

# **Mali 2006/2007 Airborne Measurements**

## **(Mali 2006/2007 Mesures Aéroportées)**



# Measurement Objectives

## (Objectifs De Mesure)

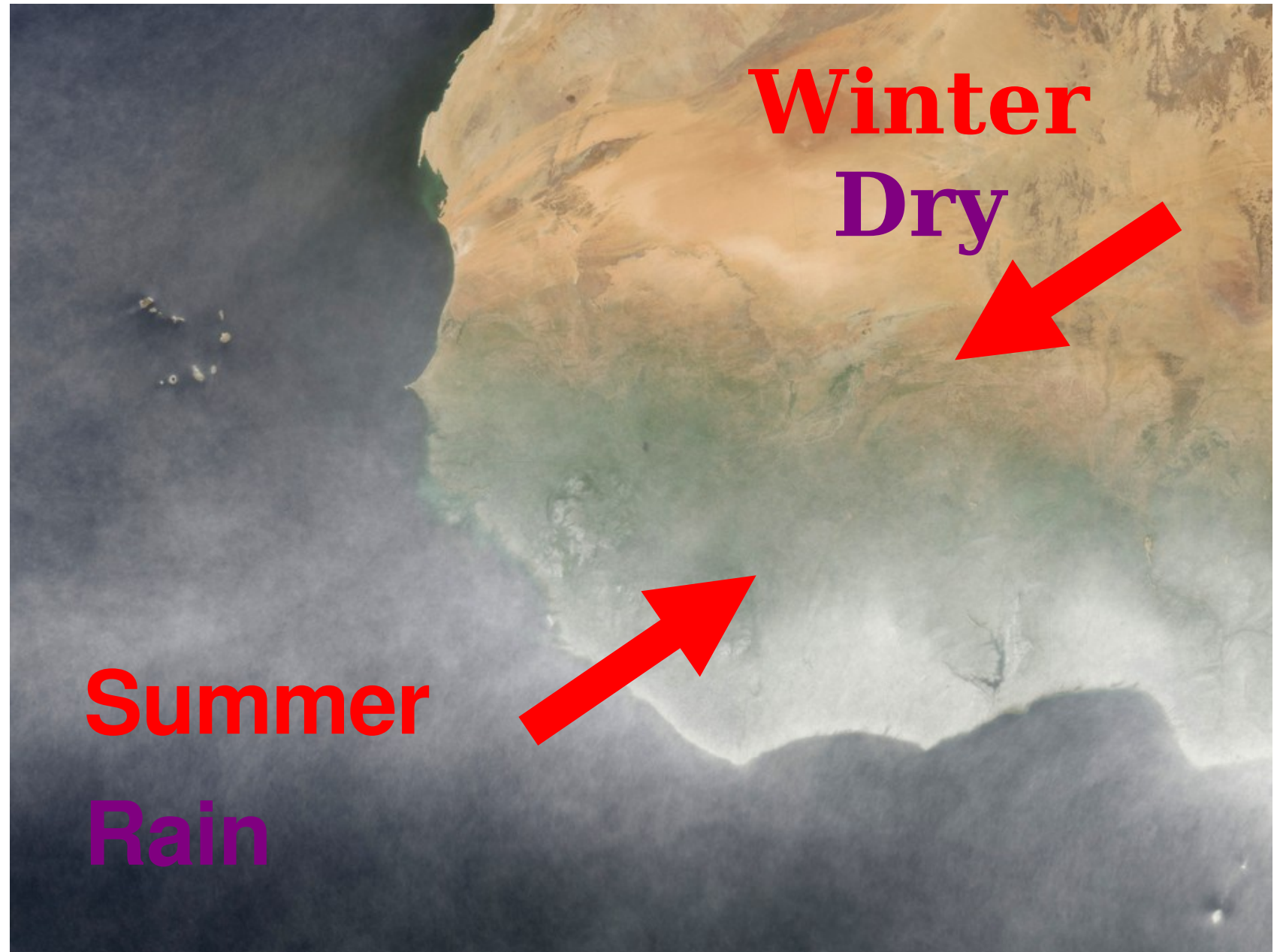
- Determine if cloud seeding in Mali could be beneficial. (Déterminer si l'ensemencement des nuages au Mali pourrait être bénéfique.)
- Help determine what is the optimal seeding method for enhancing precipitation in the Mali region. (aider à déterminer la méthode d'ensemencement optimale pour améliorer la précipitation dans les régions du Mali.)

# Importance

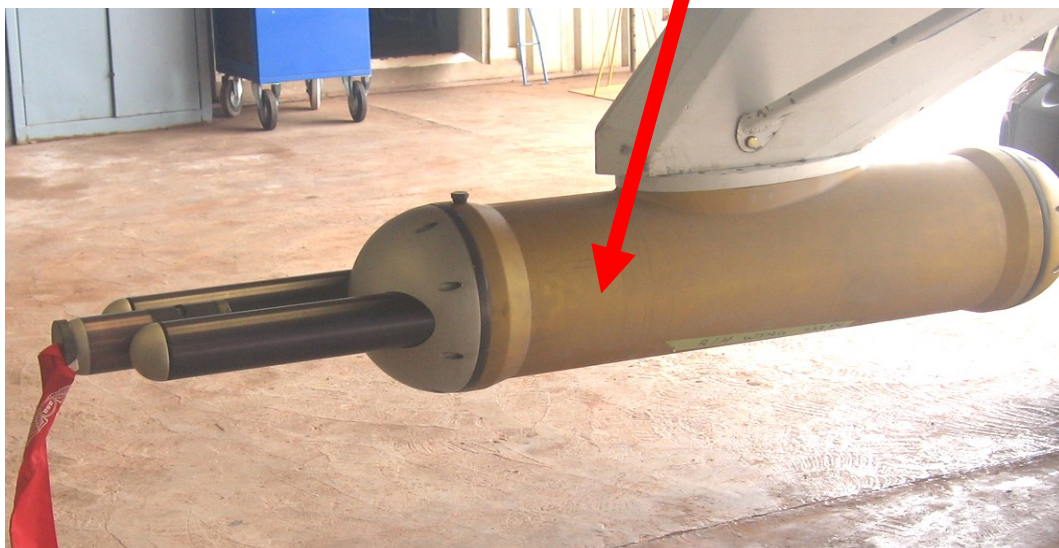
- The potential to enhancing precipitation is strongly dependent on the natural microphysics and dynamics of the clouds that are being seeded. (Le potentiel d'améliorer la précipitation dépend fortement de la microphysique naturelle et de la dynamique des nuages qui sontensemencés.)
- Cloud properties can vary significantly from one geographical region to another and with the time of year in the same region. (Les propriétés des nuages peuvent varier de façon significative d'une région géographique à une autre et avec le temps de l'année dans la même région.)

# **Sahelian Trade Winds**

## **(Vents de Commerce de Sahelian)**



# Aircraft Instruments (Instruments d'Avion)



# **Aerosol Measurements**

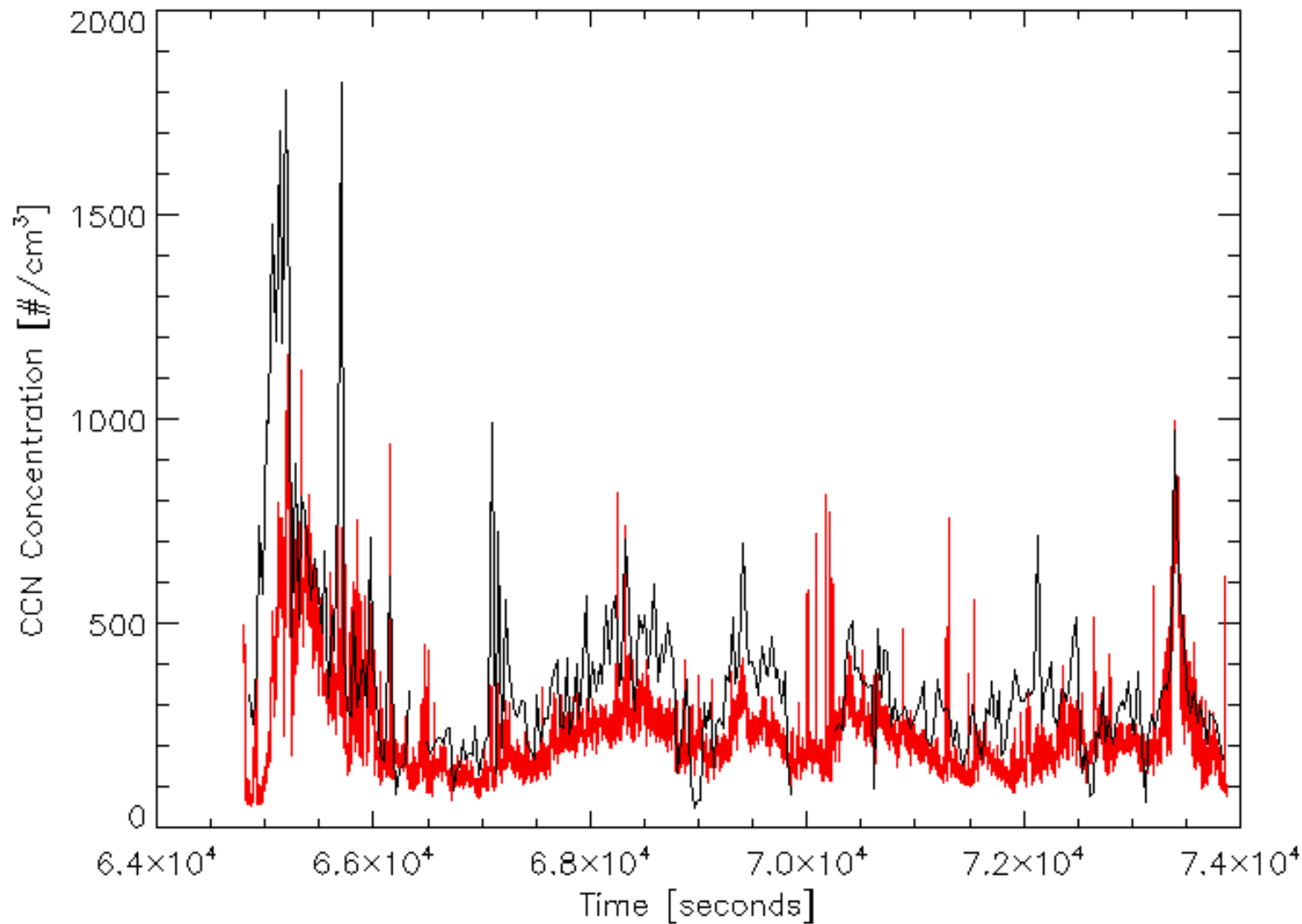
## **(Mesures d'Aérosol)**

- Lower aerosol concentrations
  - The natural processes of rainfall formation is more efficient.
  - Effects from hygroscopic cloud seeding are less effective.
- Concentrations d'aérosols plus basses
  - Les processus naturels de formation de chute de pluie sont plus efficaces.
  - Les effets de l'ensemencement hygroscopique des nuages est moins efficaces.

# **Aerosol Measurements**

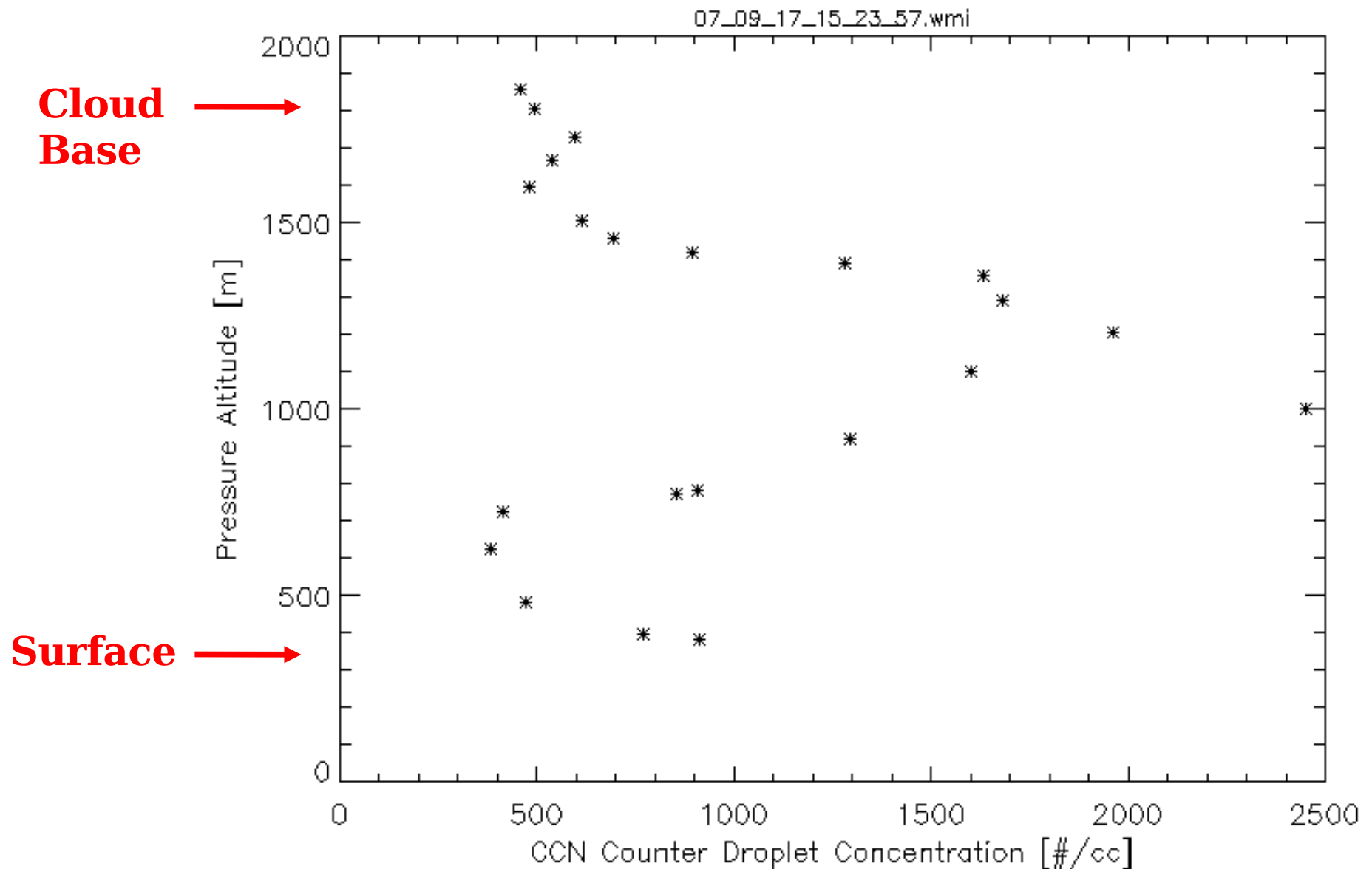
## **(Mesures d'Aérosol)**

- High Dust Concentrations
  - The natural processes of rainfall formation is more efficient
  - Effects from glaciogenic cloud seeding are less effective.
- Hautes Concentrations de Poussière
  - Les processus naturels de formation de chute de pluie sont plus efficaces
  - Les effets de l'ensemencement glaciogénique des nuages est moins efficaces.



Cloud Condensation Nuclei (CCN) concentrations (black line) and Optical Particle Counter (OPC) concentrations measured East of Bamako on September 8, 2007 made at and just above cloud base.

Les Noyaux de Condensation de Nuage (CCN) les concentrations (la ligne noire) et la concentration des Particules Optiques (OPC) du compteur sont mesurées à l'Est de Bamako sur September 8, 2007.



Cloud Condensation Nuclei (CCN) concentrations versus Pressure Altitude measured during descent into Bamako on the September 17, 2007 flight.

La concentration des noyaux de condensation (CCN) en fonction inverse de la pression en altitude mesurée pendant la descente du vol le 17 Setembre 2007 à Bamako.

# CCN Measurements

## (Mesures de CCN)

| Location               | CCN Concentration            |
|------------------------|------------------------------|
| Australian Cost        | 120 #/cm <sup>-3</sup>       |
| North Atlantic Ocean   | 145-370 #/cm <sup>-3</sup>   |
| High Planes, Montana   | 290 #/cm <sup>-3</sup>       |
| Australia, Africa, USA | 600 #/cm <sup>-3</sup>       |
| High Planes, Montana   | 2000 #/cm <sup>-3</sup>      |
| Buffalo, New York      | 3500 #/cm <sup>-3</sup>      |
| Texas, USA             | 3000-5000 #/cm <sup>-3</sup> |

Cloud Condensation Nuclei (CCN) concentrations at 1%  
Supersaturation measured at various locations.

Les concentrations des Noyaux de Condensation de Nuage (CCN) à la  
sursaturation de 1 % mesurées à endroits différents.

Source: Pruppacher, H. R., and J. D. Klett, Microphysics of Clouds and  
Precipitation, pp. 287-289, Kluwer Acad. Norwell, Mass., 1997.

# UWyo CCN Counter Measurements (UWyo CCN Répondent aux Mesures)

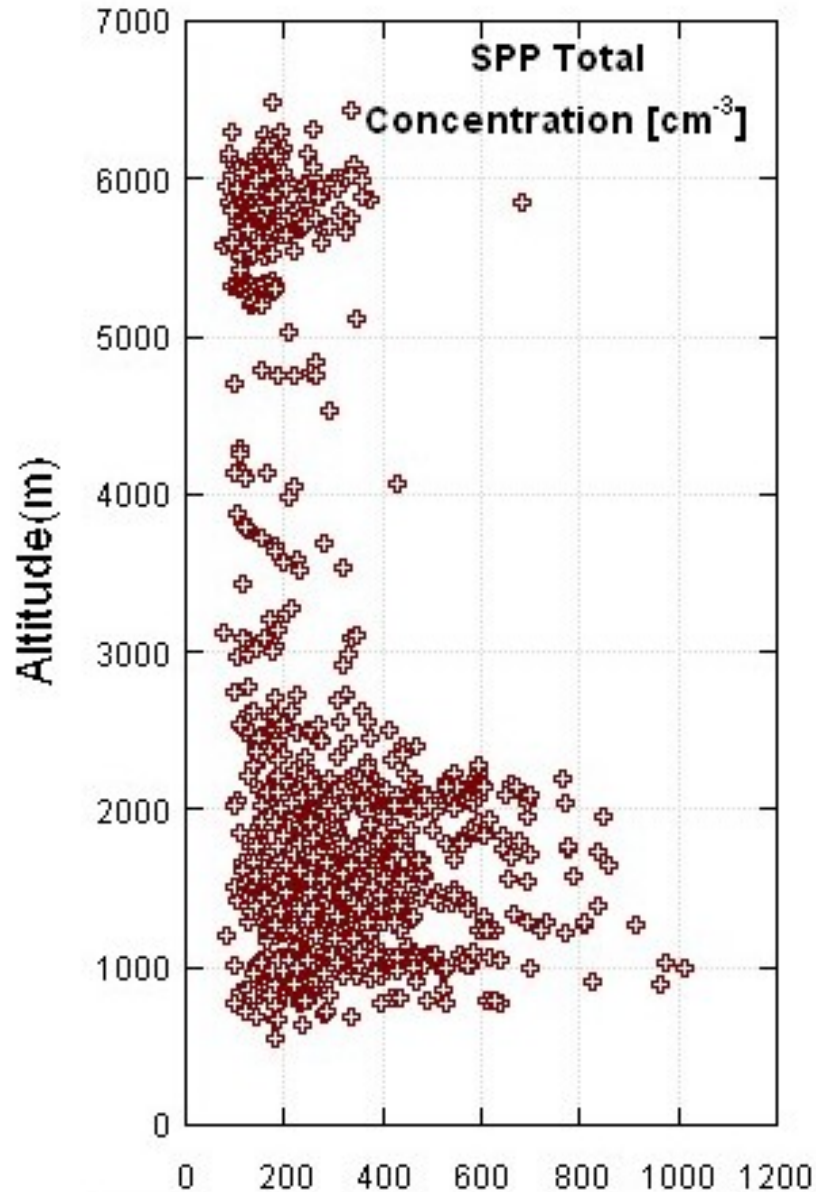
| Location     | Time of Year | CCN Concentration                |
|--------------|--------------|----------------------------------|
| Wyoming, USA | Winter       | $146 \pm 20 \text{ \#/cm}^{-3}$  |
| Wyoming, USA | Summer       | $445 \pm 157 \text{ \#/cm}^{-3}$ |
| New Zealand  | Summer       | $964 \pm 17 \text{ \#/cm}^{-3}$  |
| Bamako, Mali | 09/08/07     | $367 \pm 247 \text{ \#/cm}^{-3}$ |

Cloud Condensation Nuclei (CCN) concentrations at 1% supersaturation measured by the University of Wyoming CCN counter in the lower troposphere at various locations.

Les Noyaux de Condensation de Nuage (CCN) les concentrations à la supersaturation de 1 % mesurée par l'Université de Wyoming CCN ripostent dans la troposphère plus basse aux endroits différents.

Source: Delene, D. J. and T. Deshler, Vertical profiles of cloud condensation nuclei above Wyoming, Journal of Geophysical Research - Atmospheres , 106, 12579-12588, 2001.

# Cloud Concentration Measurements (Mesures de Concentration de Nuage)



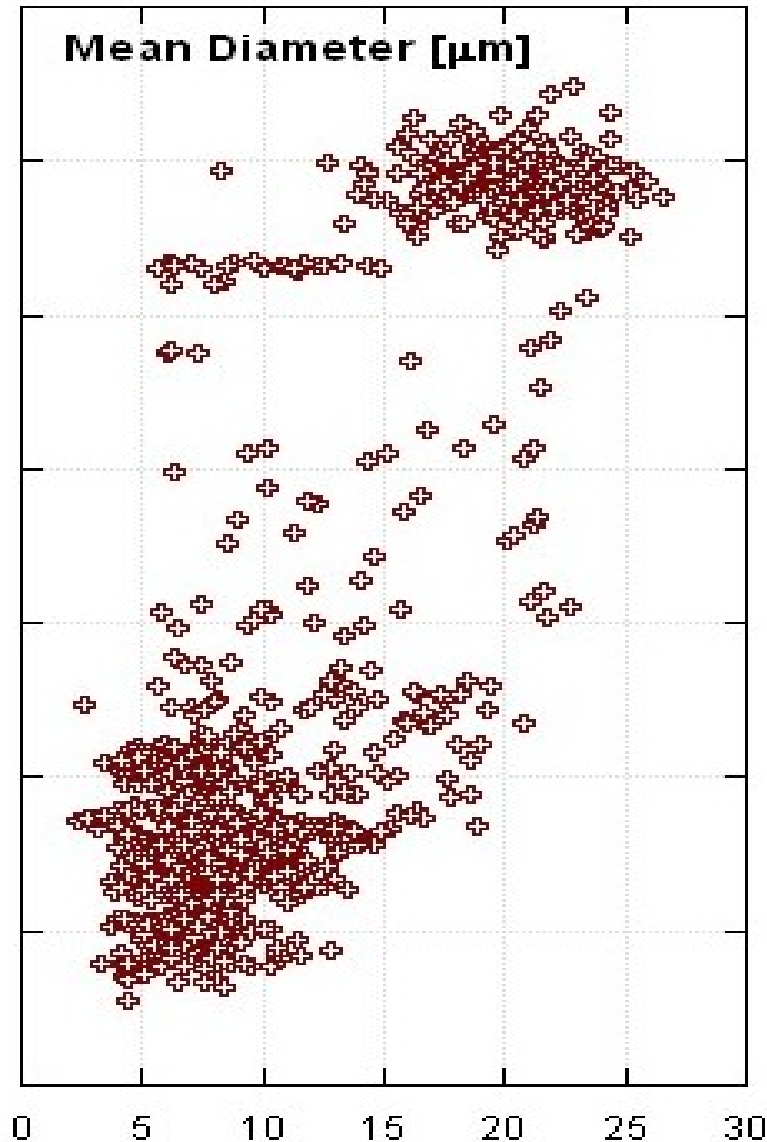
Cloud droplet concentrations measurements made in Mali during August and September 2006.

Les mesures de concentrations de gouttelette de nuage faites au Mali en août et septembre de 2006.

# Cloud Mean Diameter (Nuage Diamètre Moyen)

Cloud droplet concentrations measurements made in Mali during August and September 2006.

Les mesures de concentrations de gouttelette de nuage faites au Mali en août et septembre de 2006.



# Conclusions

## (Conclusions)

Measurements indicate that hygroscopic cloud seeding may have no effect on some operational cloud seeding days since many days during July, August and September have very low cloud base CCN concentrations.

Les mesures indiquent que l'ensemencement hygroscopique des nuages ne pourraient avoir aucun effet sur les opérations d'ensemencement pendant plusieurs jours en juillet, l'août et Septembre, les concentrations des noyaux de condensation (CCN ) de la base des nuages sont très faibles.

# **Conclusions**

## **(Conclusions)**

The 2006 Mali cloud measurement indicate a narrow cloud base droplet spectrum and high droplet concentration. Hence a primary criteria for seedability with hygroscopic flares is met.

La mesure de nuage au Mali en 2006 indique un spectre de gouttelette de base de nuage étroit et une haute concentration de gouttelette. Dès lors les critères primaires pour les éclats de l'ensemencement hygroscopique sont remplis.