

Campagne CLIMSLIP-NyA 2012

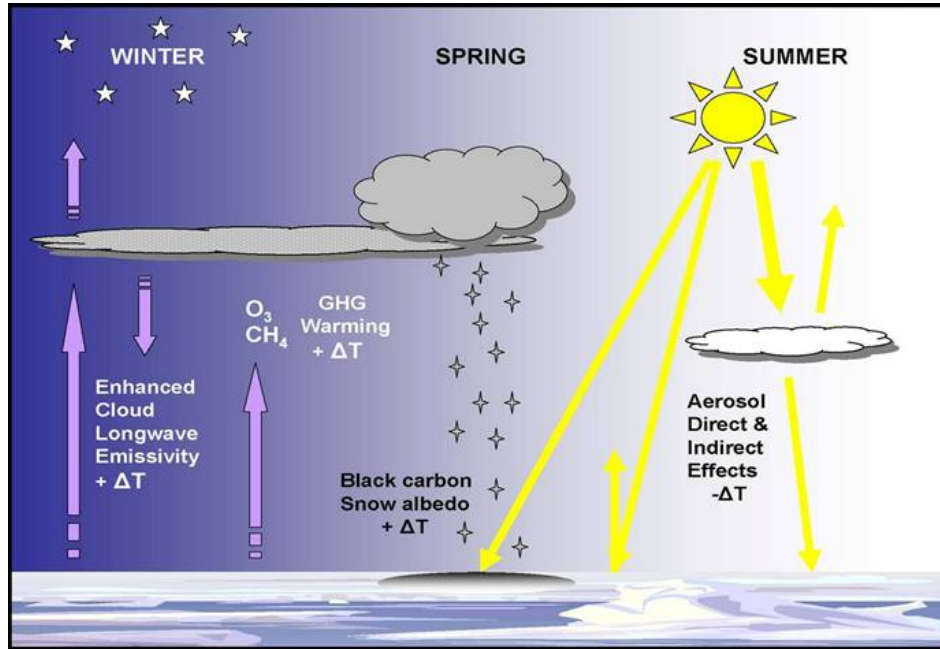
Ny-Alesund -Svalbard (Mars-Mai)

Guyot G., Jourdan O., Oloffson F., Gourbeyre C., Dupuy R., Febvre G., Bernard C., Shcherbakov V., Schwarzenboeck A. (LaMP)

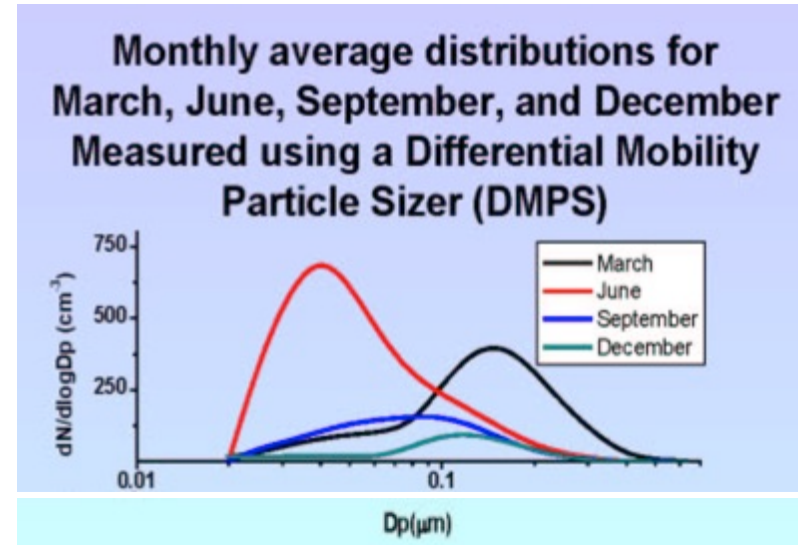


Contexte, Problématique

Région arctique : espace le plus sensible au réchauffement climatique [Arctic Climate Impact Assessment (2004), Impacts of a Warming Arctic, 139 pp., Cambridge Univ. Press, New York]



[Quinn et al., Atmos.Chem.Phys. 2008]



[Ström et al., Phys.Chem.Earth 2003]

Hiver : effet de serre; été : effet de refroidissement (réflexion)

Changement des propriétés des aérosols (CCN) selon la saison → modification des propriétés nuageuses → Variabilité saisonnière de l'impact des nuages sur le bilan radiatif arctique

→ documenter les propriétés microphysiques, optiques et géométriques des nuages arctiques durant la transition hiver/été

campagne CLIMSLIP-NyA 2012

Objectifs :

Interactions aérosols-nuages

Etude du lien entre les propriétés physico-chimiques des aérosols (IN, CCN...) et les propriétés microphysiques et optiques des nuages pendant la période de transition Hiver-Eté en arctique

Caractérisation simultanée des propriétés microphysiques et optiques des nuages et des aérosols

→ Mesures en continu (2 mois) des propriétés des nuages (instrumentation LaMP) couplées à celles des aérosols (instrumentation ITM – LGGE) au Mont-Zeppelin

CLIMSLIP 2012

Projet CLIMSLIP: Climate impacts of short-live pollutants and methane in the Arctic (LATMOS, LaMP, LGGE, LSCE, LMD)

Du 6 mars au 2 mai, environ 10 jours de nuage

Nevzorov :

Système fil chaud

Mesures du LWC et TWC

Vitesse d'échantillonnage ~ 10m/s

CPI [15 μ m – 2.5mm] :

Images (en nuances de gris) des particules

Mesures du IWC, Dm, concentration, PSD

vitesse ~ 15m/s



FSSP [3 – 45 μ m] :

Diffusion avant des particules sphériques (utilise la théorie de Mie)

Mesures LWC, PSD concentration, Dm

vitesse ~ 9m/s

Néphélomètre Polaire [3 – 800 μ m] :

Mesures de la diffusion d'un faisceau laser par des particules, grâce à des photodiodes placées entre 10.6° et 162°

Mesures de la fonction de phase, coefficient d'extinction et facteur d'asymétrie

vitesse ~ 15m/s

Zeppelin Station
474 m altitude

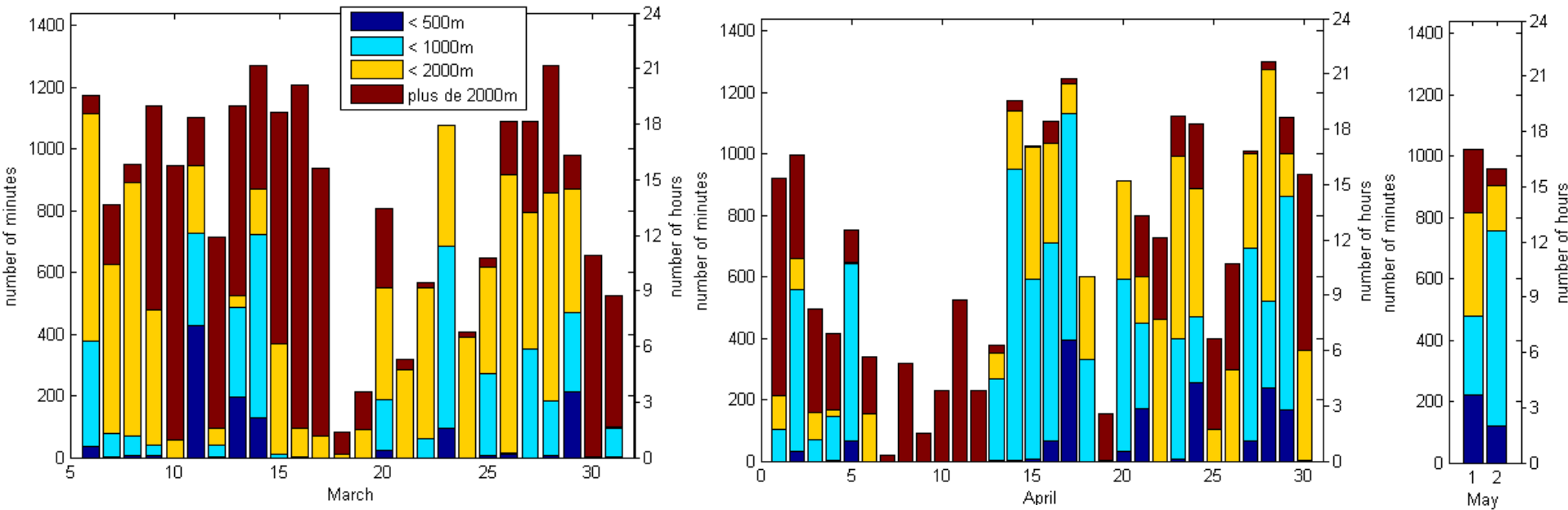


CLIMSLIP2012

Ceilometer data :

Ceilomètre : altitude des différentes couches de nuage

Placé à l'observatoire de l'AWI, dans le village de Ny-Alesund



Pour chaque jour : nombre de minutes où l'altitude de la base du nuage est comprise entre les valeurs données en légende

Localise les journées intéressantes (altitude < 500m)

CLIMSLIP 2012

Mesures aérosols :

Instruments ITM (Département des sciences environnementales appliquées, Université de Stockholm) :

- Condensation Particle Counter (CPC) [10 nm – 3 µm] : compteur
- Differential Mobility Particle Sizer (DMPS) [25nm – 800nm] : spectre en taille
- Whole Air Inlet :

Mesures des aérosols interstitiels et aérosols résiduels (activés)

Bilan journées en présence de nuage en phase mixte

jour	conditions météorologiques	Concentration FSSP (cm-3)	concentration CPI (L-1)	extinction néphélomètre (km-1)	g
11-mars	Nuage phase mixte (8->12) puis précipitation (12->18) puis Nuage phase mixte (18->23)	2 [0,1;9]	0,9 [0,2;1,7]	0,9 [0,2;2]	0,80 [0,77;0,82]
13-mars	nuage (17->minuit)	1 [0,3;57]	HS	0,9 [0,6;5,6]	0,80 [0,78;0,82]
29-mars	précipitation (5->10) puis Nuage phase mixte (10->18) puis nuage liquide (18->21)	2 [0,3;63]	0,6 [0,2;1,5]	0,5 [0,2;5]	0,82 [0,80;0,83]
27-avr	Nuage phase mixte(14->18) puis précipitation (18->3h)	0,4 [0,1;35]	0 [0;0,2]	0,2 [0,1;5]	0,80 [0,78;0,83]
28-avr	Graduellement de Nuage phase mixte vers précipitation (19->6)	20 [0,6;40]	0,6 [0,2;1,1]	4 [1;13]	0,81 [0,81;0,82]
01-mai	Nuage de glace (7->10) puis Nuage phase mixte (18->8)	0,2 [0,02;18]	HS	11 [0,1;16]	0,80 [0,78;0,82]

Médiane [25% percentile ; 75% percentile]

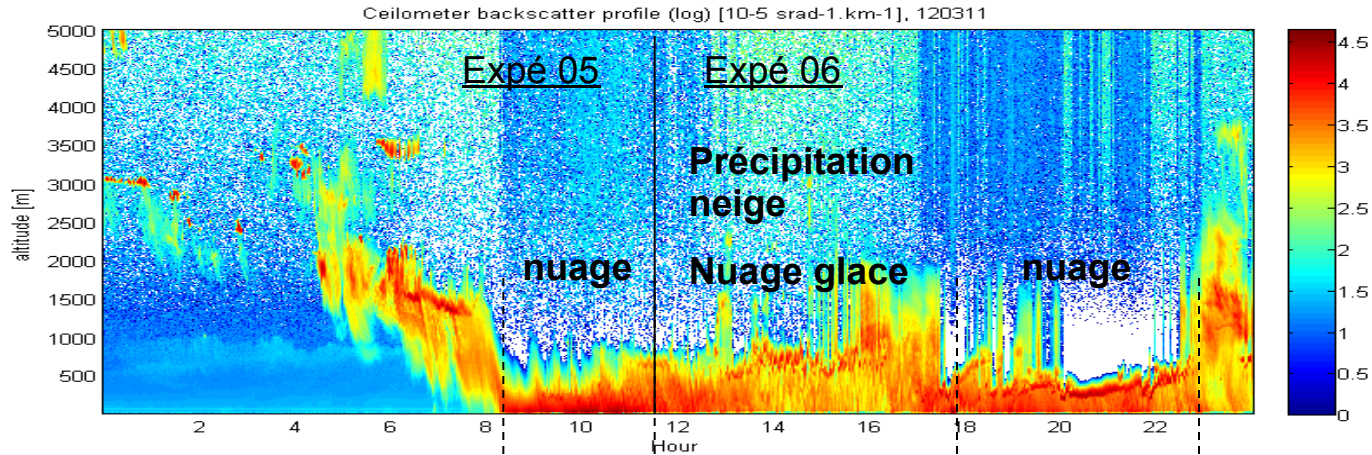
6 journées

Présence de situations météorologiques variées

$g > 0.83$ = nuage dominé optiquement par la phase liquide

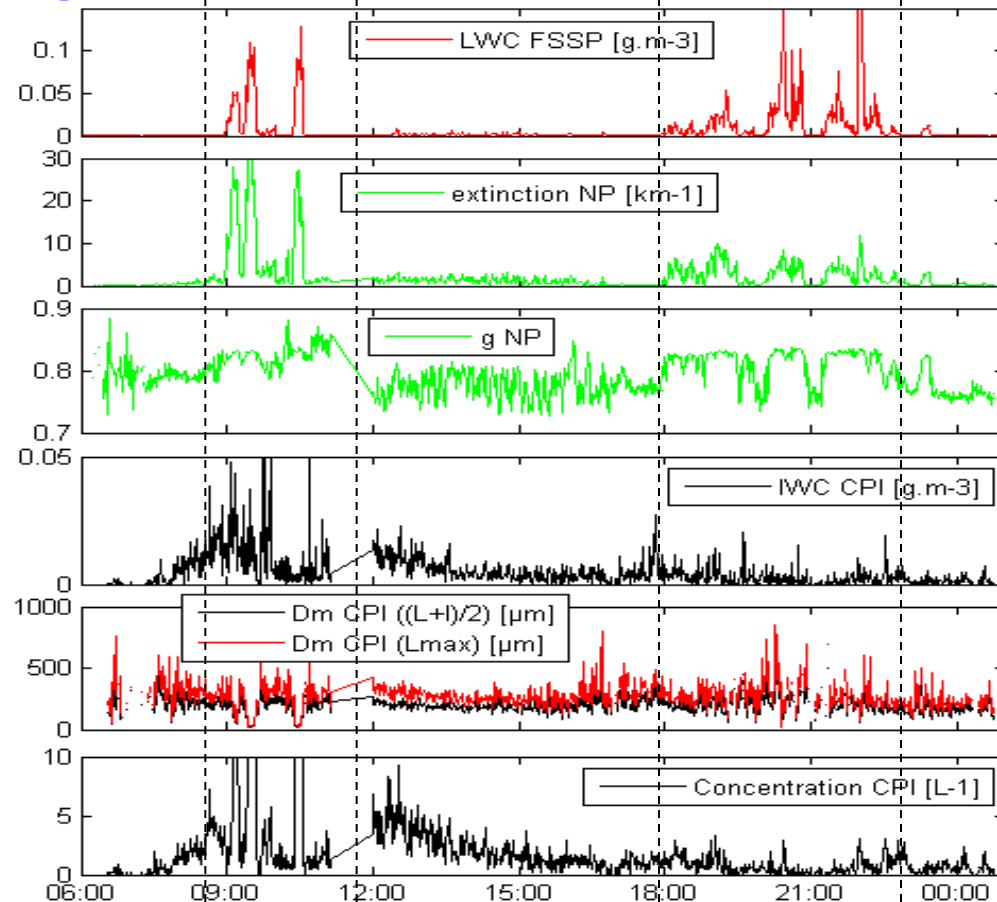
→ g compris [0.80 – 0.82] = phase mixte

Cas du 11 mars, nuage en phase mixte



Distinction entre les différentes phases de l'épisode nuageux cohérente entre nos instruments et le ceilomètre

Variation relativement importante des signaux liée au déplacement de la base du nuage

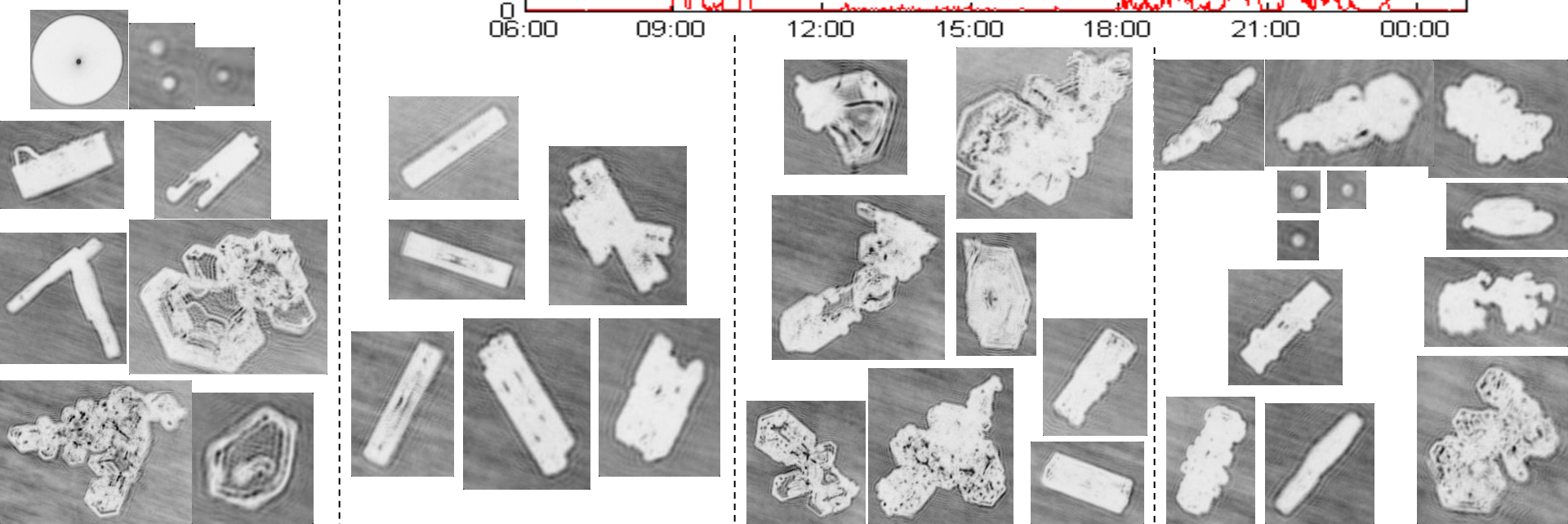
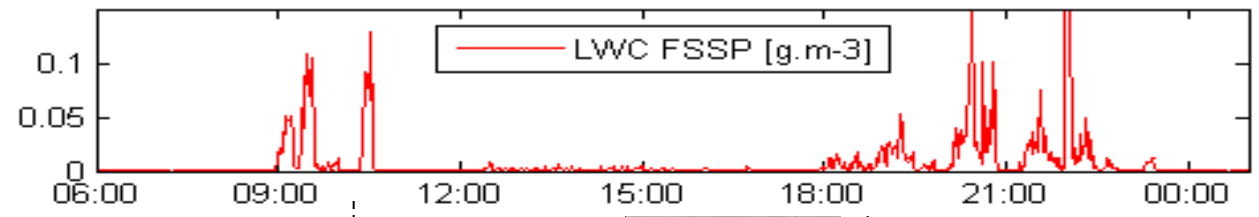
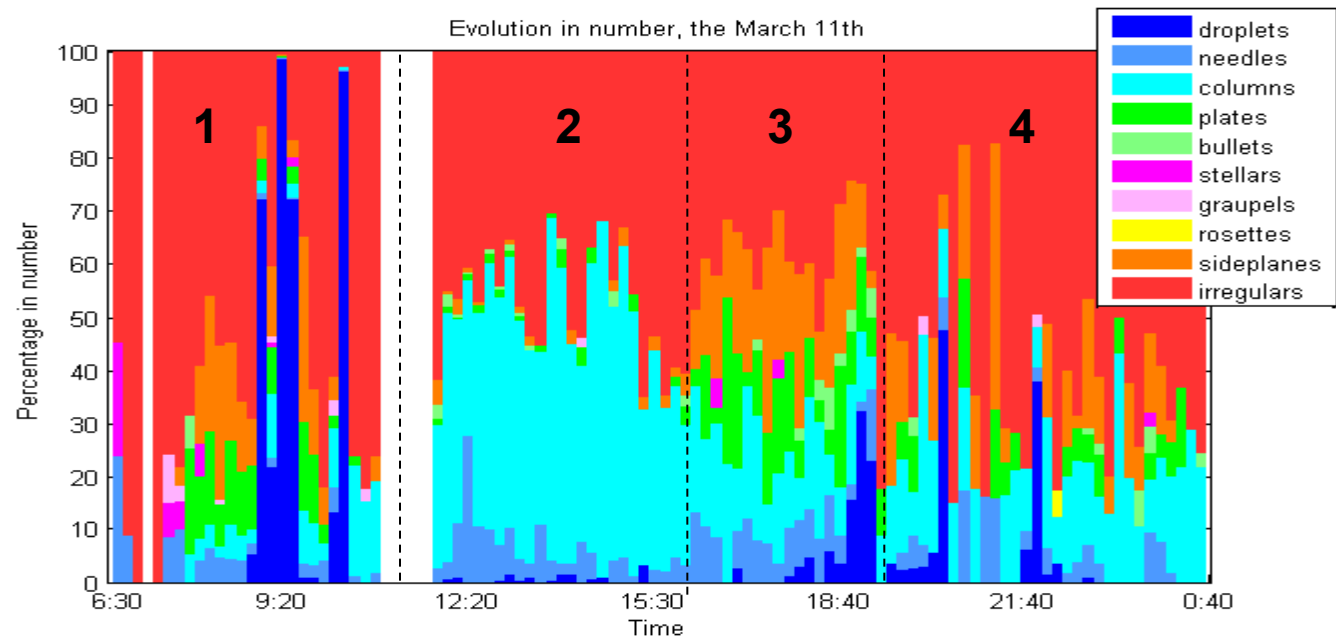


CPI : Classification
manuelle des cristaux

Evolution en nombre de
la forme des cristaux
avec temps intégration =
10 min

Gouttelettes mesurées
par le CPI corrélée avec
les mesures FSSP

Bonne cohérence entre
les mesures FSSP et
CPI

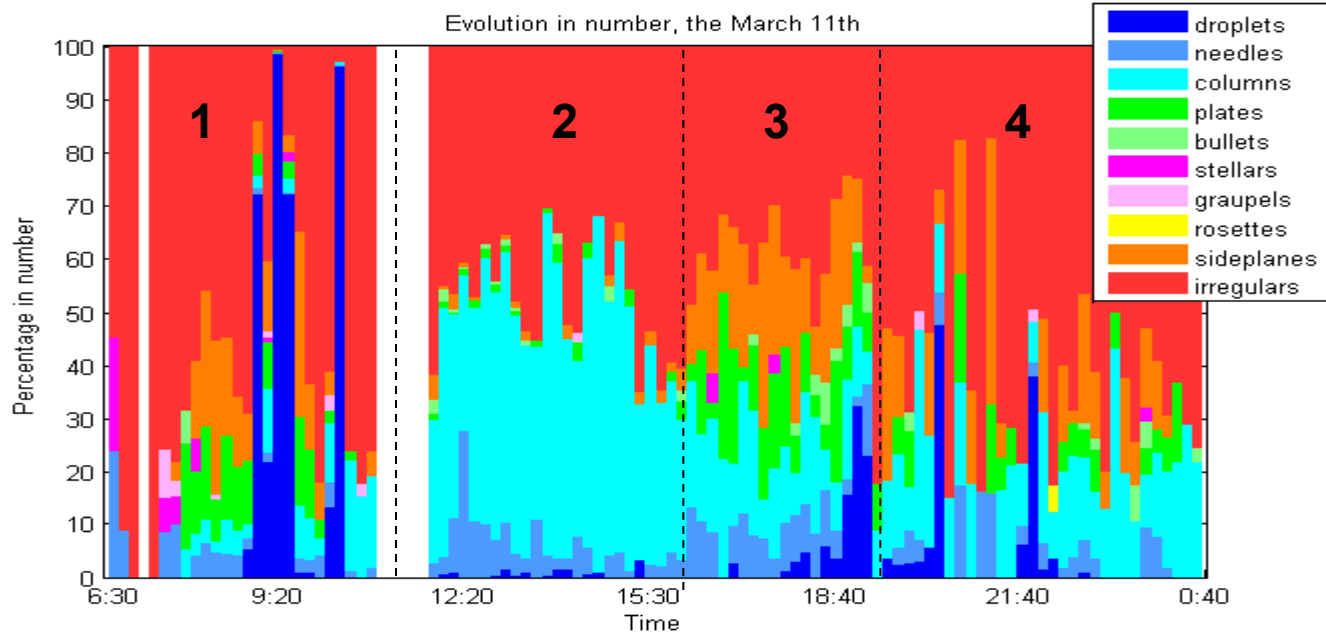


Lien entre propriétés microphysiques et optiques

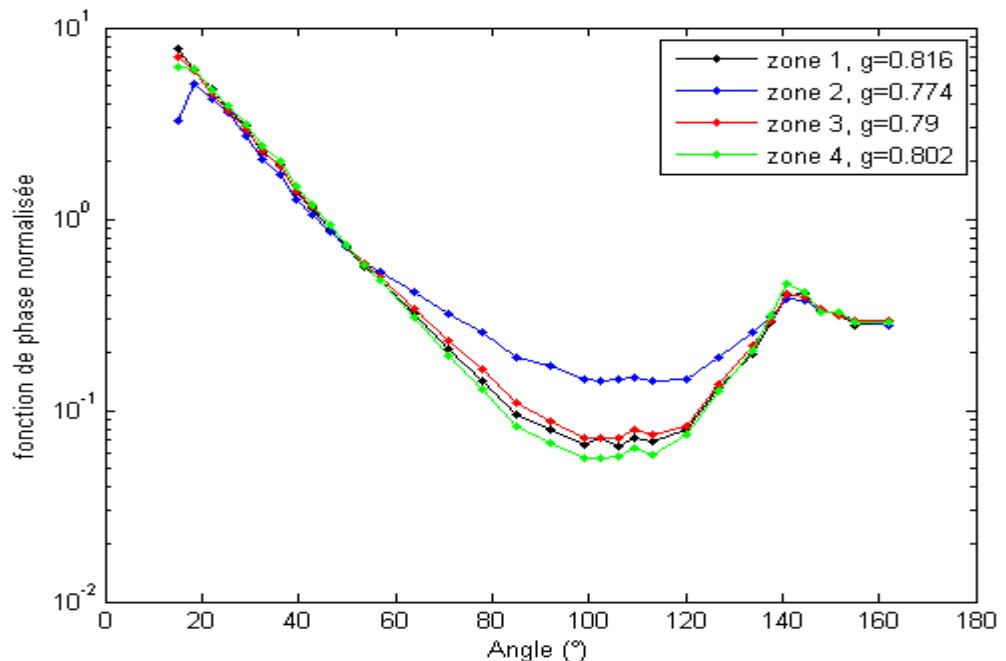
Diffusion latérale plus importante pour la zone 2

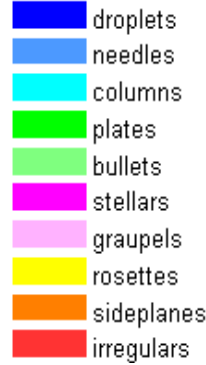
Fonctions de phase proches pour les zones 1, 3 et 4

→ présence d'eau liquide



Propriétés optiques caractéristiques du mode de croissance dominant (colonne...) des cristaux ?

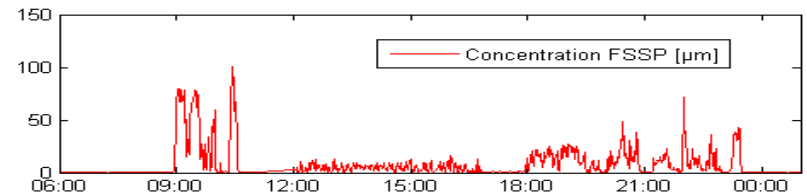
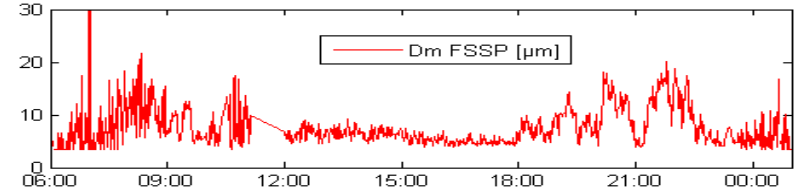
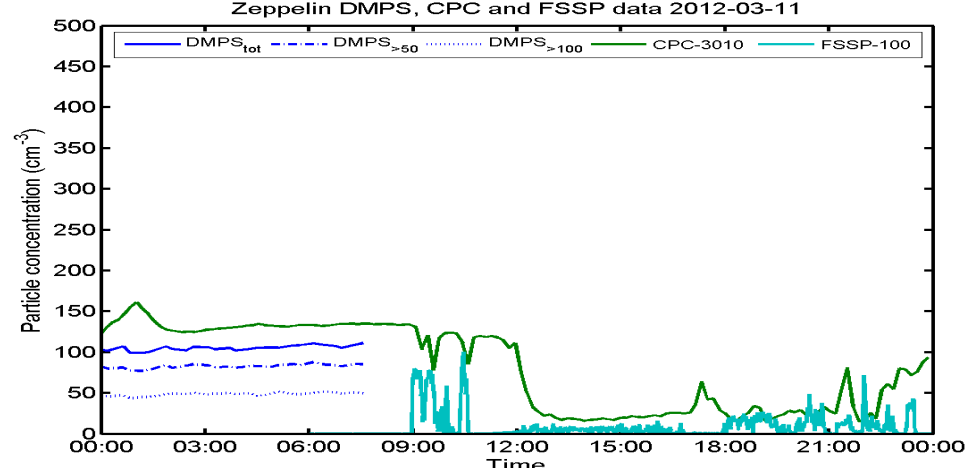
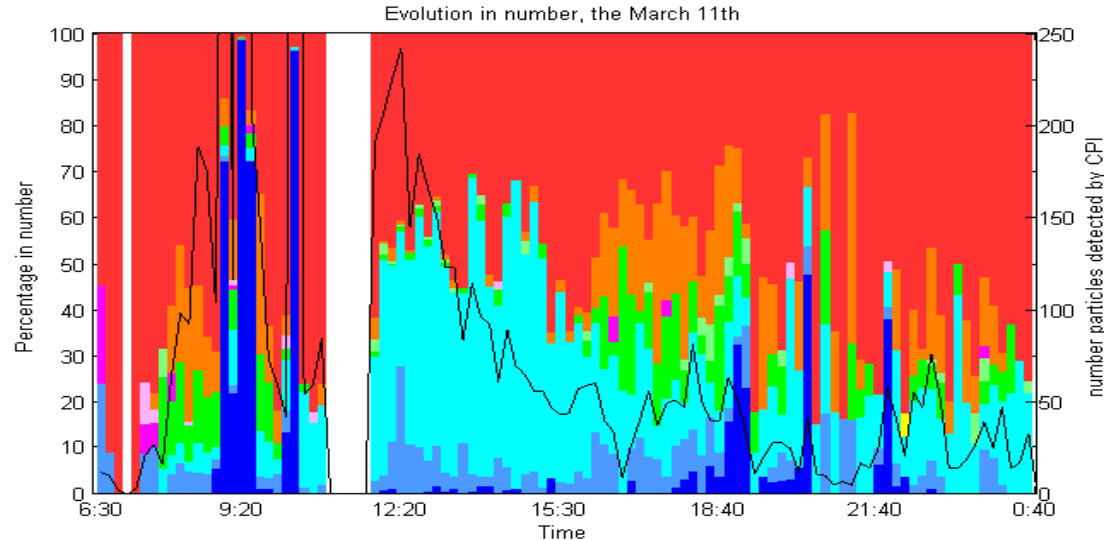


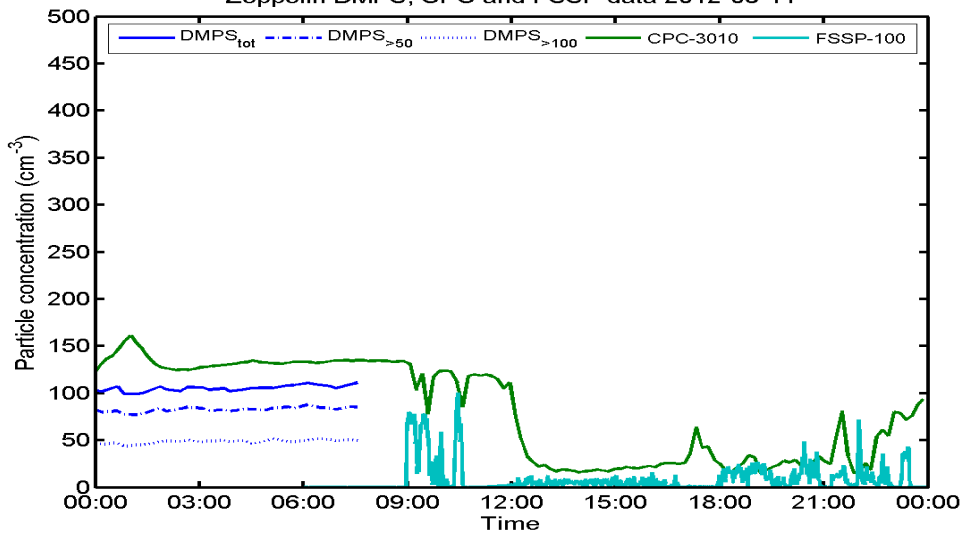


Pour le premier épisode liquide :

- Beaucoup plus de gouttes mesurées par le CPI
- Concentration CPC plus élevée
- Dm FSSP légèrement plus faible
- Concentration FSSP plus élevée

Gouttes précipitantes (Dm ~500µm) mesurées par le CPI mais non détectées par le FSSP





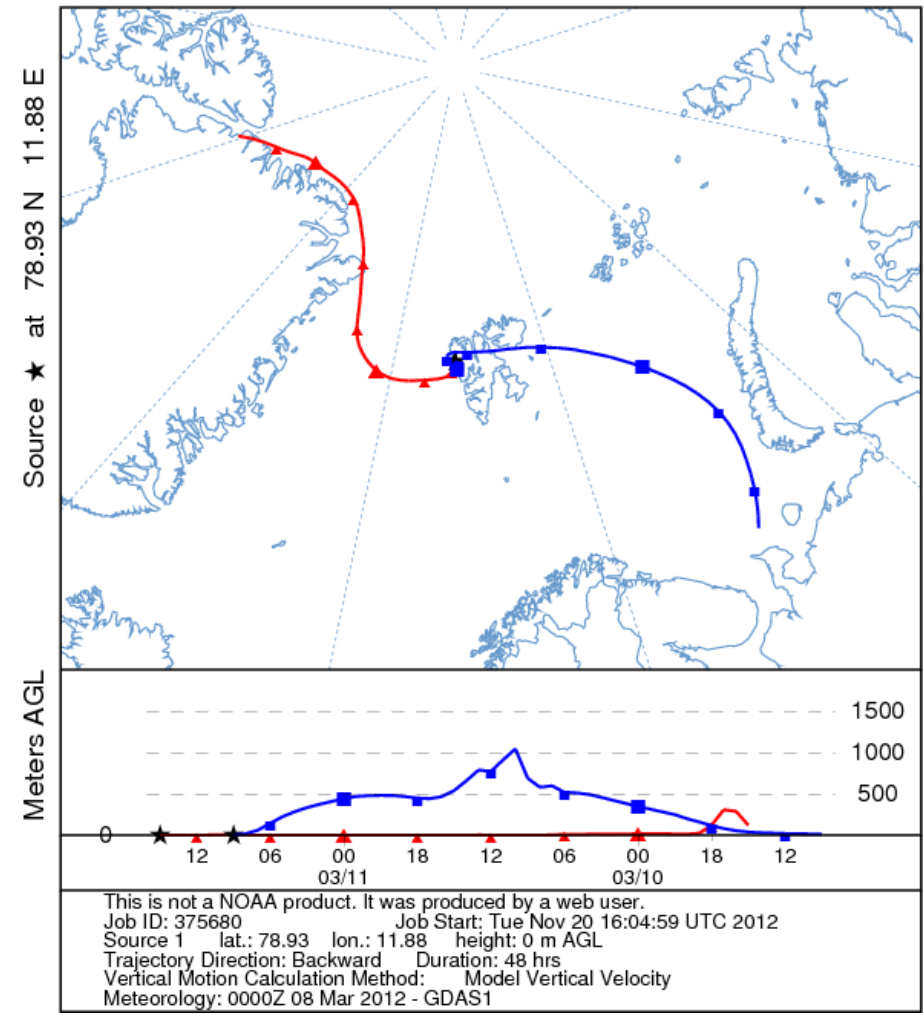
Masse d'air provenant de l'Europe avant 12h (bleu)

→ concentration élevée

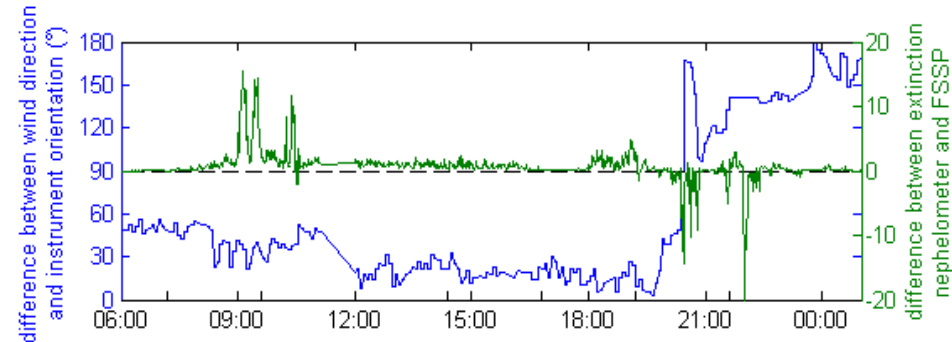
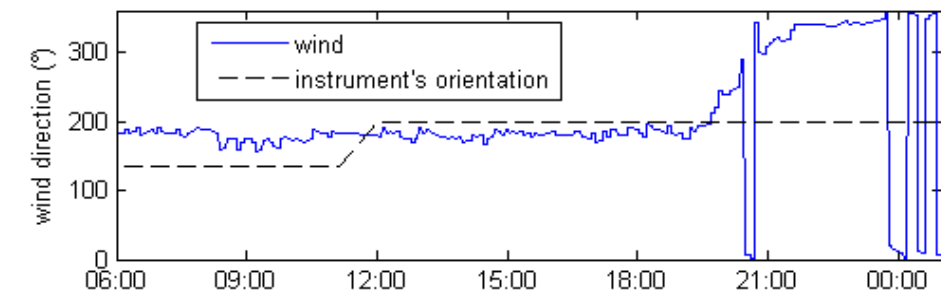
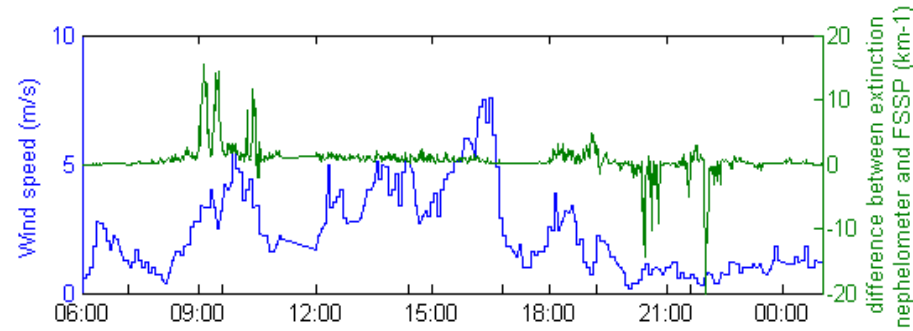
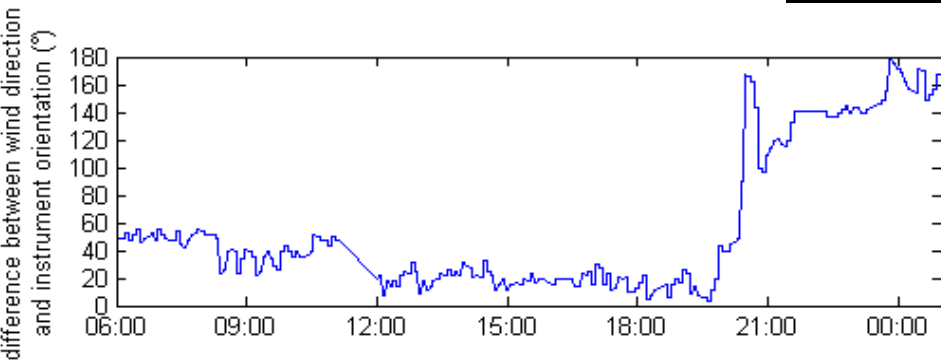
Masse d'air provenant du Groenland après 12h (rouge)

→ concentration faible

NOAA HYSPLIT MODEL
Backward trajectories ending at 1500 UTC 11 Mar 12
GDAS Meteorological Data



Influence du vent

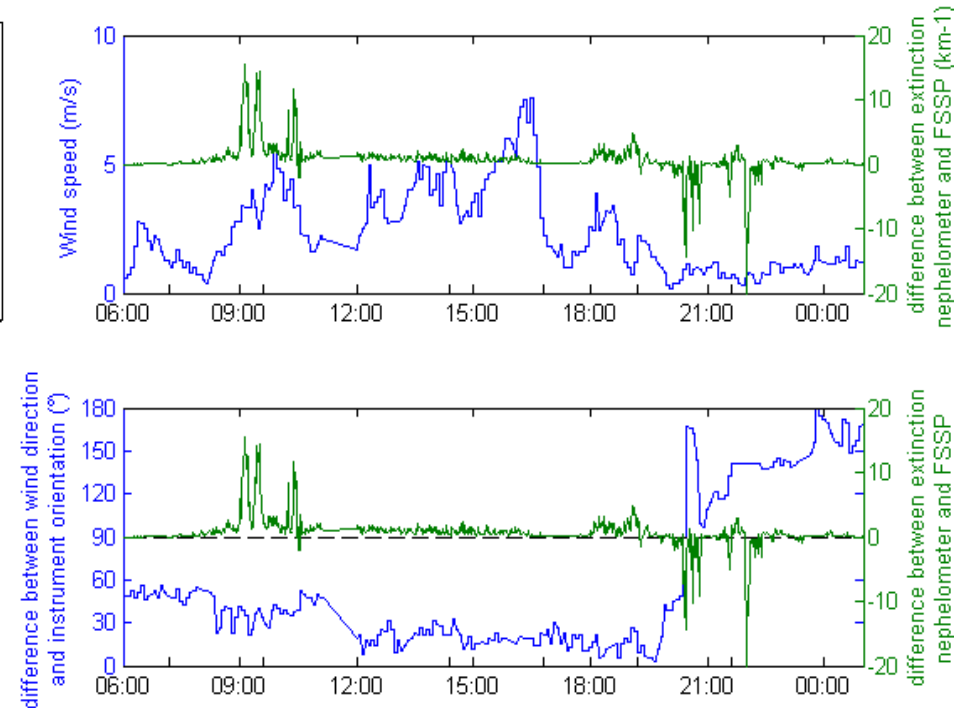
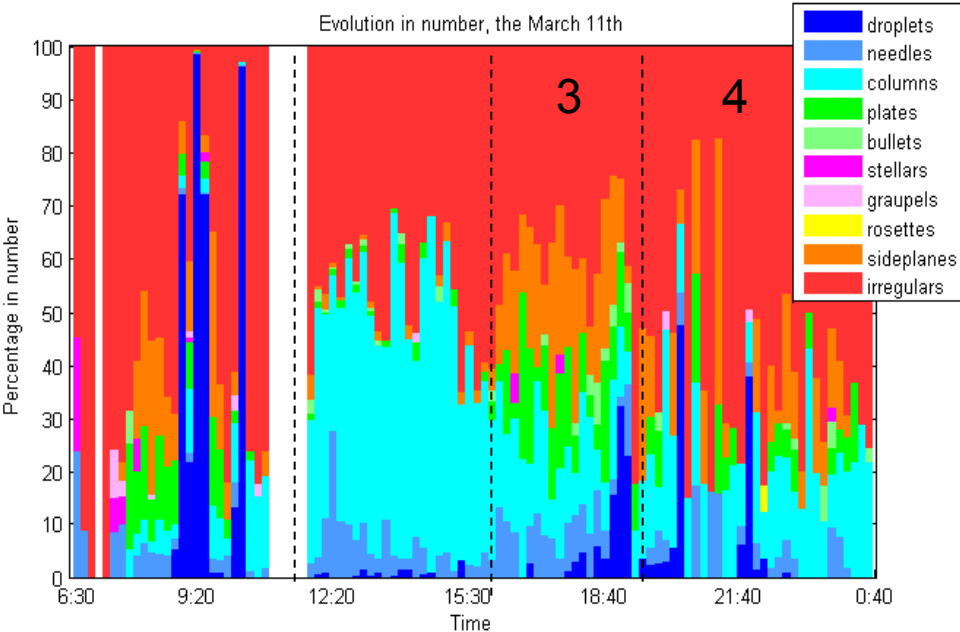


Ecart instrument / vent $< 90^\circ \rightarrow$ ext néphélo $>$ ext FSSP

Ecart instrument / vent $> 90^\circ \rightarrow$ ext néphélo $<$ ext FSSP

Influence du vent sur la corrélation entre FSSP et néphélographe \rightarrow mauvaise corrélation peut provenir du vent et non d'un dysfonctionnement des instruments

Influence du vent



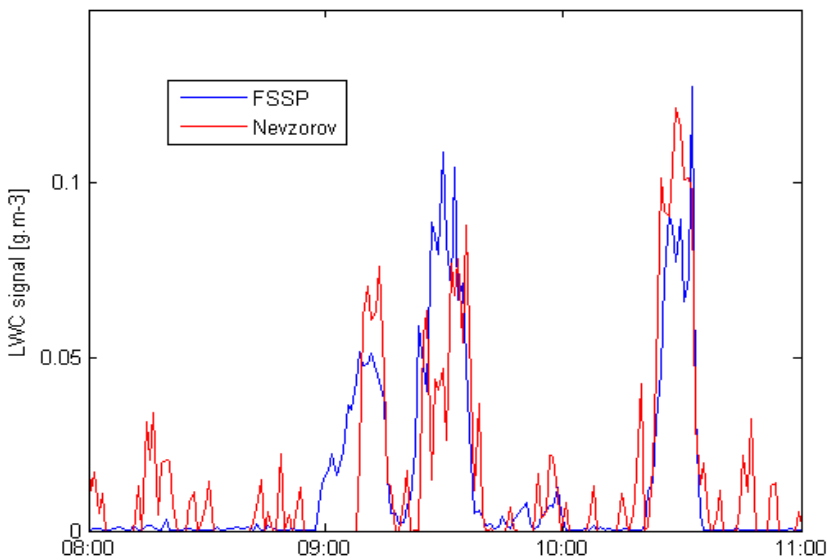
Ecart instrument / vent $< 90^\circ$ \rightarrow ext néphélo $>$ ext FSSP

Ecart instrument / vent $> 90^\circ$ \rightarrow ext néphélo $<$ ext FSSP

Influence du vent sur la corrélation entre FSSP et néphélogramme \rightarrow mauvaise corrélation peut provenir du vent et non d'un dysfonctionnement des instruments

Le changement de direction du vent vers 19h-20h correspond au passage de la région 3 à 4

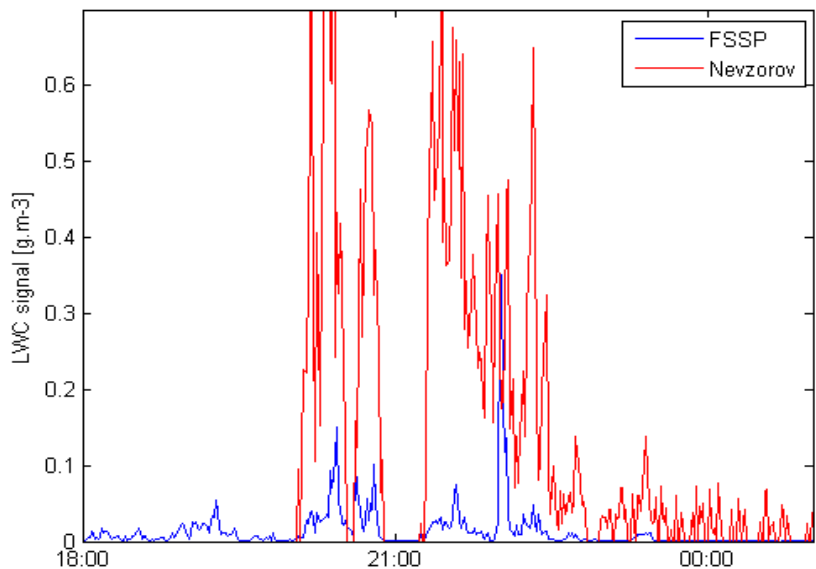
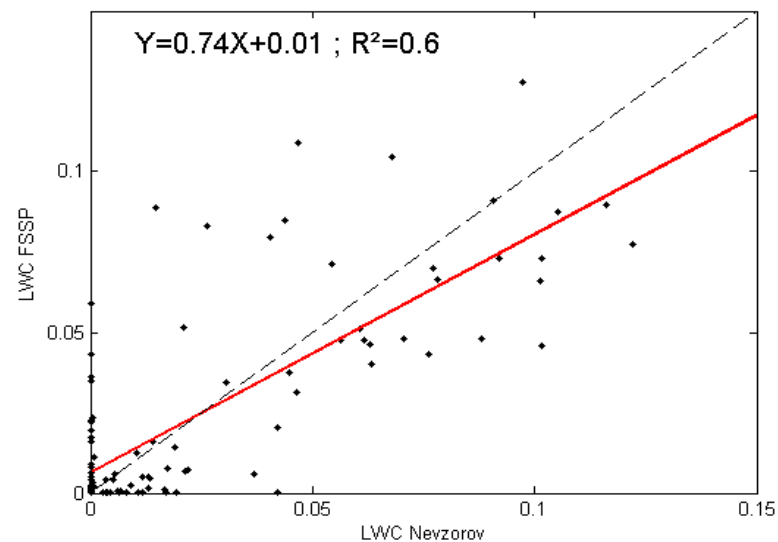
Comparaison FSSP – sonde Nevzorov



1^{er}
épisode
liquide

→

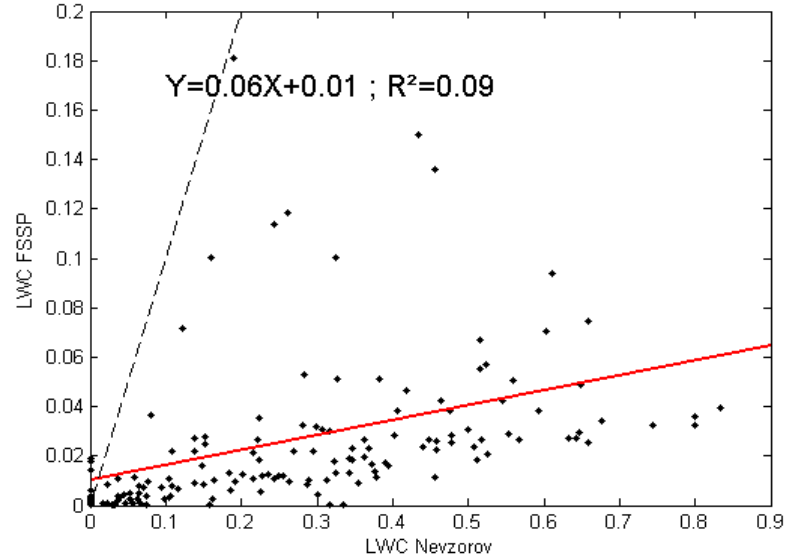
Correlation between LWC Nevzorov and LWC FSSP between 9 AM and 10:45 AM, the March 11th



2nd
épisode
liquide

→

Correlation between LWC Nevzorov and LWC FSSP between 8 PM and 11 PM, the March 11th



Souvent, pas de corrélation mais tendance comparable

Exception pour le premier épisode liquide du 11 mars mais corrélation assez faible

Bilan instrumental des journées en présence de nuage en phase mixte

jour	conditions météorologiques	LWC Nevzorov et FSSP		extinction FSSP et néphélomètre		g moyen
		tendance	corrélation	pente	R ²	
11-mars expé 5	Nuage phase mixte (8->12) puis précipitation (12->18) puis Nuage phase mixte (18->23)	oui	Oui (pente =1; R ² =0.6)	0,6	0,88	0,81
11-mars expé 6	nuage (17->minuit)	oui	non	1,1	0,6	0,79
13-mars	précipitation (5->10) puis Nuage phase mixte (10->18) puis nuage liquide (18->21)			0,5	0,94	0,8
29-mars	Nuage phase mixte(14->18) puis précipitation (18->3h)	oui	non	0,5	dépend	0,82
27-avr	Graduellement de Nuage phase mixte vers précipitation (19->6)	oui	non	0,2	0,6	0,8
28-avr	Nuage de glace (7->10) puis Nuage phase mixte (18->8)	non	non	0,3	0,6	0,81
01-mai	conditions météorologiques	oui	non	0,2	0,5	0,8

Tendance comparable mais non corrélation entre la sonde Nevzorov ($D_{min} = 10 \text{ m/s}$) et le FSSP

Corrélations médiocres à très bonnes mais valeurs différentes (influence du vent) entre les extinctions néphélomètre et FSSP

Bilan autres journées

Cas précipitation	concentration CPI (L-1)	extinction néphélomètre (km-1)	g
20-mars (ice cloud)	0,2 [0;1]	0,15 [0,03;0,2]	0,80 [0,79;0,82]
28-mars	0,2 [0;0,4]	0,1 [0,02;0,2]	0,77 [0,76;0,78]
14-avr	0 [0;0,2]	0,1 [0,3;0,2]	0,79 [0,78;0,80]
20-avr	0 [0;0,2]	0,06 [0;0,2]	0,78 [0,77;0,79]
24-avr (ice cloud)	0,2 [0;0,6]	0,3 [0,04;1,5]	0,76 [0,75;0,77]

Cas neige soufflée	concentration CPI (L-1)	extinction néphélomètre (km-1)	g
23-mars	1,3 [0,4;3,7]	0,3 [0,1;0,8]	0,79 [0,76;0,80]
31-mars	0,6 [0;1,5]	0,9 [0,4;1,5]	0,78 [0,77;0,79]

Médiane [25% percentile ; 75% percentile]

5 cas de précipitations, 2 cas d'épisodes de neige soufflée

Distinction délicate entre précipitations / nuage de glace

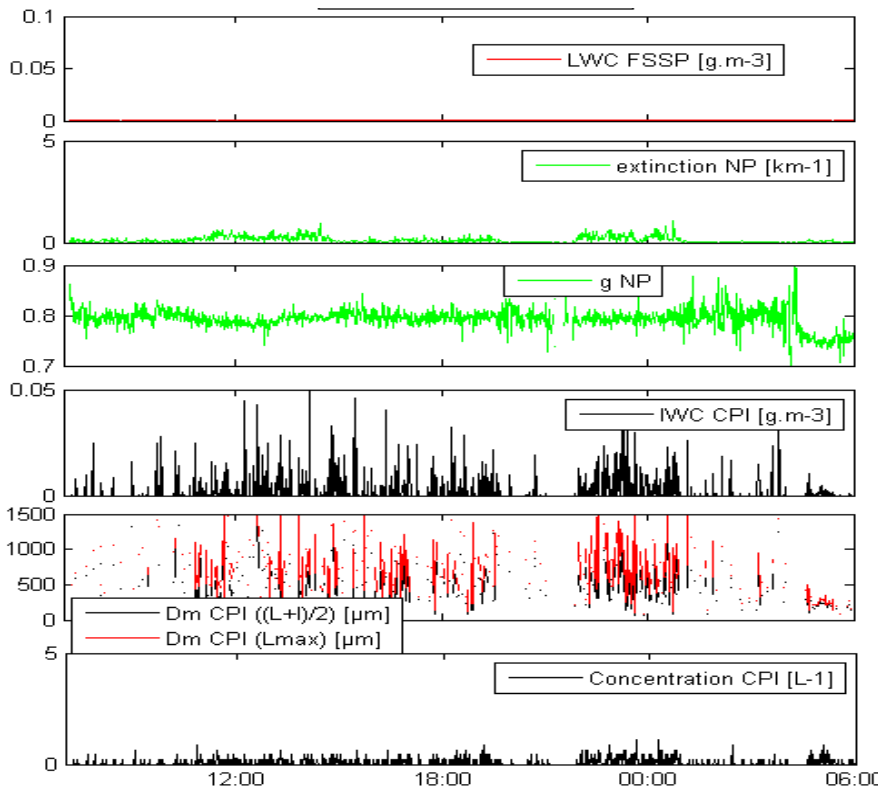
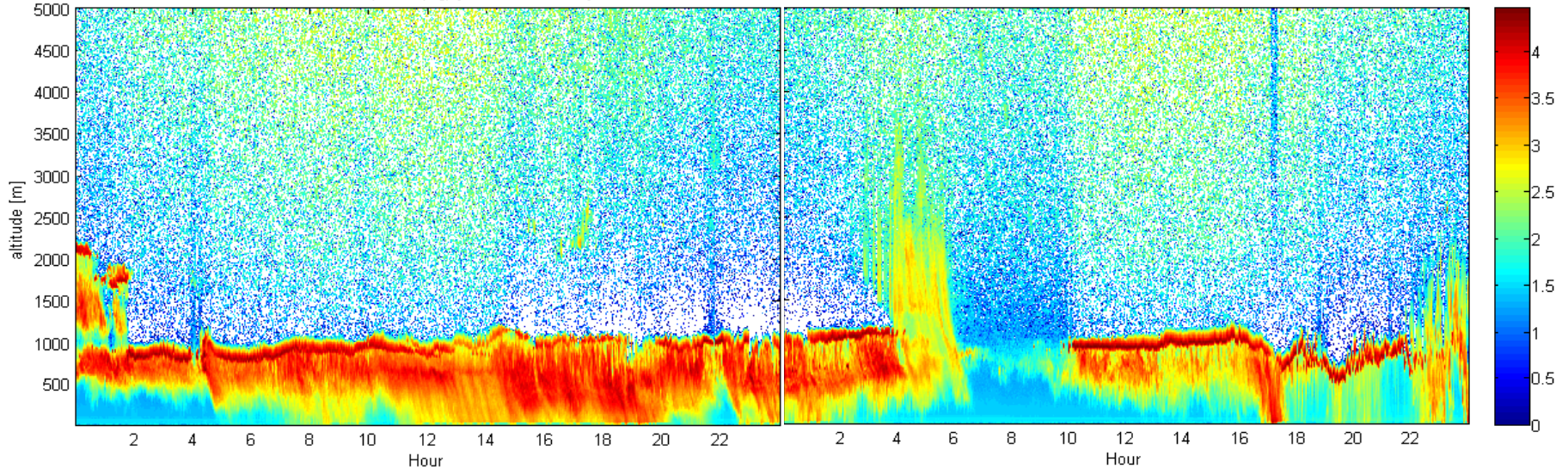
g et extinction présentent des valeurs plus faibles par rapport au cas en nuage en phase mixte.

$g < 0.8 \rightarrow$ nuage dominé optiquement par la phase glace

Cas du 14 avril, précipitation de neige

Ceilometer backscatter profile (log) [10⁻⁵ srad⁻¹.km⁻¹], 120414

Ceilometer backscatter profile (log) [10⁻⁵ srad⁻¹.km⁻¹], 120415

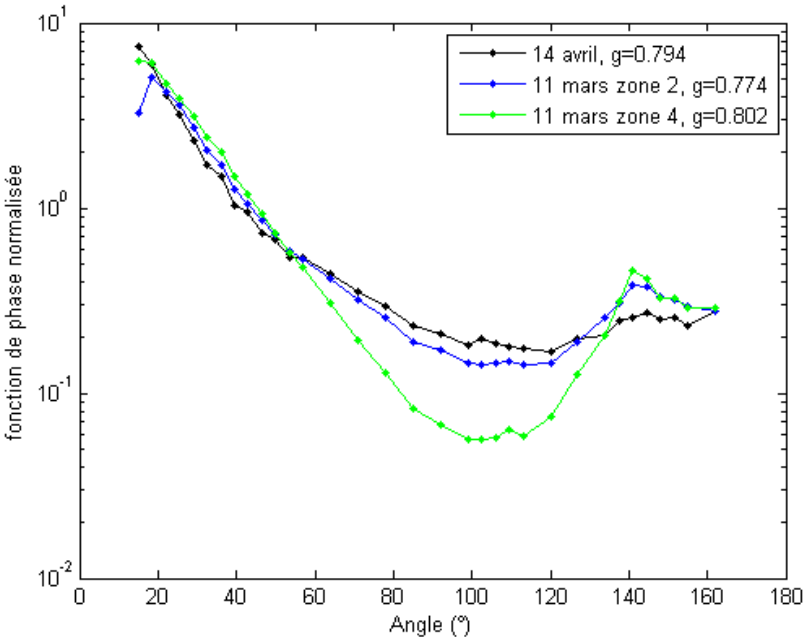
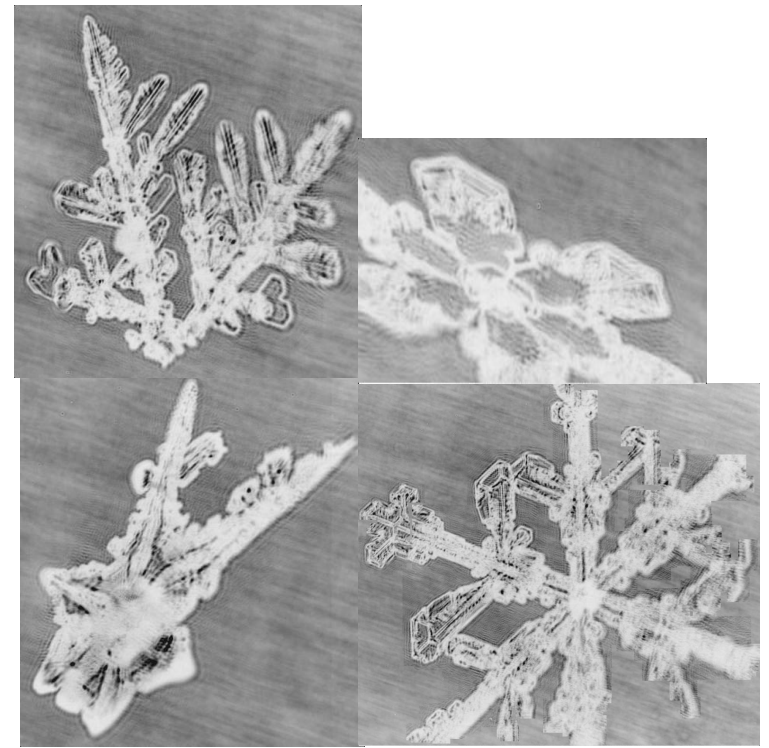
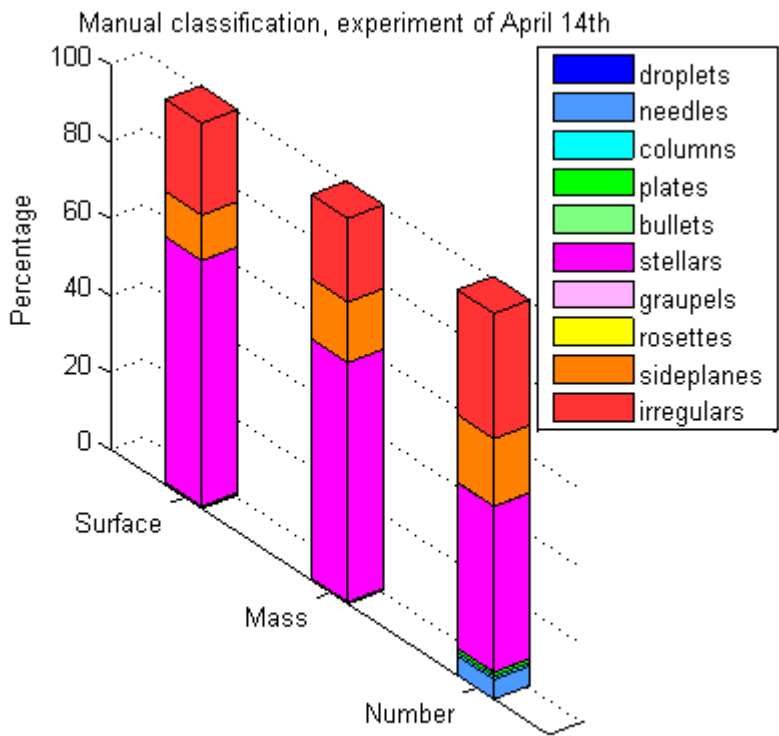


Couche nuageuse vers 1000 m
avec précipitation de neige

LWC = 0

Extinction très faible

Dm CPI entre 500 et 1000 µm



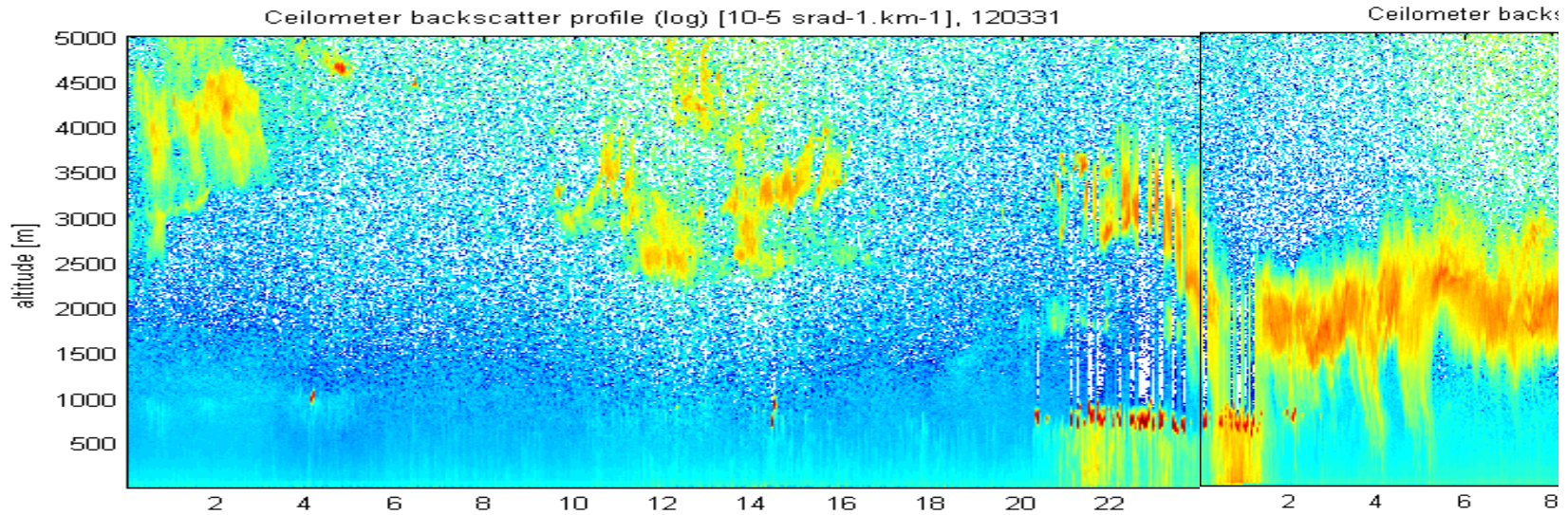
Caractérisation des précipitations de neige :

- Forme étoile dominante
- Diamètre moyen élevé (~ 1 mm)

Vrai pour le 20 avril

Pas d'étoile pour le 28 mars → Importance des conditions thermodynamiques lors de la formation des cristaux

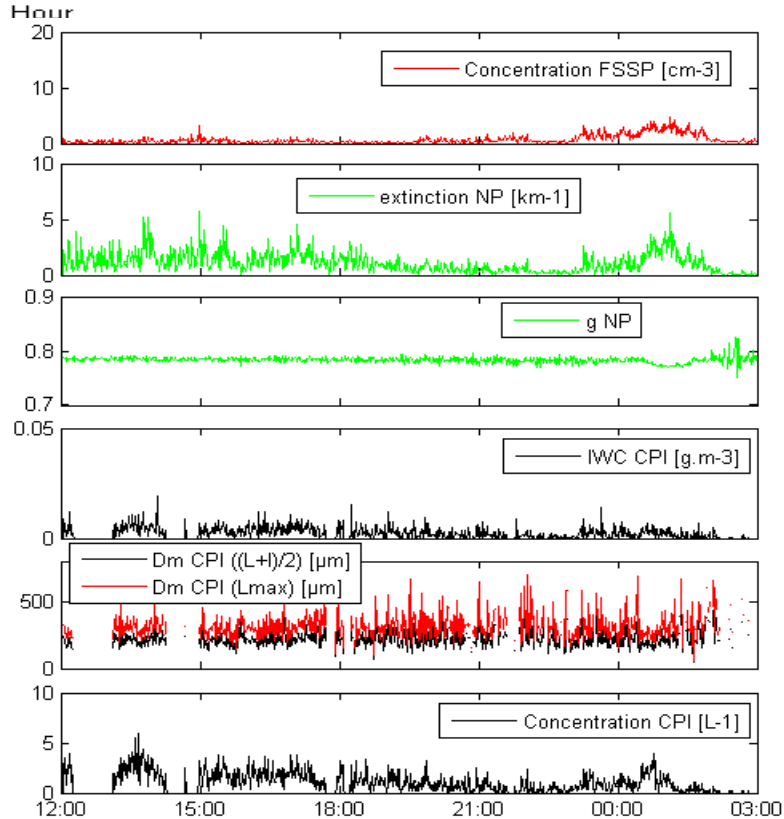
Cas du 31 mars, neige soufflée

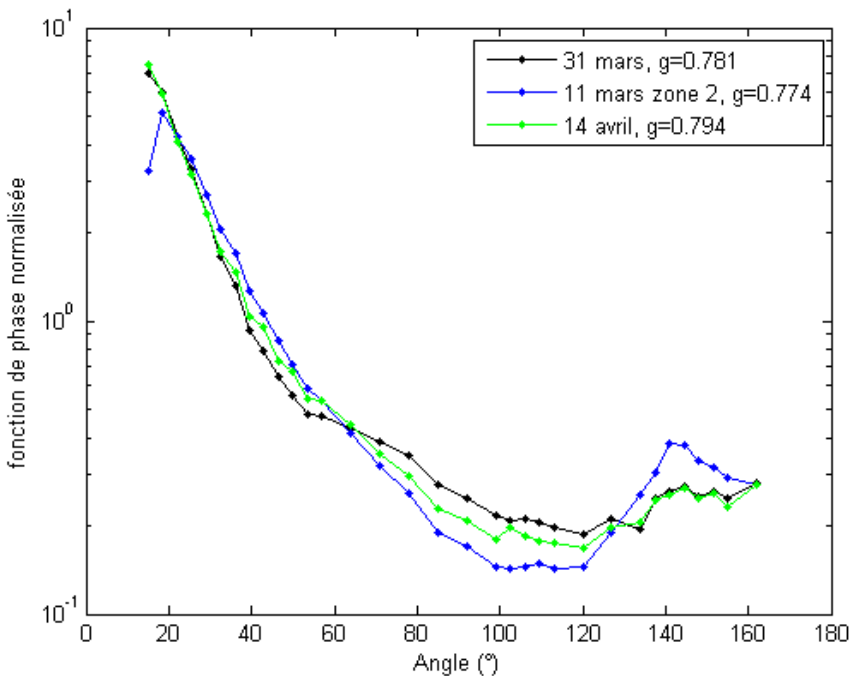
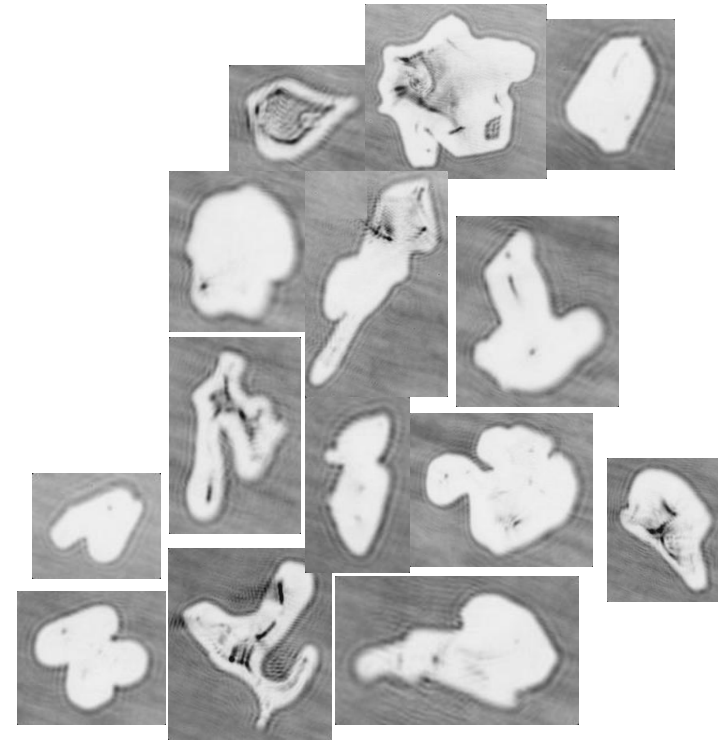
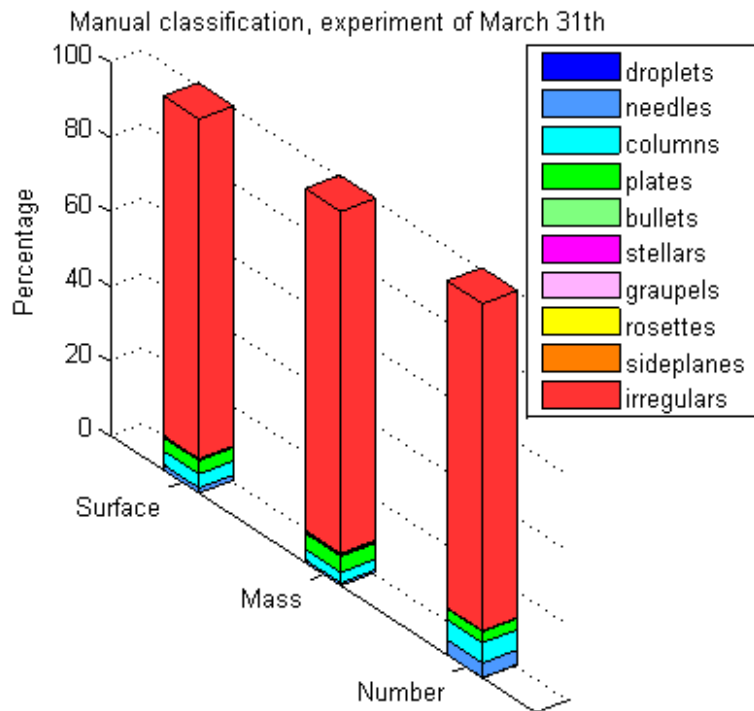


Ciel dégagé mais présence de signal sur le CPI et le néphélogmètre

LWC = 0

Diamètre moyen CPI très faible (~ 250 μm)





Présence de cristaux « fondus »

Caractérisation de la neige soufflée :

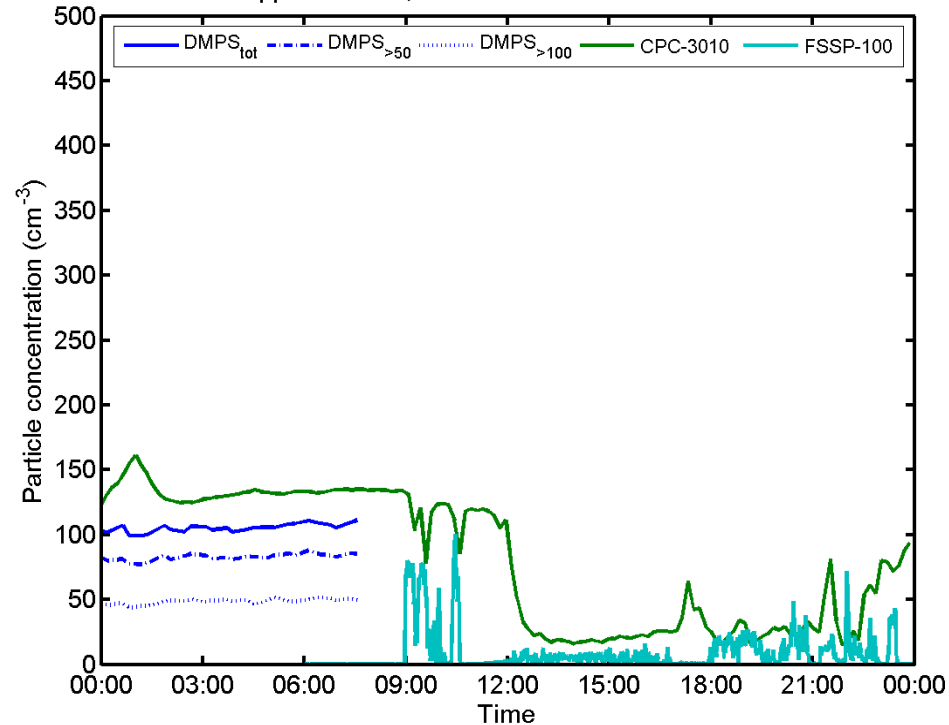
Large dominance des irréguliers (ici 90 %) de « petite » taille, $\sim 250 \mu\text{m}$

Caractérisation confirmé par l'expérience du 23 mars

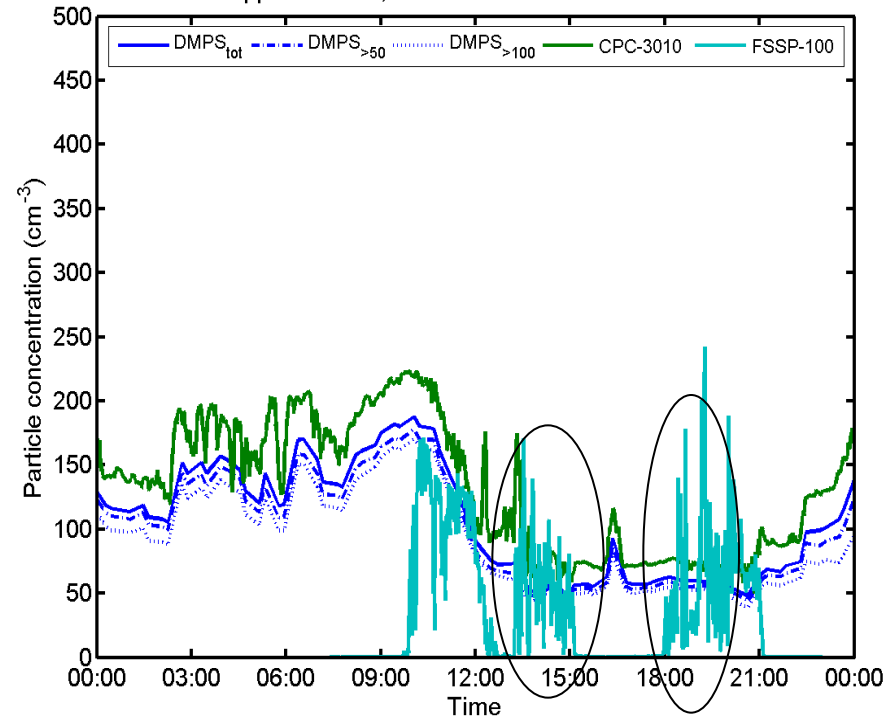
CLIMSLIP 2012

Mesures aérosols :

Zeppelin DMPS, CPC and FSSP data 2012-03-11



Zeppelin DMPS, CPC and FSSP data 2012-03-29

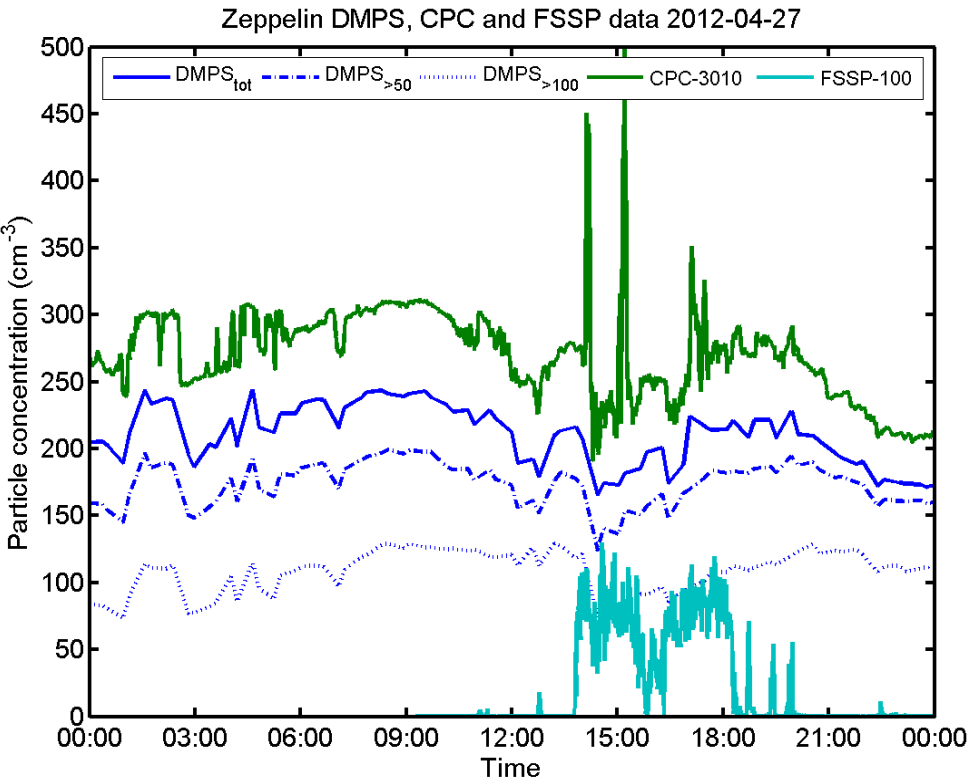


Concentration DMPS diminue durant l'épisode nuageux :

- Lessivage
- Différentes masses d'air

CLIMSLIP 2012

Mesures aérosols, cas des 27 avril et 29 mars :

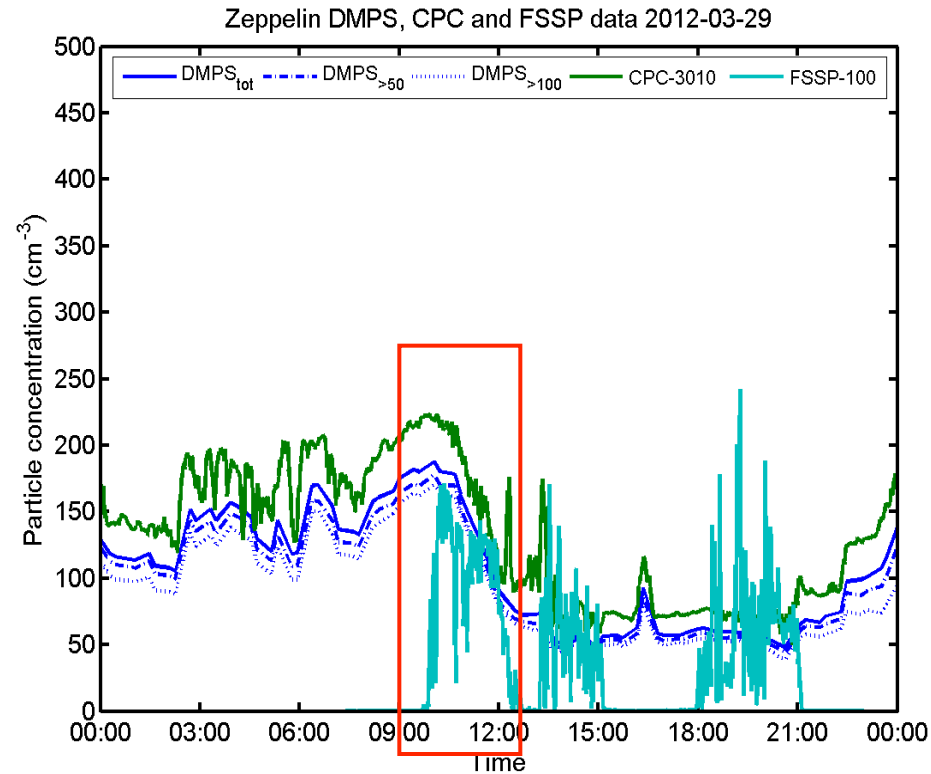


Quantité importante d'aérosols de petites tailles :

- 50 % $D > 100 \text{ nm}$ $\sim 100 \text{ cm}^{-3}$

- 50 % $D < 100 \text{ nm}$

Conc FSSP \sim conc DMPS_{>100}



Peu de petites particules :

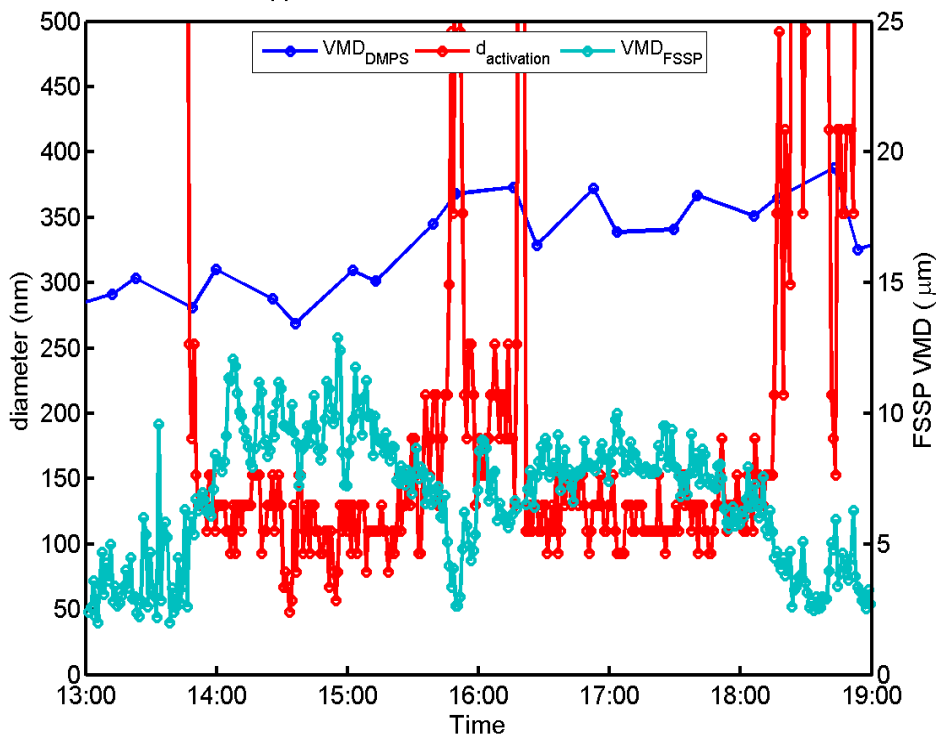
$\sim 90 \%$ $D > 100 \text{ nm}$ $\sim 150 \text{ cm}^{-3}$

Conc FSSP \sim conc DMPS

CLIMSLIP 2012

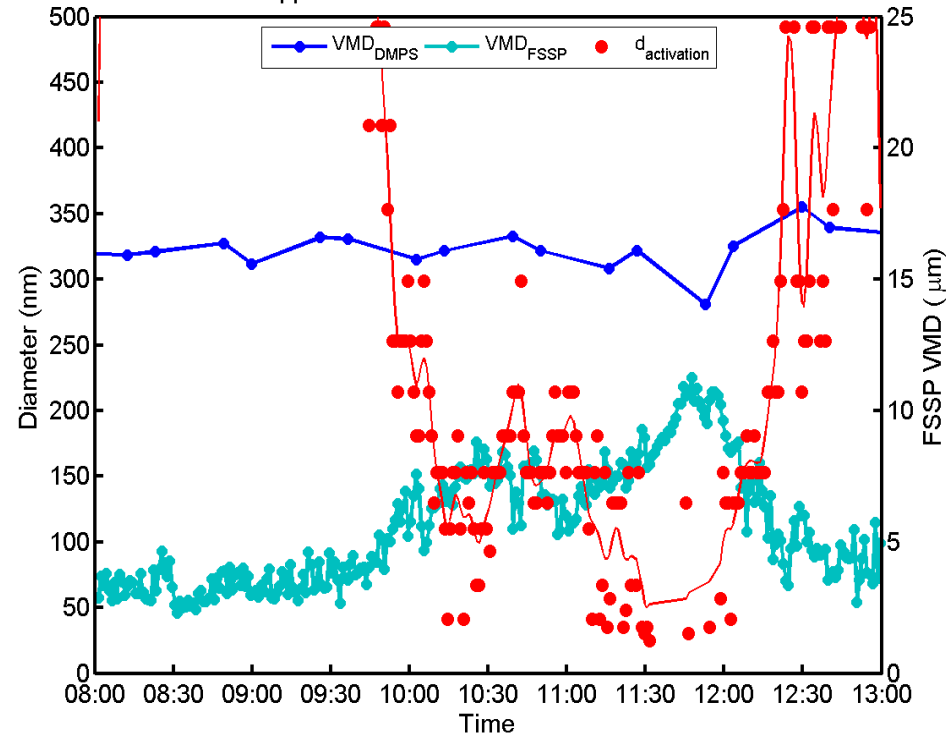
Mesures aérosols, cas des 27 avril et 29 mars :

Zeppelin DMPS and FSSP data 2012-04-27



Activation des particules
> 100 nm

Zeppelin DMPS and FSSP data 2012-03-29

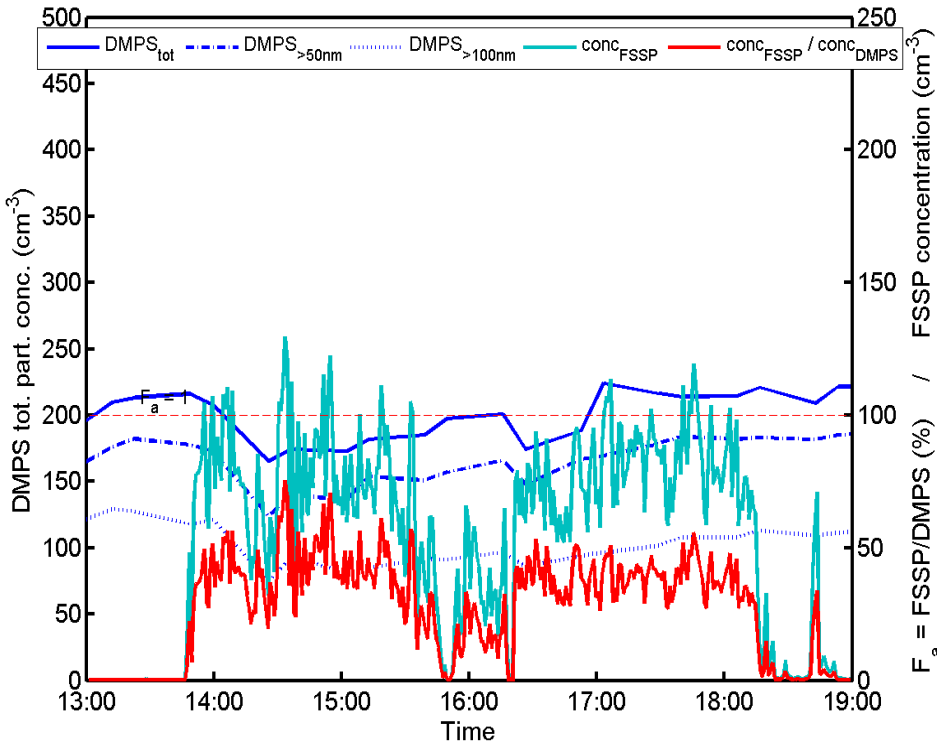


Activation des particules
> 50 nm

CLIMSLIP 2012

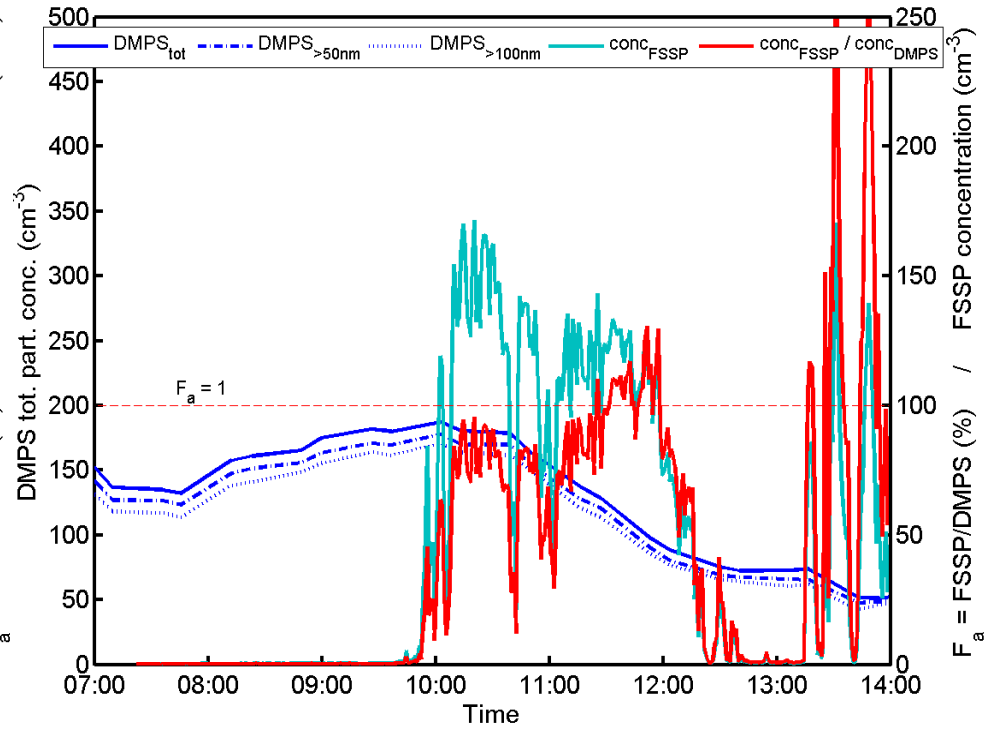
Mesures aérosols :

Zeppelin DMPS, CPC and FSSP data 2012-04-27



50 % activation

Zeppelin DMPS, CPC and FSSP data 2012-03-29



~ 100 % activation

CLIMSLIP 2012

Conclusions et perspectives instrumentals :

- Cohérence entre ceilomètre, FSSP, CPI et néphélomètre
 - Sonde Nevzorov peu fiable (Débit min)
 - Influence du vent importante
-
- Comprendre les effets du vent sur les mesures (débits et diamètre différents) ,
Logiciel de mécanique des fluides
 - Physique de la mesure des instruments dans la soufflerie du Puy de Dôme
(fermeture optique, sensibilité des mesures à la vitesse du vent...)

CLIMSLIP 2012

Conclusions et perspectives scientifiques

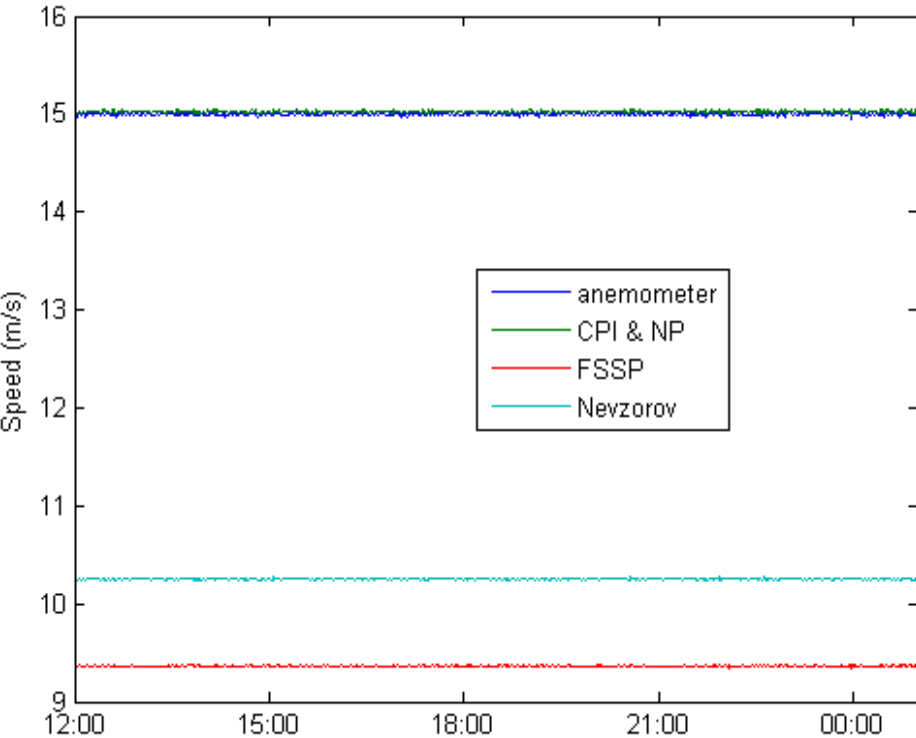
Caractérisation des propriétés microphysiques et optiques de différents types de nuages en phase mixte/liquide/glace.

- Étude préliminaire du lien entre les propriétés des aérosols et les caractéristiques nuageuses : l'influence reste à être caractérisée.
- Effet de la forme des particules sur les propriétés optiques des nuages.

- Approfondir l'étude de l'impact des propriétés des aérosols sur les nuages (rétrotrajectoire, mesures BC, DMPS, néphélomètre)
- Analyse statistique plus fine des mesures. (couplage microphysique-optique)
- Utilisation des données spatiales (type CALIOP) pour caractériser le sommet des nuages (information sur la verticale)

Merci de votre attention

CLIMSLIP 2012



Mesure au sol : Mesure en continu, peu cher, présence possible de neige soufflée
diamètres des inlets et débits d' air différents et faibles

Mesure aéroportées : Mesure ponctuelle et couteuse
débits d' air identiques et élevés (vitesse de l' avion), diamètre des inlets différents