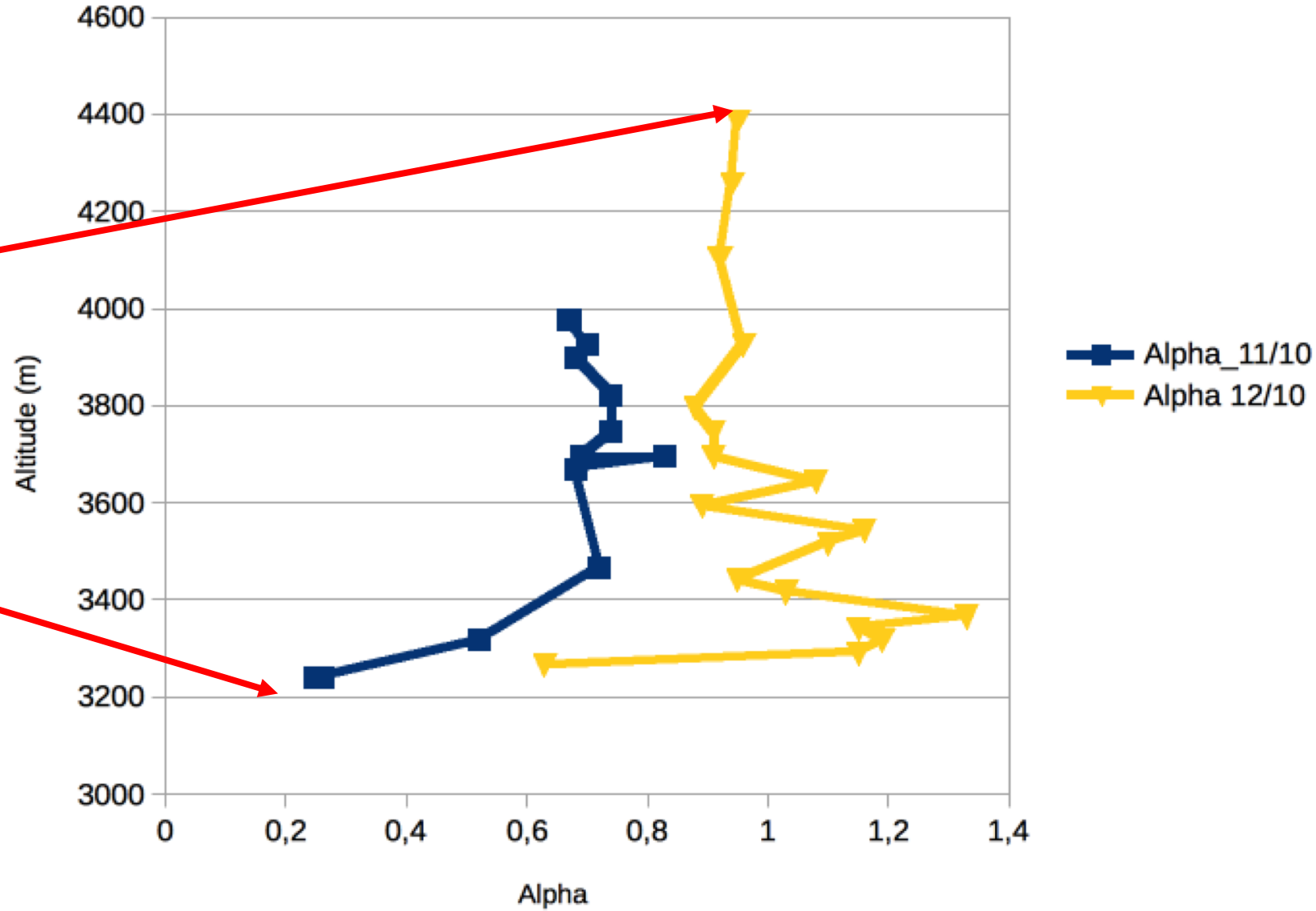


$$\text{Altitude} = Z + \text{altitude Bronte}$$

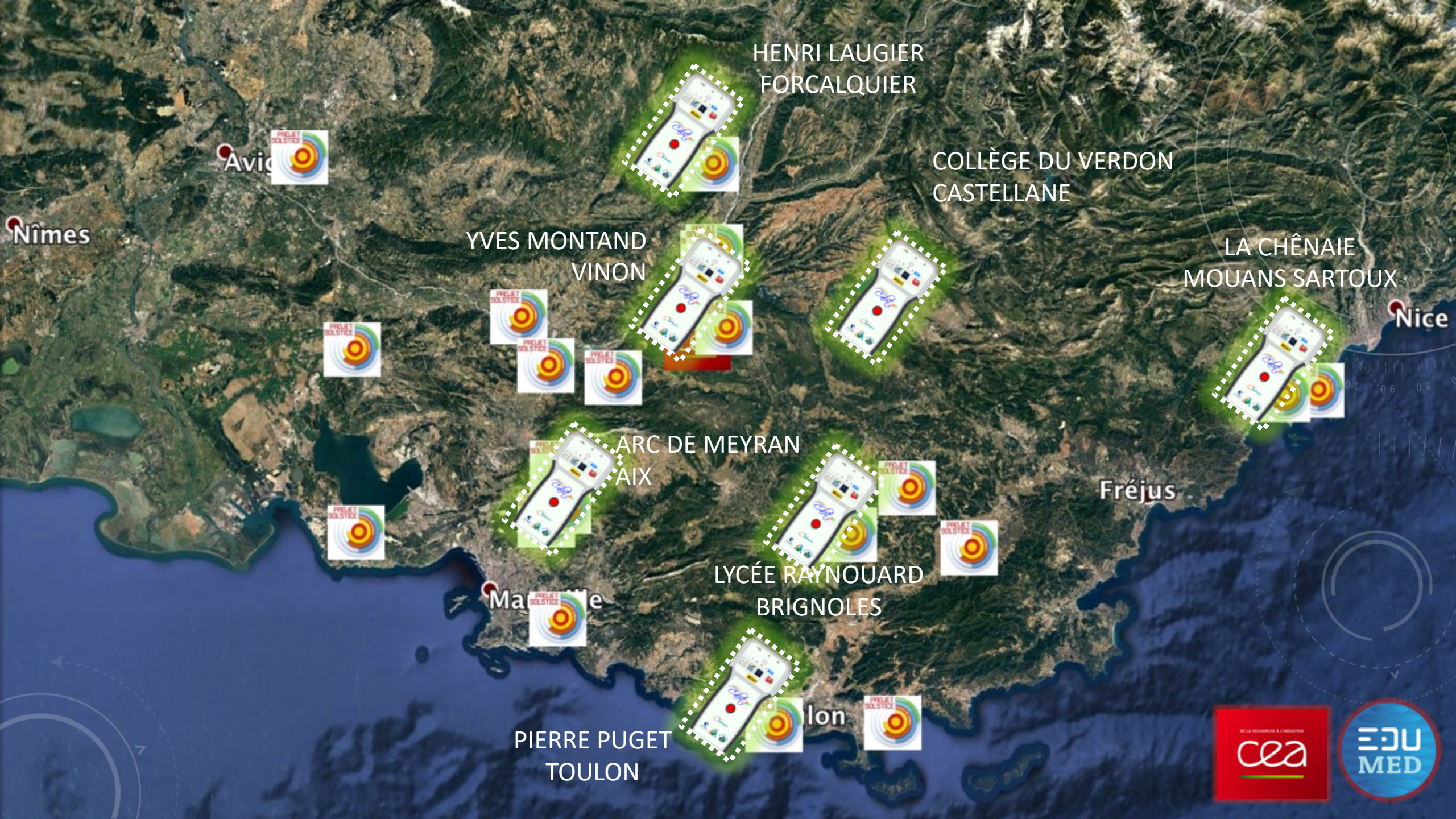
DONNÉE GPS/BARO

Evolution of angström coeficient as fonction of altitude

Edumed Observatory (Calitoo #0347), Bronte (Sicily), october 2019



7 INSTRUMENTS À RÉPARTIR AU SEIN DU RÉSEAU


HENRI LAUGIER
FORCALQUIER
COLLÈGE DU VERDON
CASTELLANE
YVES MONTAND
VINON
LA CHÊNAIE
MOUANS SARTOUX
Nîmes
Nice
Fréjus
ARC DE MEYRAN
AIX
LYCÉE RAYNOUARD
BRIGNOLES
PIERRE PUGET
TOULON