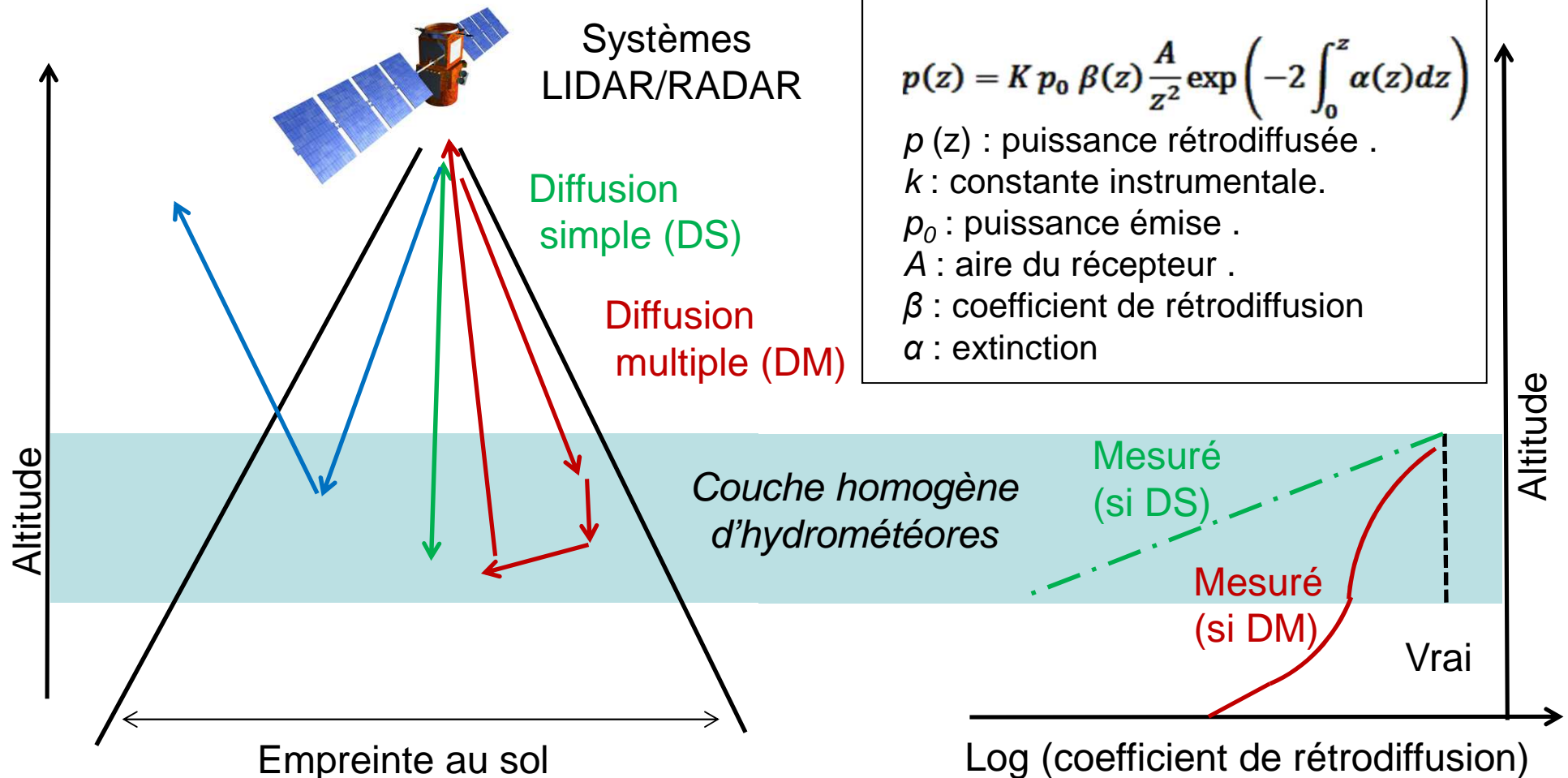


# T5: Radiative transfert tool for A-train and EarthCARE

T5.3 : Effects of mixed phase clouds 3D inhomogeneities on LIDAR/RADAR observations : application to A-train and EarthCARE space missions

F. Szczap <sup>(1)</sup>, C. Cornet <sup>(2)</sup>, O. Jourdan <sup>(1)</sup>, Y. Gour <sup>(1)</sup> et T. Rosembert <sup>(1)</sup> ; <sup>(1)</sup> LaMP, <sup>(2)</sup> LOA

## Contexte scientifique



### Equation LIDAR (RADAR)

$$p(z) = K p_0 \beta(z) \frac{A}{z^2} \exp\left(-2 \int_0^z \alpha(z) dz\right)$$

$p(z)$  : puissance rétrodiffusée .

$k$  : constante instrumentale.

$p_0$  : puissance émise .

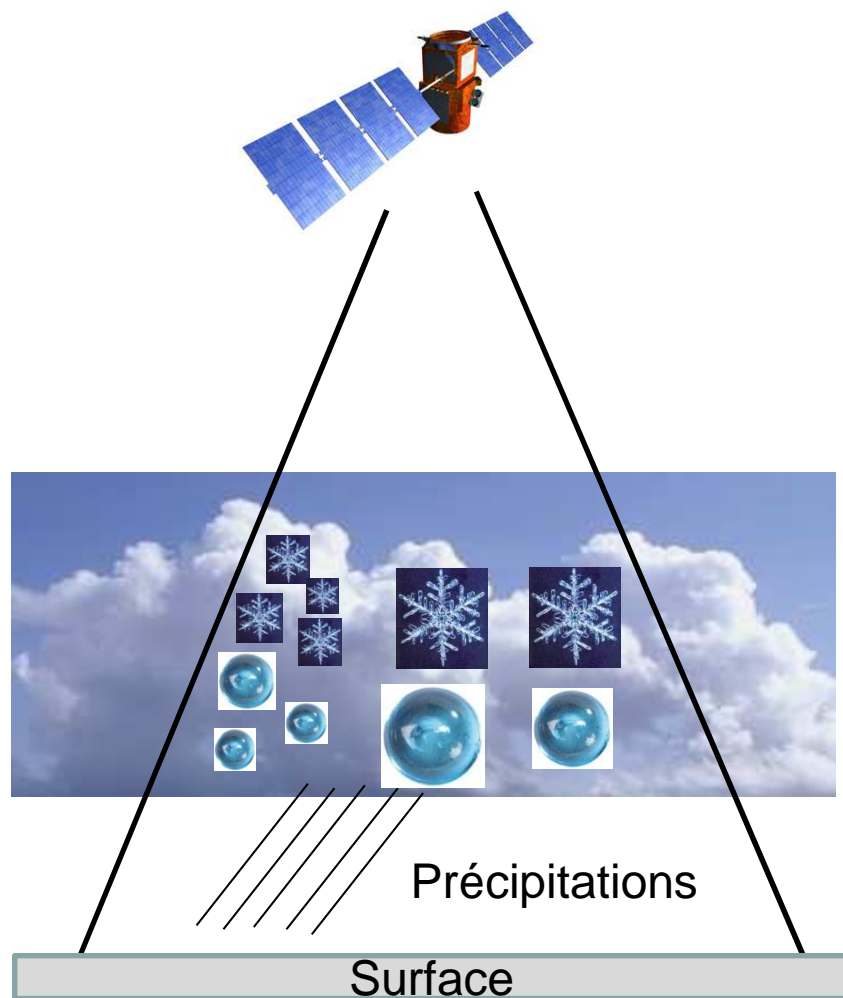
$A$  : aire du récepteur .

$\beta$  : coefficient de rétrodiffusion

$\alpha$  : extinction

## T5.3 : Effects of mixed phase clouds 3D inhomogeneities on LIDAR/RADAR observations : application to A-train and EarthCARE space missions

### ■ Objectifs scientifiques



⇒ Mieux interpréter les données LIDAR (RADAR)

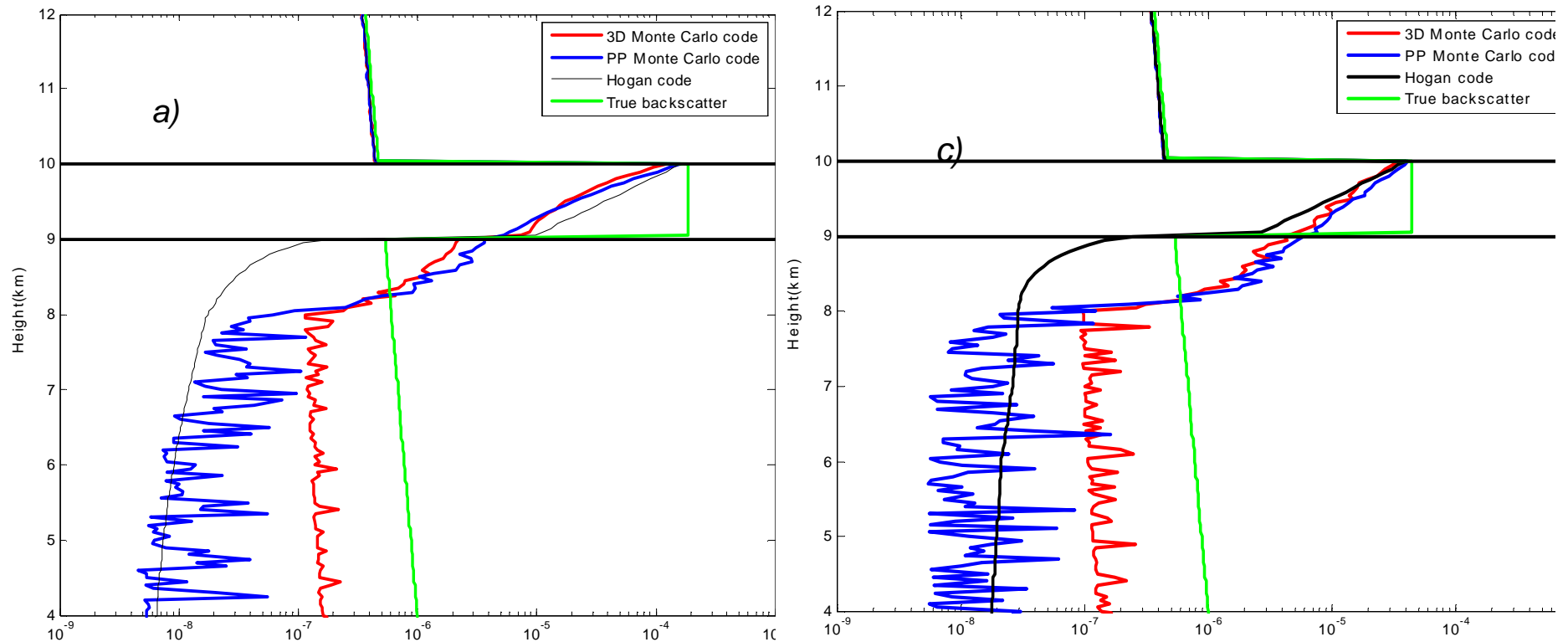
- Phase (liquide et ou solide, précipitations)
- Formes, tailles, orientation des cristaux (fonction de phase)
- Diagramme d'antenne, divergence LASER
- Diffusion multiple (« Stretching effects », « Mirror images » )
- Hétérogénéités « internes » verticales et horizontales (« Beam filling effects »)
- Structures 3D des nuages (trous, bosses, concentrations)

⇒ Comprendre les interactions 3D nuage/rayonnement

- Codes de transfert radiatif 3D polarisés (3DMCPOL, Cornet et al., 2010)
- Code flexibles de générateurs de nuages 3D réalistes (3DCLOUD)

## T5.3 : Effects of mixed phase clouds 3D inhomogeneities on LIDAR/RADAR observations : application to A-train and EarthCARE space missions

### ■ Résultats préliminaires : CALIOP/CALIPSO



Coefficient de rétrodiffusion apparent ( $m^{-1}sr^{-1}$ ) pour un cirrus ( $\tau=3$ )

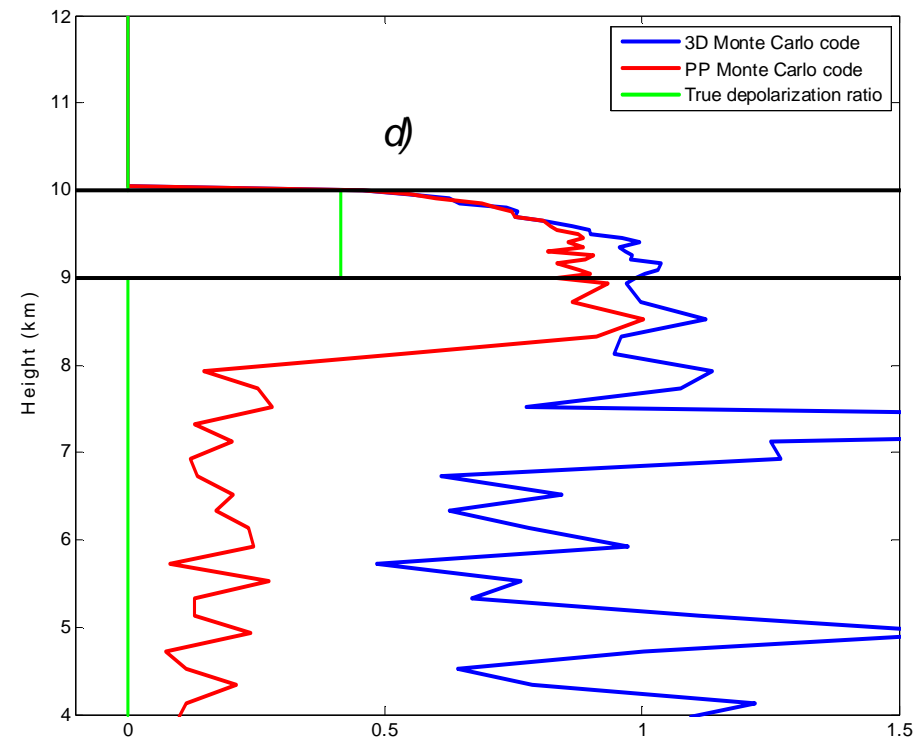
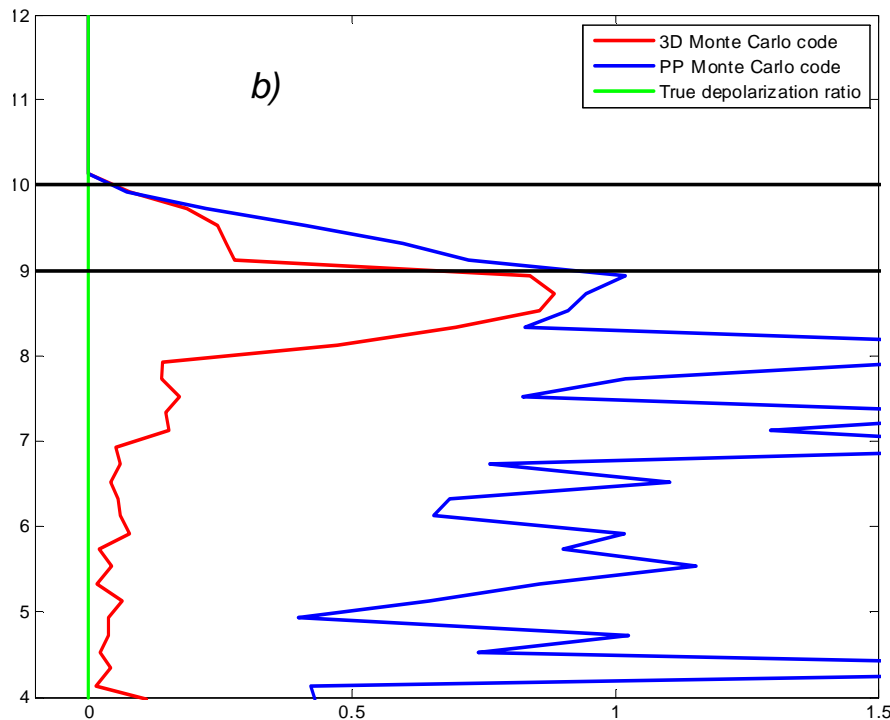
a) Cristaux de glace sphérique ( $Reff = 10 \mu m$ ) et c) « rough plate » ( $Reff = 25 \mu m$ )

■ Les effets liés à la fluctuation horizontale (aléatoire) d'un cirrus semblent **négligeables** sur le coefficient de rétrodiffusion apparent,

■ Mais différences entre le simulateur LIDAR de Hogan et notre simulateur LIDAR 3D Monte Carlo !

## T5.3 : Effects of mixed phase clouds 3D inhomogeneities on LIDAR/RADAR observations : application to A-train and EarthCARE space missions

### ■ Résultats préliminaires : CALIOP/CALIPSO



*Rapport de dépolarisation apparent pour un cirrus ( $\tau = 3$ )*

*b) Cristaux de glace sphérique ( $R_{eff} = 10 \mu m$ ) et d) « rough plate » ( $R_{eff} = 25 \mu m$ )*

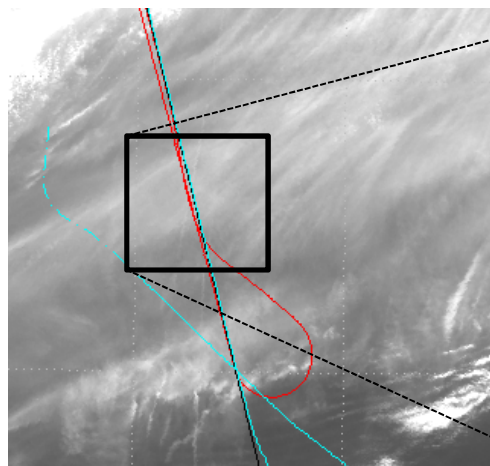
- Les effets liés à la fluctuation horizontale (aléatoire) d'un cirrus semblent **non négligeables** sur le coefficient de rétrodiffusion apparent,
- Mais encore trop d'erreur statistique («spikes» ou pics d'énergie) dans notre simulateur LIDAR 3D Monte Carlo !

## T5.3 : Effects of mixed phase clouds 3D inhomogeneities on LIDAR/RADAR observations : application to A-train and EarthCARE space missions

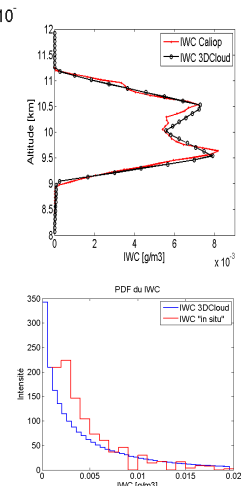
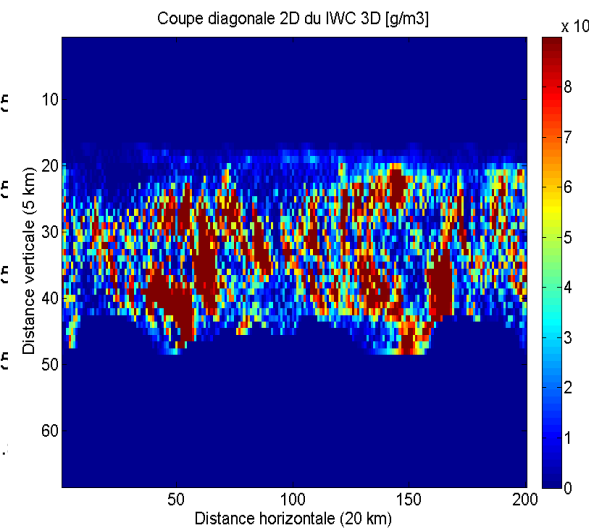
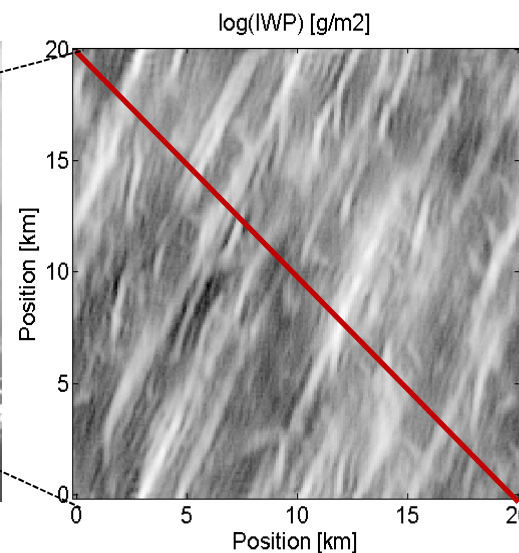
### ■ Perspectives

- Déterminer l'origine de l'erreur sous le nuage sur le coefficient de rétrodiffusion apparent calculé par notre simulateur + Inclure la méthode de Buras et Mayer (2010) pour supprimer la présence des pics d'énergie et diminuer le temps de simulation.
- Simuler la divergence du rayon laser avec une incidence oblique de 3°.
- Généraliser ces premiers résultats en menant une étude de sensibilité du signal LIDAR rétrodiffusé pour différentes fluctuations de cirrus réalistes (3DCLOUD)

Image MODIS (25 mai 2007)  
CIRCLE2

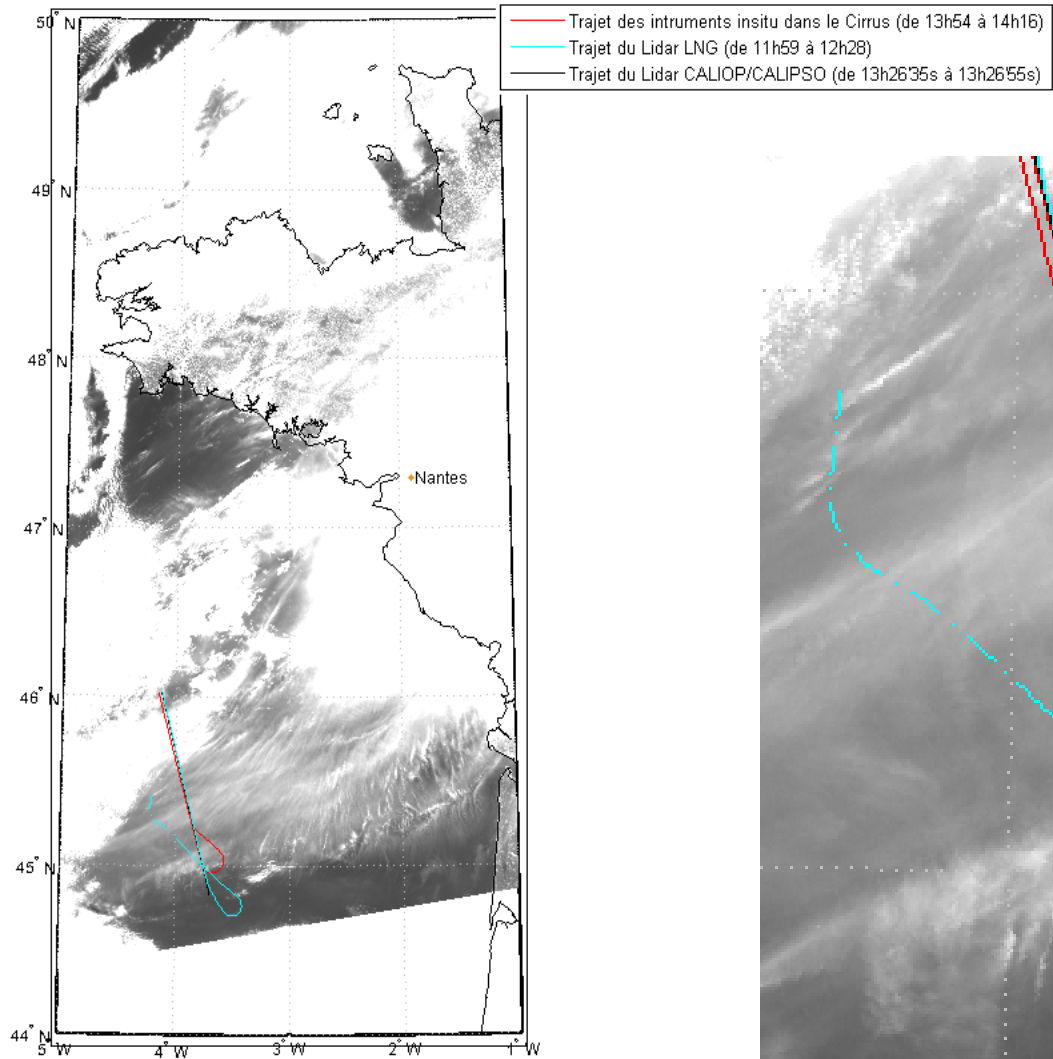


Cirrus simulé par 3DCLOUD à partir des données « in situ »

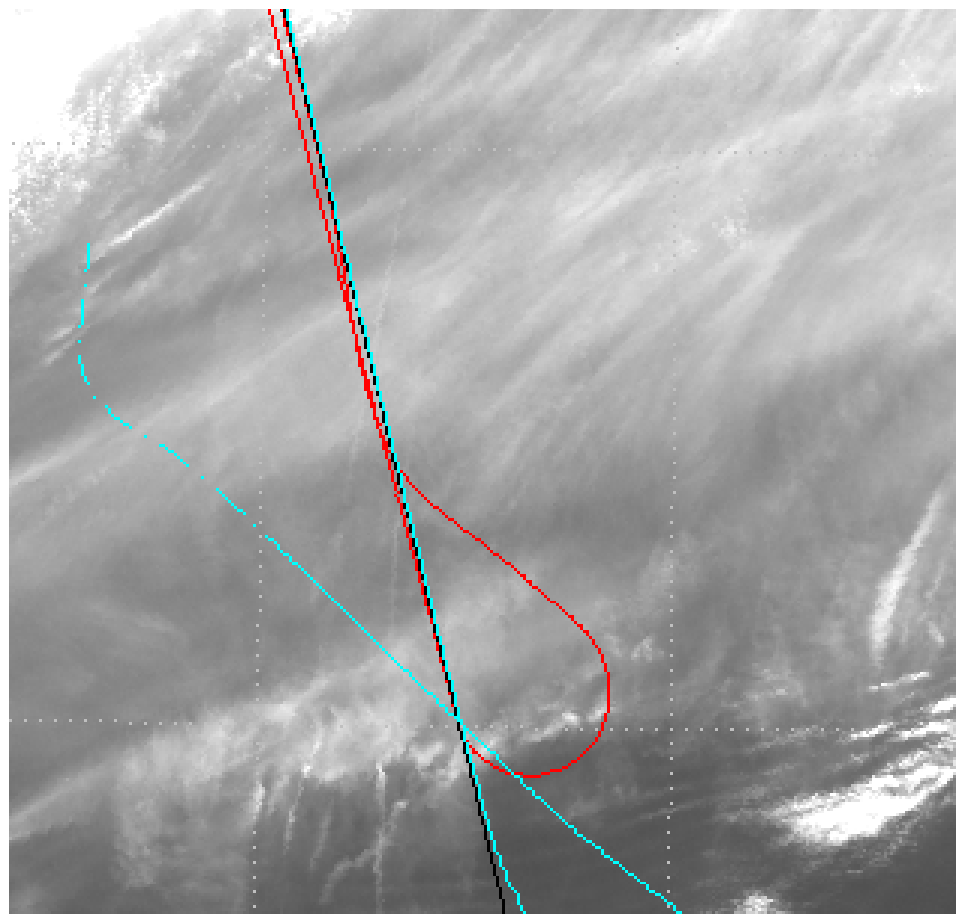


- Adapter le code pour un simulateur RADAR + adapter 3DCLOUD pour nuage « phase mixte »

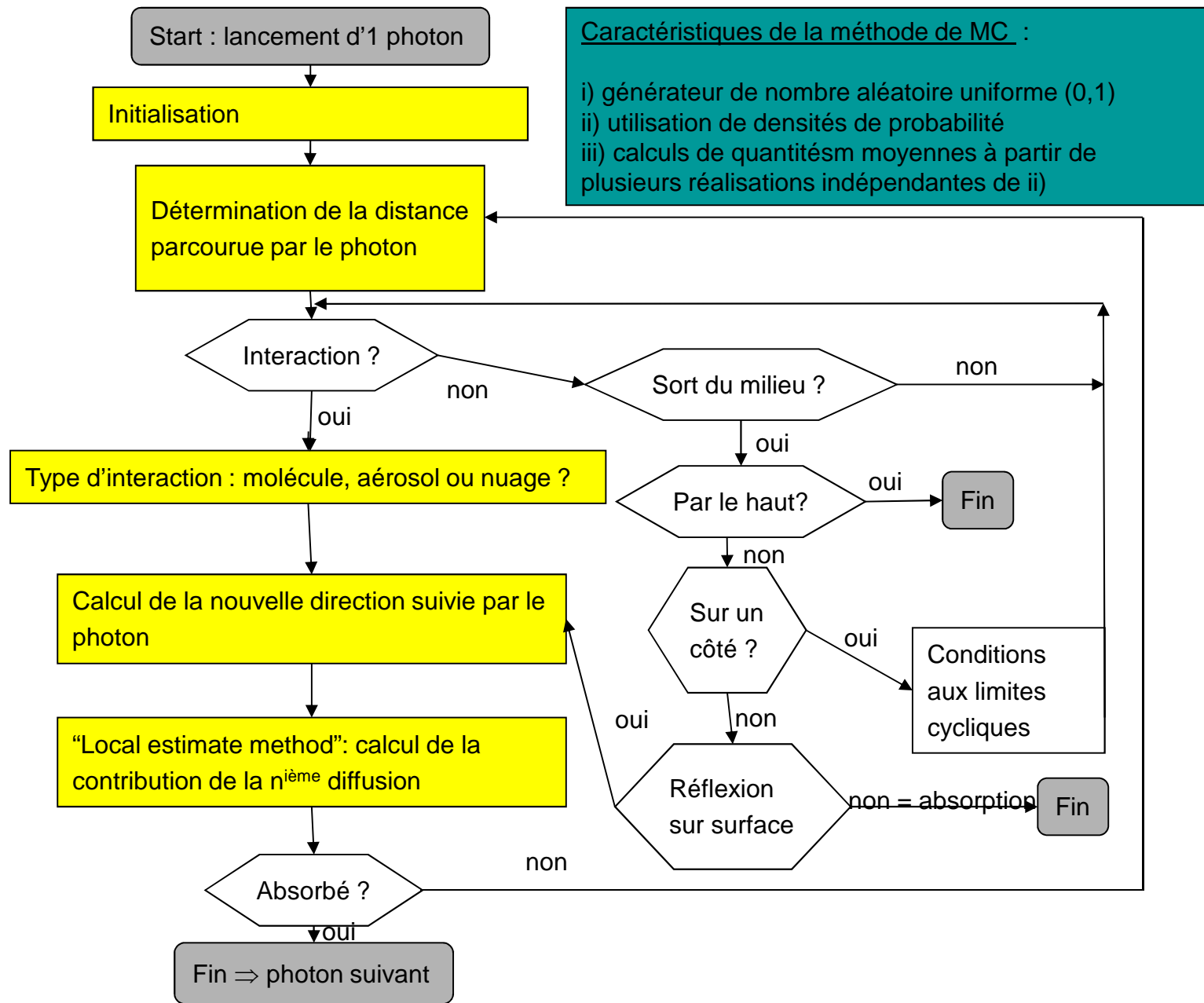
Le 25/05/2007 à 13h25



*Radiance MODIS*



# Schéma général du code TR Monte-Carlo

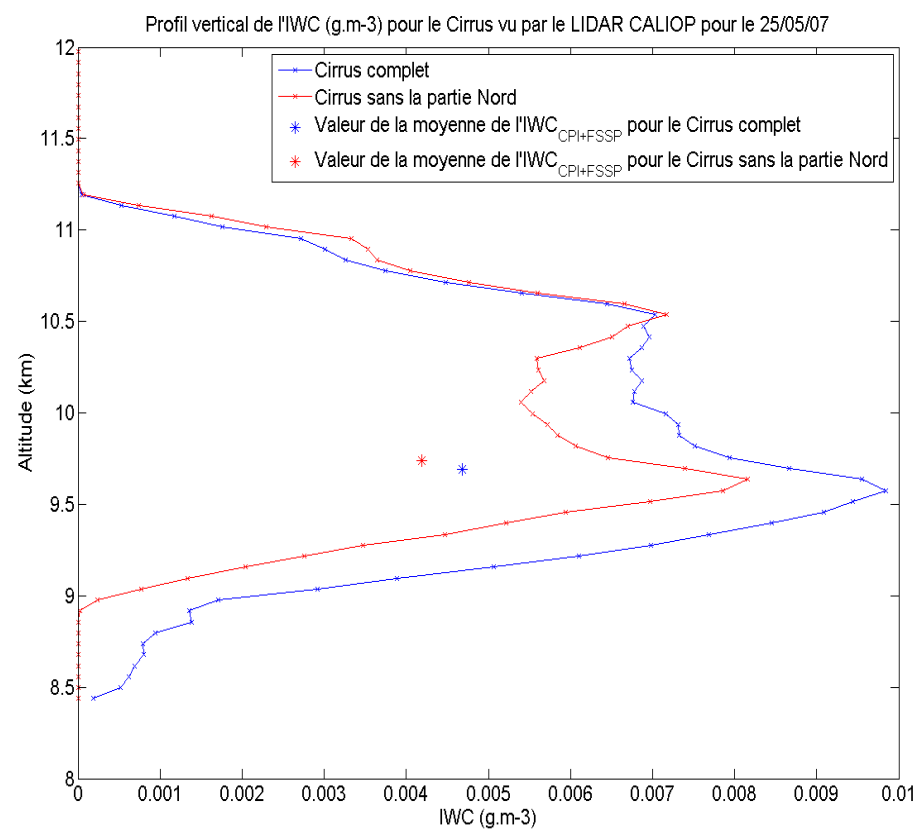
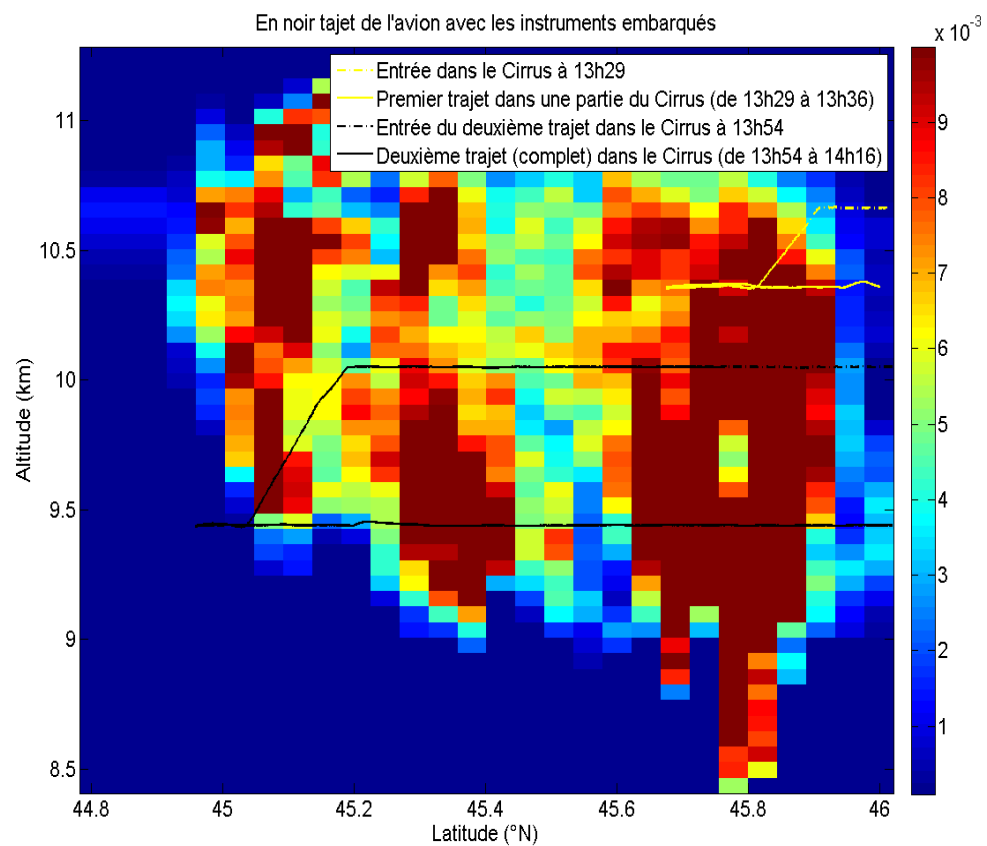


## *Propriétés optiques, microphysiques et radiatives mesurées ou restituées*

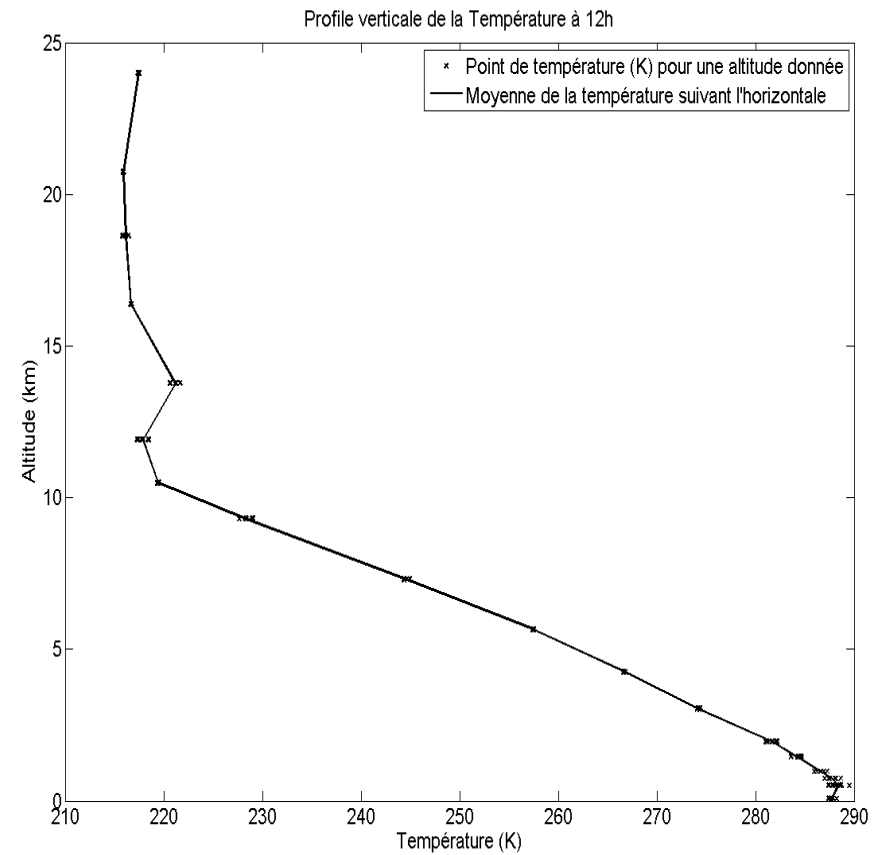
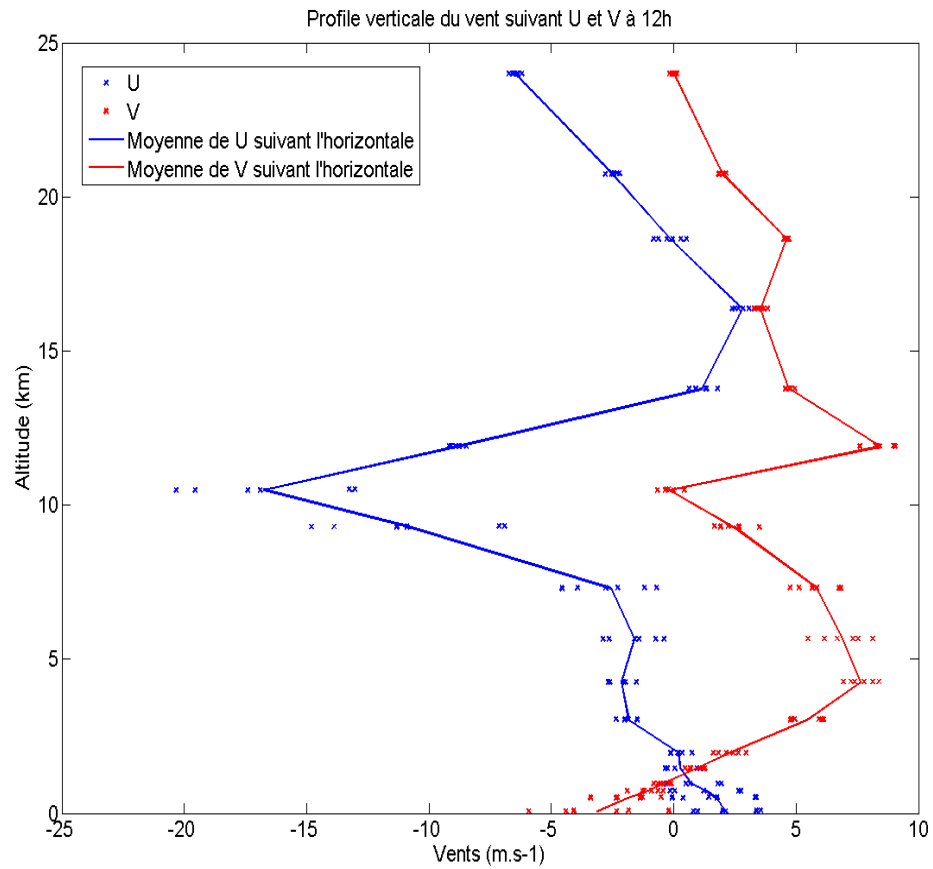
Paramètres microphysique/optique	Instruments/platformes utilisés	Pentes spectrales $\beta$	Coefficients d'hétérogénéité relatifs $\rho$	Moyennes	Seuil de détections des différents appareils	Résolution spatiale	Incertitude	
IWC (g.m <sup>-3</sup> ) (.10 <sup>-3</sup> pour les moyennes)	CPI	-1.33	0.99	4.07	1(auto)	200 m/s × 1Hz	60%	
	CPI+FSPP <sup>(1)</sup>	-1.30	0.85	Avec zéros : 4.68 6.32	3,65.10 <sup>-5</sup>	200 m/s × 1Hz	96%	
	CPI+FSPP <sup>(2)</sup>	-1.28	0.94	4.45	1(auto)	200 m/s × 1Hz	96%	
	CALIOP (1D) <sup>(5)</sup>	-	0.49	8.48	-	5km × 60m	55%	
	CALIOP (2D) <sup>(5)</sup>	-	0.83	7.48	-	5km × 60m	55%	
Diamètres effectifs (μm)	2DC	-1.24	0.55	36.6	21.6 (auto)	200 m/s × 1Hz	25%	
	Calculé <sup>(3)</sup>	-0.76	0.81	35.52	5.2	200 m/s × 1Hz	99%	
	IIR <sup>(4)</sup>	-1.45	0.34	44.29	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	31%	
	MODIS <sup>(6)</sup>	-1.08	0.38	59.86	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	33%	
Coefficient d'extinction (km <sup>-1</sup> )	NP	-1.41	0.65	0.38	5.10 <sup>-2</sup> (auto)	200 m/s × 1Hz	25%	
	CPI+FSPP <sup>(2)</sup>	-1.16	0.85	0.26	3.10 <sup>-3</sup> (auto)	200 m/s × 1Hz	80%	
Epaisseurs optiques	IIR <sup>(7)</sup>	-3.43	0.83	0.41	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	7%	
	MODIS <sup>(8)</sup>	-2.27	0.82	1.39	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	12%	
Températures de Brillance (K)	IIR	8.65	-3.16	3.37.10 <sup>-2</sup>	273	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	0.5K
		10.6	-3.45	3.85.10 <sup>-2</sup>	273	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	0.5K
		12.05	-3.36	3.61.10 <sup>-2</sup>	270	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	0.5K
Coefficient de rétrodiffusion atténué (km <sup>-1</sup> .sr <sup>-1</sup> )	CALIOP <sup>(5)</sup>	Sommet	-1.36	1.07	8,18.10 <sup>-3</sup>	-	5km × 60 m	-
		Base	-1.42	0.63	6,06.10 <sup>-3</sup>	-	5km × 60m	-
		Altitude de l'avion	-1.42	0.49	1,03.10 <sup>-2</sup>	-	5km × 60 m	-
Radiance (W.m <sup>-2</sup> .s <sup>-1</sup> . μm <sup>-1</sup> )	IIR <sup>(7)</sup>	-2.05	0.17	-	-	1 × 1 km <sup>2</sup>	-	
	MODIS <sup>(8)</sup>	-1.97	0.28	-	-	250 × 250 m <sup>2</sup>	54%	



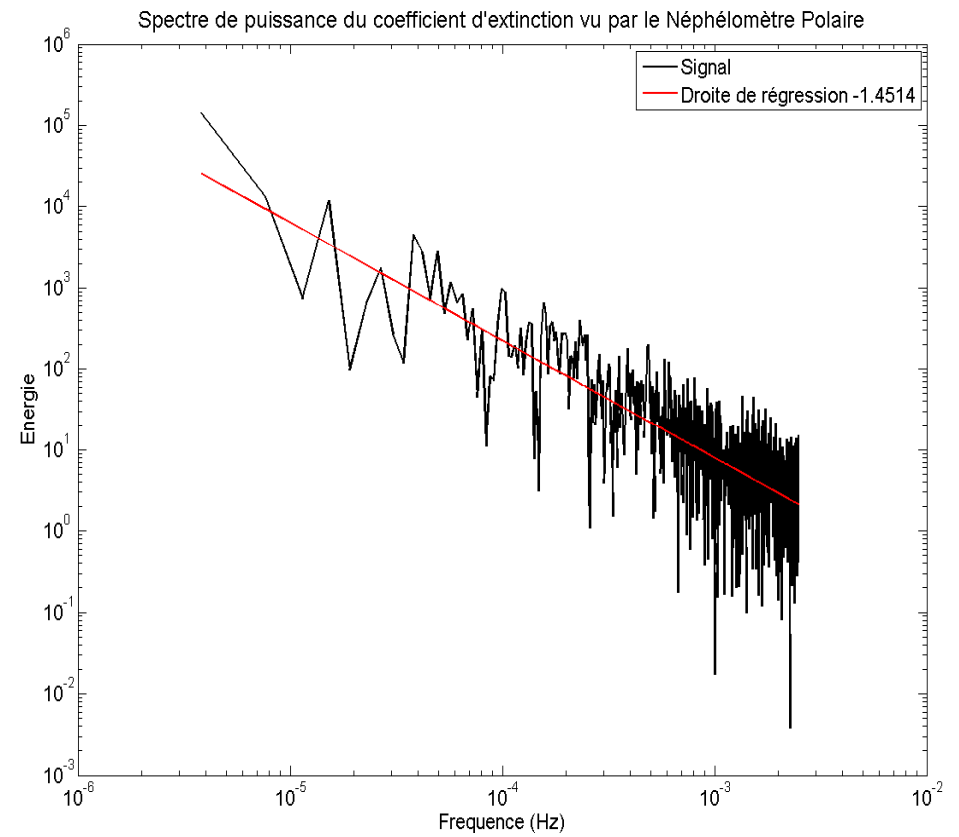
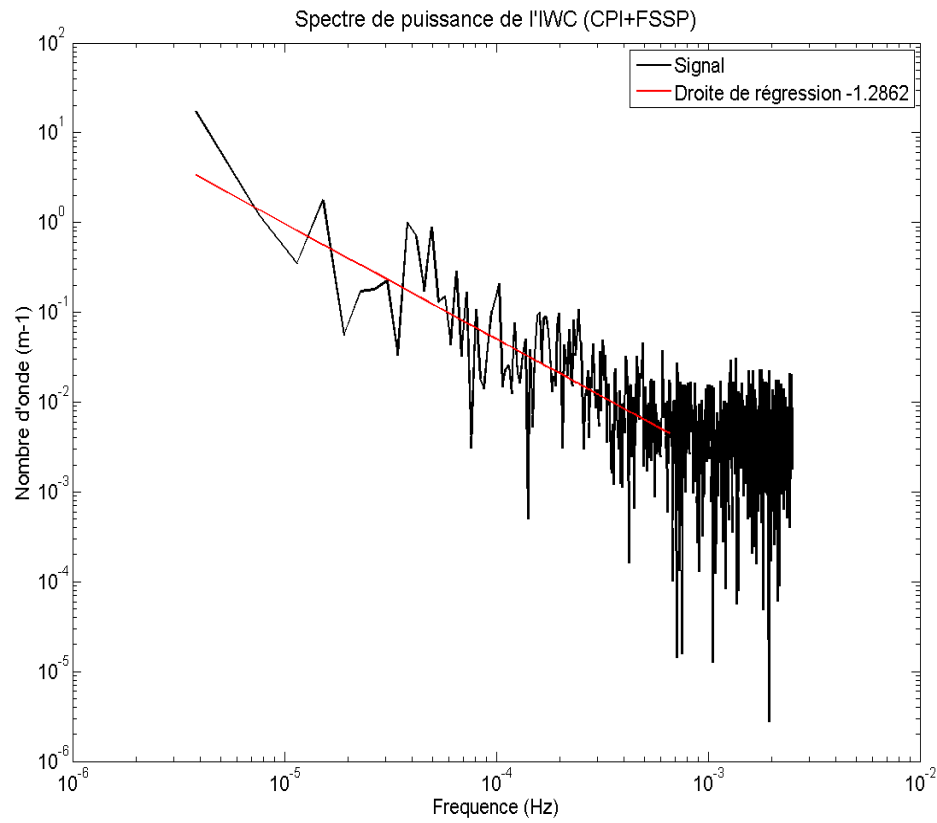
## Profils 2D et 1D verticaux du IWC inversés par Caliop/Calipso (13H26)



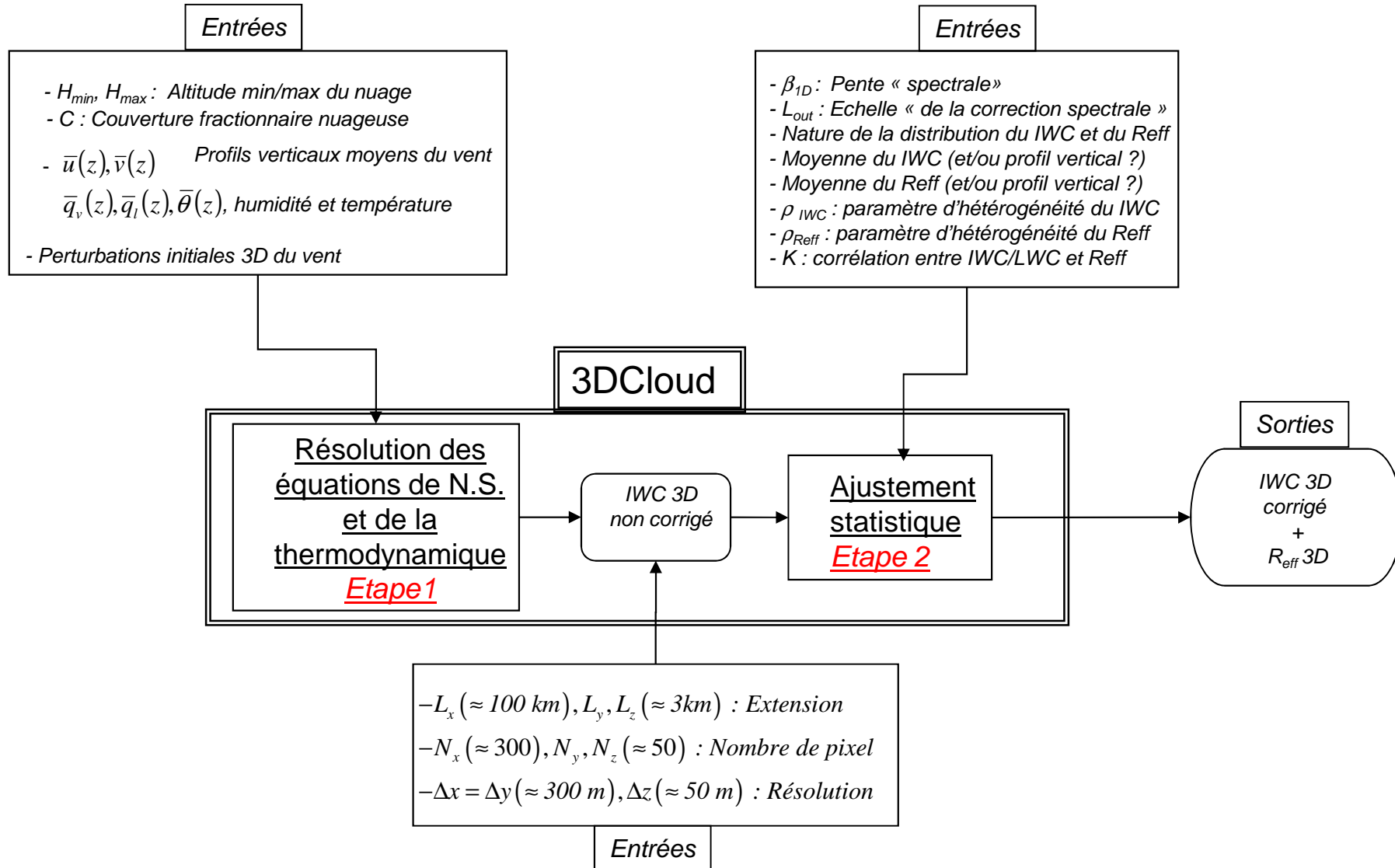
## Profils verticaux du vent et de la température (ECMWF)



## *Spectres de puissance et « pente spectrale » estimées*



# Algorithme de 3DCloud



## Propriétés statistiques du IWC 3D à l'étape 2 : Méthode 2

Les entrées  
- *idem*

