



Parametrizzazioni nei modelli meteorologici
e climatologici a scala regionale

Dr. Gabriella De Martino



Seminario sulle applicazioni della Meteorologia
all'Ingegneria Marittima e all'Idrogeologia
CUGRI & UNISA – 26 Maggio 2008



- **Perche` si usano le parametrizzazioni?**
- **Esempi di fenomeni che devono essere trattati in modo parametrico nei modelli previsionali**
- **Introduzione modelli a scala regionale del KNMI: HIRLAM (-> HARMONIE) e RACMO2**
- **La parametrizzazione della formazione della pioggia**
- **Parametrizzazione della formazione dei nuclei di aggregazione nelle nubi per RACMO2: Esempi**
- **Sommario**



Perche` si usano le parametrizzazioni?

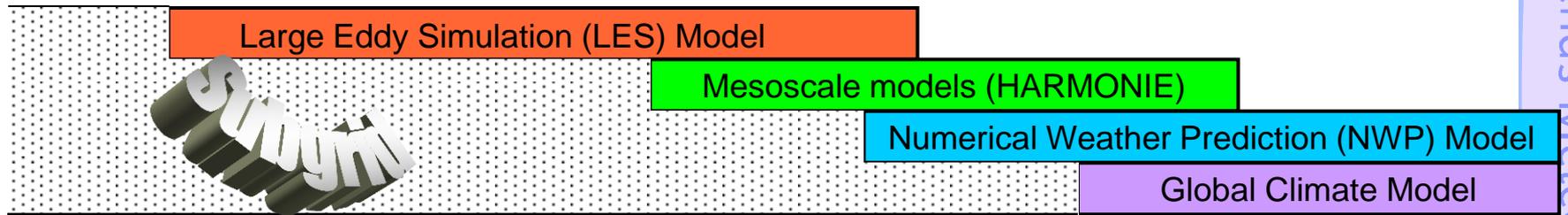
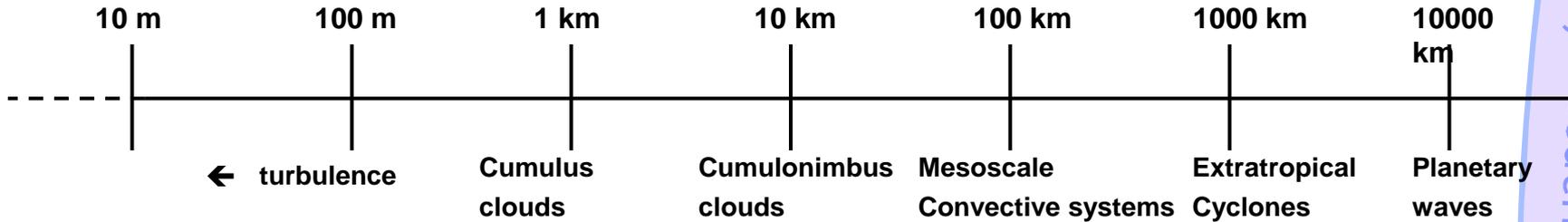


Per poter considerare processi che

1. hanno una **scala troppo piccola** per essere rappresentati sul grigliato di un modello previsionale o climatologico
2. Sono **troppo complessi** per essere rappresentati fisicamente

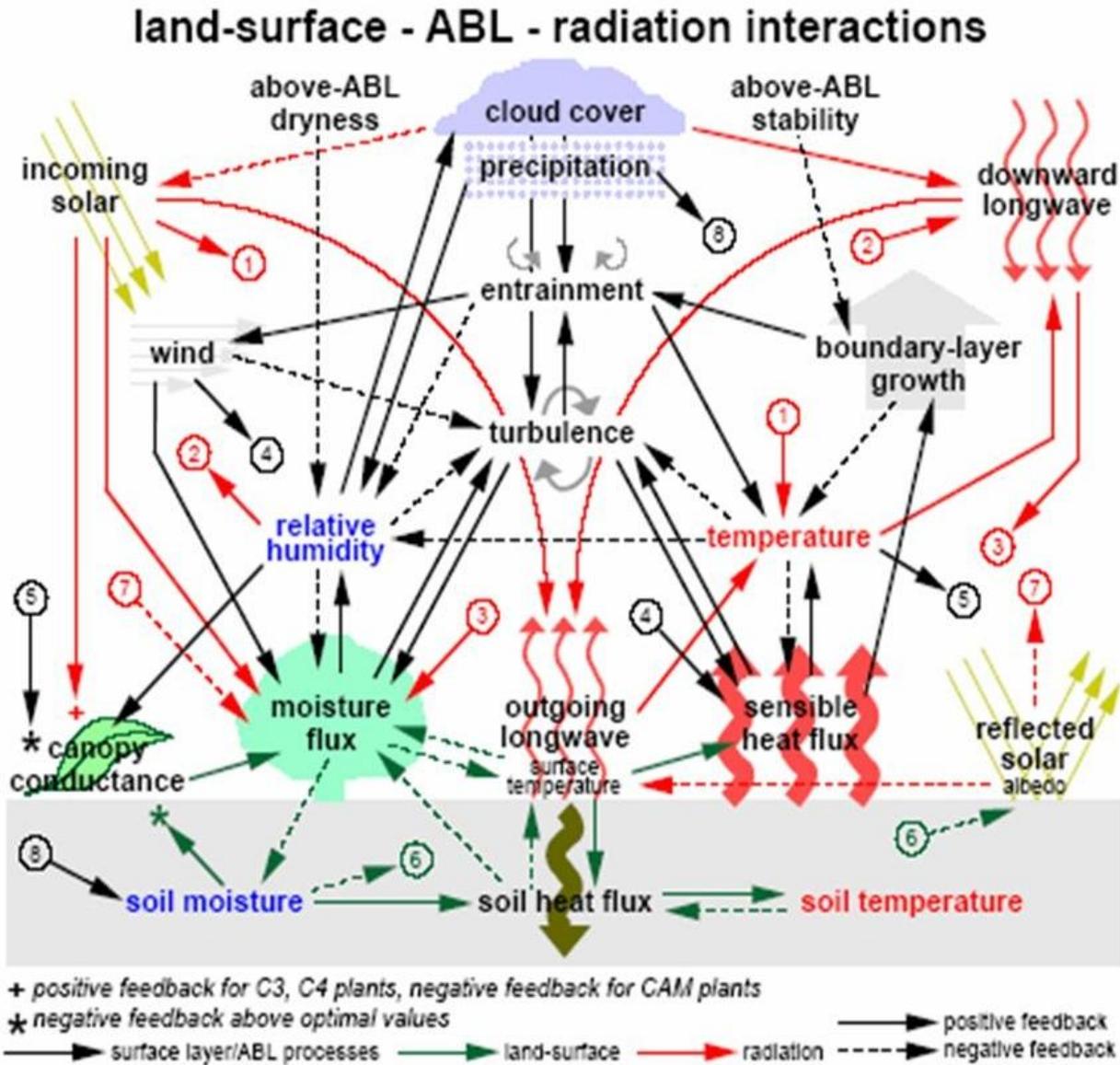


Perche` si usano le parametrizzazioni? Rappresentazioni nubi convettive

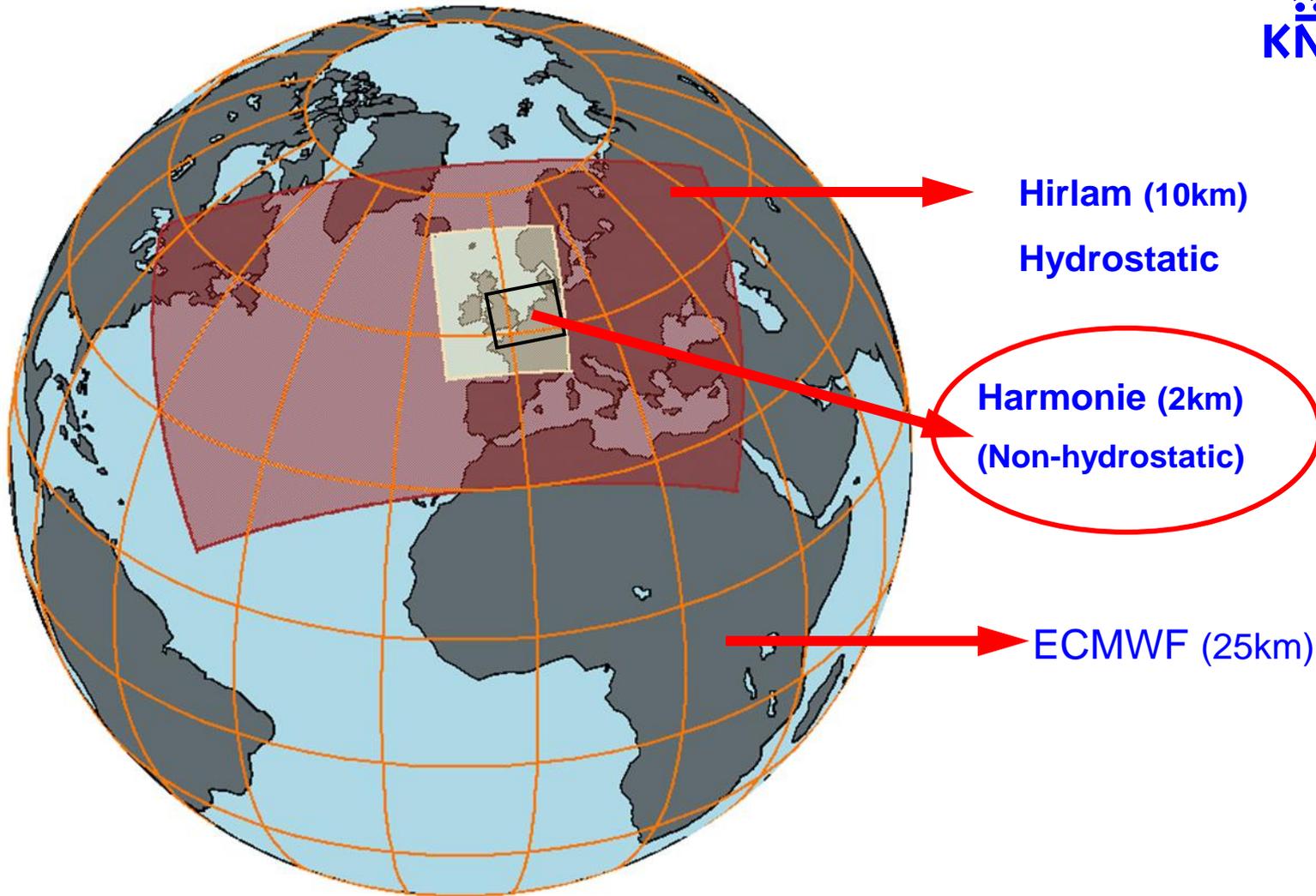


Koninkrijk Nederlands Meteorologisch Instituut

Perche` si usano le parametrizzazioni? Trasferimento radiativo



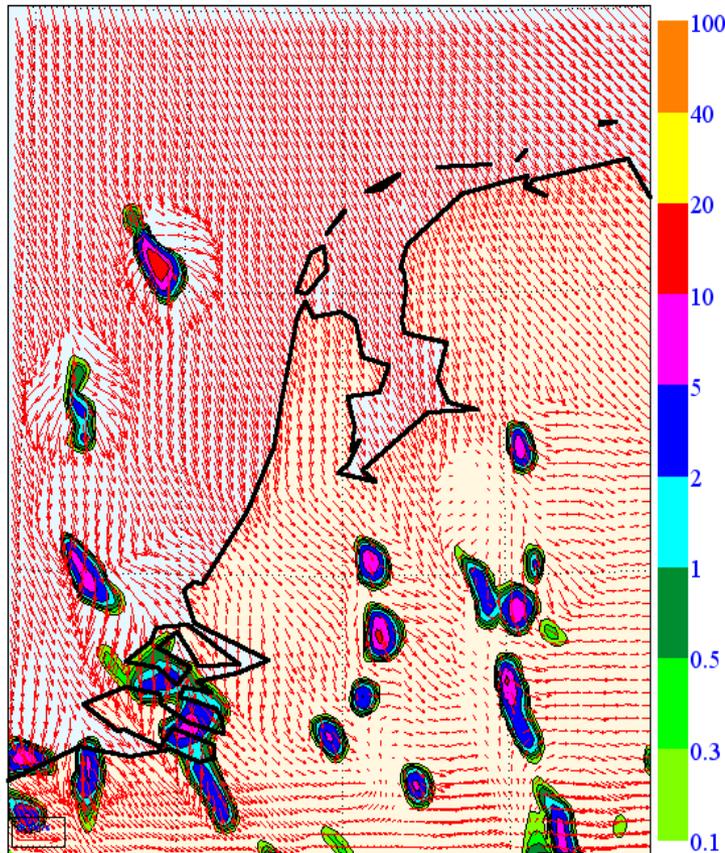
I modelli a scala regionale del KNMI: HARMONIE



HARMONIE Hirlam Aladin Regional Mesoscale Operational Nwp In Europe, di recente operativo al KNMI

Harmonie: 11 Novembre 2007

HARMONIE t+24 precip intensity and 10m-wind
forecast VT:0 UTC on 12 November 2007



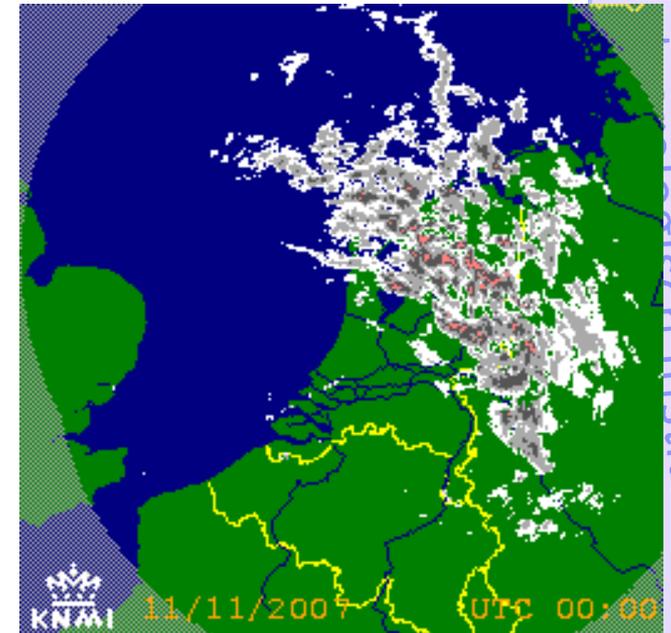
Cortesia: Sander Tijm, KNMI



Le celle convettive sono risolte dal modello e persistono durante il giorno ma...

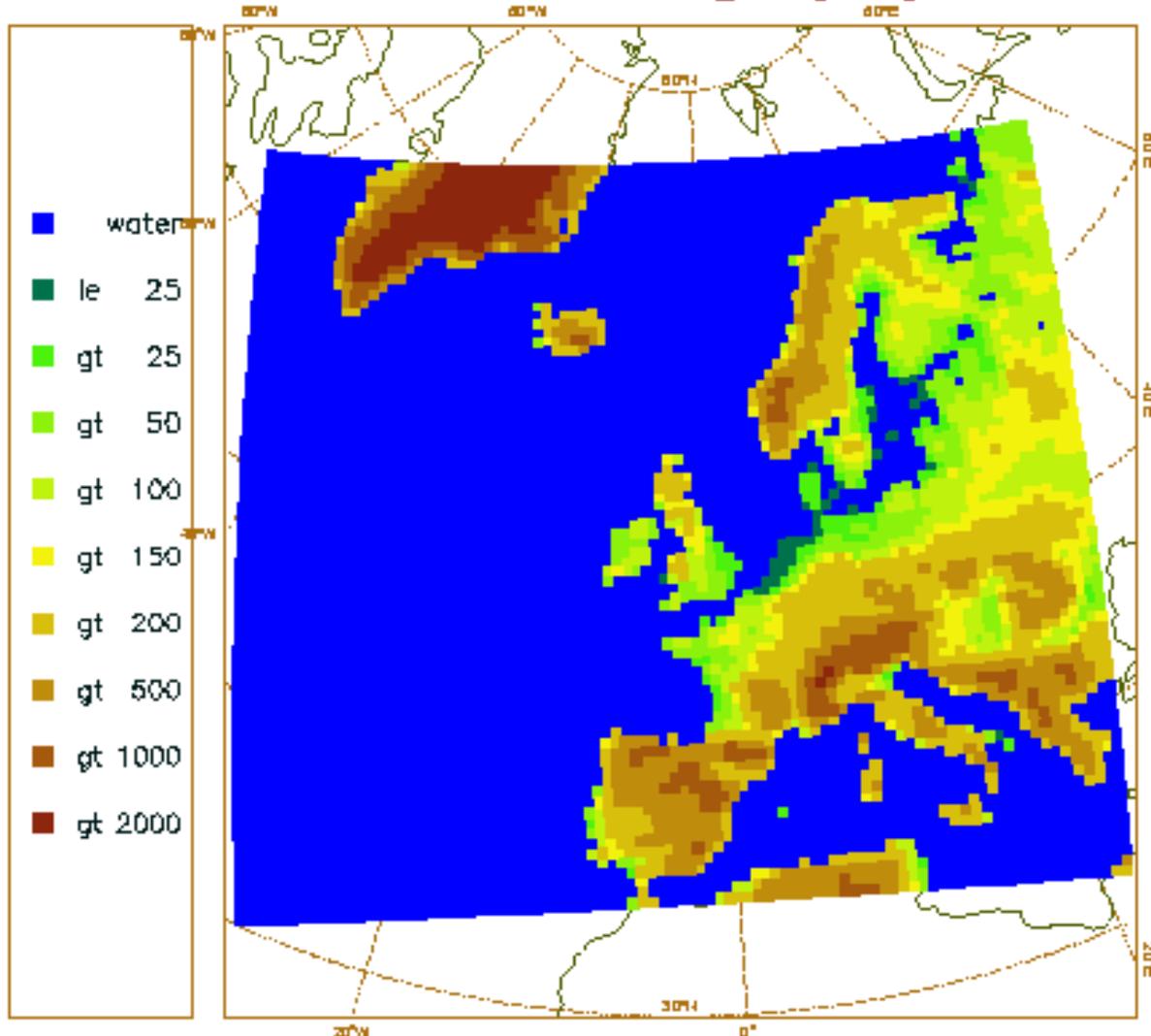
Troppo poche, troppo grandi e flussi uscenti troppo intensi a causa di:

- Assenza di convezione di piu` piccola scala
- diffusione orizzontale troppo intensa tra le celle del grigliato



I modelli a scala regionale del KNMI: RACMO2

RACMO orography [m]



Risoluzione: ~50X50km
114X100 punti (8 pti bordo)

31 livelli in verticale

$\Delta t = 12$ min

Operativo su dominio europeo

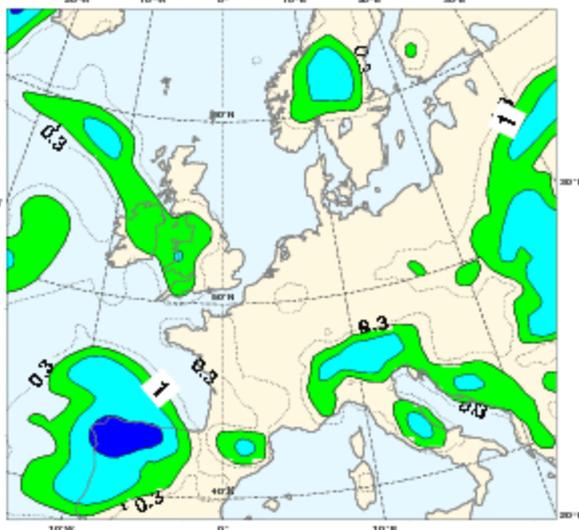
Condizioni al contorno: ECMWF

Dinamica: HIRLAM (semi lagrangiano)

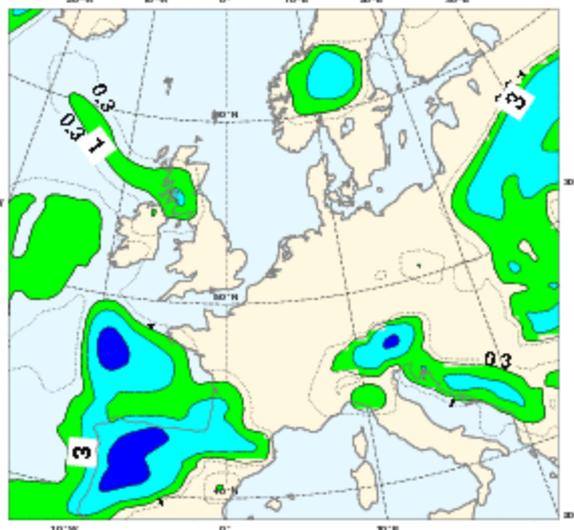
Fisica: ECMWF ciclo 23r4

modelli a scala regionale del KNMI: RACMO2 precipitazione accumulata

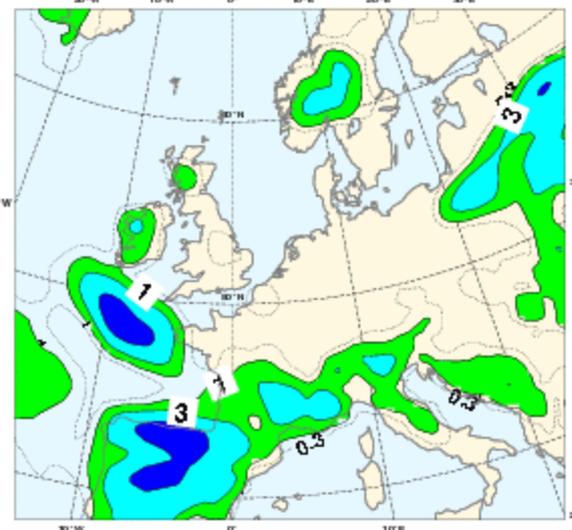
RACMO 12-hour Acc. Precipitation (t+00 - t+12)
valid Thu 22 May 2008, 12 - 24 UTC



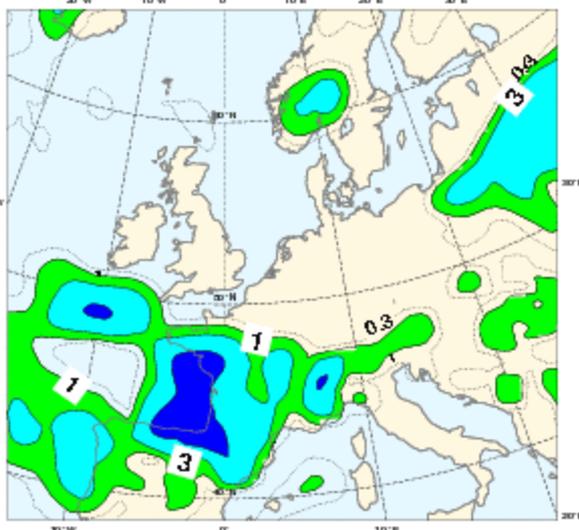
RACMO 12-hour Acc. Precipitation (t+12 - t+24)
valid Fri 23 May 2008, 00 - 12 UTC



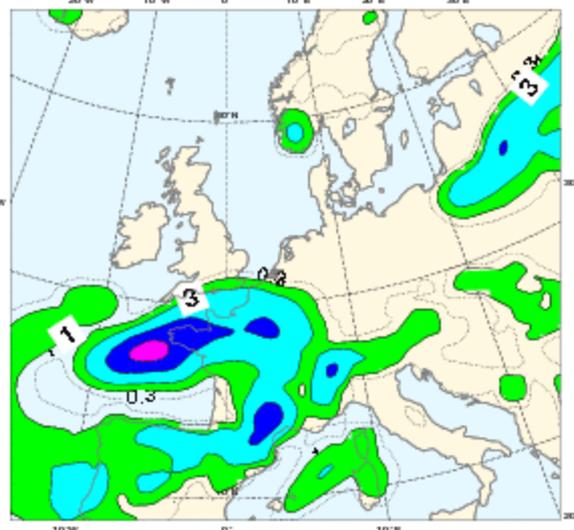
RACMO 12-hour Acc. Precipitation (t+24 - t+36)
valid Fri 23 May 2008, 12 - 24 UTC



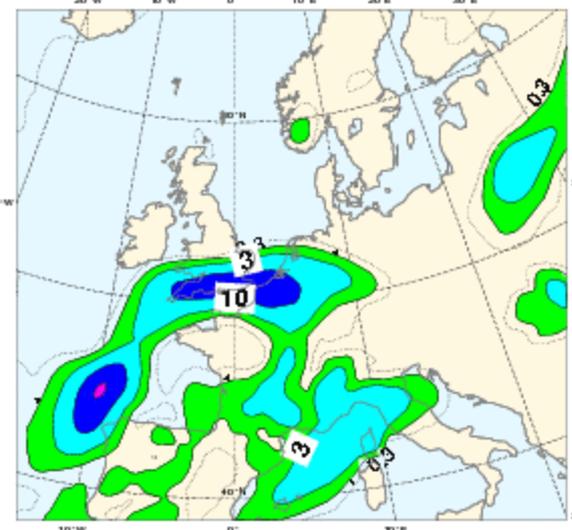
RACMO 12-hour Acc. Precipitation (t+36 - t+48)
valid Sat 24 May 2008, 00 - 12 UTC



RACMO 12-hour Acc. Precipitation (t+48 - t+60)
valid Sat 24 May 2008, 12 - 24 UTC



RACMO 12-hour Acc. Precipitation (t+60 - t+72)
valid Sun 25 May 2008, 00 - 12 UTC



Che cosa e` una nube?



“solo” acqua!



Key:

r = radius in micrometers
 n = number per liter
 V = terminal velocity in centimeters per second

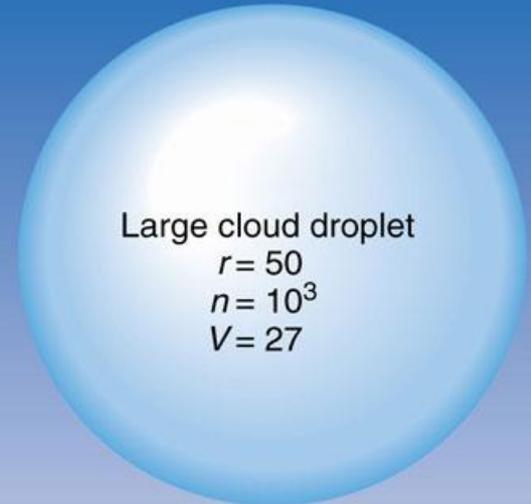
• Typical condensation nucleus

$r = 0.1$
 $n = 10^6$
 $V = 0.0001$



Typical cloud droplet

$r = 10$
 $n = 10^6$
 $V = 1$



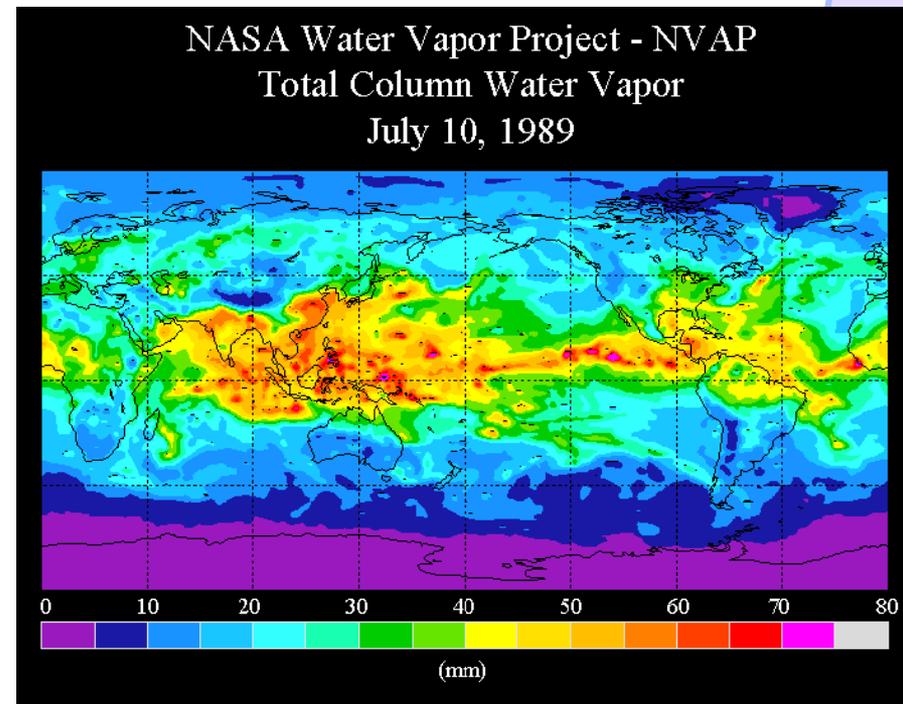
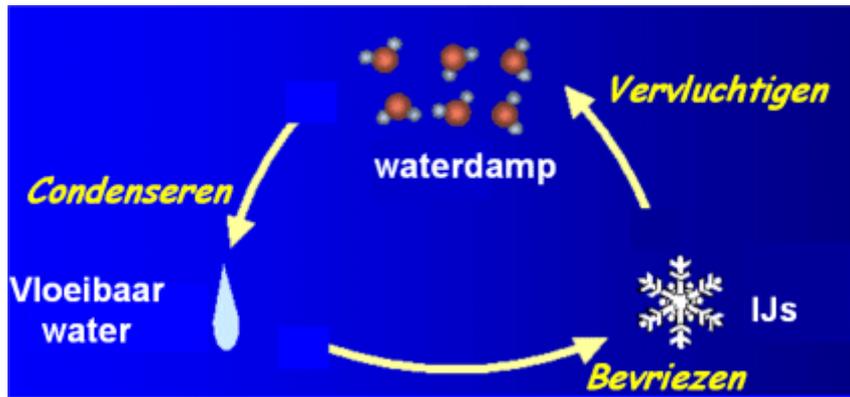
Large cloud droplet

$r = 50$
 $n = 10^3$
 $V = 27$

Typical raindrop $r = 1000$, $n = 1$, $V = 650$



Il vapore acqueo e' il materiale costitutivo delle nubi



name	Symbol Units	Definition	Near surface values	Atmospheric column
spec. humidity	q_v [g/kg]	amount of water vapour in 1kg dry air	10 g/kg	20 kg/m ²
Saturation spec. hum.	q_s [g/kg]	Max. amount of water vapour in 1kg dry air	15 g/kg	
Liquid water	q_l [g/kg]	amount of liquid water in 1kg dry air	1 g/kg	100 g/m ²

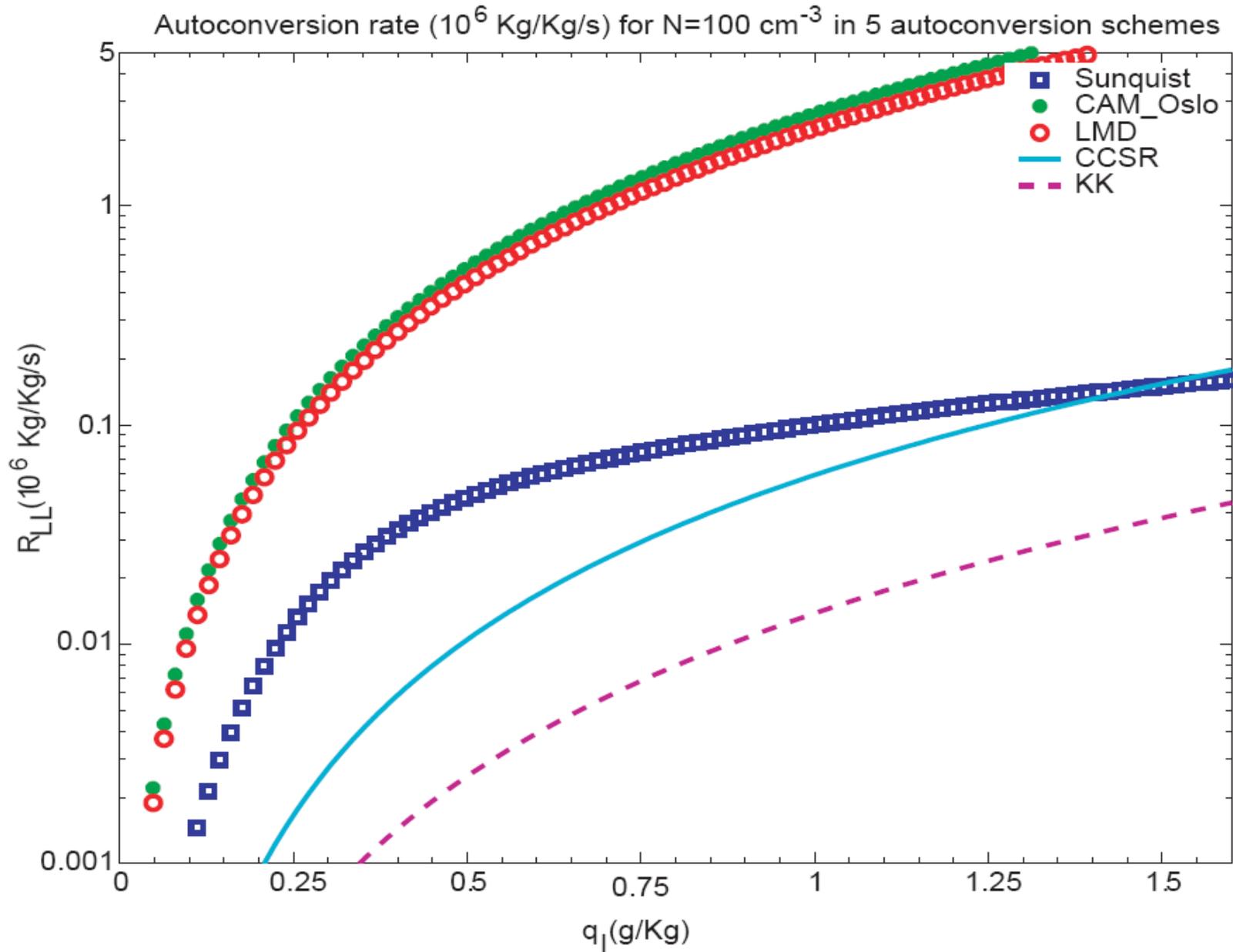


- I primi modelli consideravano la precipitazione una variabile diagnostica.
- Poi sono stati introdotti dei semplici schemi prognostici, molto idealizzati, economici dal punto di vista computazionale (Sundqvist, (1978); Le Treut and Li, (1988); Tiedtke, (1993); Khairoutdinov and Kogan, (2000); etc)
- Schemi con principi fisici piu` solidi sono stati introdotti nei modelli a mesoscala (time splitting)
- ECMWF IFS usa Sundqvist, (1978), basato su una combinazione di rapporto di mescolamento e scale di tempi
- LMD: ~ Chen and Cotton, (1987), con Nd e velocita` di caduta delle particelle
- CCSR: Berry, (1967), con Nd
- NCAR CAM 2.0.1 a Oslo: Chen and Cotton, (1987), con modifiche



La parametrizzazione della formazione della pioggia

Schemi di autoconversione



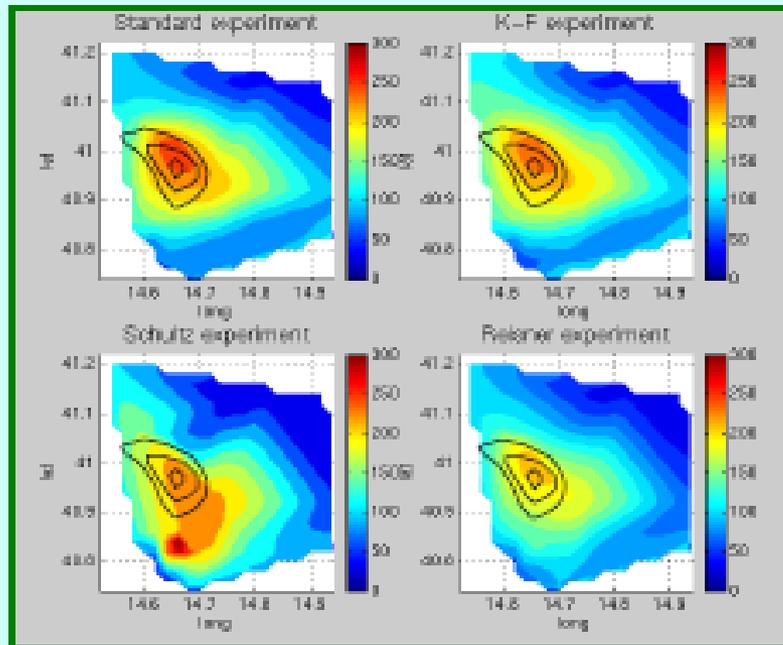
La parametrizzazione della formazione della pioggia

Parametrizzazioni diverse danno risultati diversi!



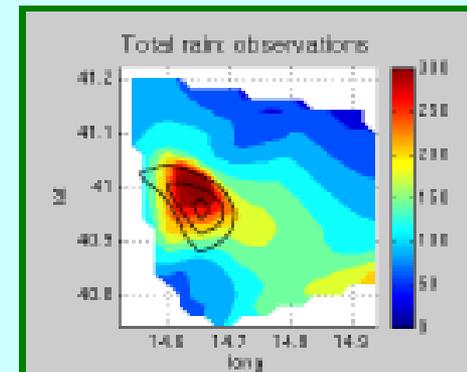
- Rain fields obtained from different numerical experiments compared with the observations

Accumulated rain: highest resolution mesh



Both the 'Standard' and the 'K-F' experiments present the maximum value in the right position. The 'K-F' experiment slightly underestimates the total amount of rainfall. The 'Schultz' case probably uses a **much too simplified physics** to fully capture the features of this case.

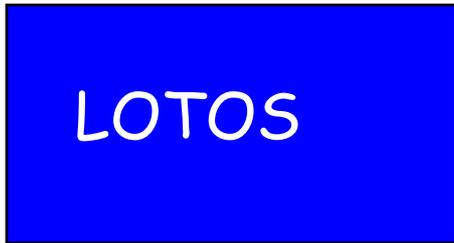
The 'Reisner' experiment highly **underestimates** the accumulated rainfall and locates the maximum value over the highest **accumulated rain**:



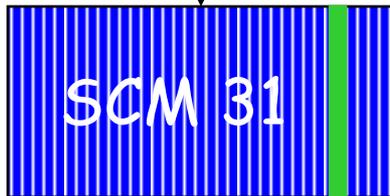
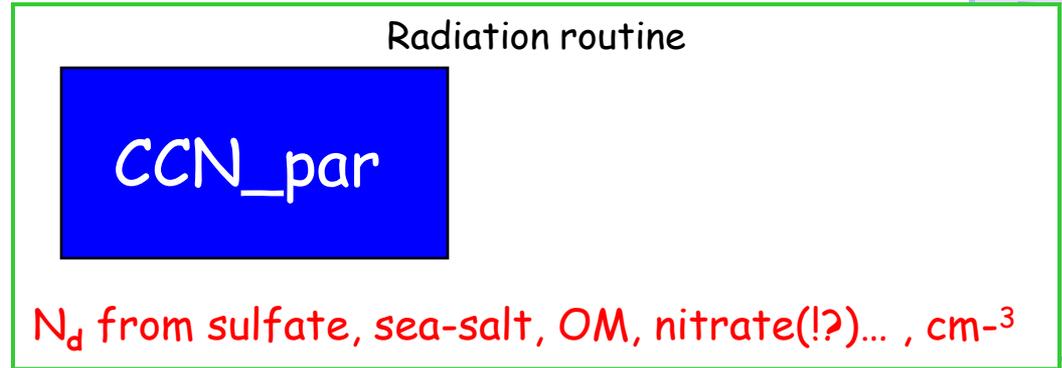
INVESTIGATION OF THE DECEMBER 1999 RAIN EVENT OVER THE CAMPANIA REGION (ITALY)
WITH THE MM5 PSU/NCAR MODEL



I modelli a scala regionale del KNMI: RACMO2

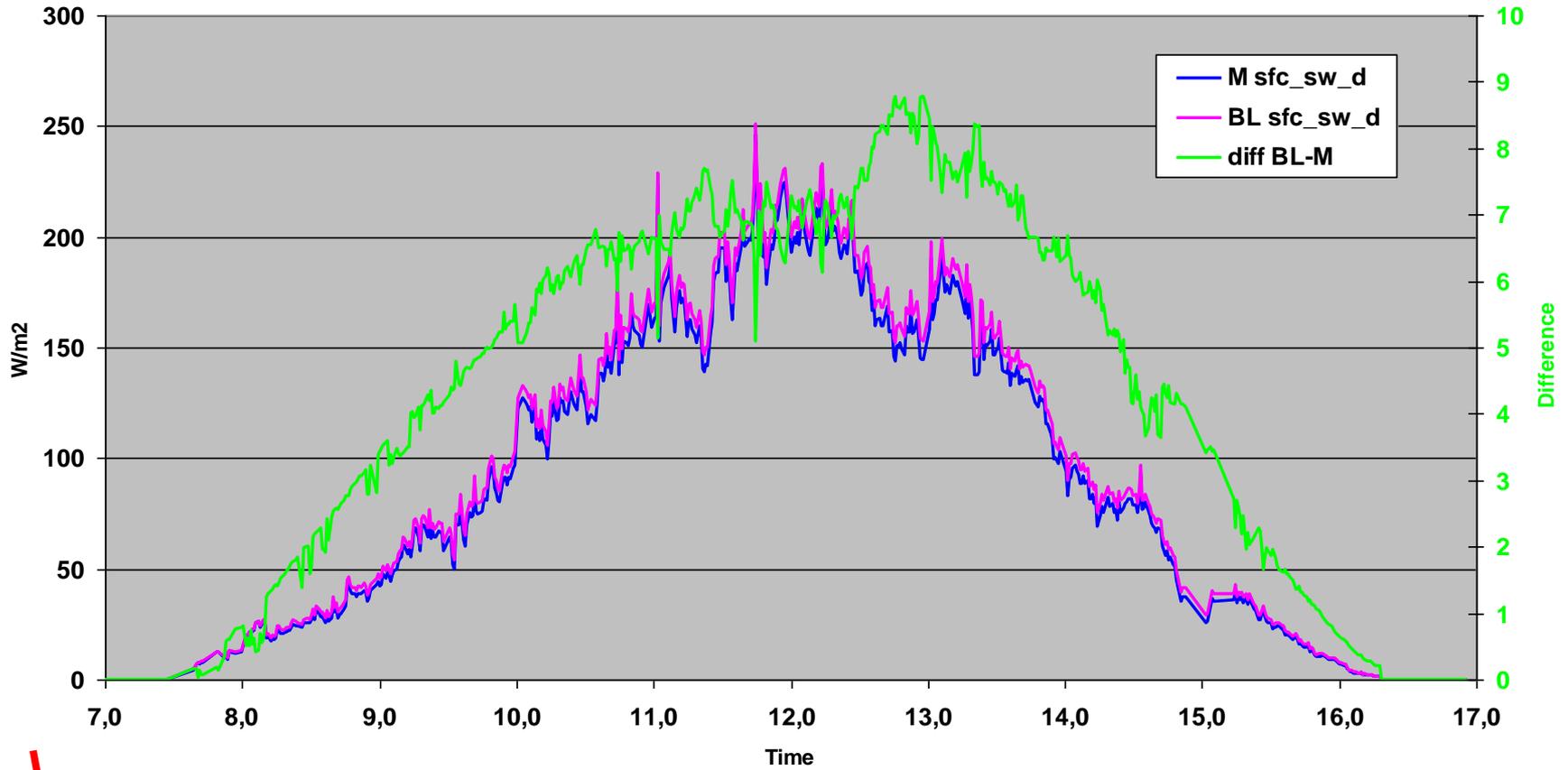


Concentrations of aerosols, $\mu\text{g}/\text{m}^3$



LWC (from RACMO/SCM) & N_d → volume radius → effective radius

sfc_sw_d with diff CCN parameterizations, IPT data and Marga interpolated data Cabauw 30-01-07

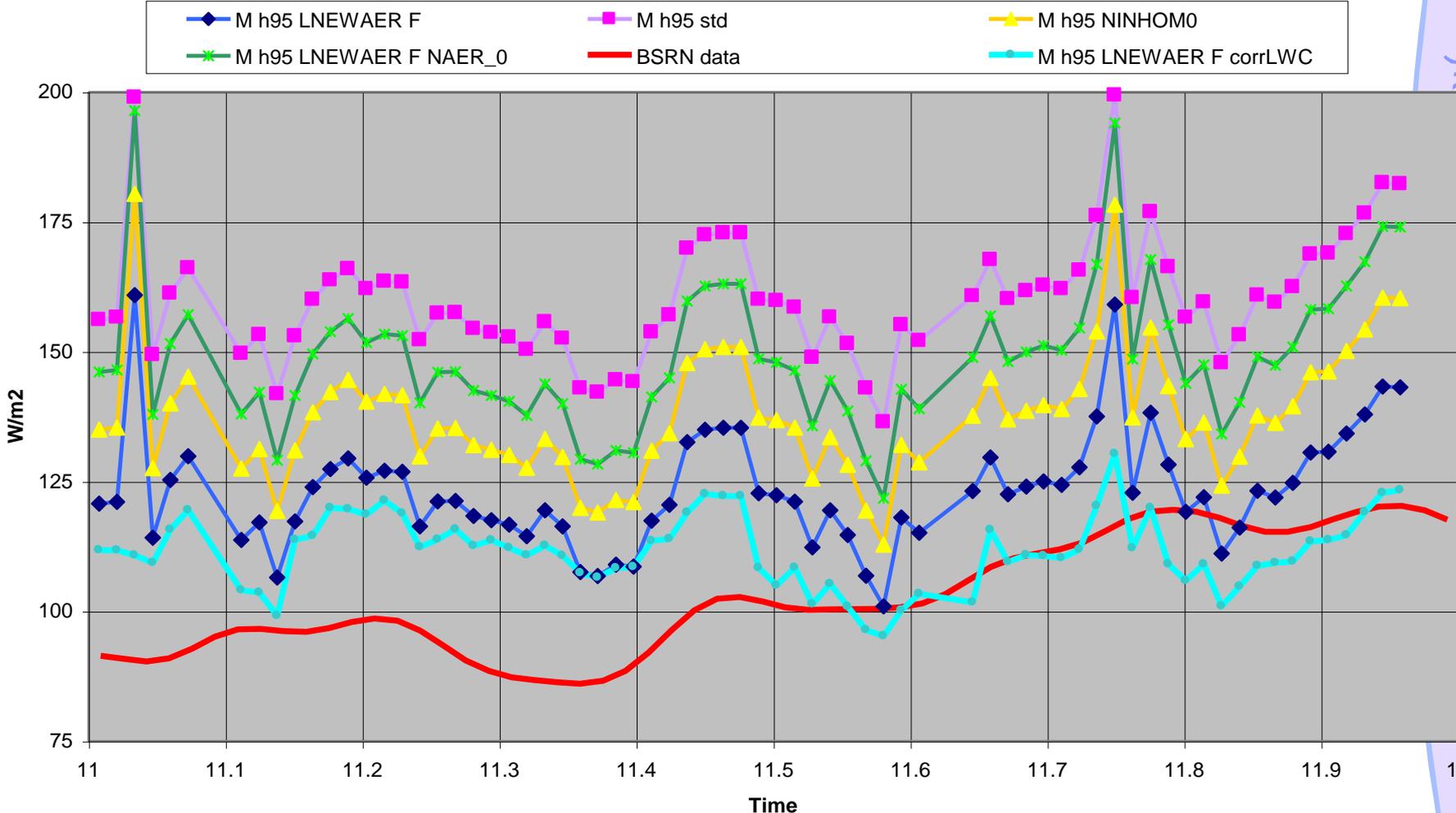


Time from 7 to 17
CCN parameterizations from the lower and higher Nd groups
Aerosol interpolated values (VAR)
Differences of max $\sim 8 W/m^2$

Checking the model settings for the surface comparison



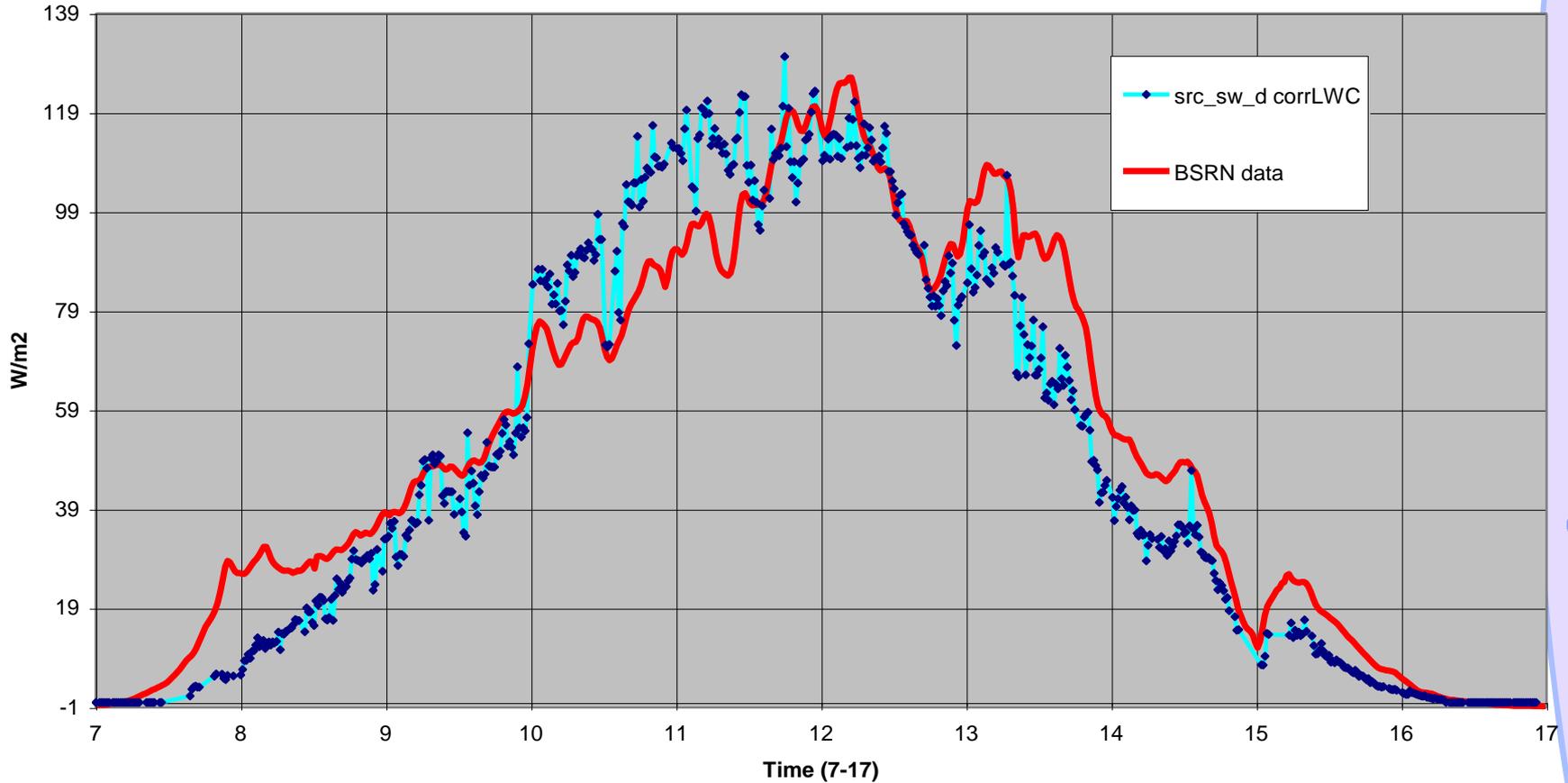
sfc_SW_d 30-01-2007 for Cabauw



The best comparison between model and data at surface



Surface SW down corrLWC with M h95 & BSRN data 30-01-2007 Cabauw



Sommario



- Alcuni fenomeni fisici, troppo complessi o con scale troppo ridotte non possono essere inclusi direttamente nei modelli
- Questi sono ‘parametrizzati’ o ‘semplificati’
- La precipitazione è un esempio di fenomeno parametrizzato
- Modelli diversi hanno schemi (parametrizzazioni) per la precipitazione diversi
- alcune parametrizzazioni includono come parametro N_d , il numero di nuclei di condensazione (CCN) e/o r_{eff} , il raggio effettivo dei nuclei.
- N_d può essere calcolato a partire dalle concentrazioni di aerosol atmosferici (altre parametrizzazioni + altro modello!)
- La presenza di parametrizzazioni e parametri rende i modelli ‘aggiustabili’ (tunable)
- La scelta della parametrizzazione ‘ottima’ avviene attraverso verifiche, validazioni, casi studio, etc.
- Parametrizzazioni ‘ottime’ in senso universale sono molto rare!