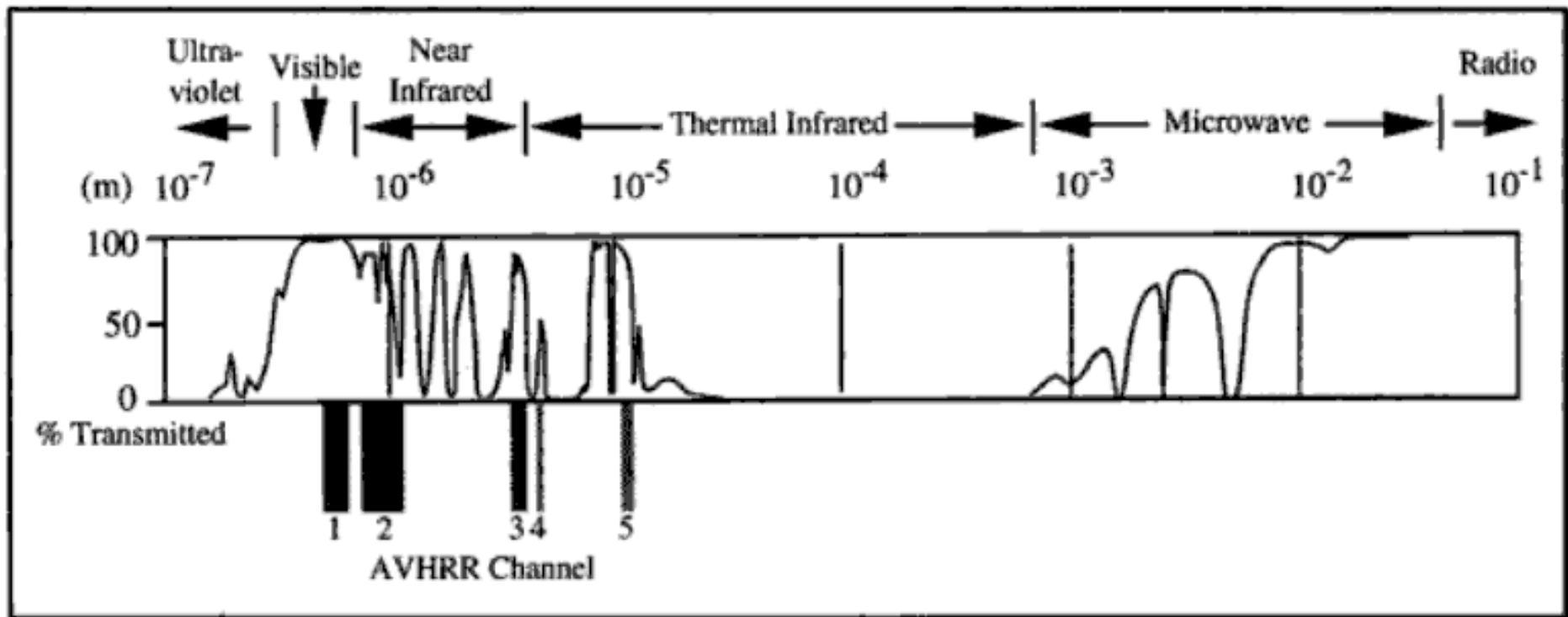


Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

$$\lambda_{\max} (\mu\text{m}) = 2832/T(\text{K}) \text{ νόμος Wien}$$

Ήλιος ($T=6000 \text{ K}$) $\lambda_{\max}=0.48 \mu\text{m}$

Γή ($T=300 \text{ K}$) $\lambda_{\max}=9.4 \mu\text{m}$



Μετρήσεις μετεωρολογικών δορυφόρων

Δορυφορική φωτογράφιση → ραδιόμετρο

- κανάλι ορατής ακτινοβολίας 0.5-0.7 μm
 - ❖ μετράει το ποσό της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται από τη γή από τα νέφη και τη γήινη επιφάνεια

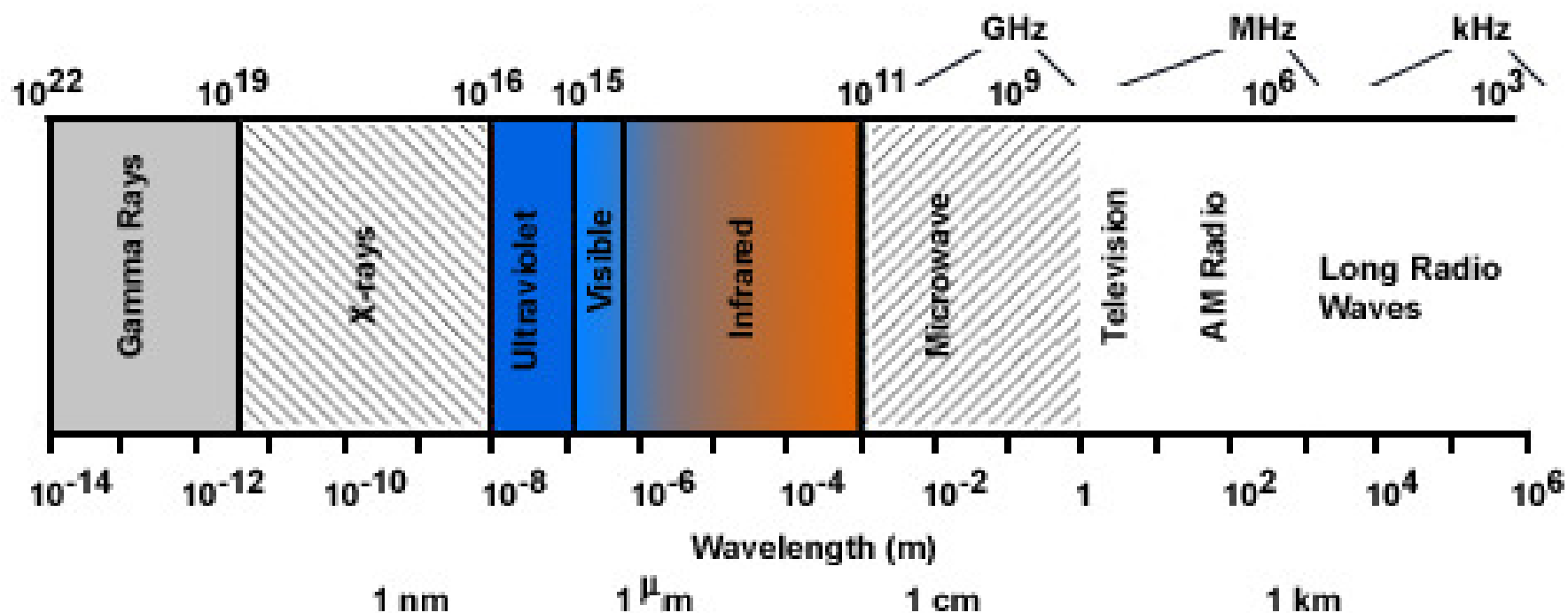
- κανάλι υπέρυθρης ακτινοβολίας 10.5-12.5 μm
 - ❖ μετράει τα θερμικά χαρακτηριστικά της γήινης επιφάνειας και της θαλάσσιας επιφάνειας καθώς και των νεφών

- κανάλι υδρατμών 5.5-7.1 μm
 - ❖ οι υδρατμοί στην ανώτερη ατμόσφαιρα απορροφούν την ακτινοβολία σε αυτές τις συχνότητες. Η επιφάνεια της γής είναι αόρατη. Προσδιορίζεται κατά μέσο όρο το περιεχόμενο σε υγρασία στο ατμοσφαιρικό στρώμα 5-10 km.

Μετρήσεις μετεωρολογικών δορυφόρων

Μικροκυματικές μετρήσεις

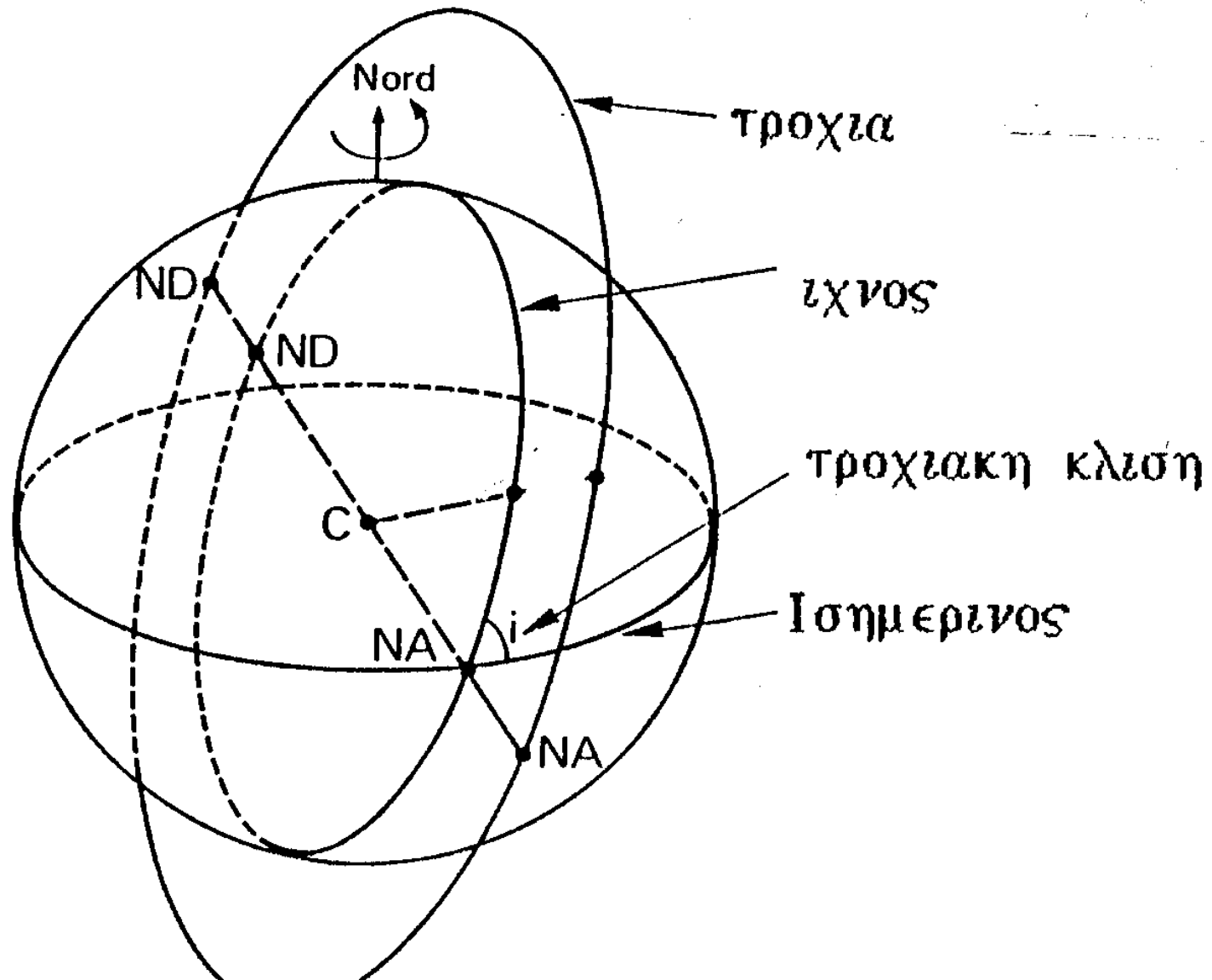
■ φάσμα των μικροκυμάτων 5 - 200 GHz ή 6 με 0.15 cm για μετεωρολογικές παρατηρήσεις



Μετεωρολογικοί δορυφόροι

- Πληροφορίες για το ενεργειακό ισοζύγιο γης-ατμόσφαιρας
- Παρακολούθηση:
 - και αναγνώριση τύπου νεφών και μικροφυσικά χαρακτηριστικά τους
 - κατανομής υδρατμών μέσα στην ατμόσφαιρα
 - εκτίμηση της βροχής
 - εκτίμηση του ανέμου πάνω από τη θάλασσα
 - της κάλυψης της γης από χιόνι, πάγο (Αρκτική, Ανταρκτική),
 - ύψος επιφάνειας των ωκεανών και θερμοκρασία επιφάνειας της θάλασσας
 - καλλιεργείων, περιοχών αποψίλωσης δασών
 - ηφαιστειακών εκρήξεων, ανίχνευση κίνησης νεφών στάχτης
- Οι δορυφόροι λαμβάνουν και επανεκπέμπουν μετρήσεις επίγειων σταθμών.

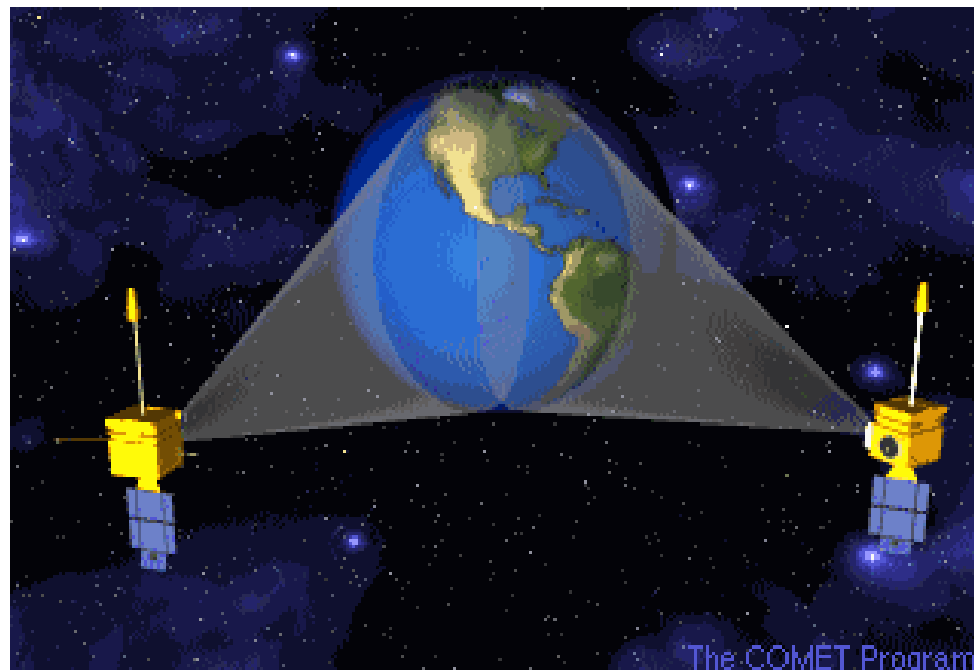
Χαρακτηριστικά τροχιάς δορυφόρων



Κατηγορίες δορυφόρων

Γεωστάσιμοι δορυφόροι:

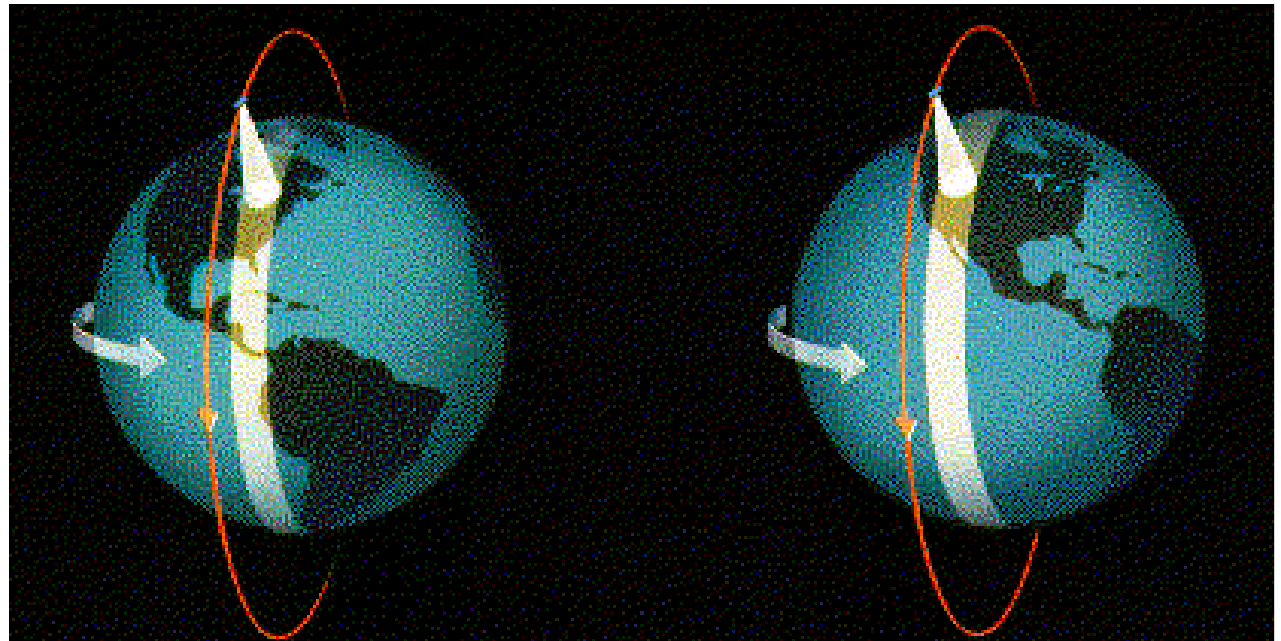
- τοποθετημένοι πάνω από τον Ισημερινό
- περιστρέφονται γύρω από τη Γη με την ίδια γωνιακή ταχύτητα
- βρίσκονται συνεχώς πάνω από ένα προκαθορισμένο σημείο της Γήινης επιφανείας σε ύψος ~ 36000 km

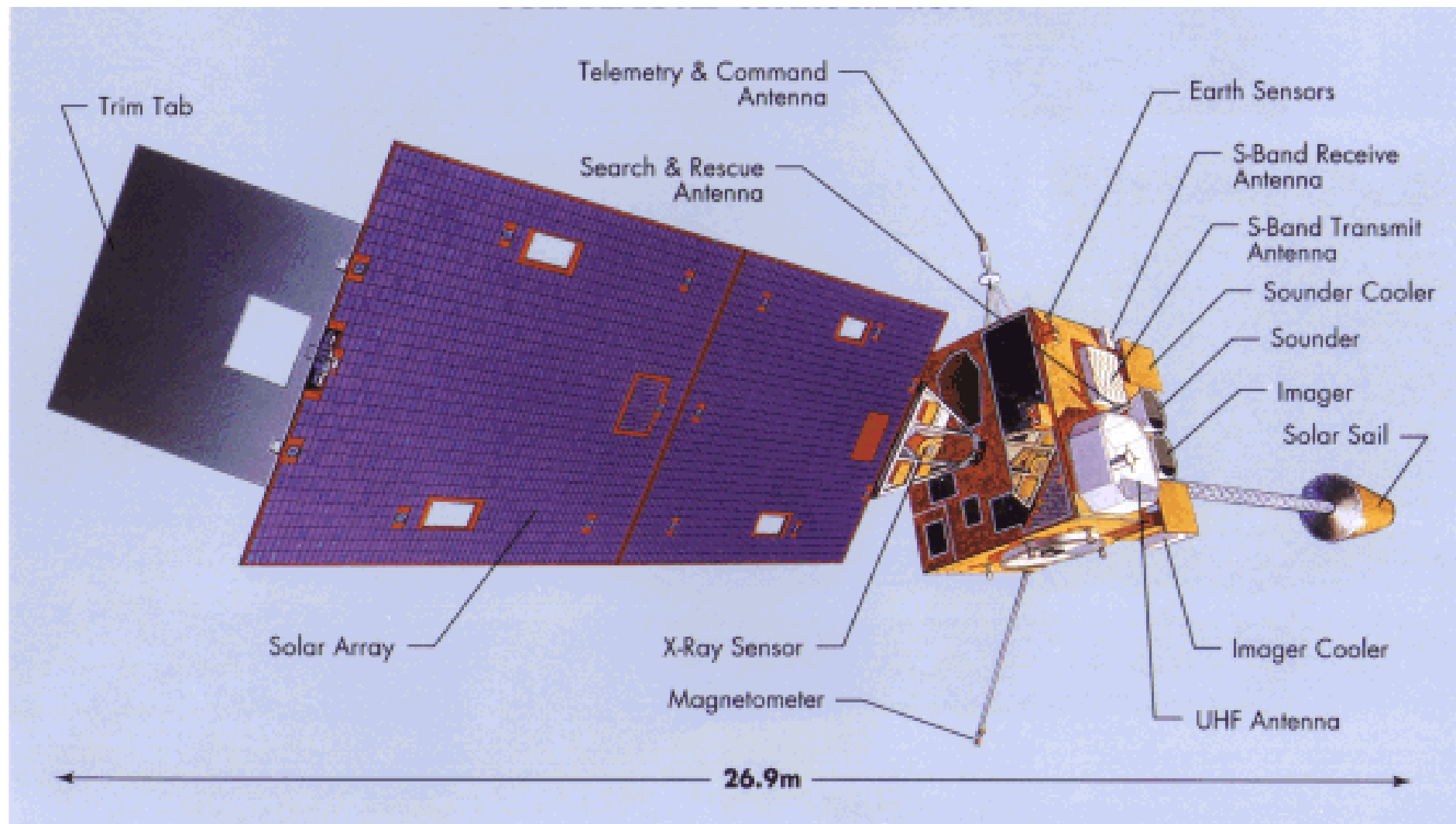


Κατηγορίες δορυφόρων

Δορυφόροι πολικής τροχιάς:

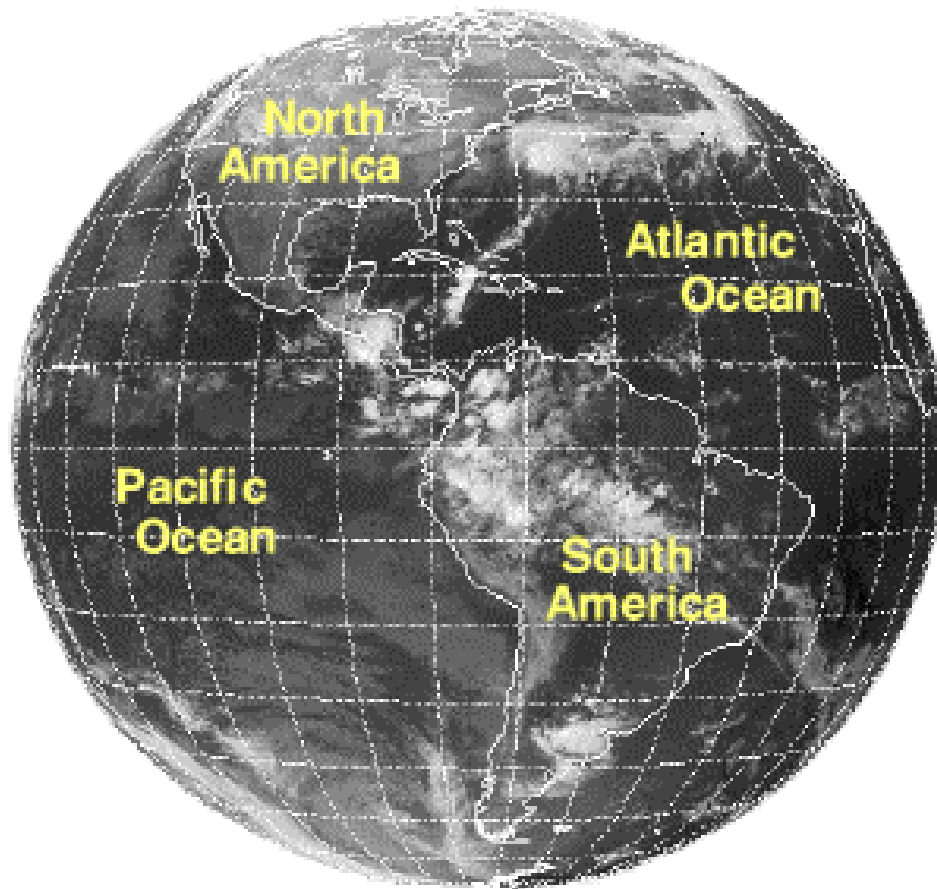
- βρίσκονται σε ύψος $\sim 800\text{-}900\text{ km}$ πάνω από την επιφάνεια της Γης.
- η τροχιακή κλίση $\sim 90^\circ\text{-}100^\circ$.
- η περίοδος περιστροφής τους $\sim 95\text{-}105\text{ min}$ και εκτελούν ~ 14 πλήρεις περιστροφές μέσα σε ένα 24ωρο.
- το ίχνος του δορυφόρου σε κάθε περιστροφή του είναι μετατοπισμένο προς Δυσμάς, κατά 2000 km περίπου.



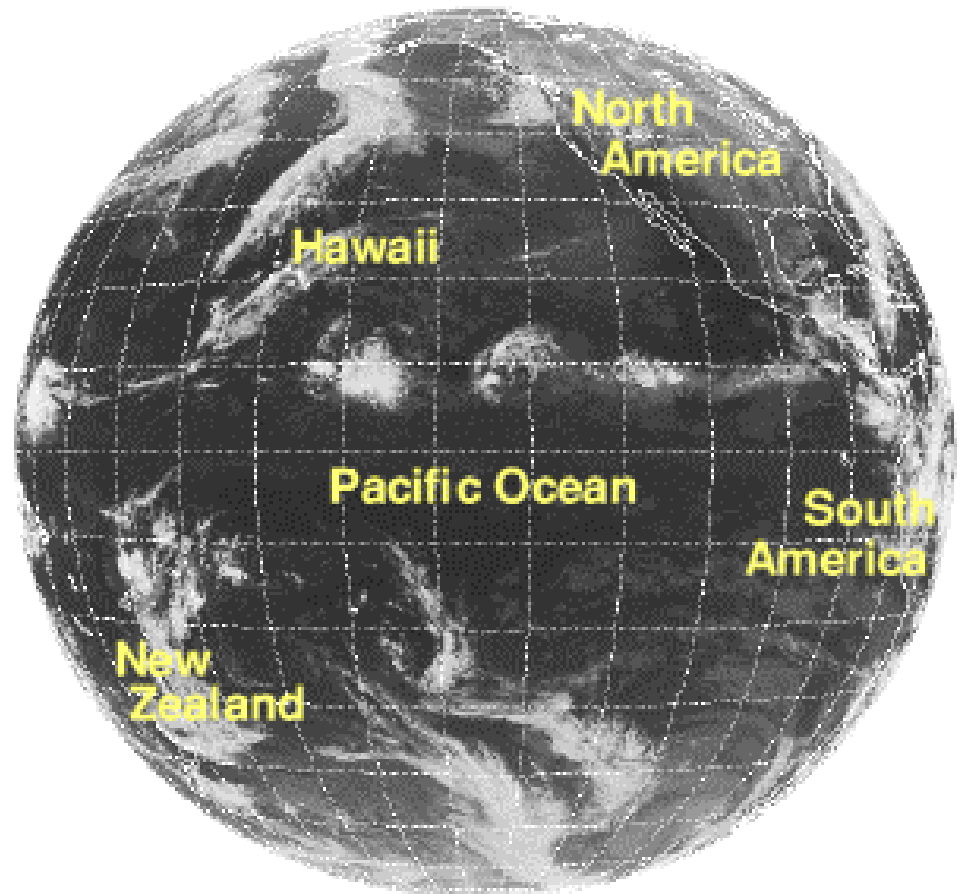


GOES-8 γεωστάσιμος
δορυφόρος

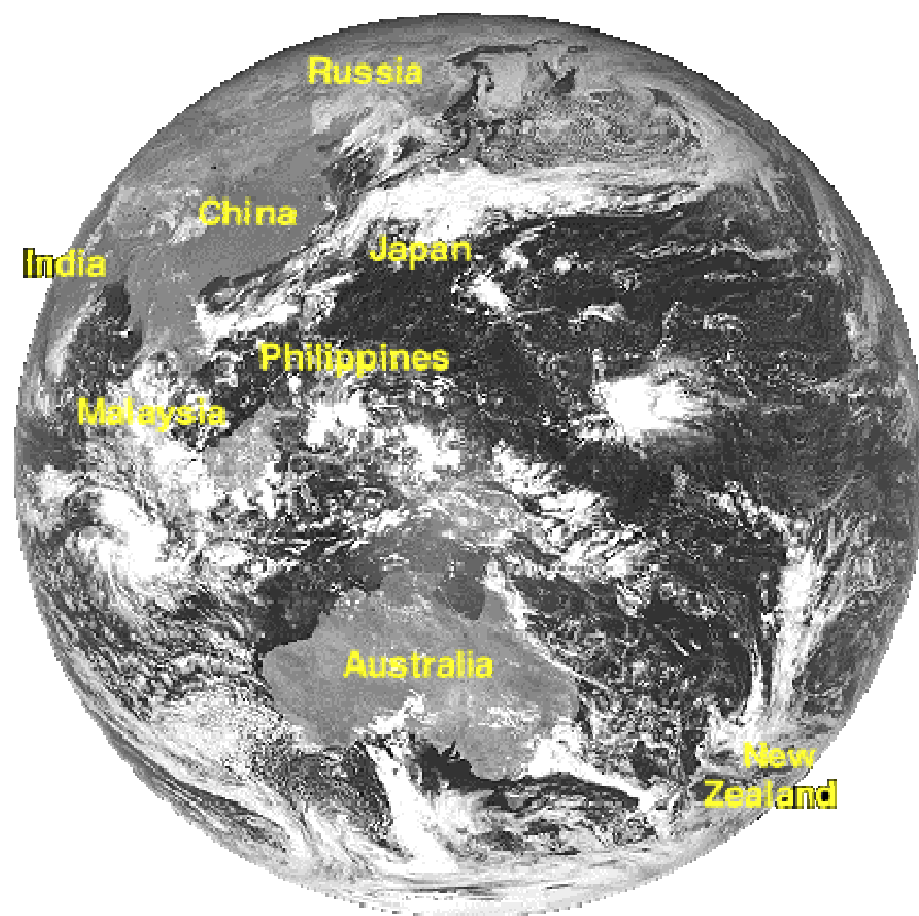




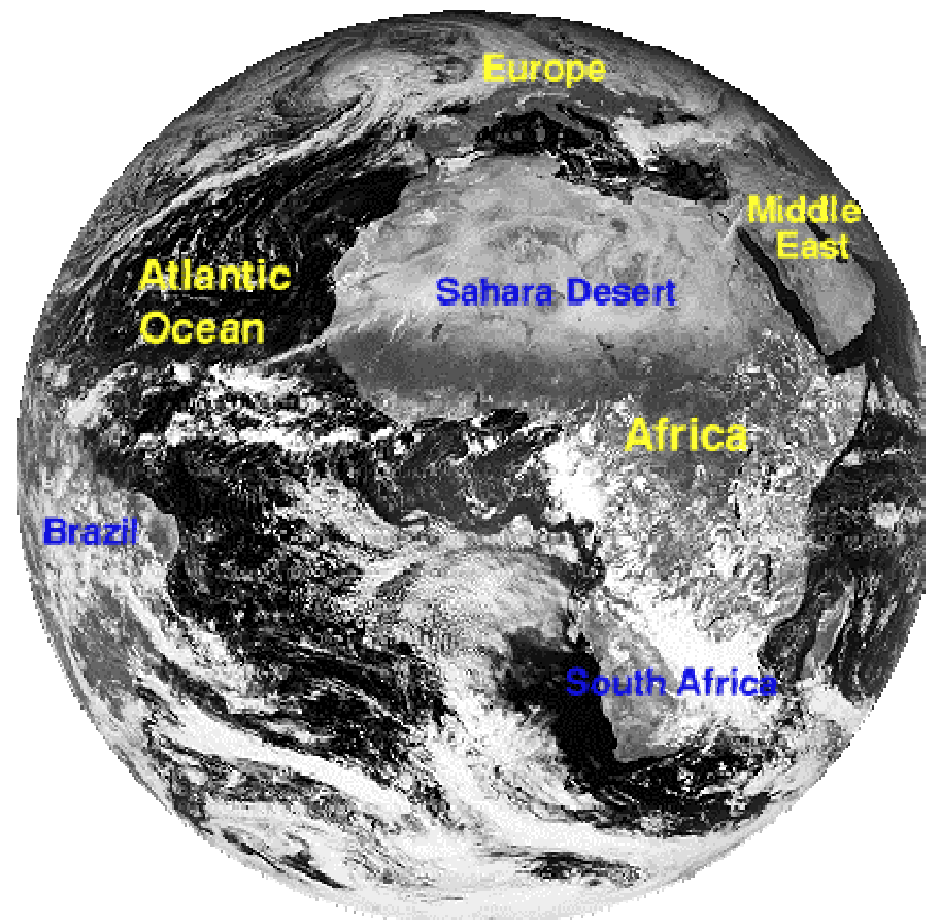
GOES
EAST



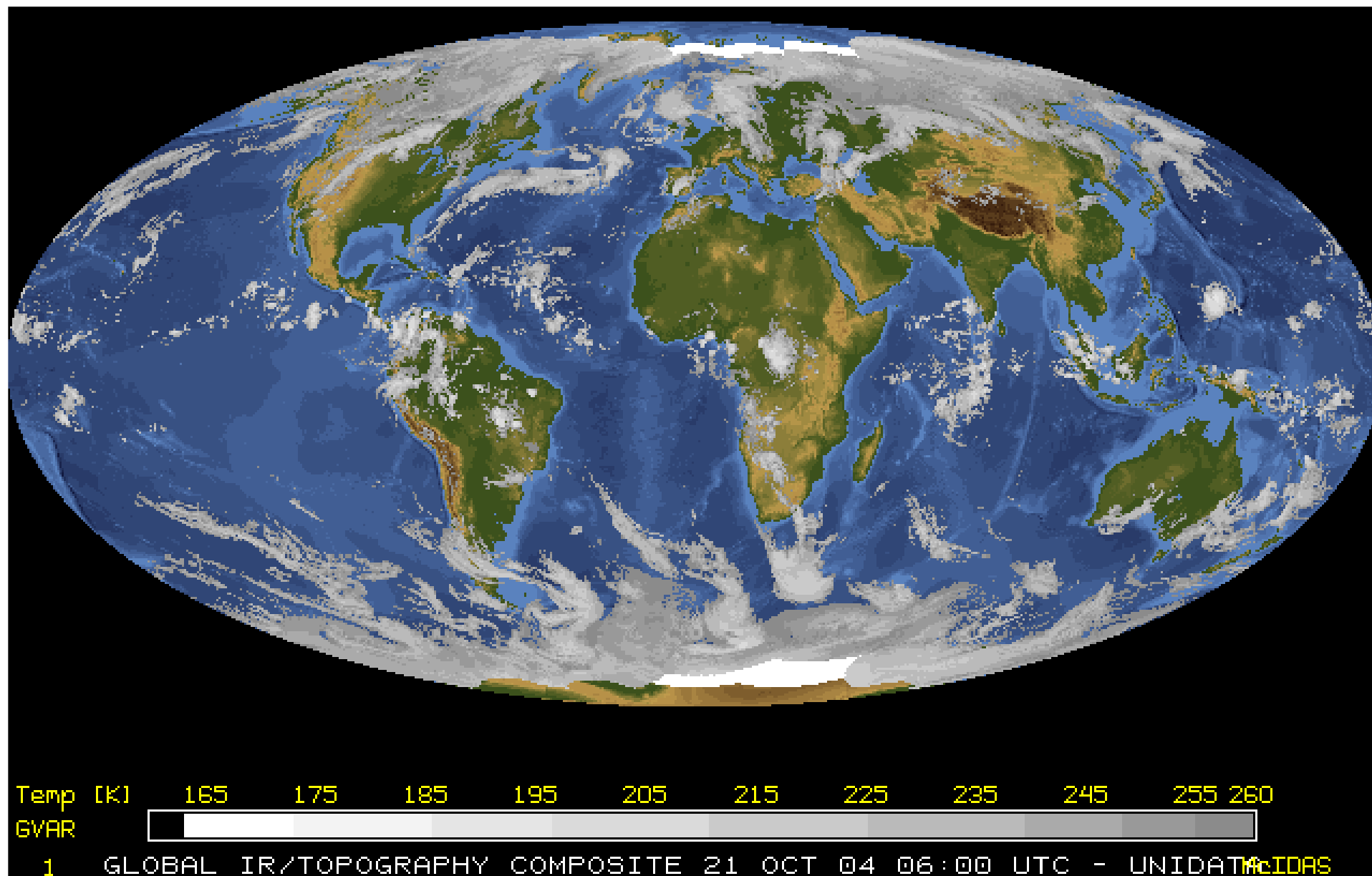
GOES
WEST



GMS



METEOSAT



Συνδυασμένη εικόνα από τους διαθέσιμους γεωστάσιμους που καλύπτει σχεδόν ολόκληρη την επιφάνεια της Γης.

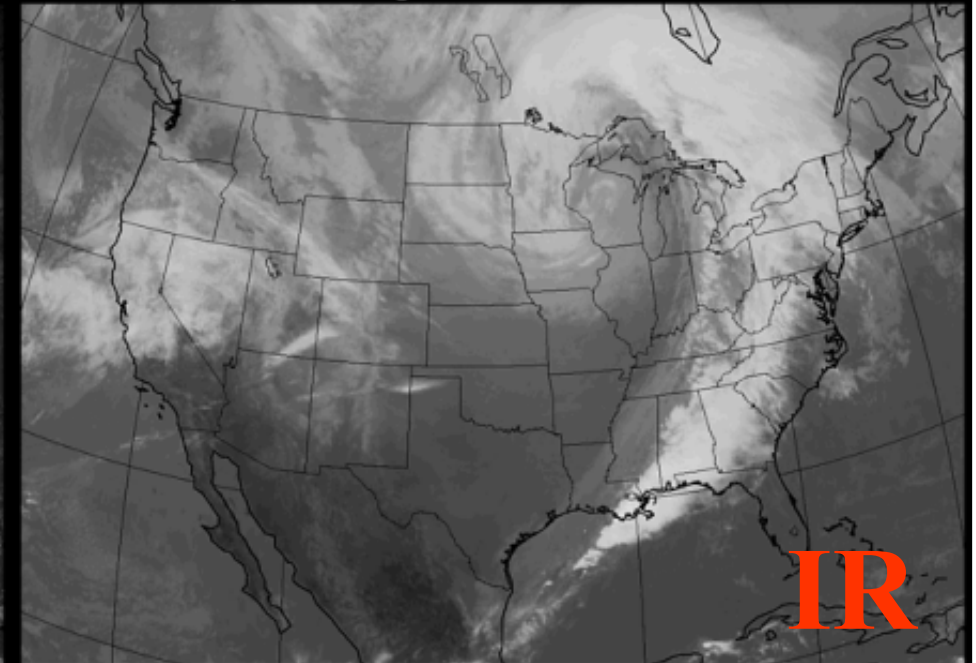
GOES-8/10 Composite Visible Image

20Z Tue Nov 10 1998



GOES-8/10 Composite IR Image

20Z Tue Nov 10 1998



WW2010 (<http://ww2010.atmos.uiuc.edu/>)

Atmosp

GOES-8/10 Composite Water Vapor Image

20Z Tue Nov 10 1998

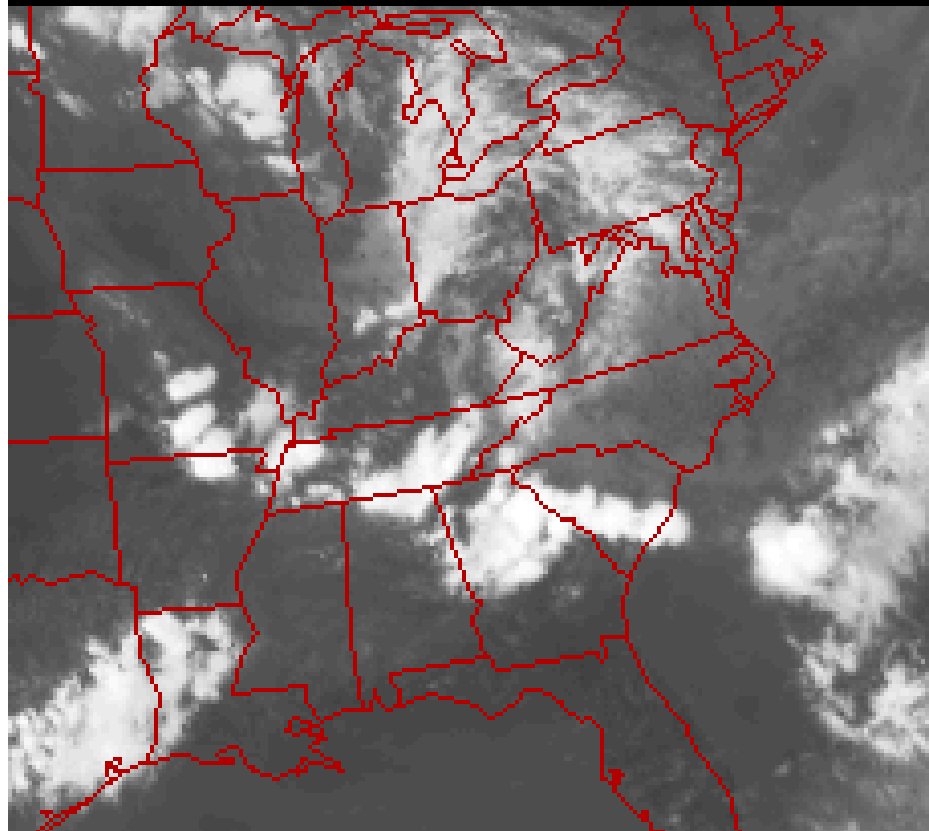
heric Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign



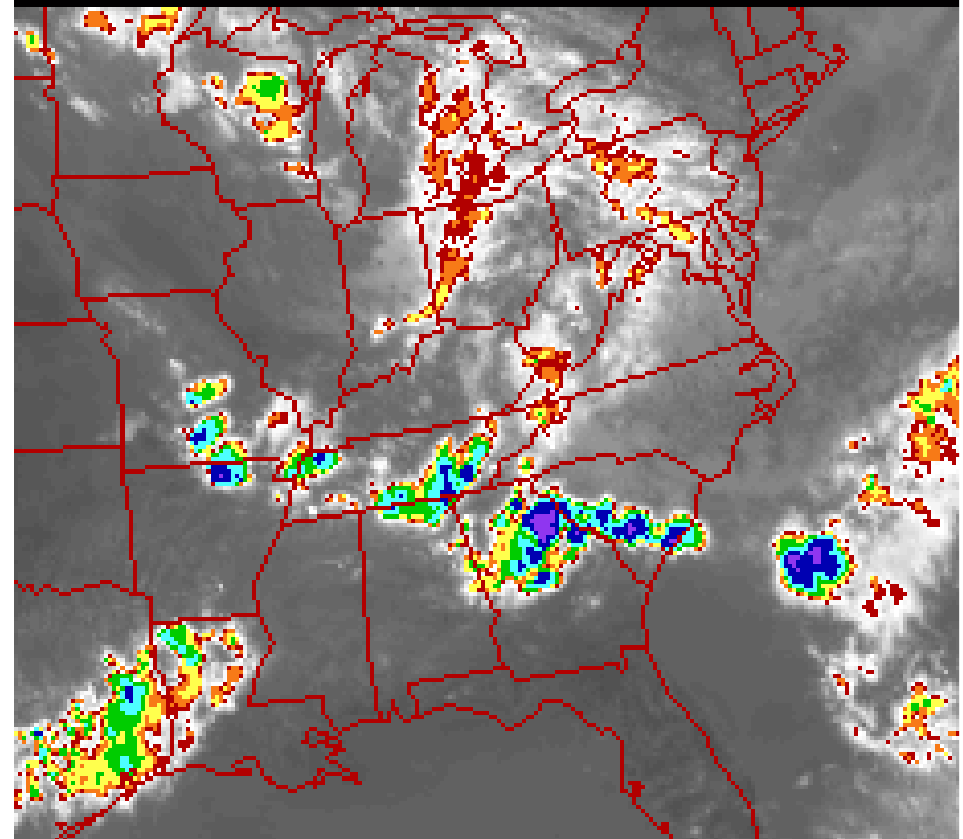
WW2010 (<http://ww2010.atmos.uiuc.edu/>)

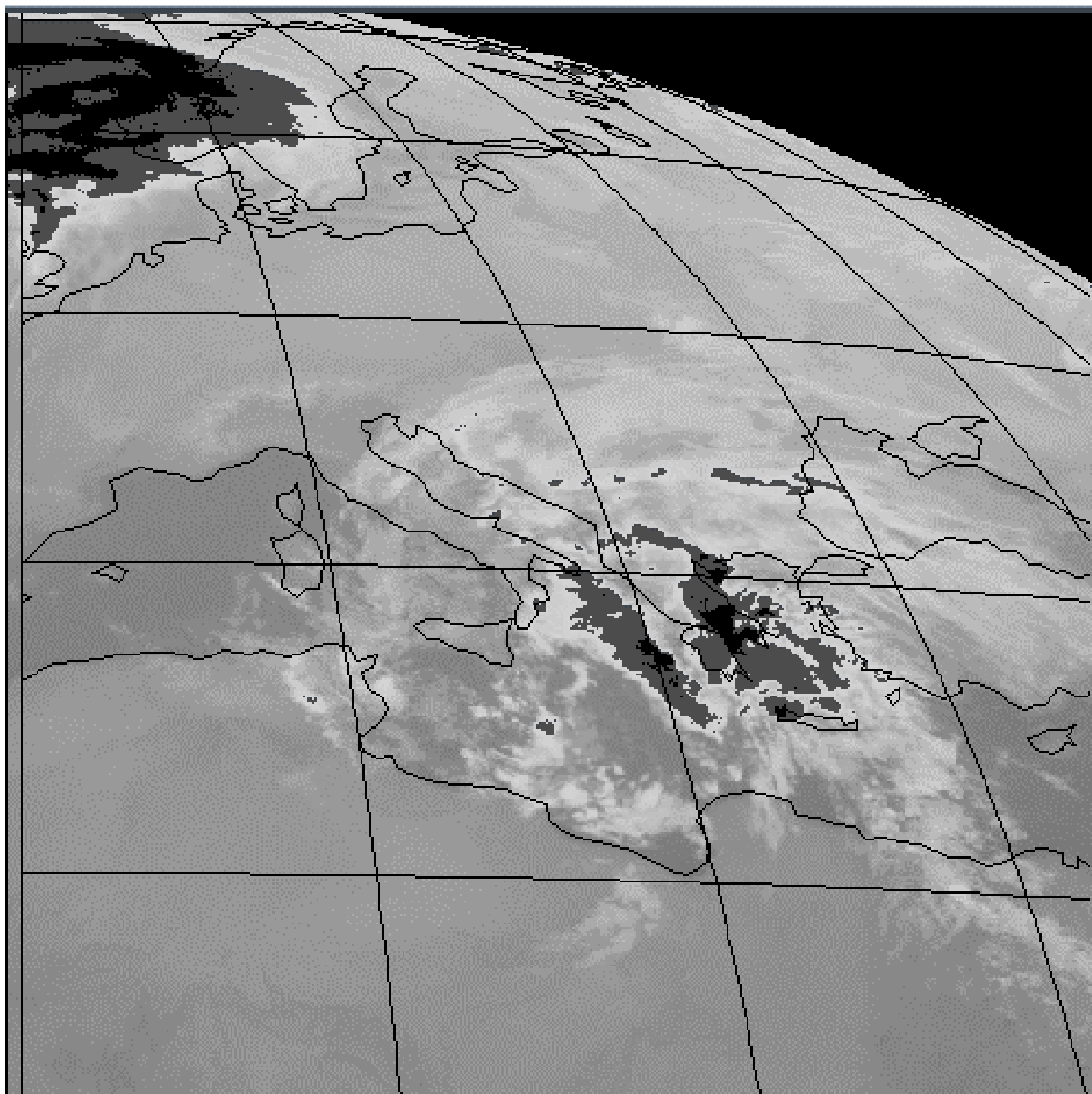
Atmospheric Sciences, University of Illinois at Urbana-Champaign

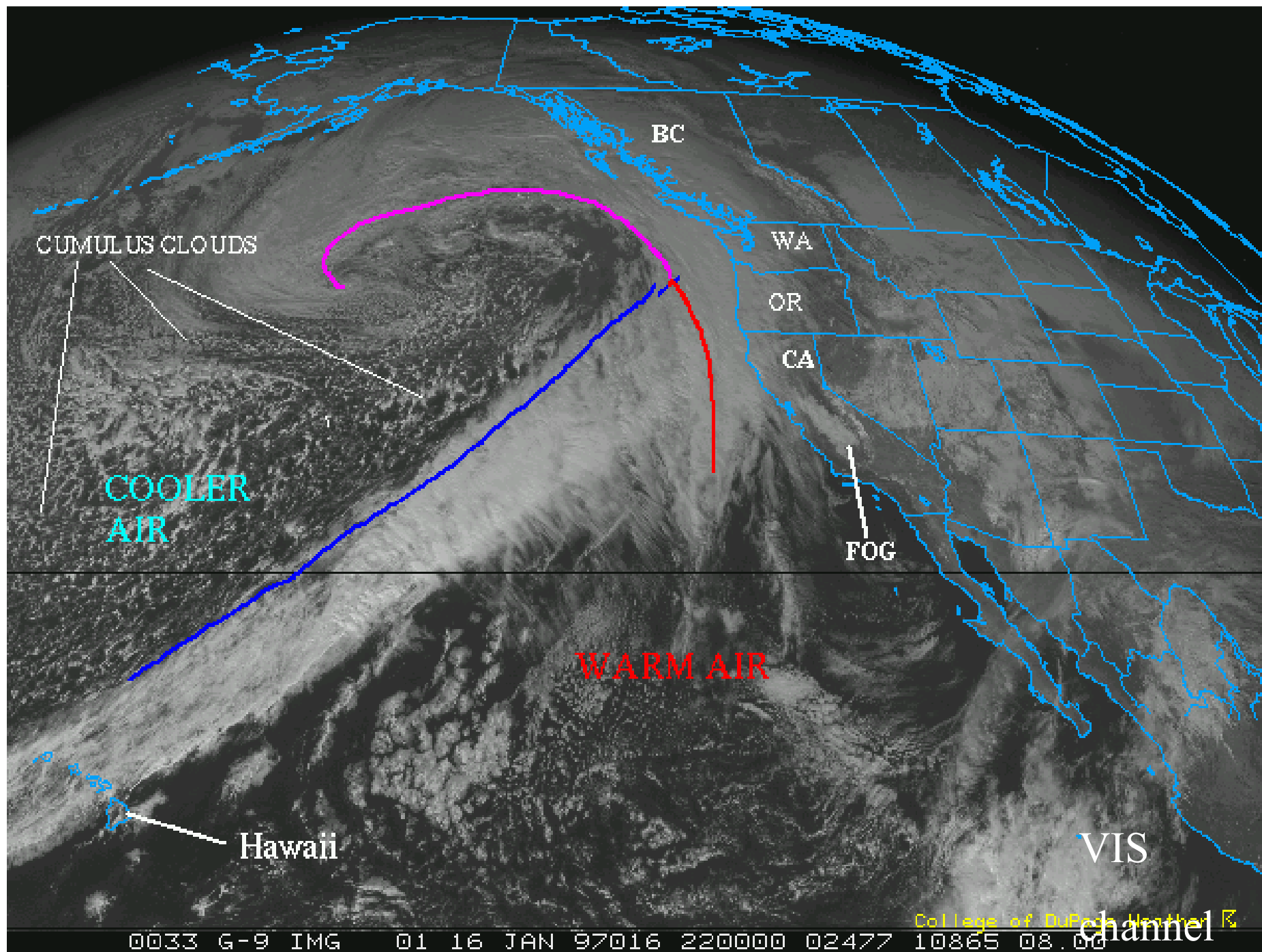
Infrared Image — UIUC

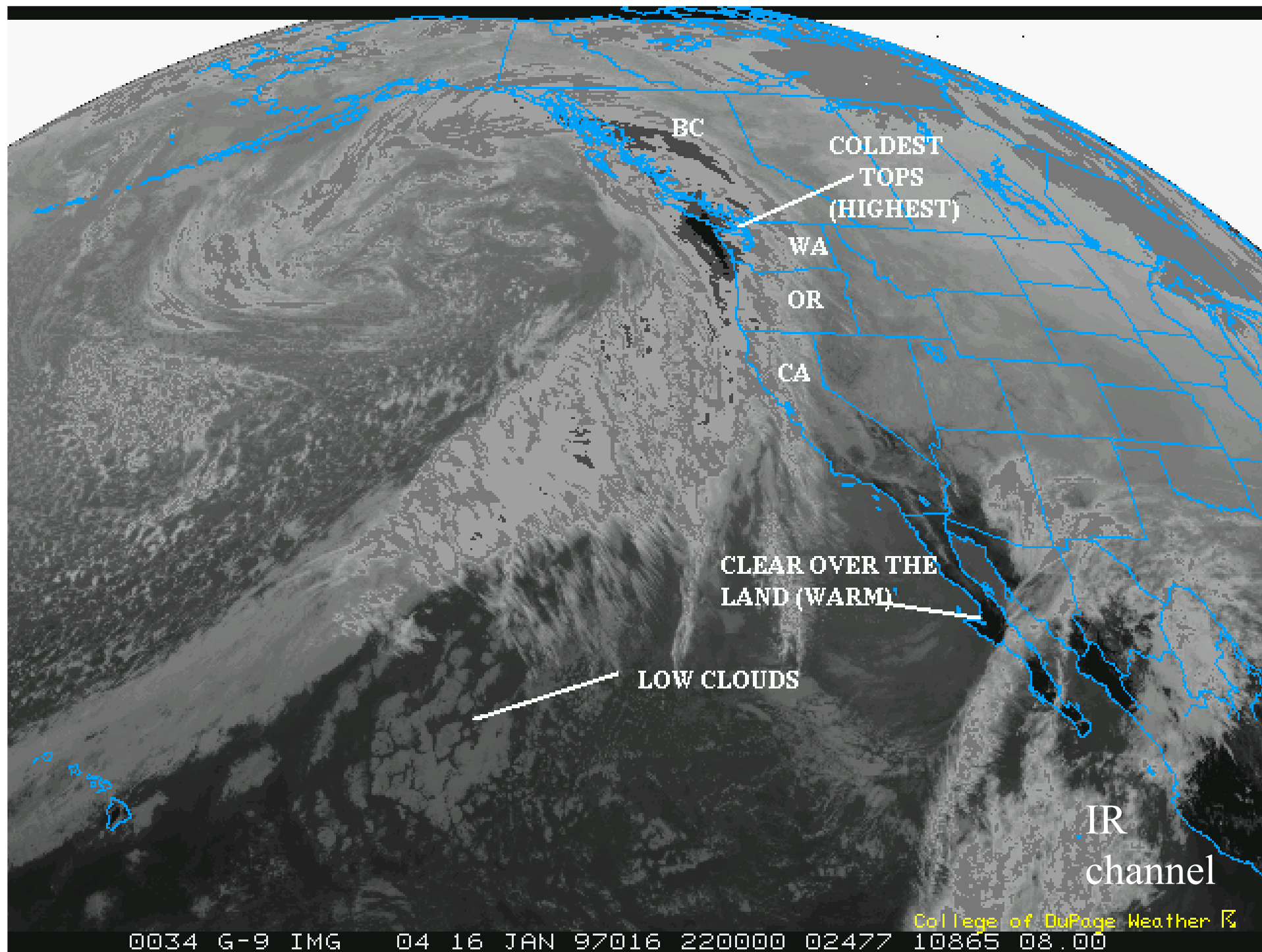


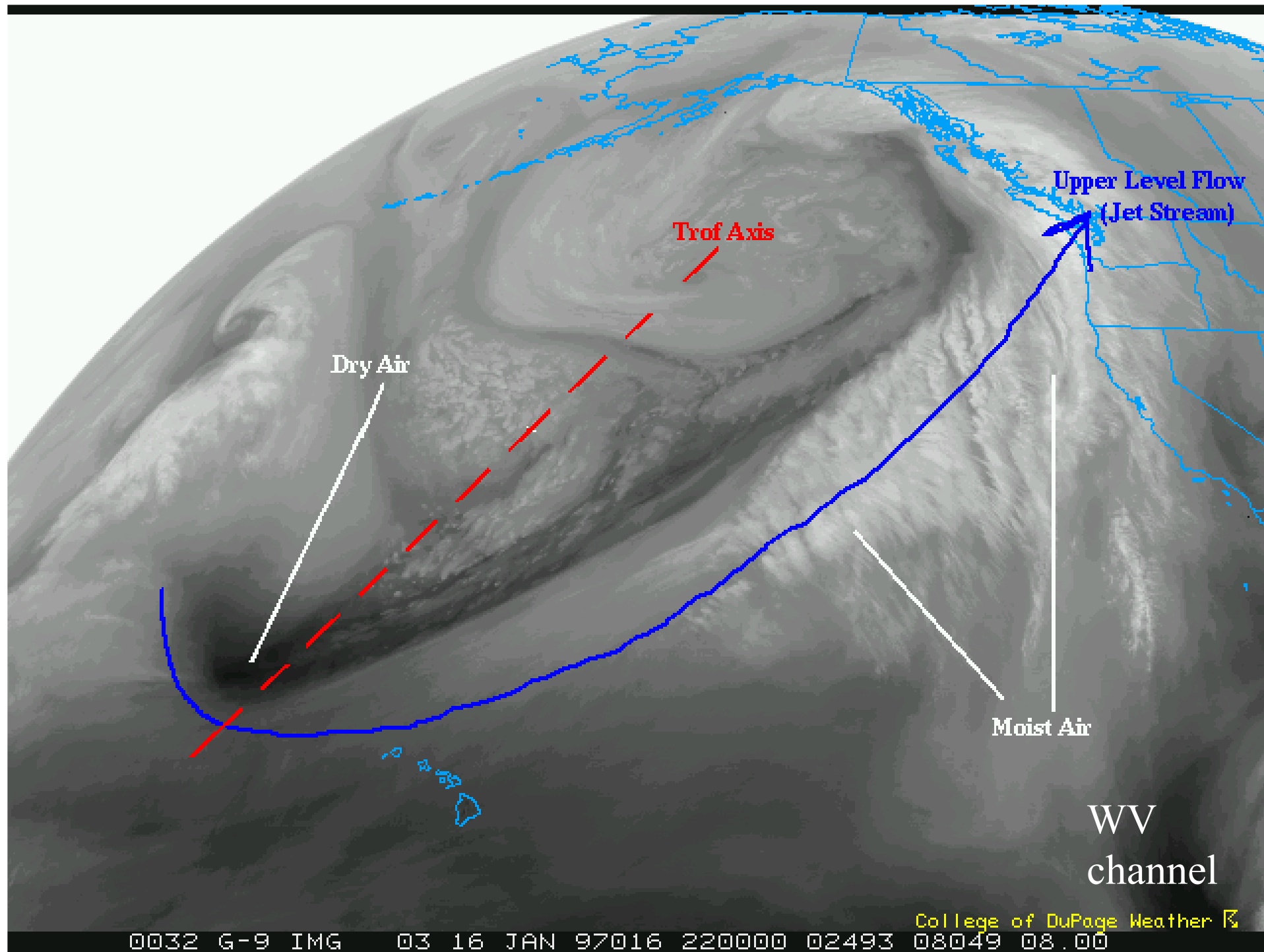
Enhanced Infrared Image — UIUC





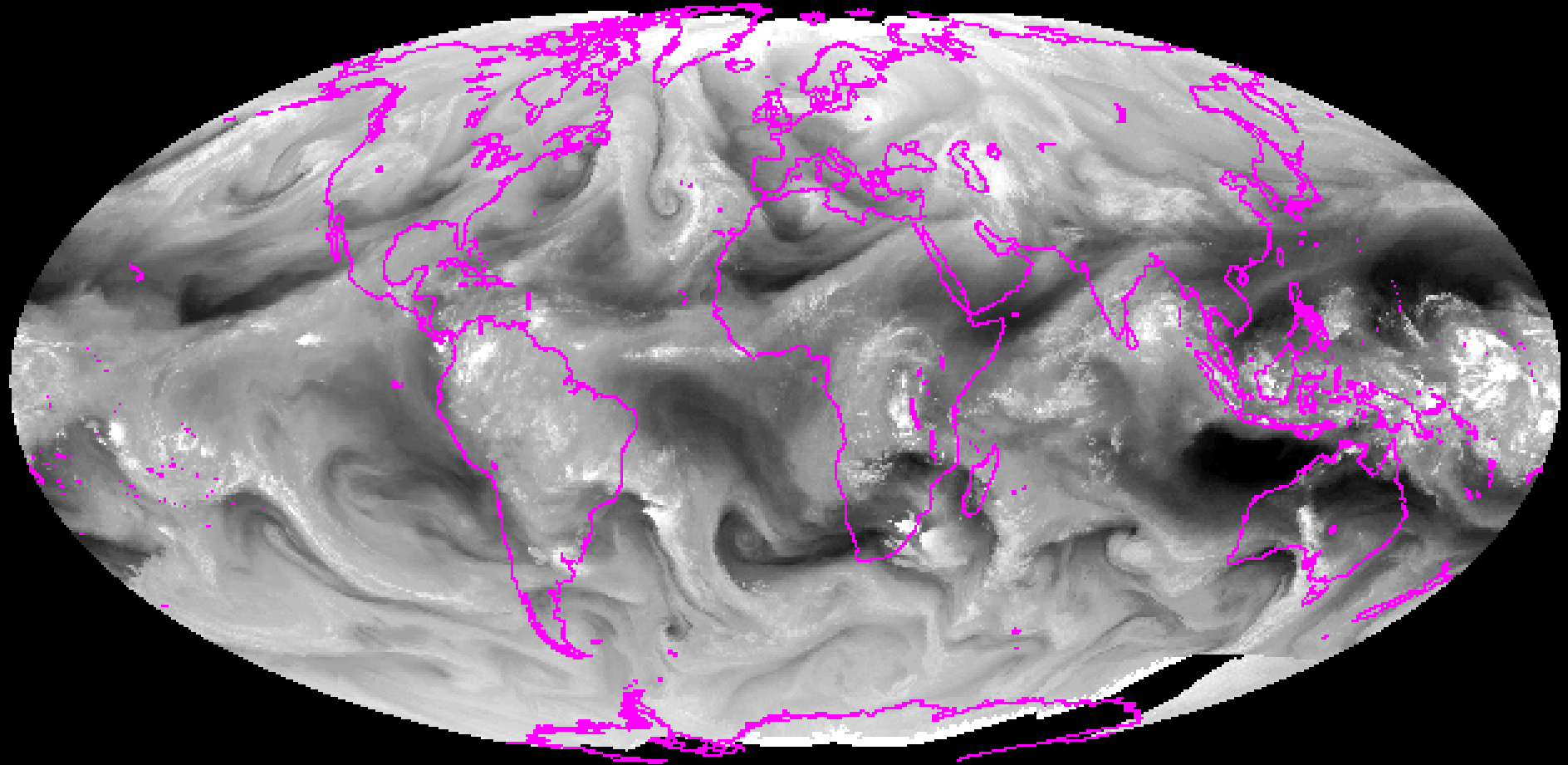






0032 G-9 IMG 03 16 JAN 97 016 220000 02493 08049 08.00

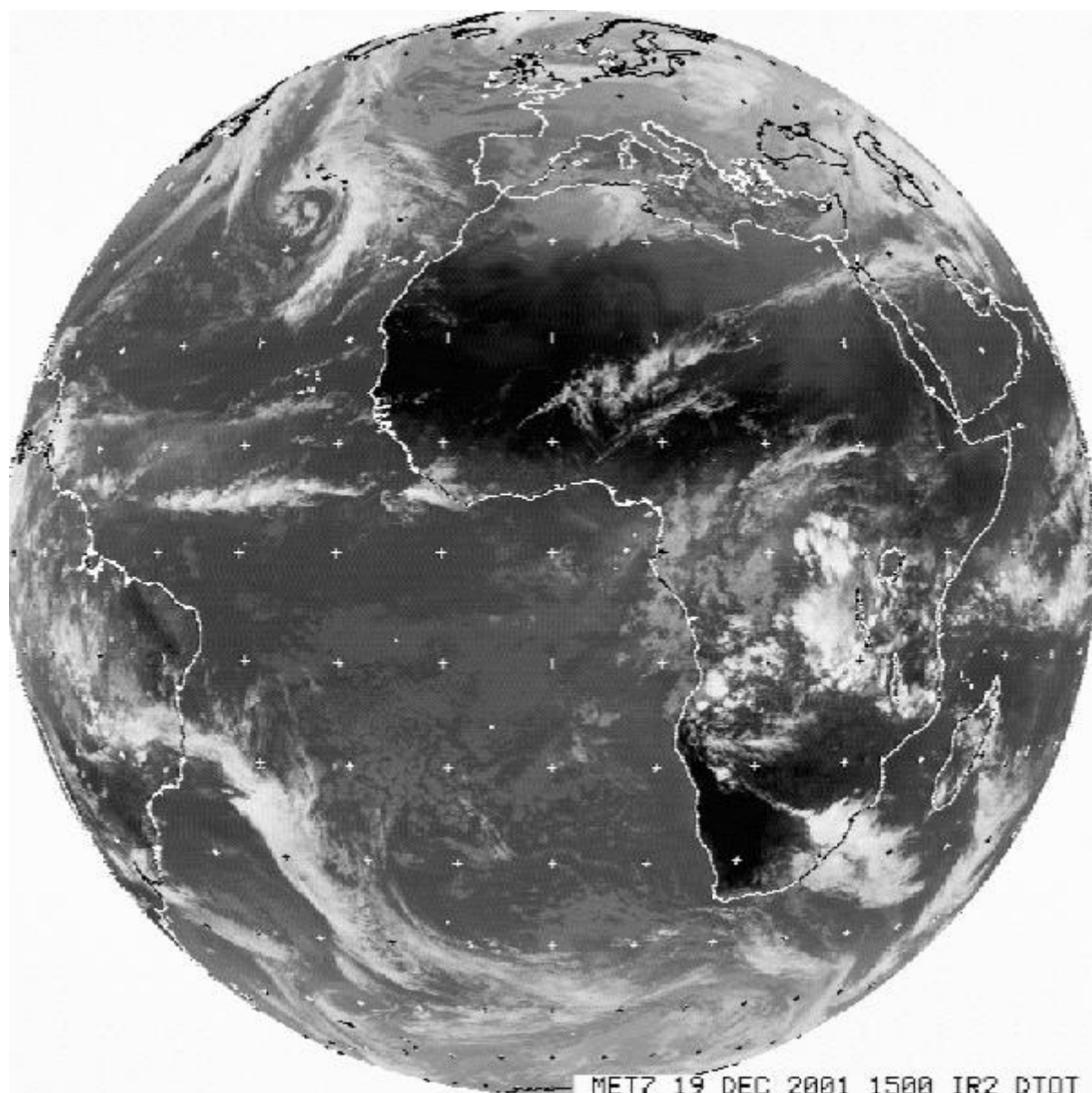
WATERVAPOR COMPOSITE FROM 19 DEC 01 AT 12:00 UTC (SSEC:UW-MADISON)



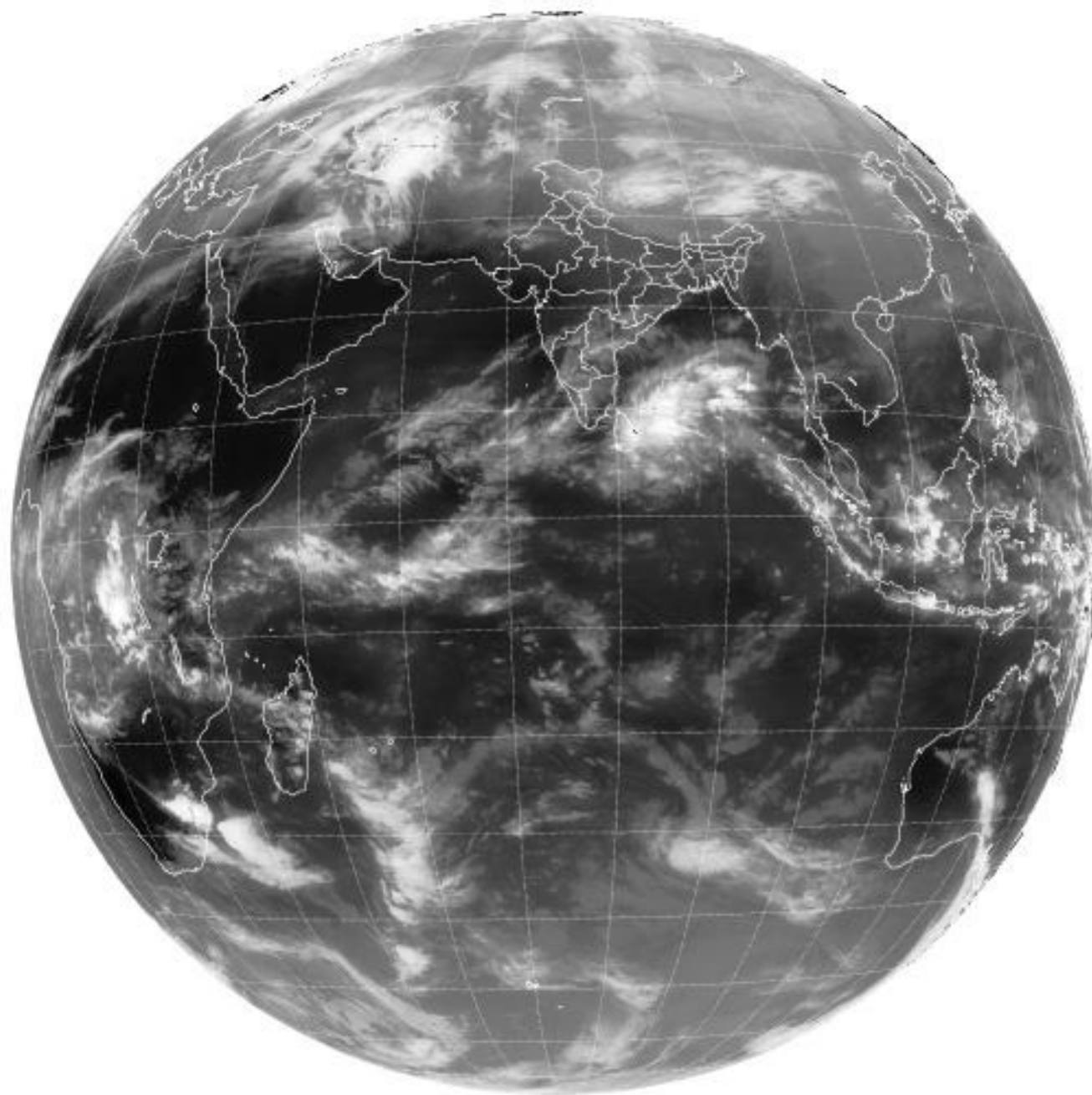
1

2001353 120000

McIDAS



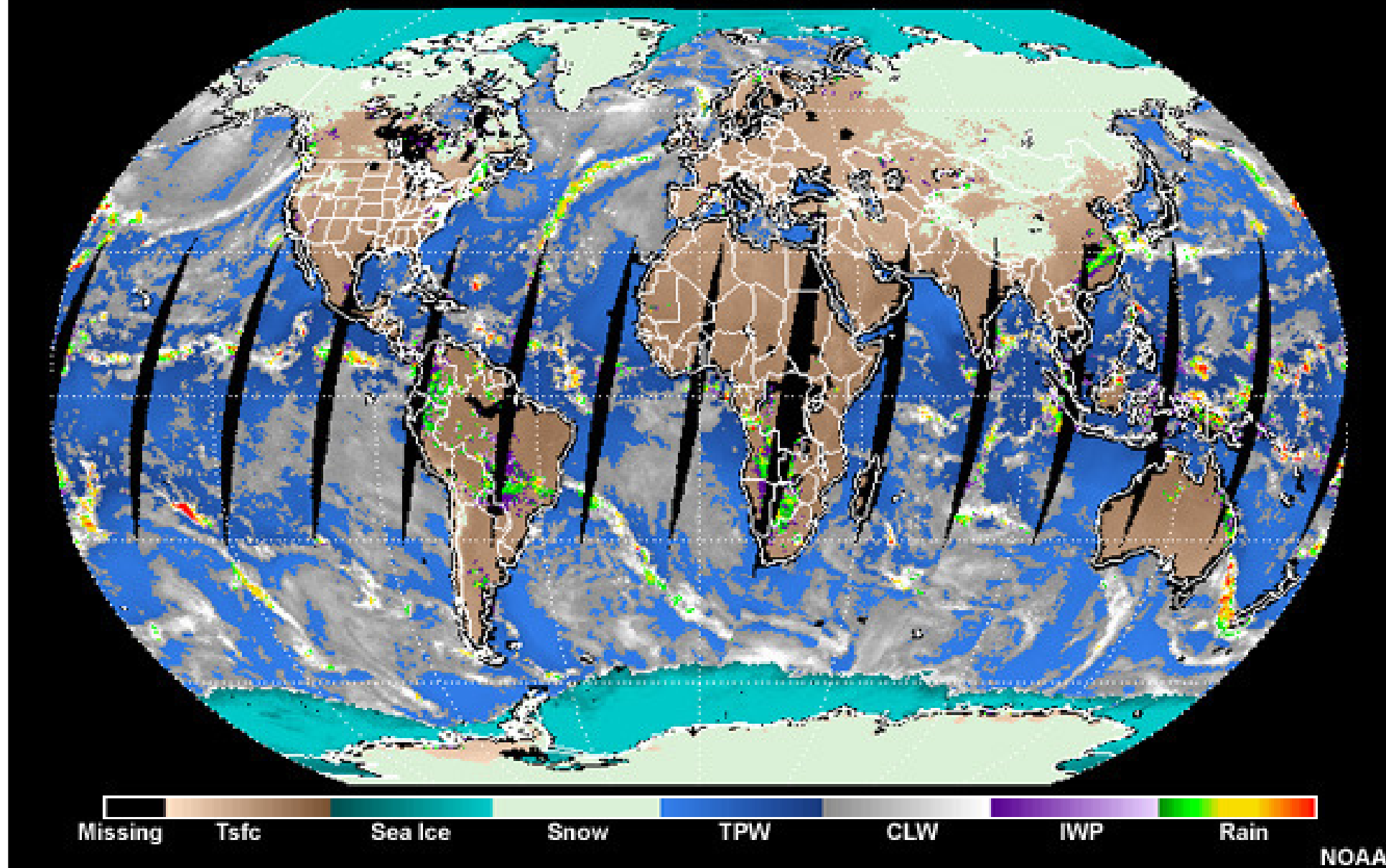
INSAT NOP 19-DEC-01 12:00Z IR BAND INSAT1D IR WINTER ENH
IMDPS IMD NEW DELHI



Πλεονεκτήματα μικροκυματικών δεκτών

- ικανότητα να διεισδύουν στα νέφη, και ως ένα σημείο και στη βροχή δίνοντας λεπτομέρειες για τη δομή της ατμόσφαιρας και των νεφών.
- στην περιοχή του υπέρυθρου = πληροφορίες για την κορυφή των νεφών και τη θερμοκρασία τους. Οι μικροκυματικοί δέκτες όμως δίνουν πληροφορία για το είδος των υδρομετεώρων εντός των νεφών καθώς και για την κατακόρυφη κατανομή τους.
- μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην εκτίμηση της βροχόπτωσης τόσο πάνω από ηπειρωτικές όσο και πάνω από θαλάσσιες επιφάνειες.
- δίνουν παρατηρήσεις καθόλη τη διάρκεια της ημέρας, σε όλες τις συνθήκες σε όλο τον πλανήτη

AMSU Product Composite 10 Nov 2005



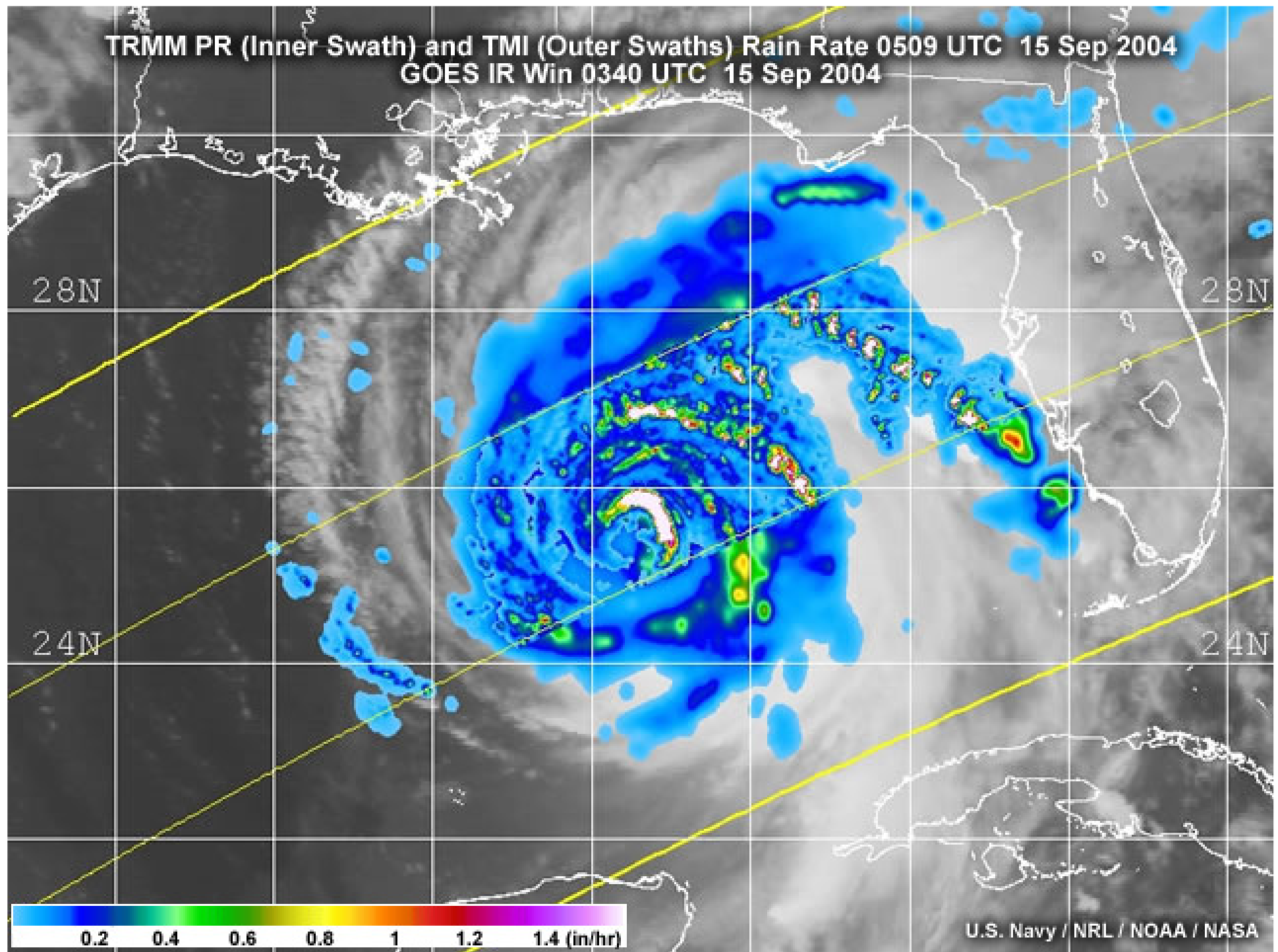
TPW: total precipitable water, CLW: cloud liquid water; IWP: ice water path

Πλεονεκτήματα μικροκυματικών δεκτών

■ το χρώμα στην ορατή και την υπέρυθρη περιοχή, εξαρτάται κατά κύριο λόγο από μοριακά χαρακτηριστικά της πηγής εκπομπής, ενώ το χρώμα στην περιοχή των μικροκυμάτων είναι αποτέλεσμα των γεωμετρικών και διηλεκτρικών ιδιοτήτων της επιφάνειας ή του όγκου που μελετάται.

■ Η ταυτόχρονη χρήση μικροκυμάτων, ορατής και υπέρυθρης ακτινοβολίας μπορεί να δώσει μια ολοκληρωμένη πληροφορία για τα νεφικά συστήματα.

TRMM PR (Inner Swath) and TMI (Outer Swaths) Rain Rate 0509 UTC 15 Sep 2004
GOES IR Win 0340 UTC 15 Sep 2004



Μικροκυματική τηλεπισκόπηση

Υπάρχουν δύο είδη αισθητήρων που λειτουργούν στην περιοχή των μικροκυμάτων:

(α) Ο τύπος των *ενεργών αισθητήρων*, ανιχνεύει το ανακλώμενο τμήμα του εκπεμπόμενου μικροκυματικού σήματος (χρησιμοποιείται πομποδέκτης όπως π.χ. στα ραντάρ). Στην περίπτωση των ενεργών αισθητήρων οι πληροφορίες παρέχονται από τη συσχέτιση της ανιχνευόμενης ισχύος, των χαρακτηριστικών της κεραίας και των φυσικών χαρακτηριστικών του προς παρατήρηση αντικειμένου.

(β) Ο τύπος των *παθητικών αισθητήρων* ανιχνεύει την μικροκυματική ακτινοβολία που εκπέμπουν τα αντικείμενα (χρησιμοποιείται μόνο δέκτης). Στην περίπτωση των παθητικών αισθητήρων, τα χαρακτηριστικά ενός αντικειμένου προκύπτουν από τη σχέση μεταξύ της λαμβανομένης ισχύος και των χαρακτηριστικών του αντικειμένου όπως η εξασθένιση ή χαρακτηριστικά της ακτινοβολίας.

Passive Microwave Remote Sensing	Active Microwave Remote Sensing
AMSU-A & -B, MHS, AMSR-E, SSM/I/T1/T2, SSMIS, TRMM-TMI, WindSat, NPOESS MIS*, and ATMS	QuikSCAT, TRMM-PR, RADARSAT, MetOp ASCAT, CloudSat, U.S. Navy GFO, Jason-1 and 2, ERS-2 SCAT & SAR, Envisat ASAR, and RA-2
Μετρούν εκπεμπόμενη μικροκυματική ενέργεια από επίγειες πηγές	Εκπέμπουν και λαμβάνουν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια
Πληροφορίες για νέφη και βροχή από διάφορα στρώματα	Πληροφορίες για νέφη και βροχή από συγκεκριμένα στρώματα
Άνεμος επιφανείας θάλασσας, αλατότητα	Άνεμος επιφανείας θάλασσας, αλατότητα
Βροχόπτωση (ρυθμός)	Βροχόπτωση (ρυθμός)
Ιδιότητες νεφών (μικροφυσικές, βάση και κορυφή νέφους)	Ιδιότητες νεφών (μικροφυσικές, βάση και κορυφή νέφους)
Προφίλ θερμοκρασίας και υγρασίας	
Κάλυψη από χιόνι και πάγο	Κάλυψη από χιόνι και πάγο
Χαρακτηριστικά χιονοκάλυψης	Χαρακτηριστικά χιονοκάλυψης
Εδαφική και επιφανειακή υγρασία	Εδαφική και επιφανειακή υγρασία
	Φυτοκάλυψη, βιομάζα, χρήση γής, τραχύτητα, τοπογραφία (SAR, SCAT, ASCAT, RADARSAT)
Θερμοκρασία επιφανείας θάλασσας	Τοπογραφία επιφανείας ωκεανών, κατάσταση επιφανείας θάλασσας, μεταφορά και αποθήκευση θερμότητας (radar altimeters).

Evolution of Passive Microwave Sensors

Sensor	Characteristic							
	Operating Period	Type	Scan Strategy	No. of Channels	Frequencies (GHz)	Resolution FOV's (km)**	Swath Width (km)	
	SMMR	1978 - 1997	imager	conical	10	6.6 - 37	22 - 122	780
	MSU	1978 - present	sounder	cross-track	5	50.3 - 57.95	110 - 200	2000
	SSM/I SSM/T1 SSM/T2	1978 - present	imager sounder sounder	conical cross-track cross-track	7 7 5	19.35 - 85 50.5 - 59.4 92 - 183	15 - 69 SSM/T1 (SSM/T2) 174 (48 - 120) at nadir 309 (85 - 213) at limb	1400
	TMI	1997 - present	imager	conical	9	10.65 - 85.5	5 - 50	780
	AMSU	1998 - 2020 ¹	sounder	cross-track	20	50 - 183	AMSU-A (AMSU-B) 45 (15) at nadir 150 (50) at limb	2200
	AMSR-E	2002 - present	imager	conical	14	6.9 - 89	5 - 50	1600
	SSMIS	2004 - 2015 ¹	imager & sounder	conical	24	19 - 183	12 - 55	1700
	WindSat	2003 - present	imager	conical	22	6.8 - 37 ²	11 - 55	1025
	CMIS ³	future NPOESS	imager & sounder	conical	83	6.6 - 183	11 - 50	1700
	ATMS	future NPP & NPOESS	sounder	cross-track	22	24 - 183	16 - 75 at nadir 68 - 323 at limb	2300

**Sensor resolution is proportional to frequency

¹ Projected dates

² WindSat channels at 10.7, 18.7, 37 GHz are fully polarimetric

³ CMIS:

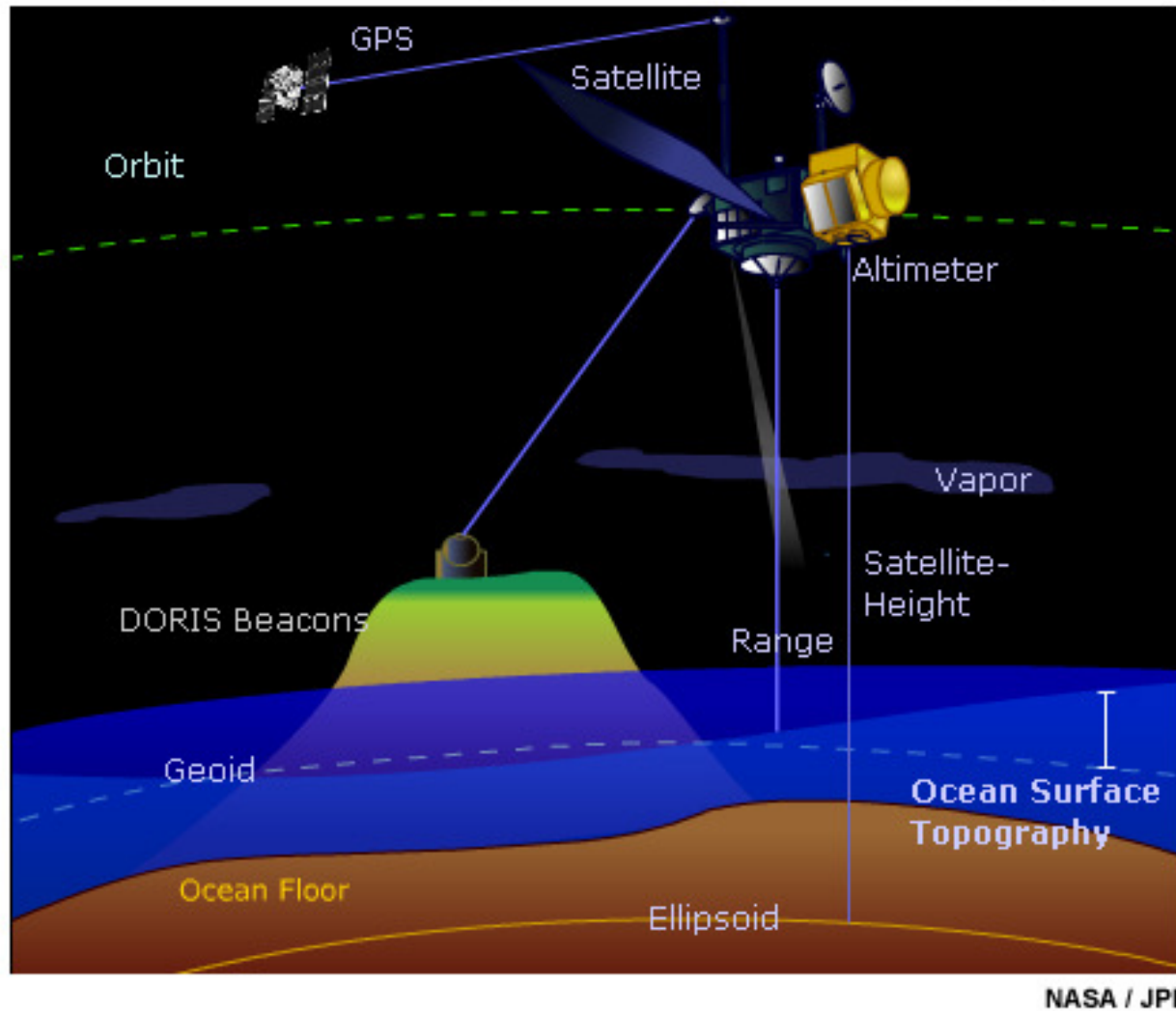
- Channel at 18 GHz is fully polarimetric
- Reflector diameter 3.5 times larger than TMI
- Longer period of performance - 7 versus 3 years for previous sensors

Sensor includes fully polarimetric channels

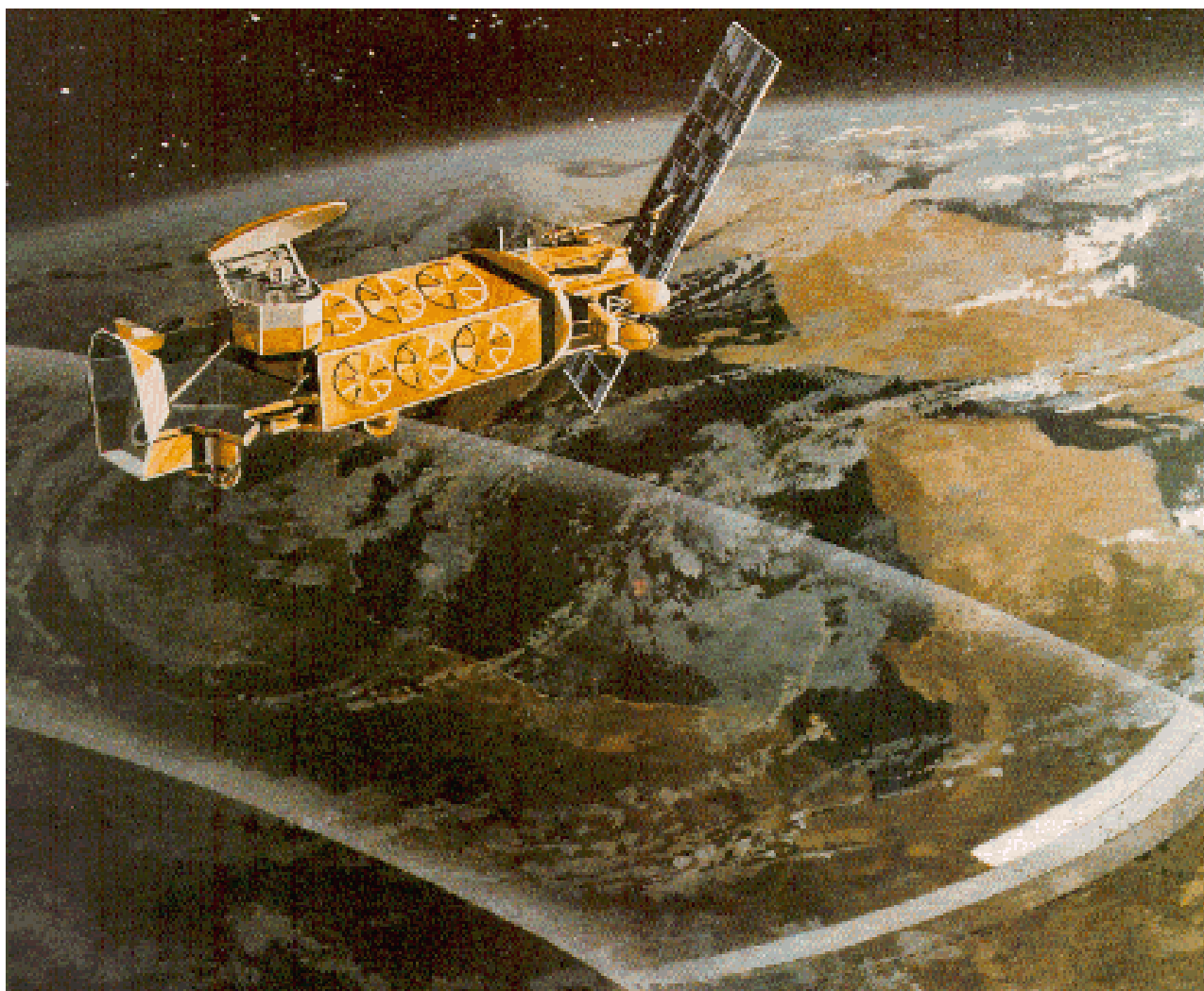
Sensor includes dual polarimetric channels

FOV: Field of view

Microwave Altimetry and Ocean Surface Topography

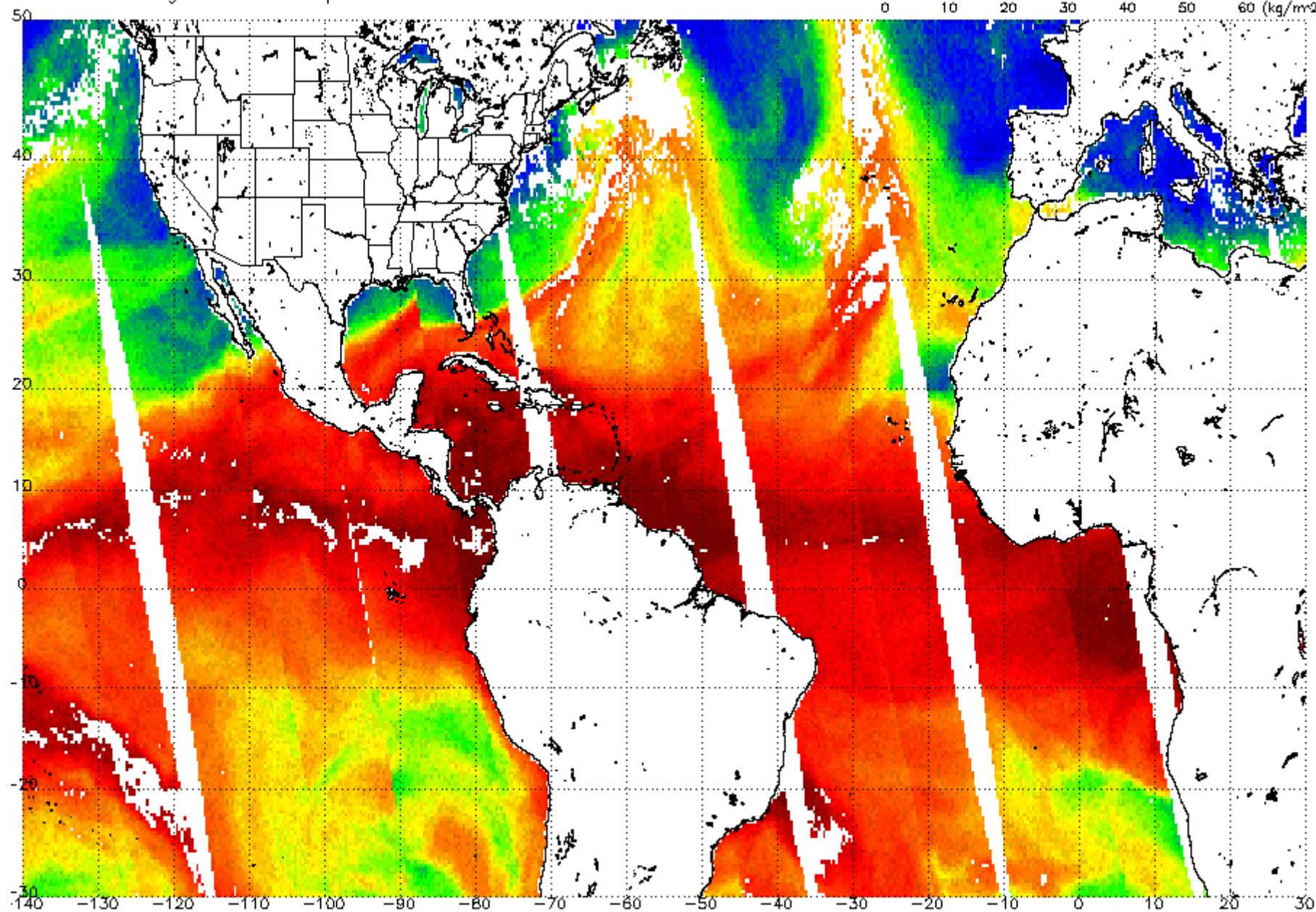
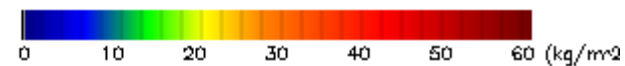


Radar altimeters : όργανα ενεργής τηλεπισκόπησης, μετρούν ύψος επιφανείας ξηράς και θάλασσας , κατάσταση θάλασσας και άλλες ωκεανογραφικές ιδιότητες.



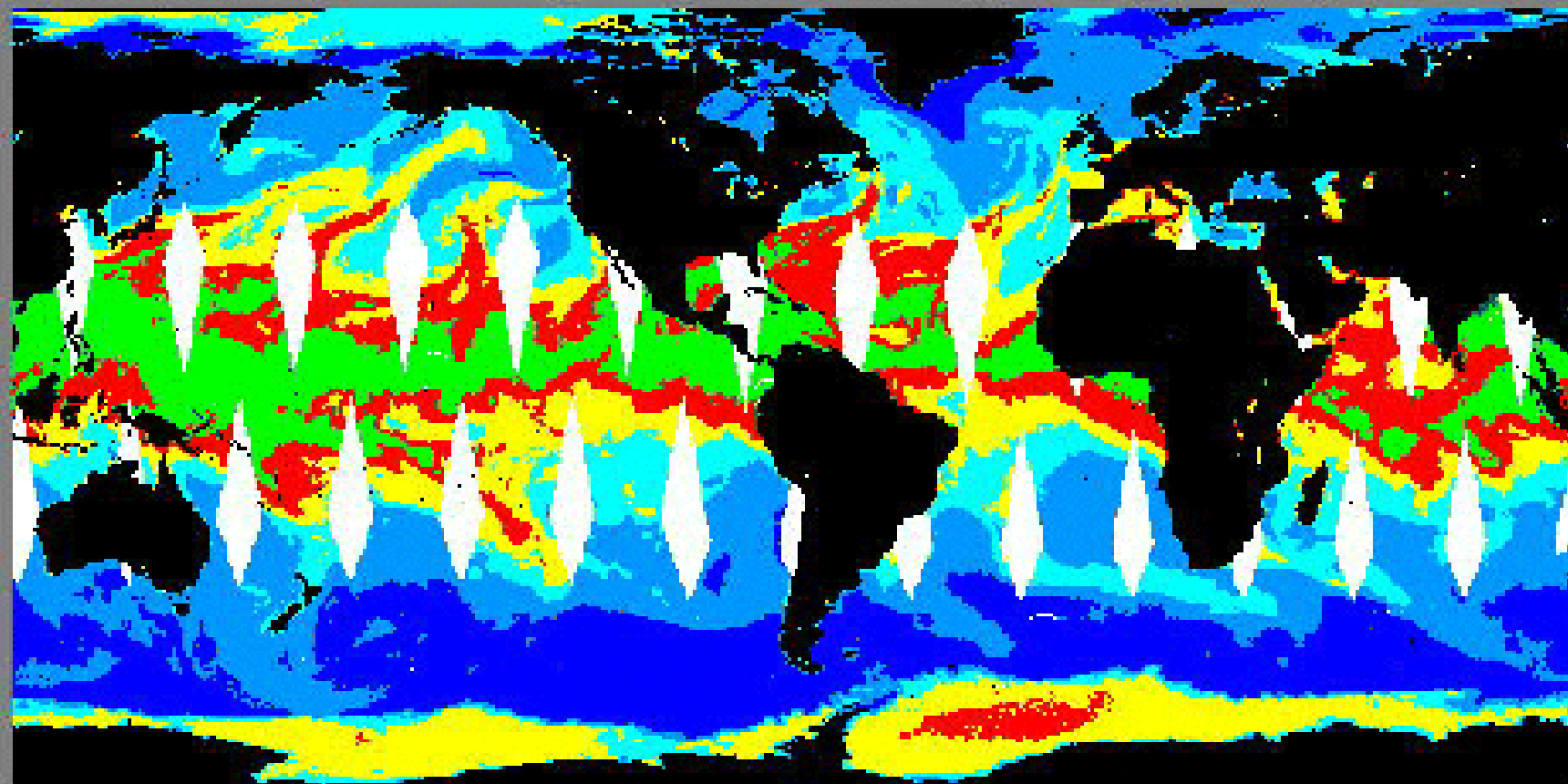
SSMI

Ascending SSML Water Vapor Date: 011218



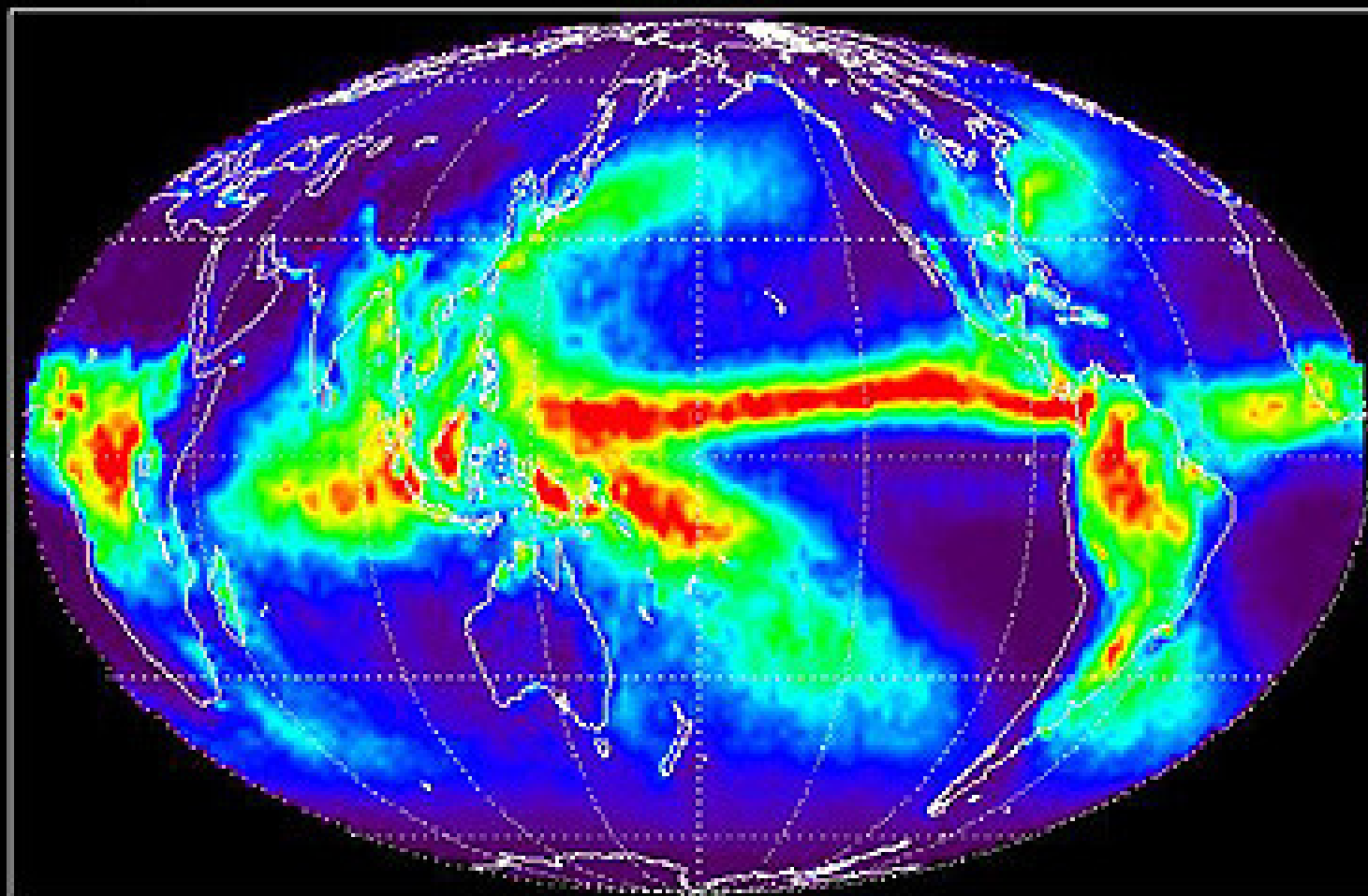
SSM/I Total Precipitable Water (g/cm²)

9/3 1987



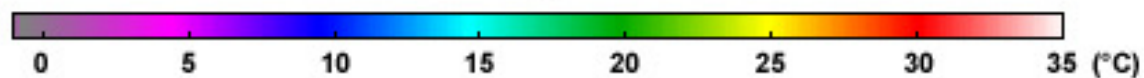
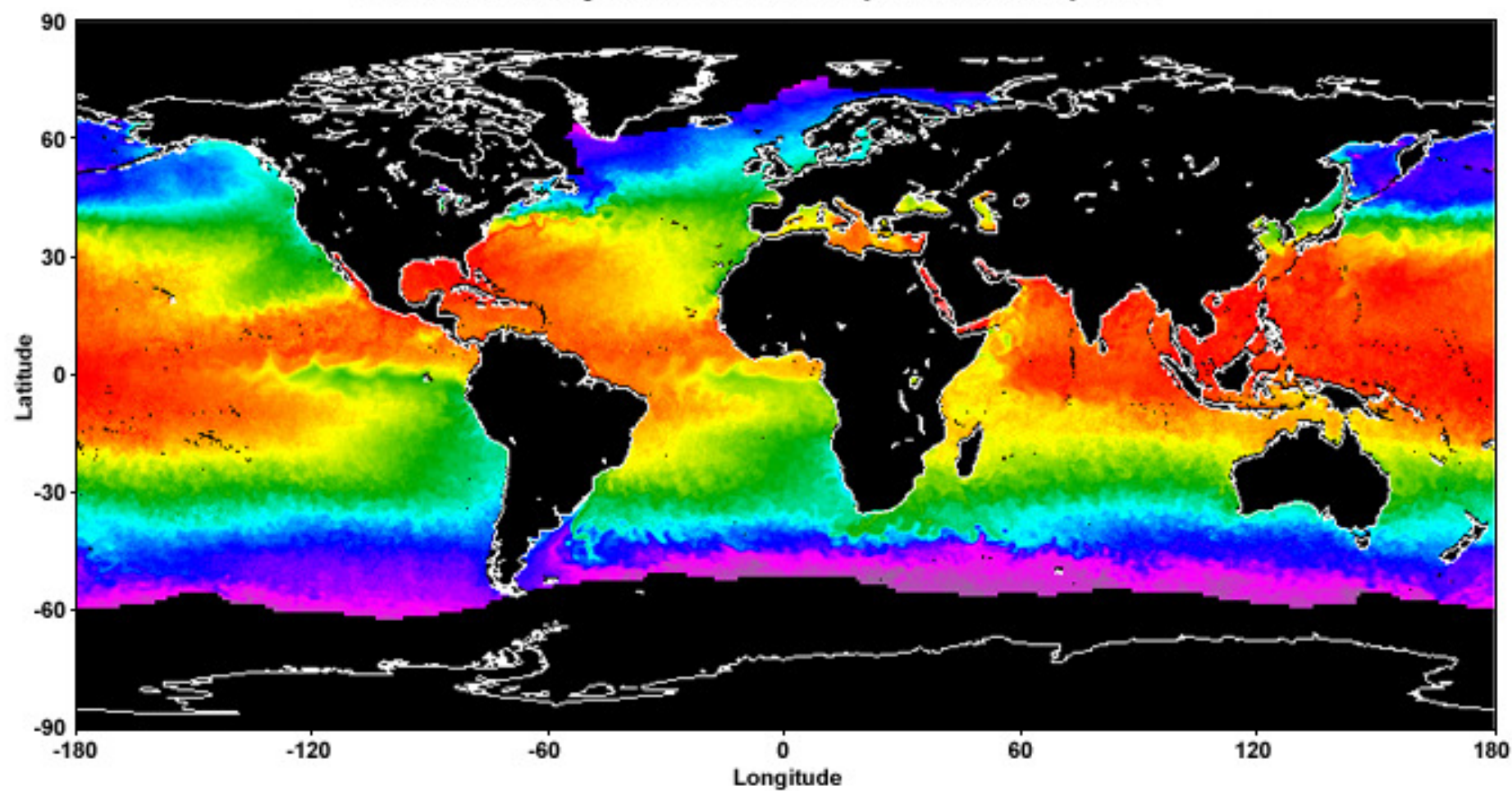
Red:0-1 Orange:1-2 Yellow:2-3 Cyan:3-4 Blue:4-5 Green:5-6
Dark Green:>6 Black:land

SSM/I DERIVED GLOBAL ANNUAL RAINFALL



0 500 1000 1500 2000 2500 3000 3500 (mm/year)

AMSR-E Weekly Sea Surface Temperature Composite

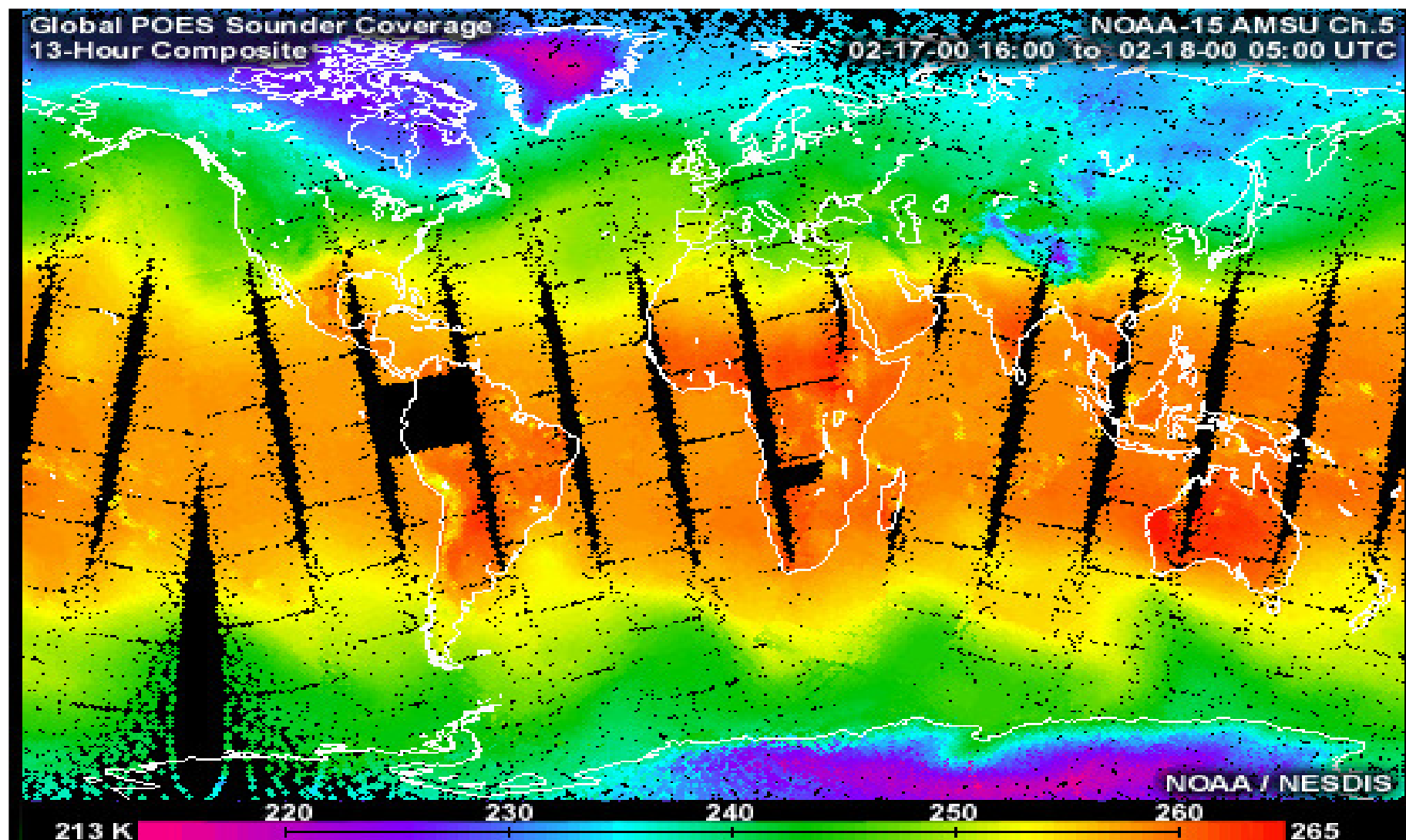


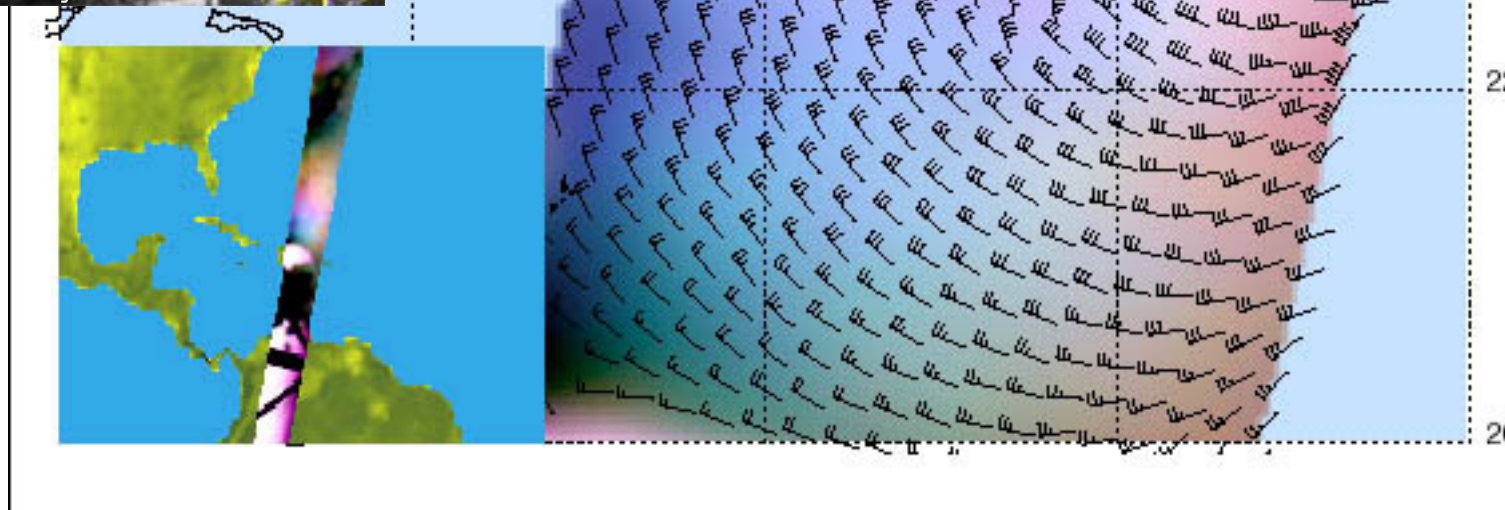
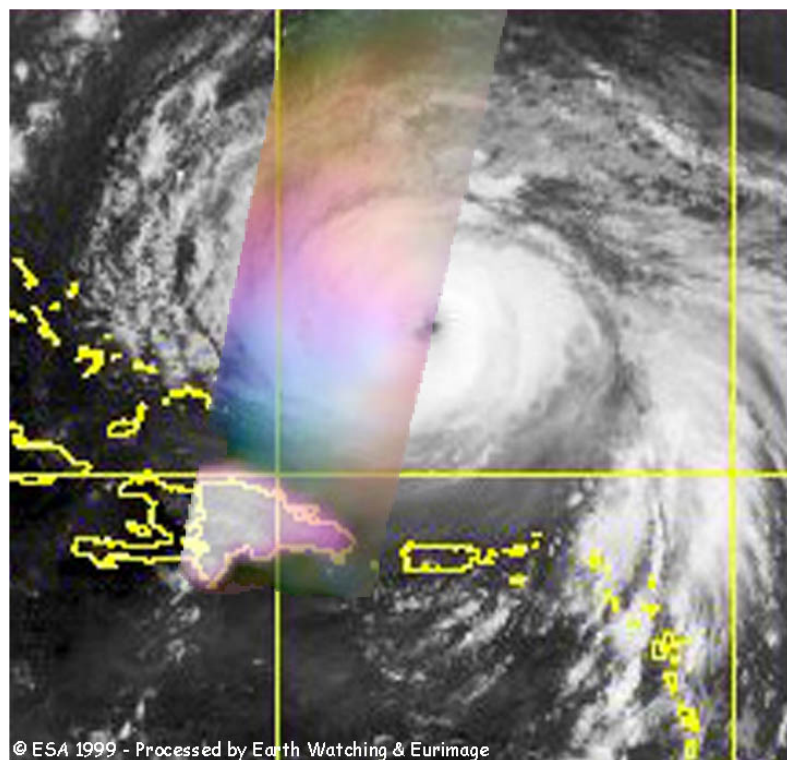
NASA / NSIDC

Global POES Sounder Coverage
13-Hour Composite

NOAA-15 AMSU Ch.5

02-17-00 16:00 to 02-18-00 05:00 UTC

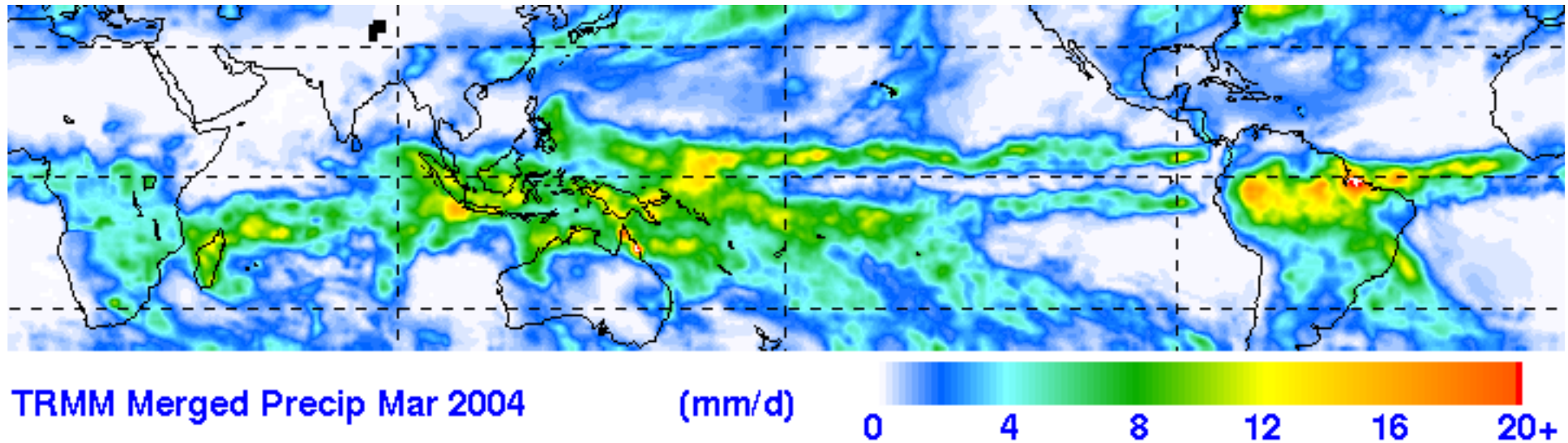




ERS scatterometer: Άνεμος επιφανείας

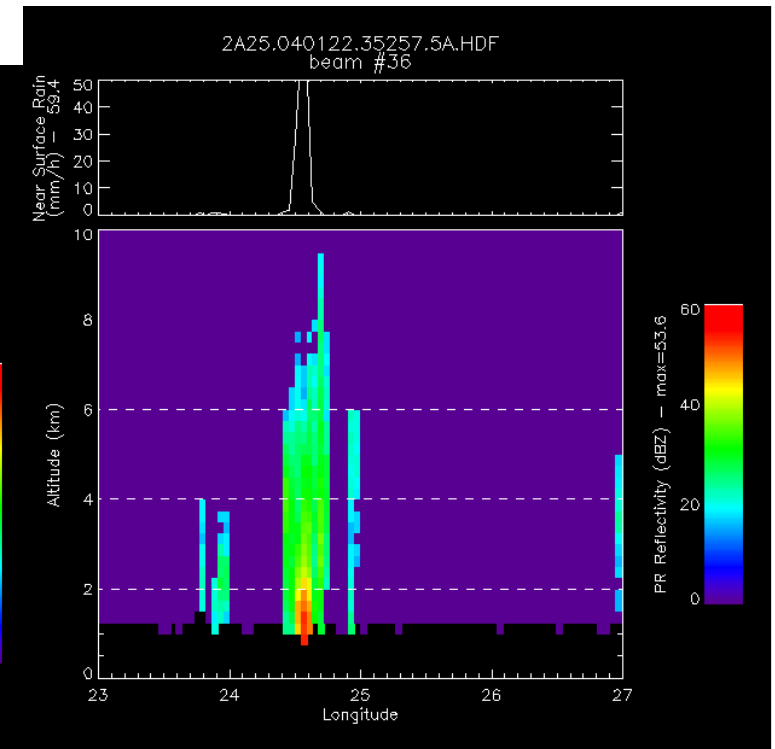
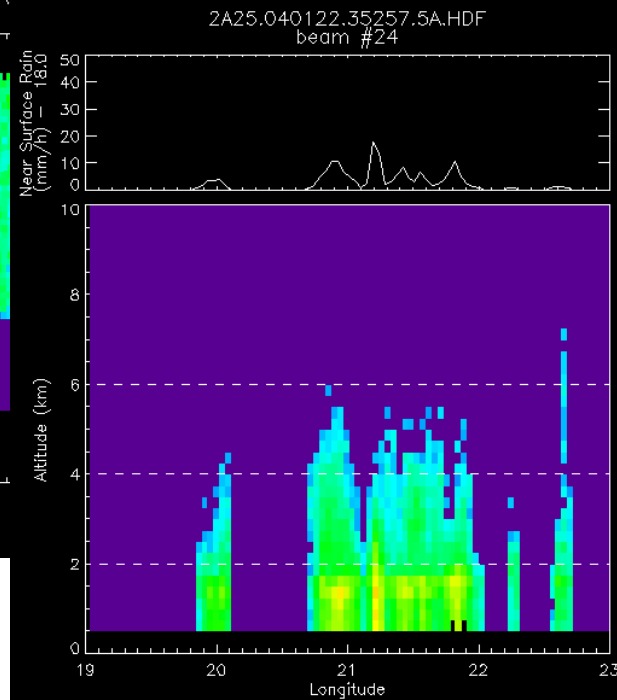
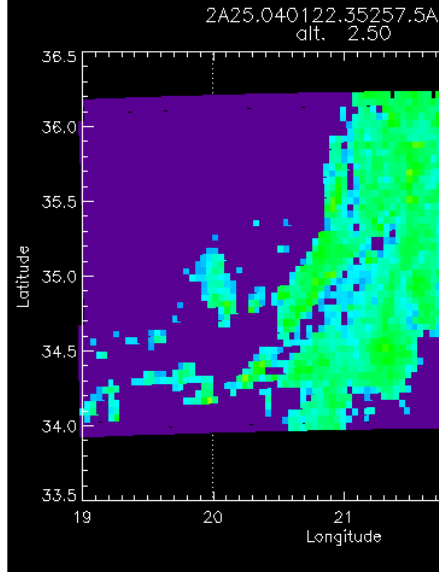
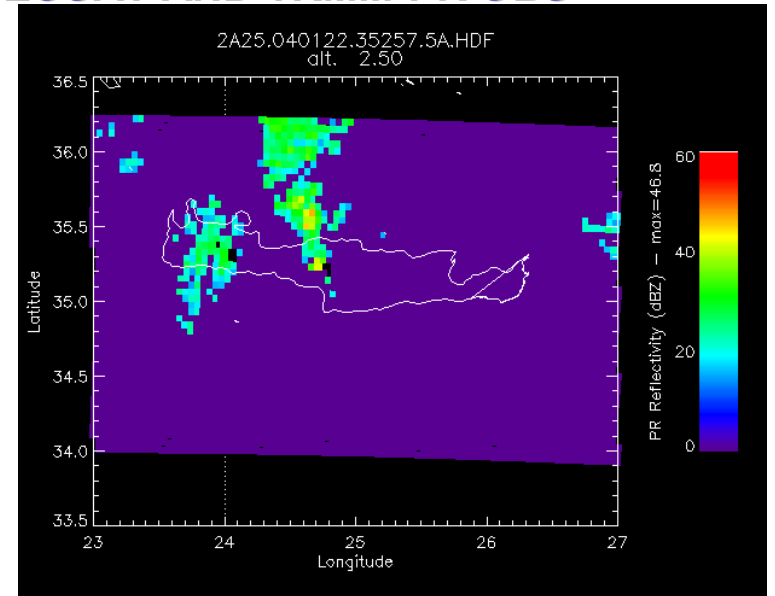
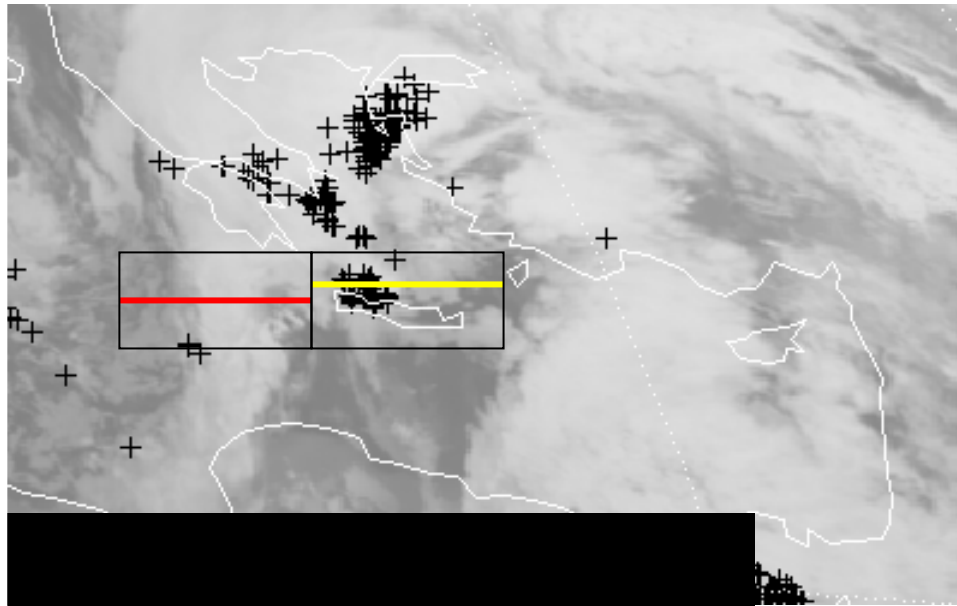
GOES infrared

TRMM – Tropical Rainfall Measurement Mission

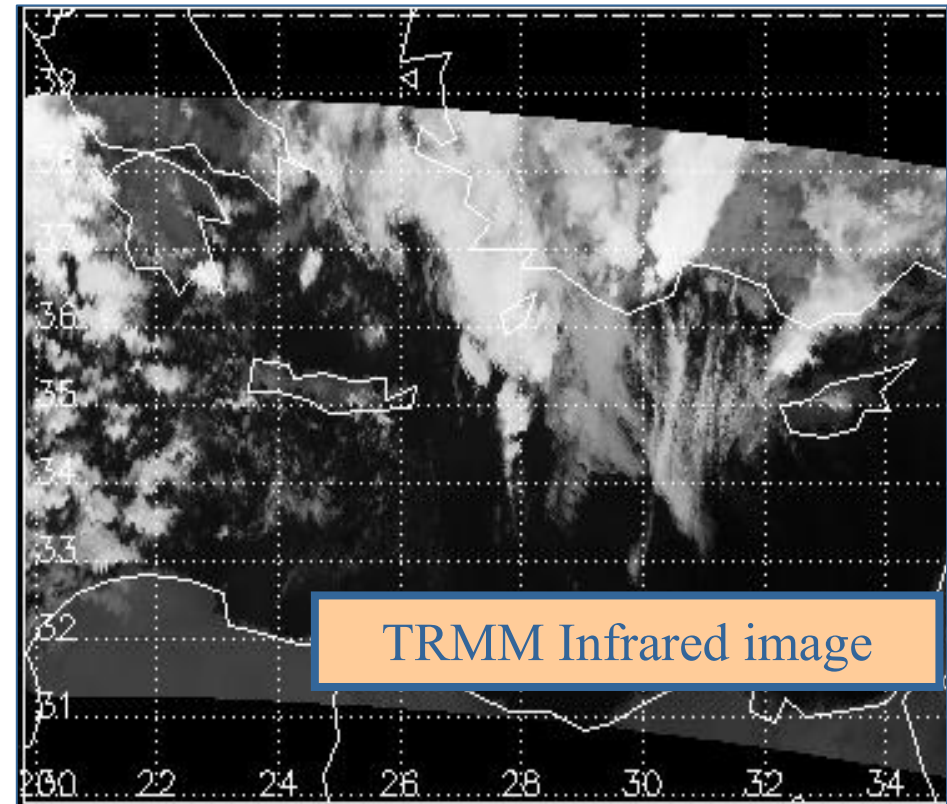
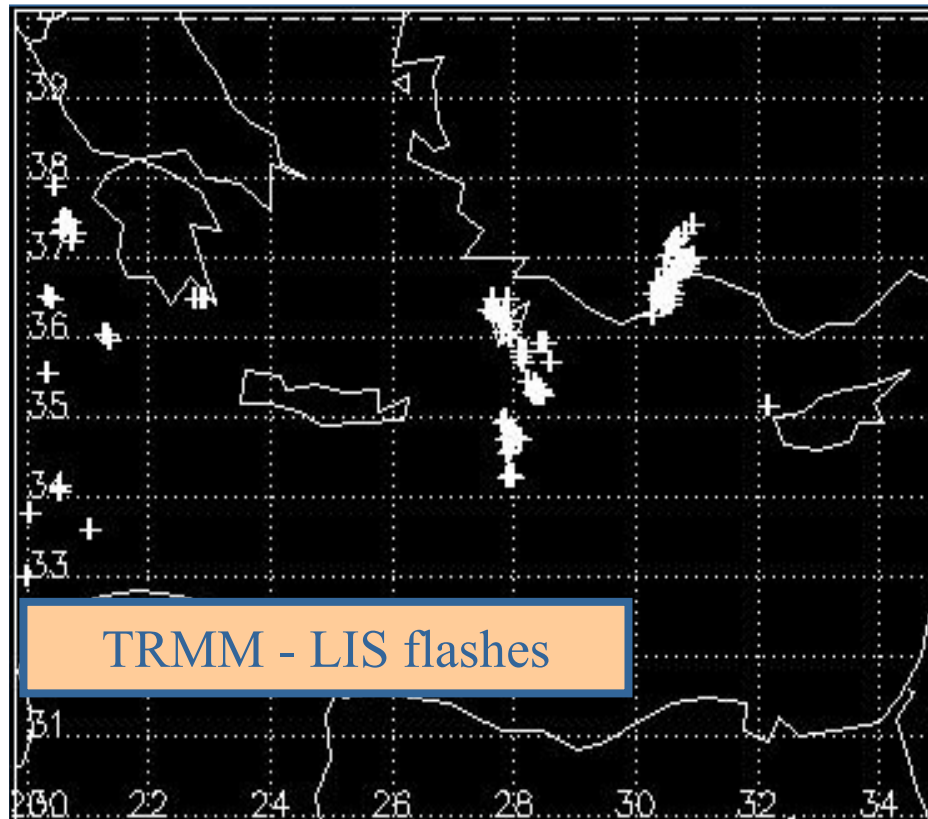


Η εκτίμηση της βροχής βασίζεται σε μετρήσεις του TRMM Microwave Imager, δεδομένα από γεωστάσιμους δορυφόρους στο υπέρυθρο (IR), και δεδομένα βροχομέτρων.

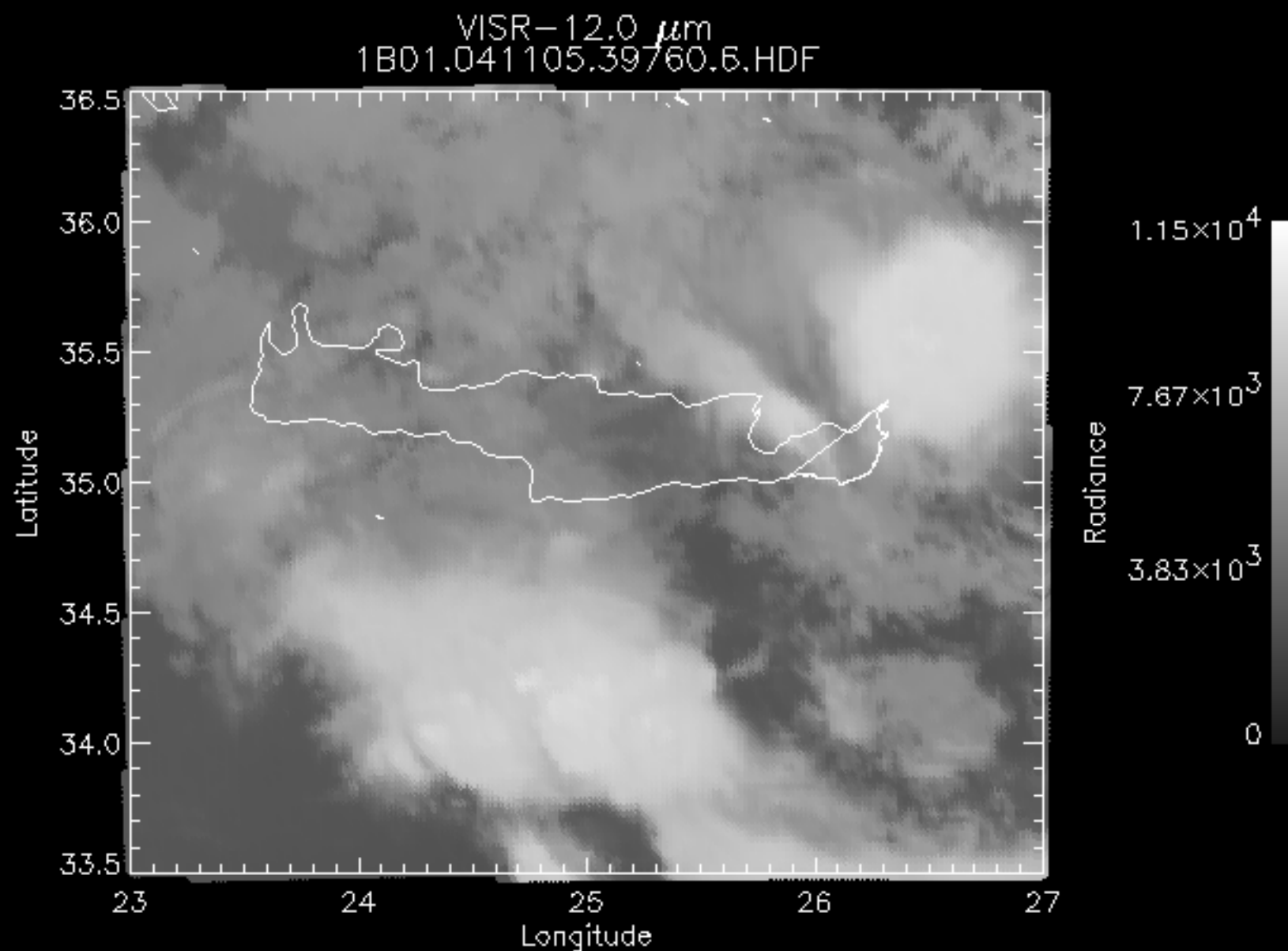
22 JANUARY 2004: 0100 UTC: LIGHTNING, METEOSAT AND TRMM-PR OBS



TRMM ► 1807 UTC on 5 December 2002 – Antalya Storm

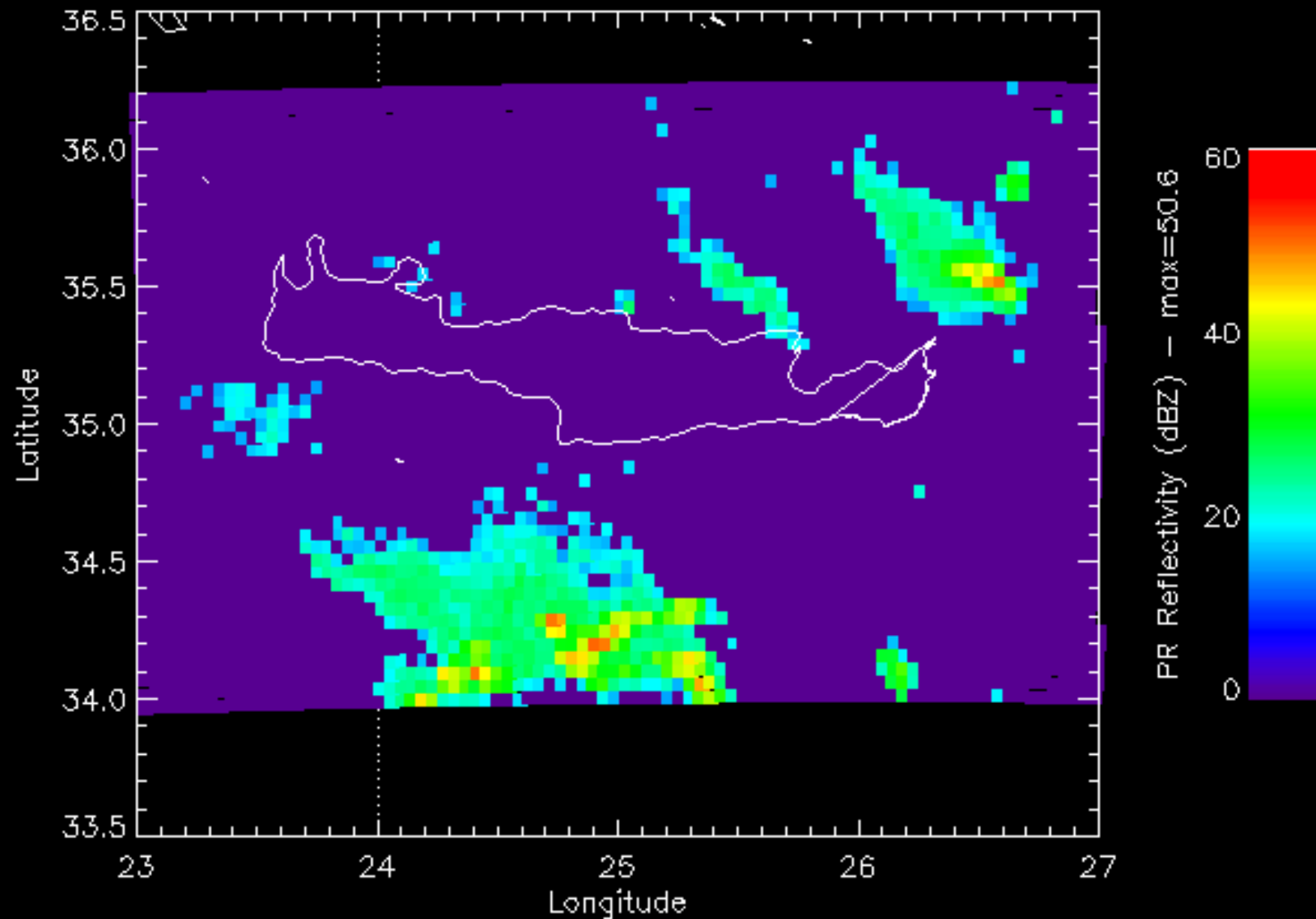


TRMM VIRS Channel 4 - 05/11 @ 22:27

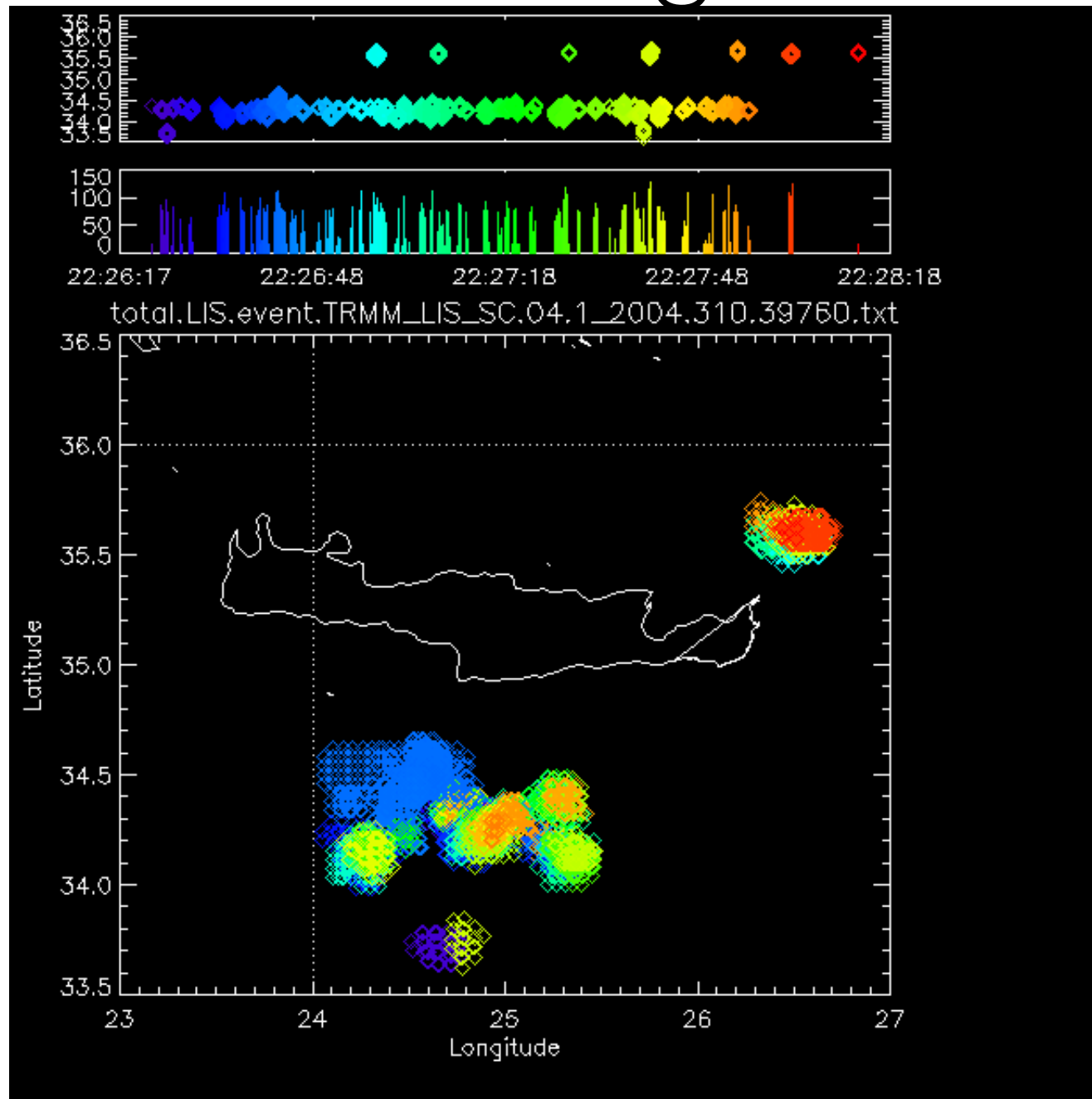


TRMM PR - 05/11 @ 22:27

2A25.041105.39760.6.HDF
alt. 5.00

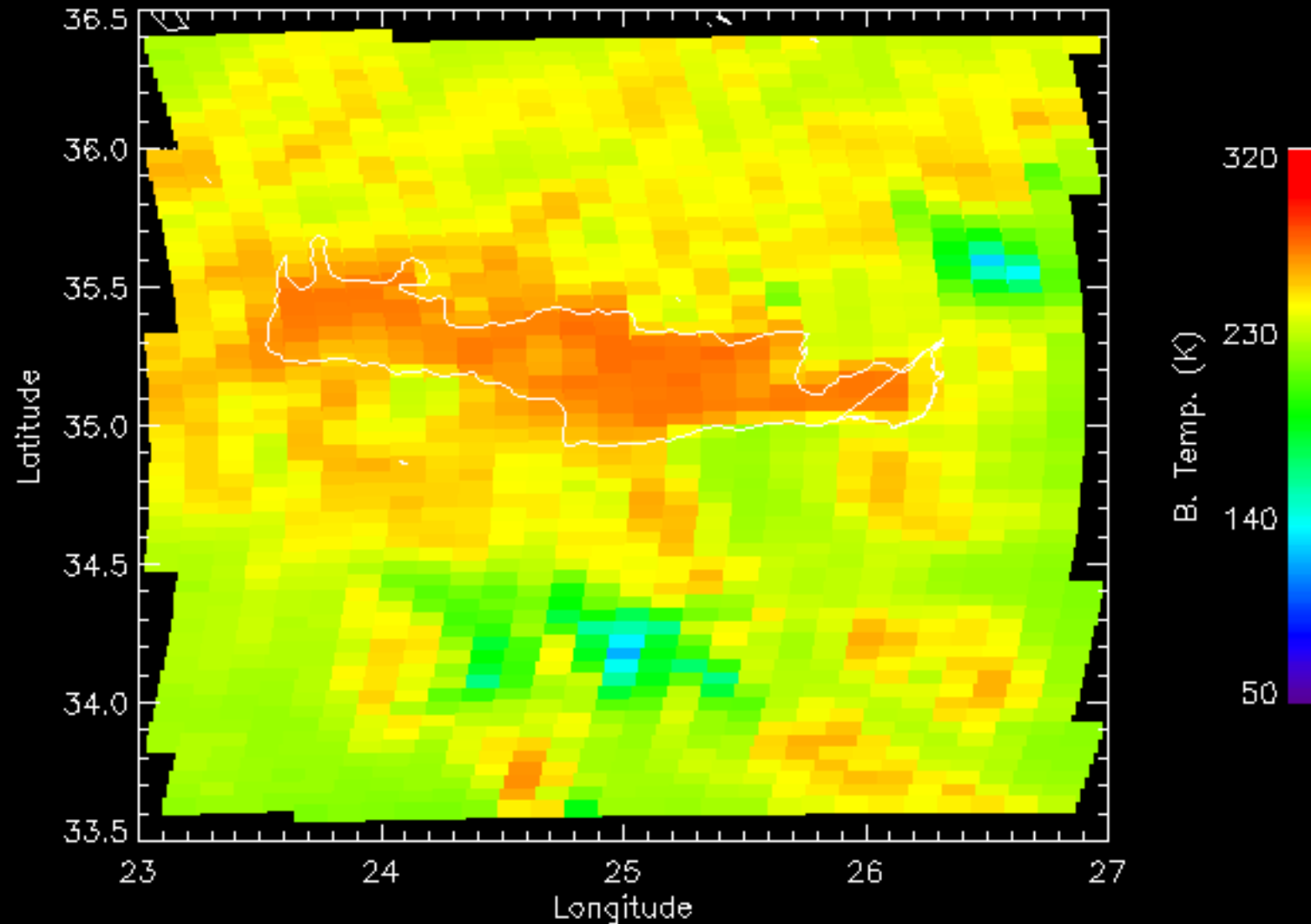


TRMM LIS - 05/11 @ 22:27

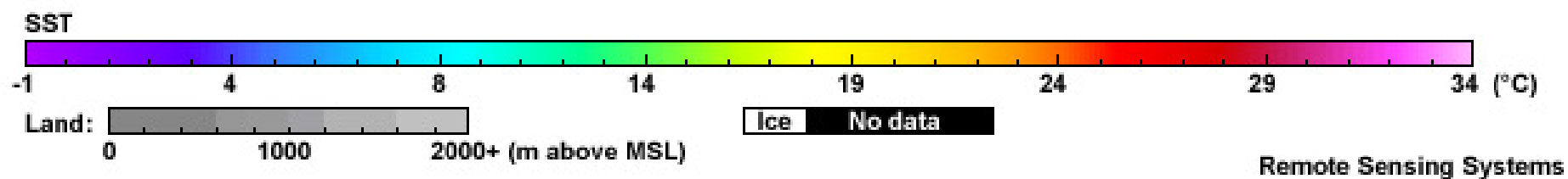
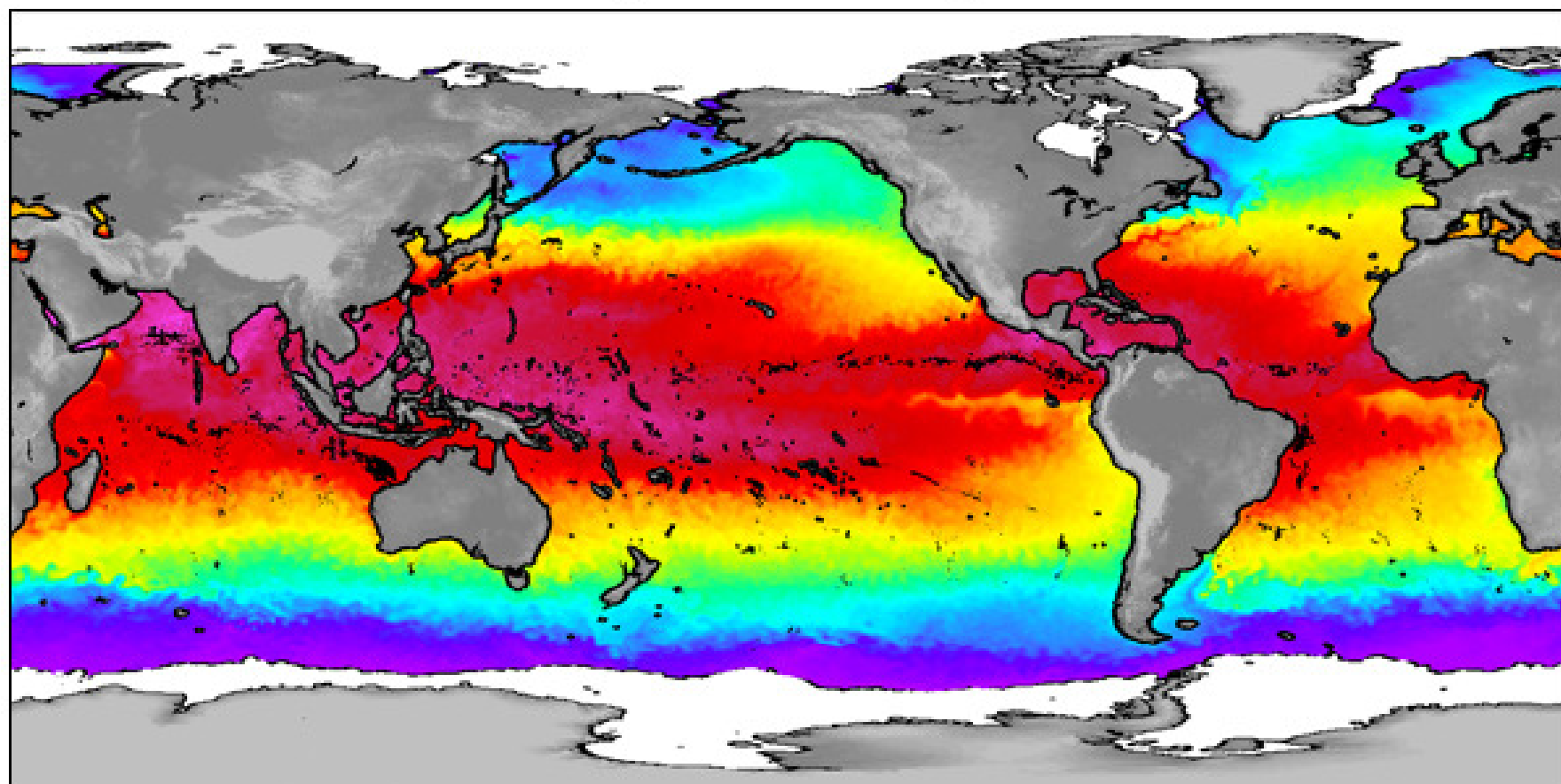


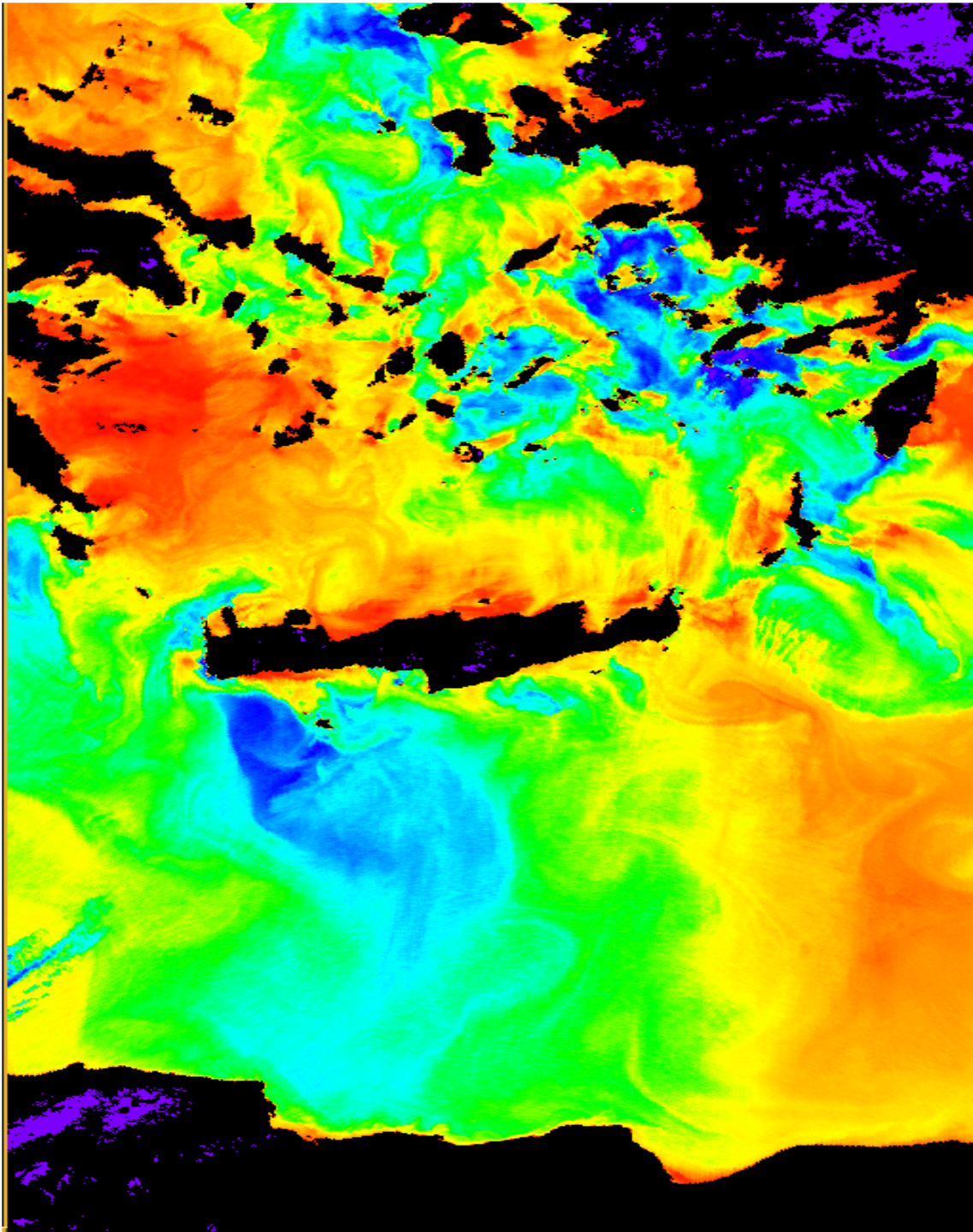
TRMM TMI 85H - 05/11 @ 22:27

TRMM-TMI 85GHz H
1B11.041105.39760.6.HDF



AMSR-E 3-Day Global SST Ending 18 Jun 2005





ATSR-2 (ERS-2) εικόνα της
θερμοκρασίας της θάλασσας
στις 9 Ιουλίου 1996 (9:10
utc). Η θερμοκρασία
κυμαίνεται από 21 C (μπλέ)
ως 26C (κόκκινο).