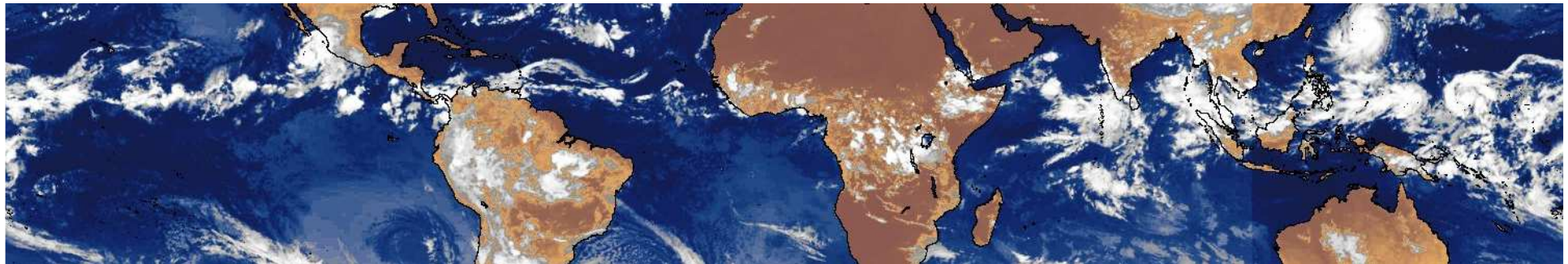
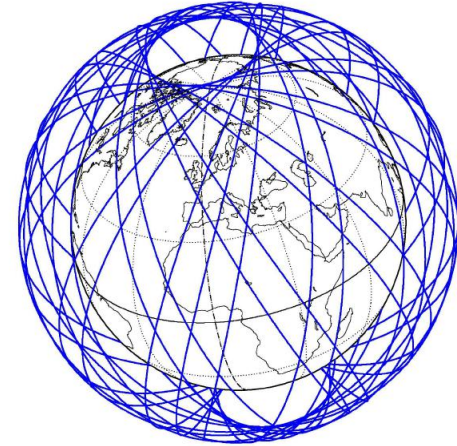


BILAN *RADIATIF* DE LA TERRE



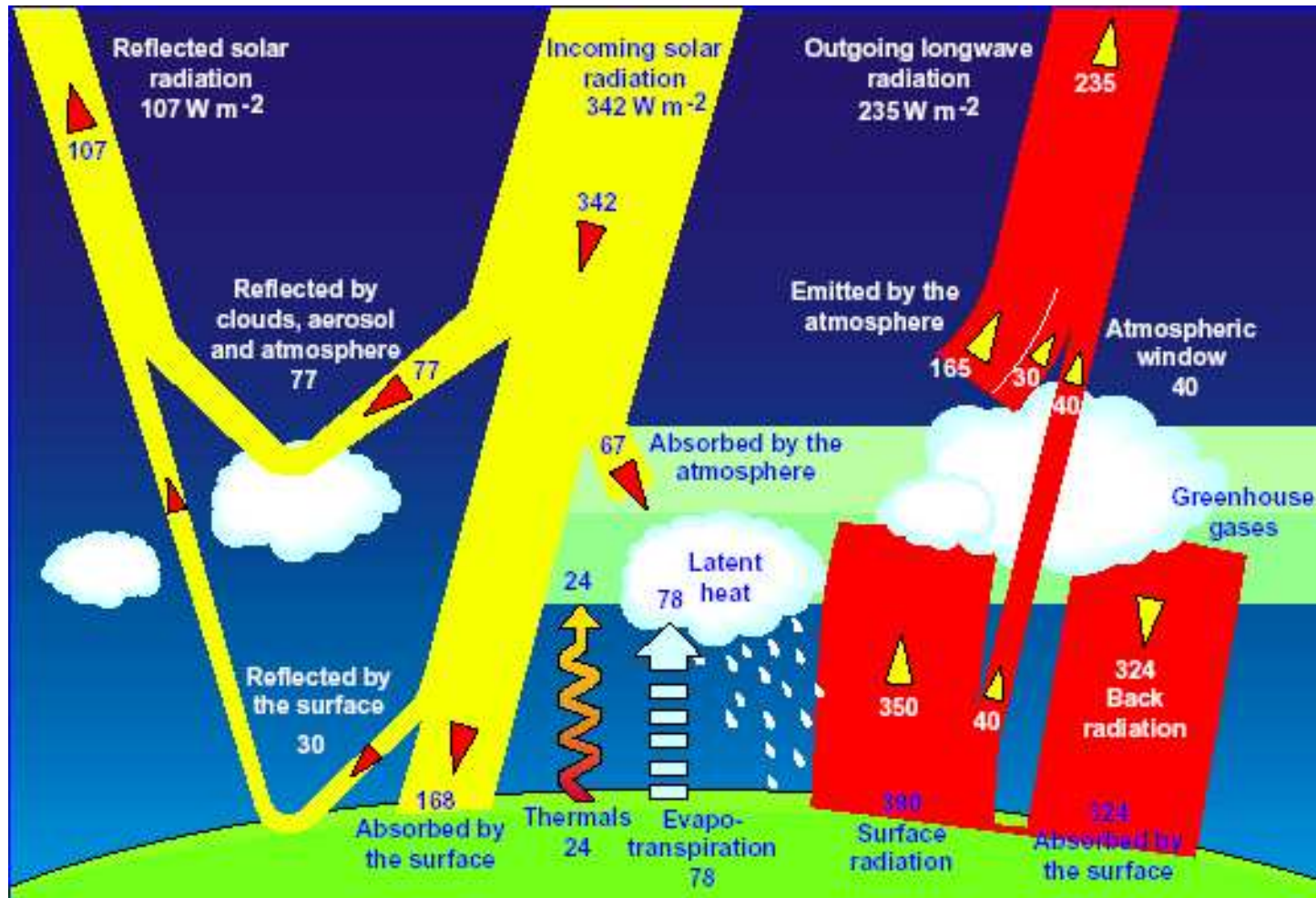
03/10/2014 à 1200Z Courtesy SATMOS

Michel Capderou
(avec la collaboration
de **Patrick Raberanto** et **Olivier Chomette**)

Laboratoire de Météorologie Dynamique
LMD – CNRS
Ecole Polytechnique, Palaiseau.

Journée **GRASP** – 23 octobre 2014

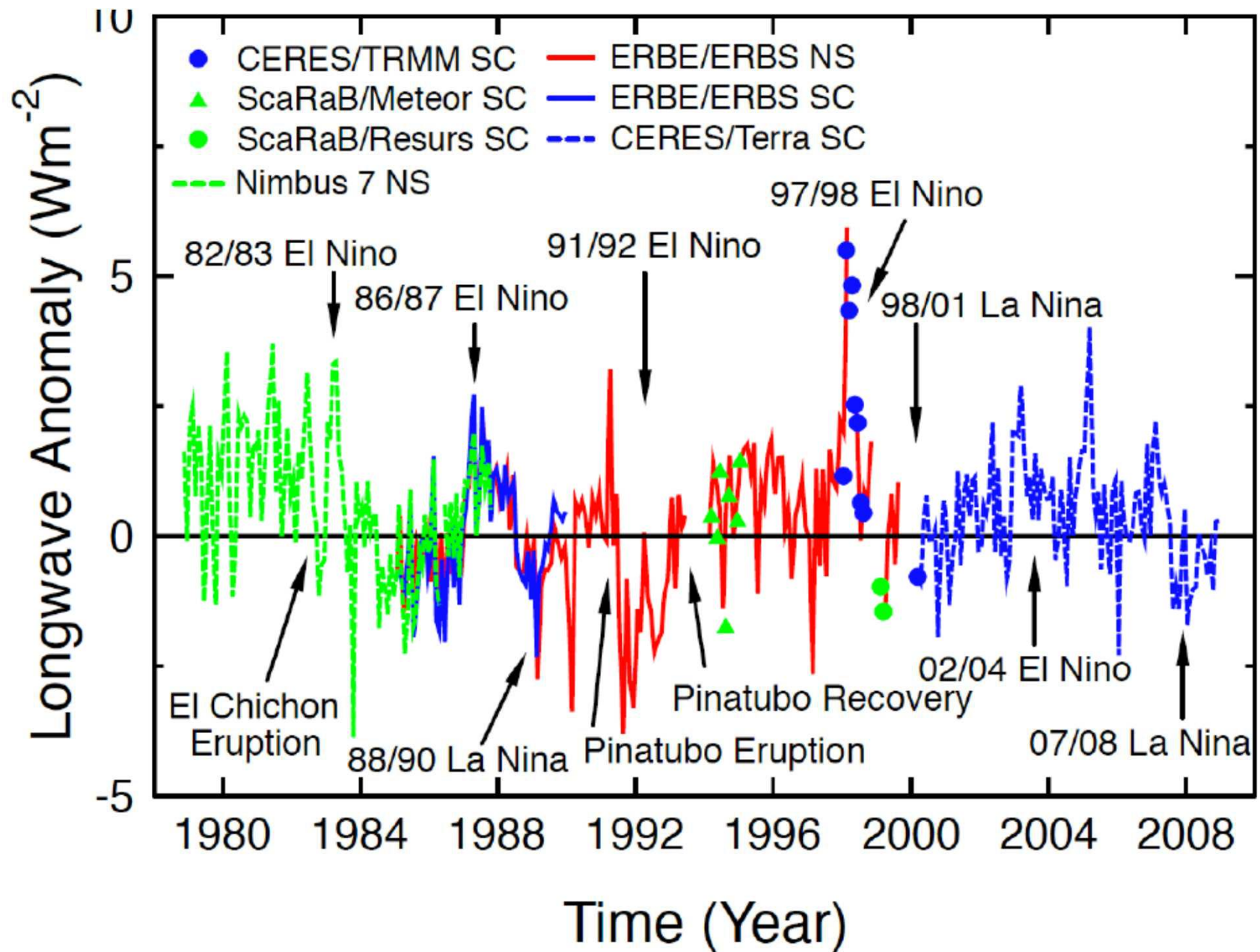
Bilan radiatif de la Terre



ERB Missions

Missions pour l'étude du bilan radiatif

Instrument	Satellite	Altitude (km)	Inclinaison (°)	Résol. (km)	Durée (mois/an)
Non Scanner	Nimbus-7	947	99 (HEL)	--	02/78 – 12/88
Non Scanner	ERBS	610	57	--	06/85 – 08/99
ERBE	ERBS	610	57	30	11/84 – 02/90
ERBE	NOAA-9	812	99 (HEL)	45	02/85 – 01/87
ERBE	NOAA-10	830	99 (HEL)	45	10/86 – 05/89
ScaRaB	Meteor-3-07	1200	83	60	02/94 – 03/95
ScaRaB	Resurs-O1-4	814	99 (HEL)	40	08/98 – 04/99
CERES	TRMM	350	35	10	01/98 – 08/98
CERES	Terra	700	98 (HEL)	25	03/00 - >>>>
CERES	Aqua	700	98 (HEL)	25	07/02 - >>>>
ScaRaB	Megha-Tr.	866	20	40	10/11 - >>>>
CERES	Suomi-NPP	824	99 (HEL)	30	10/11 - >>>>

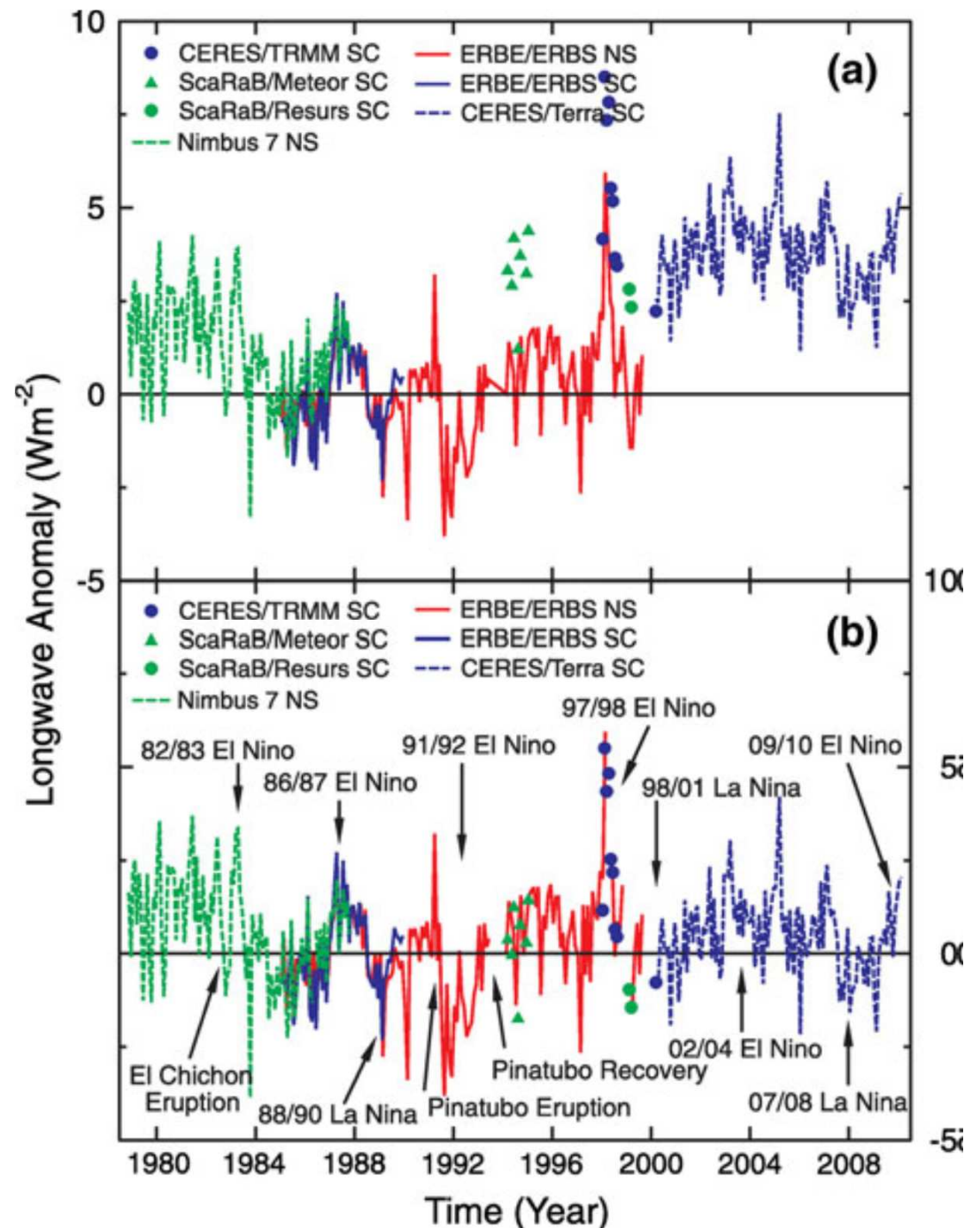


LW TOA flux anomalies for
20°S–20°N from November
1978 to February 2010

(a) with no overlap correction,
(b) with overlap correction
based upon ERBS Non-
scanner WFOV

Edition3_Rev1 (red solid line),
Nimbus-7 Non-scanner (green
dashed line), ERBS Scanner
(blue solid line), CERES Terra
crosstrack

SSF1deg-lite_Ed2.5 (blue
dashed line), CERES/TRMM
Scanner Edition2 (blue circle),
ScaRaB/Meteor Scanner
(green triangle) and
ScaRaB/Resurs Scanner
(green circle). Anomalies are
defined with respect to
the 1985–1989 period



Requirements for such a comparison to be useful: theoretical error budgets in the SW

Loeb et al., show CERES SW radiance error budget is compatible with climate monitoring

SCARAB SW error budget @ 1 sigma

Items	Value	Type	
Short wave calibration (sphere)	3% @2 σ	Biais	1.5%
Error on spectral response		Biais	0.4%
Thermal gain correction	0.08%/°	Random	0.03%
	dT= 0.04° @1 σ		
Thermal leak correction	20% of the thermal leak@1 σ	Random	0.04%
Location	0.06°@1 σ	Random	0.4%
Budget at 1 sigma			1.6%

Rosack et al., CNES, 2012

SW SCARAB budget @ 1 sigma ~ 1.6%

CERES FM 2 error budget @ 2 sigma

Source	Bias errors of unknown sign (W m ⁻²)				Comment
	Incoming solar	Outgoing SW	Outgoing LW	Net incoming	
Total solar irradiance	±0.2	0	0	±0.2	Absolute calibration (95% confidence)
Filtered radiance	0	±2.0	±2.4 (N) ±5.0 (D)	±4.2	Absolute calibration (95% confidence)
Unfiltered radiance	0	±0.5	±0.25 (N) ±0.45 (D)	±1.0	- Instrument spectral response function - Unfiltering algorithm

Loeb et al., 2009 J Climate

SW CERES budget @ 1 sigma ~ :

Accéléromètre à bord
de GRASP.

*Correspond à une
visée Non Scanner*

GRASP_circ2000
Orbite par rapport à la Terre

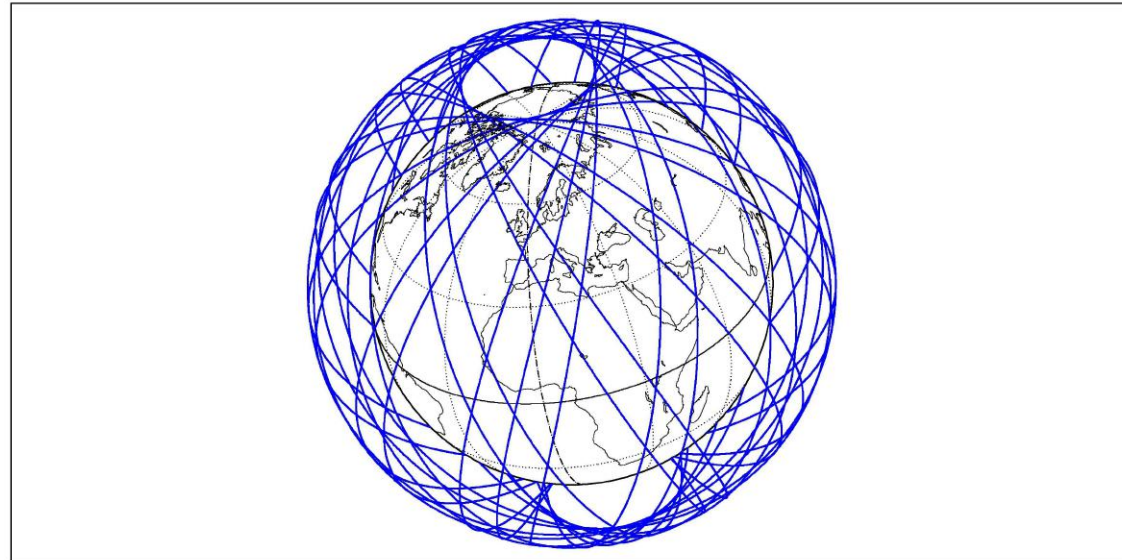
>>> Durée représentée : 2880.0 min = 2.00 jours

Altitude = 2000.0 km a = 8378.137 km

Incl. HELIOSYNCHRONE = 104.92 °

Période = 127.29 min * Rév/j.sid=11.28

Décalage à l'équateur = 3542.4 km (31.8 °)

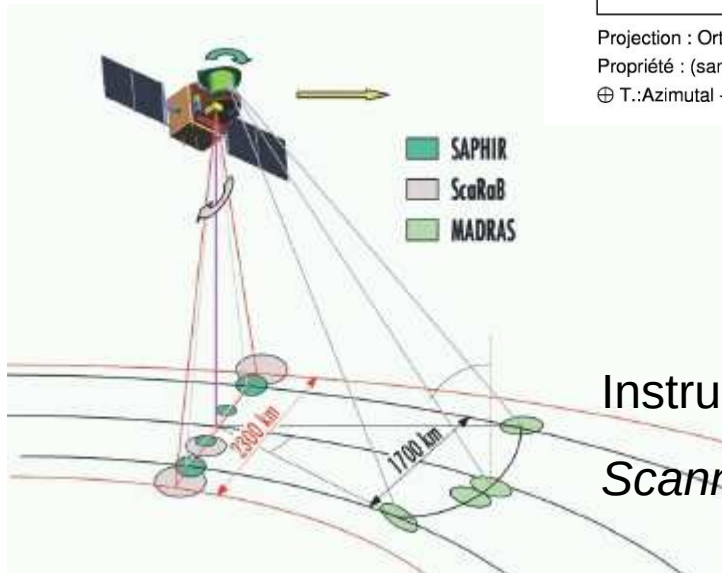


Projection : Orthographique
Propriété : (sans)
⊕ T.:Azimutal - Grille : 30 °

Centre Project.: 35.0 ° N ; 15.0 ° E
Aspect : Oblique
{4.2} { -90.0/ +55.0/ +75.0 } [+12] EIGEN6C2

Noeud asc : -180.00 ° [00:00 TSM]

Ιξιων
MC ★ LMD
Ατλας



Instrument ScaRaB à bord de Megha-Tropiques.

Scanner : balayage orthogonal

GRASP_circ2000

Trace de l'orbite

>>> Durée représentée : 64.0 min = 0.04 jour

Fauchée conique

** AZV=90.0°

Altitude = 2000.0 km

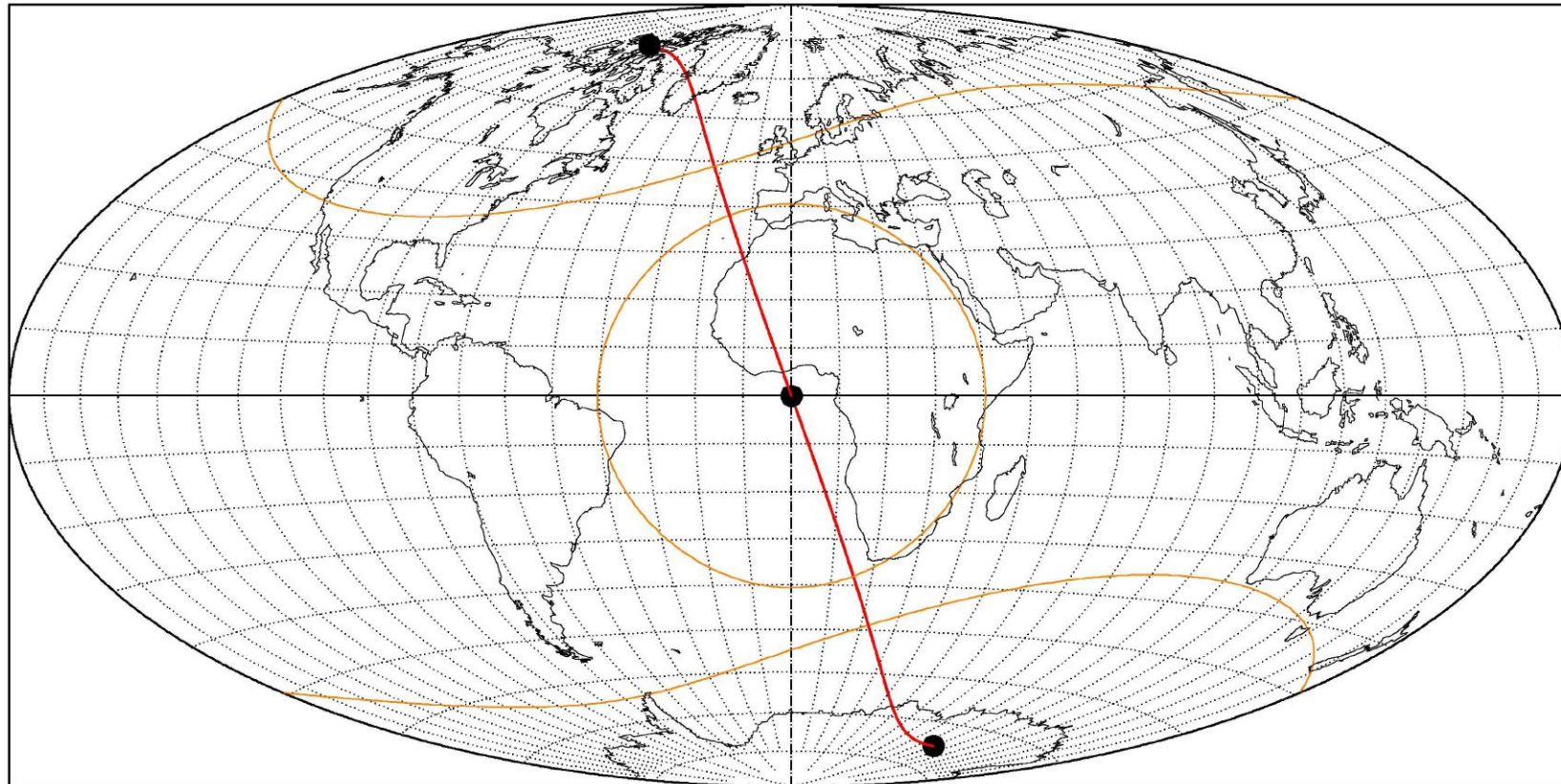
a = 8378.137 km

Incl. HELIOSYNCHRONE = 104.92 °

Période = 127.29 min * Rév/j.sid=11.28

Décalage à l'équateur = 3542.4 km (31.8 °)

** Demi-ouverture :180.0° - Rayon sol : 4500 km [32.00 min]



Projection : Hammer-Aitoff

Centre Project.: 0.0 ° ; 0.0 °

Noeud asc : 0.00 °

Ιξίων

Propriété : Equivalente

Aspect : Direct

Recouvrement : 64.5° <--> 90.0°

MC ★ LMD

⊕ T.:Azimutal mod. - Grille : 10° {4.2}[+0.0/ +0.0/ +0.0] [-] EIGEN6C2

Ατλας

GRASP_circ2000

Trace de l'orbite

>>> Durée représentée : 64.0 min = 0.04 jour

Fauchée conique

** AZV=90.0°

Altitude = 2000.0 km

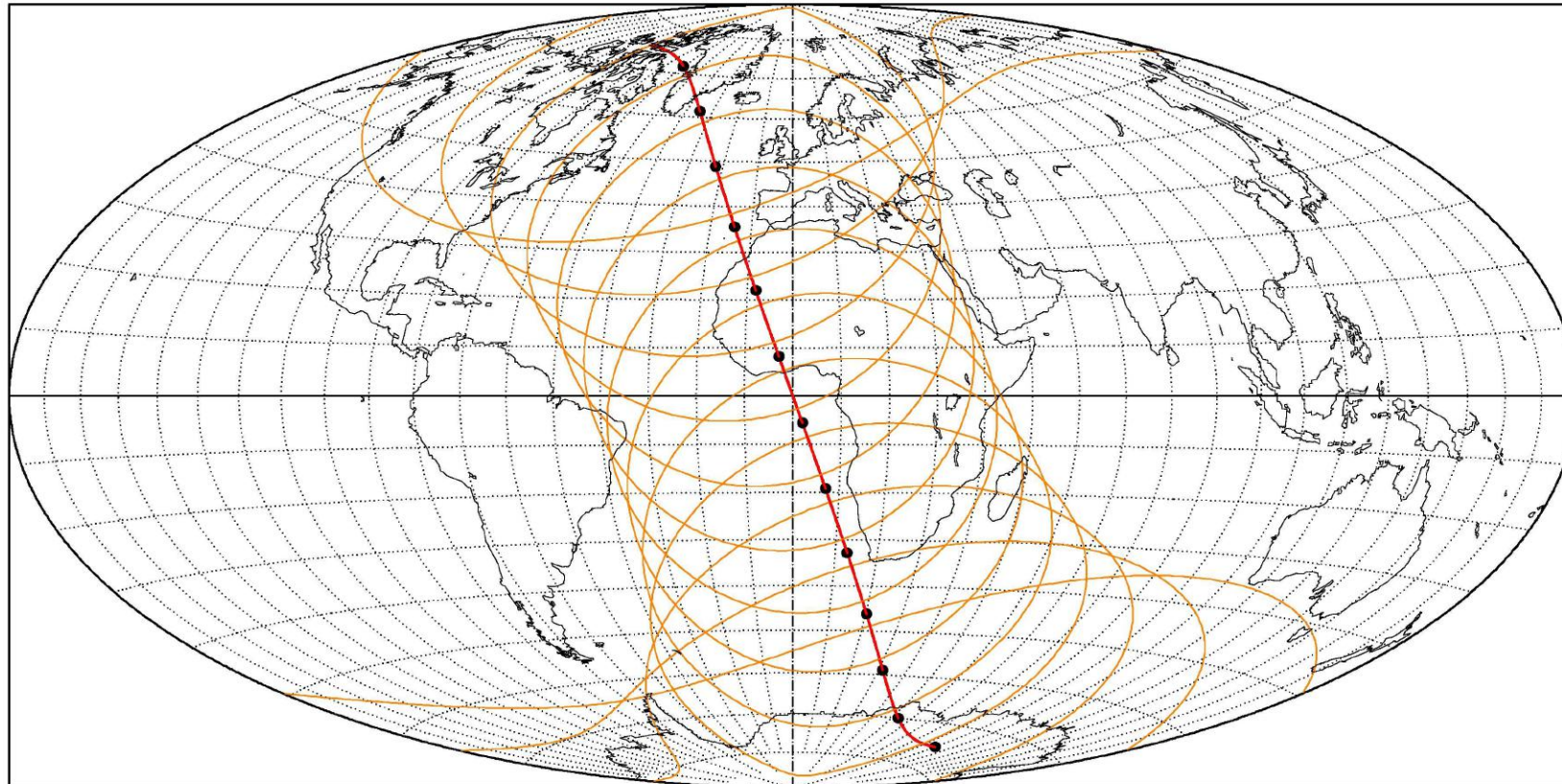
a = 8378.137 km

Incl. HELIOSYNCHRONE = 104.92 °

Période = 127.29 min * Rév/j.sid=11.28

Décalage à l'équateur = 3542.4 km (31.8 °)

** Demi-ouverture :180.0° - Rayon sol : 4500 km [5.00 min]



Projection : Hammer-Aitoff

Centre Project.: 0.0 ° ; 0.0 °

Noeud asc : 0.00 °

Ιξίων

Propriété : Equivalente

Aspect : Direct

Recouvrement : 64.5° <--> 90.0°

MC ★ LMD

⊕ T.:Azimutal mod. - Grille : 10° {4.2}{ +0.0/ +0.0/ +0.0} [-] EIGEN6C2

Ατλας

GRASP_circ2000

Trace de l'orbite

>>> Durée représentée : 128.0 min = 0.09 jour

Fauchée conique

** AZV=90.0°

Altitude = 2000.0 km

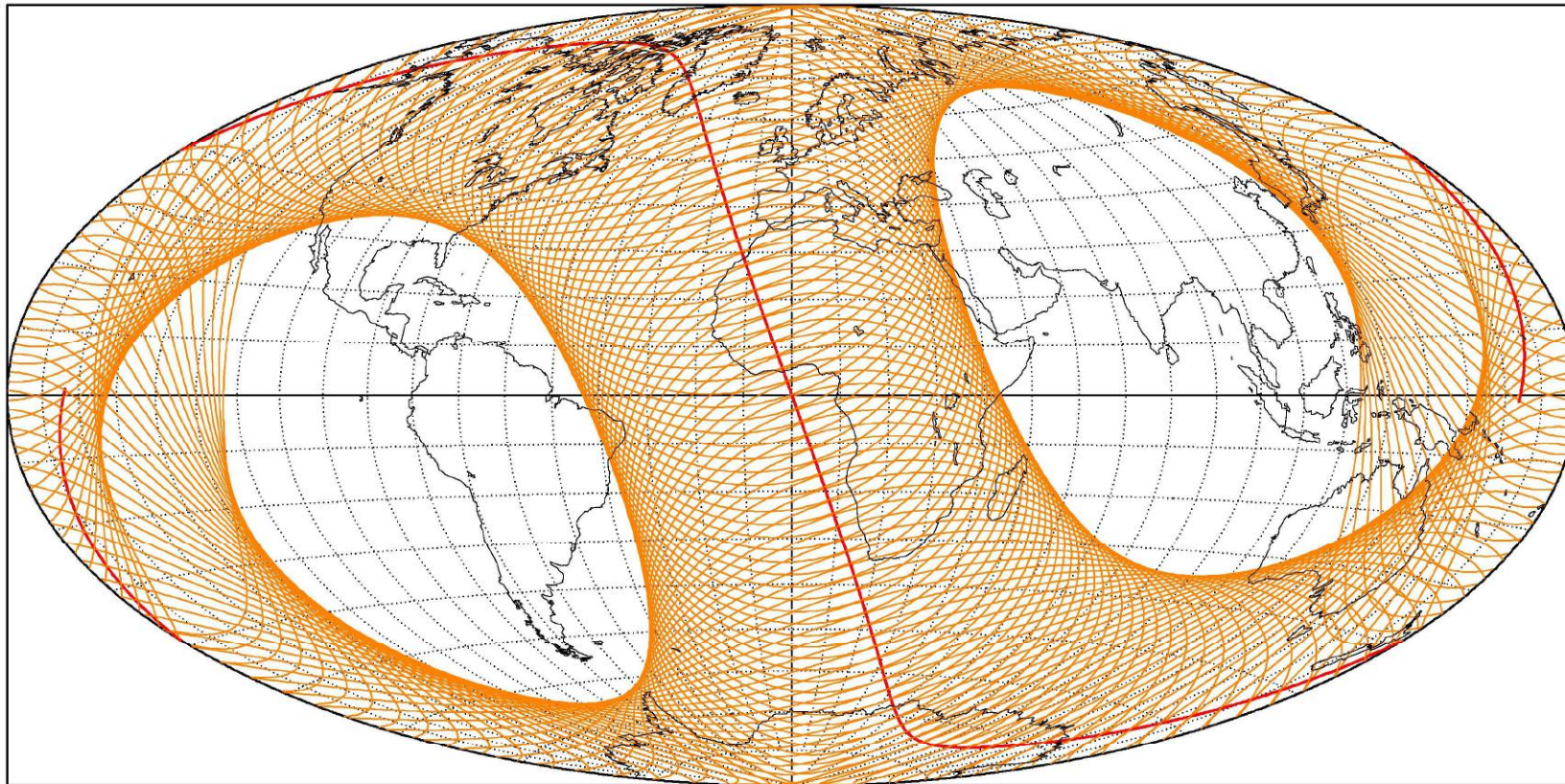
a = 8378.137 km

Incl. HELIOSYNCHRONE = 104.92 °

Période = 127.29 min * Rév/j.sid=11.28

Décalage à l'équateur = 3542.4 km (31.8 °)

** Demi-ouverture :180.0° - Rayon sol : 4500 km [1.00 min]



Projection : Hammer-Aitoff

Centre Project.: 0.0 ° ; 0.0 °

Noeud asc : 0.00 °

Ιξίων

Propriété : Equivalente

Aspect : Direct

Recouvrement : 64.5° <--> 90.0°

MC ★ LMD

⊕ T.:Azimutal mod. - Grille : 10° {4.2}[+0.0/ +0.0/ +0.0] [-] EIGEN6C2

Ατλας

GRASP_circ2000

Trace de l'orbite

>>> Durée représentée : 256.0 min = 0.18 jour

Fauchée conique

** AZV=90.0°

Altitude = 2000.0 km

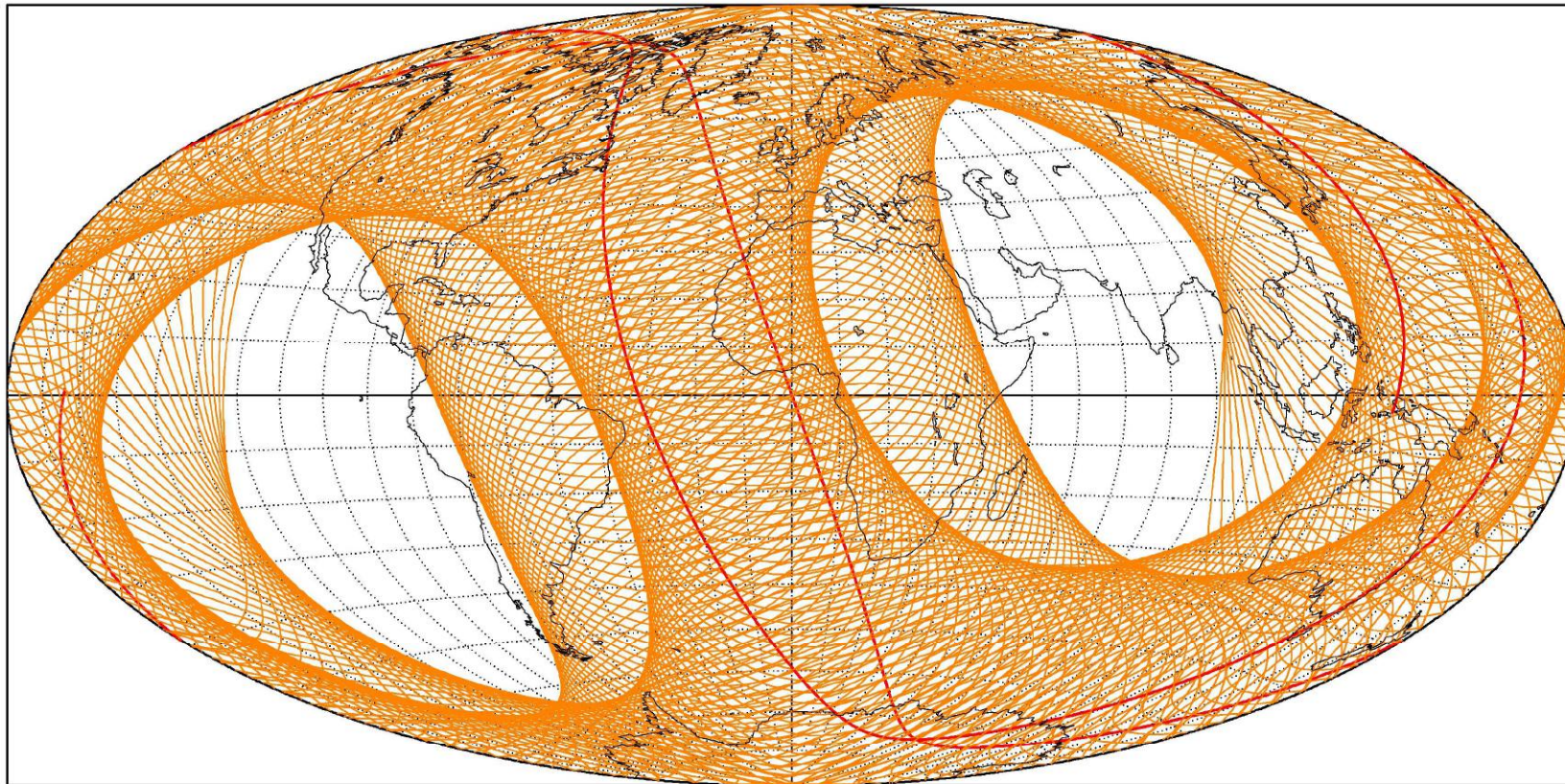
a = 8378.137 km

Incl. HELIOSYNCHRONE = 104.92 °

Période = 127.29 min * Rév/j.sid=11.28

Décalage à l'équateur = 3542.4 km (31.8 °)

** Demi-ouverture :180.0° - Rayon sol : 4500 km [1.00 min]



Projection : Hammer-Aitoff

Centre Project.: 0.0 ° ; 0.0 °

Noeud asc : 0.00 °

Ιξίων

Propriété : Equivalente

Aspect : Direct

Recouvrement : 64.5° <--> 90.0°

MC ★ LMD

⊕ T.:Azimutal mod. - Grille : 10° {4.2}[+0.0/ +0.0/ +0.0] [-] EIGEN6C2

Ατλας

GRASP_circ2000

Trace de l'orbite

>>> Durée représentée : 720.0 min = 0.50 jour

Fauchée conique

** AZV=90.0°

Altitude = 2000.0 km

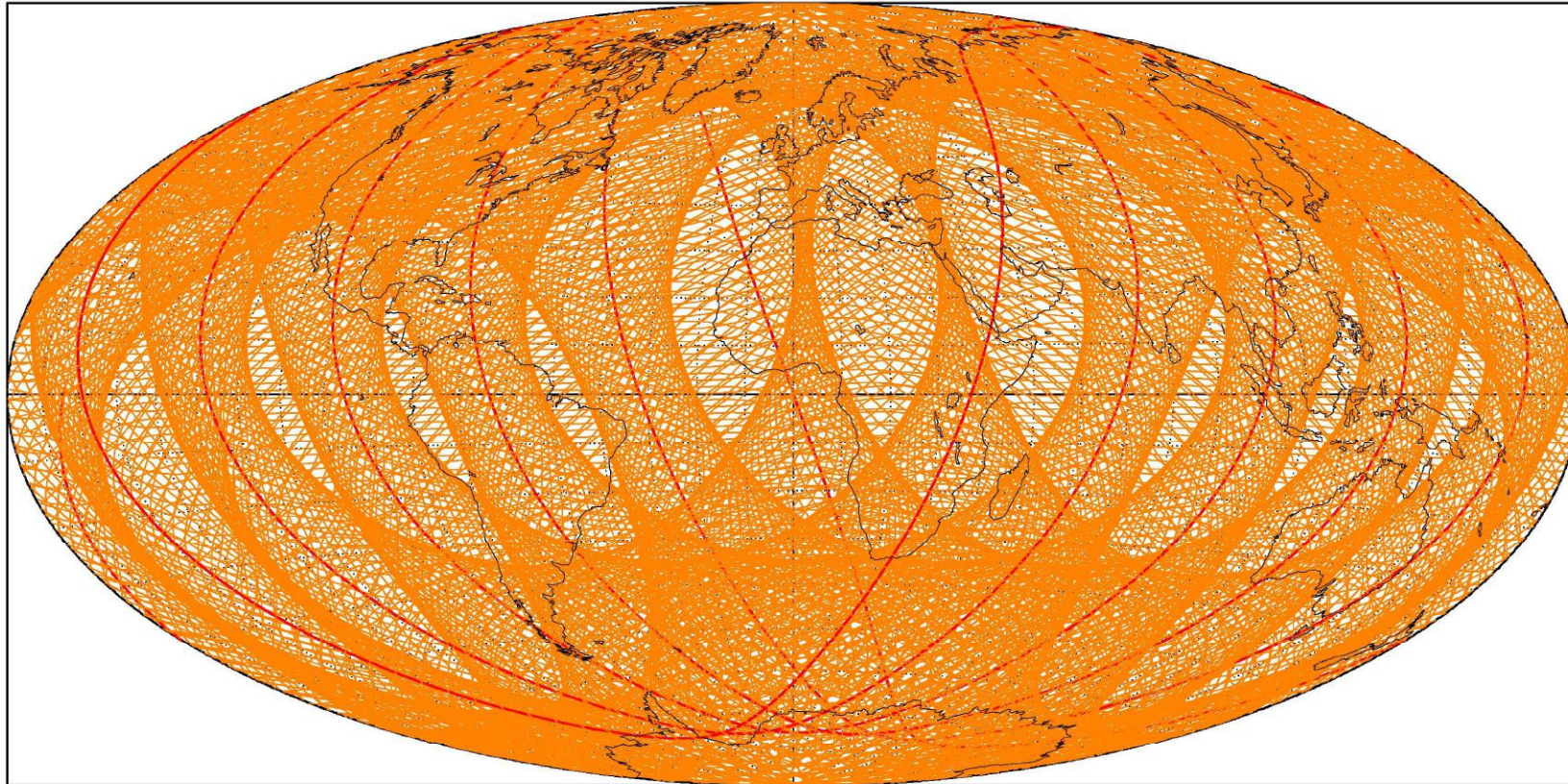
a = 8378.137 km

Incl. HELIOSYNCHRONE = 104.92 °

Période = 127.29 min * Rév/j.sid=11.28

Décalage à l'équateur = 3542.4 km (31.8 °)

** Demi-ouverture :180.0° - Rayon sol : 4500 km [1.00 min]



Projection : Hammer-Aitoff

Propriété : Equivalente

⊕ T.:Azimutal mod. - Grille : 10° {4.2}[+0.0/ +0.0/ +0.0] [-] EIGEN6C2

Centre Project.: 0.0 ° ; 0.0 °

Aspect : Direct

Noeud asc : 0.00 °

Recouvrement : 64.5° <--> 90.0°

Ιξιων

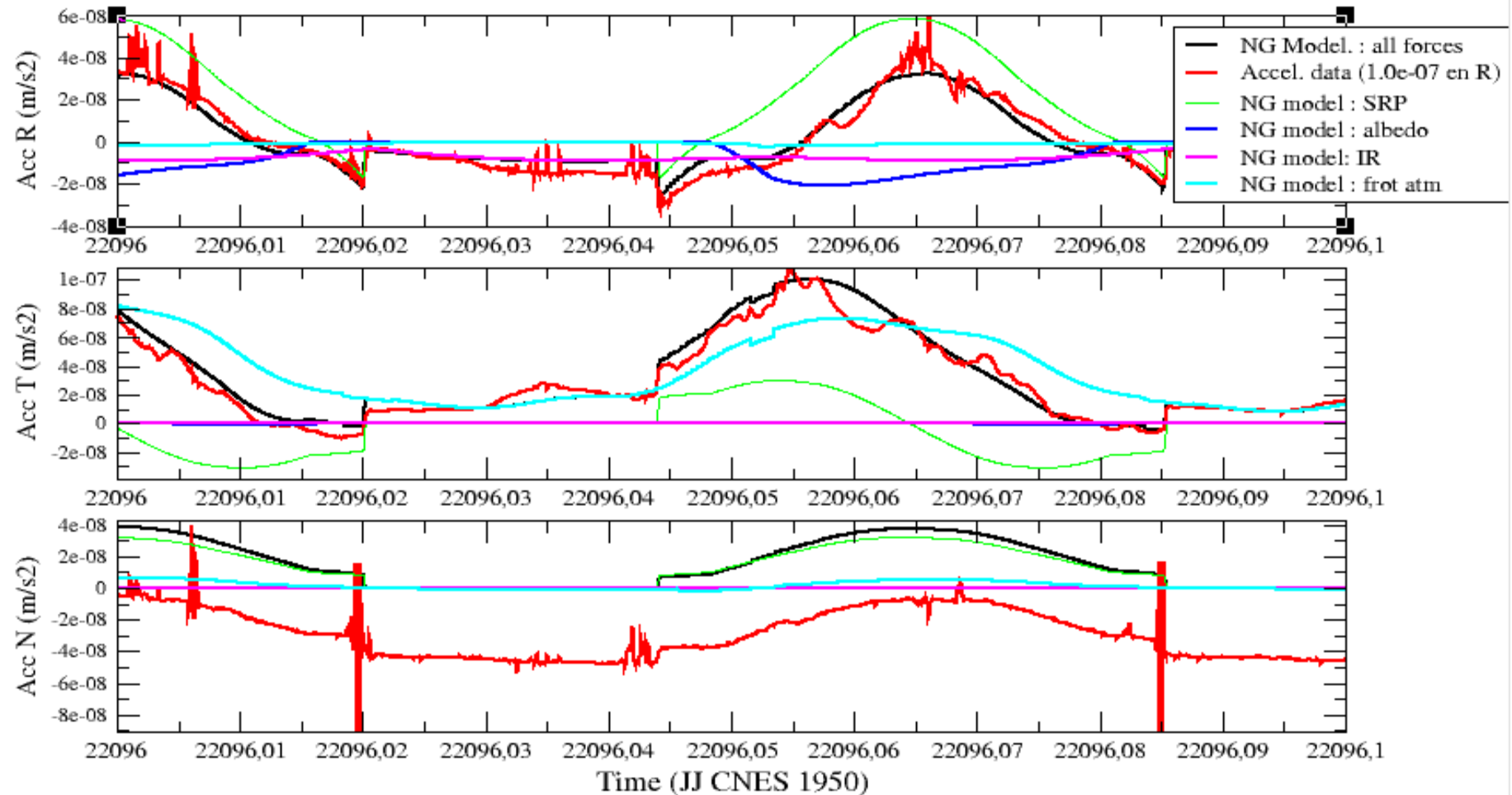
MC ★ LMD

Ατλας

Effet total des forces non gravitationnelles

Grace-B daily orbital arc: NG model vs Acc. Data

Here: bias due to the accelerometer



GRASP_AG5

Trace de l'orbite

>>> Durée représentée : 2880.0 min = 2.00 jours

Altit. équival. = 2147.0 km

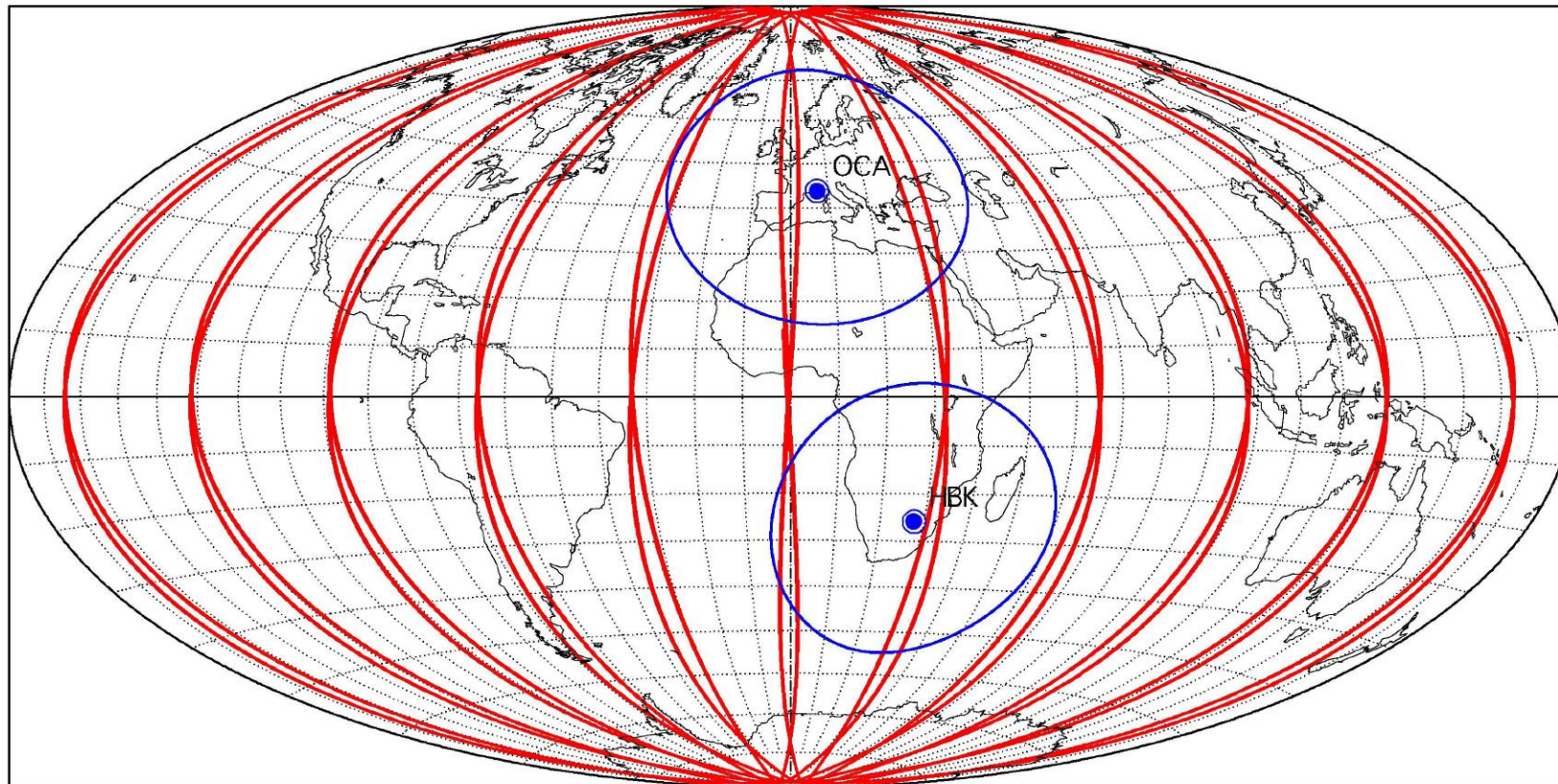
$a = 8525.137$ km

Inclinaison = 88.40 °

$e = 0.000235$

Période = 130.68 min * Rév/j.sid=10.99 Vue : $h > 15$ °

$h_a = 2149$ km ; $h_p = 2145$ km ; arg. périgée : +270.00 °.



Projection : Hammer-Aitoff

Centre Project.: 0.0 ° ; 0.0 °

Longitude premier passage :

Ιξίων

Propriété : Equivalente

Aspect : Direct

Noeud asc : 0.00 °

MC ★ LMD

⊕ T.:Azimutal mod. - Grille : 10° {4.2}{[+90.0/ +0.0/-90.0] [-] EIGEN6C2

Apogée : 81.81 °

Ατλας