



La Propagation Ionosphérique pour le DX'er et le Contester

ED REF 19
Radio-Club de Brive F6KLO

3 Mai, 2008
Brive-la-Gaillarde, France

par Dominique Auprince, F6EPY

Sommaire

La propagation des ondes est, sans contestation, le phénomène qui a porté l'essor des radio-amateurs en leur permettant de réaliser des liaisons mondiales avec des moyens très modestes à une époque où la technologie le permettait difficilement.

Elle reste encore aujourd'hui leur principal motif d'enthousiasme quand les bandes fleurissent de DX ou quand un pays rare apparaît.

En 2007, plus que jamais, les logiciels et l'internet constituent des outils formidables pour l'appréhender

- Combien de personnes consultent les prévisions de propagation ?
- Combien de personnes utilisent-elles un logiciel de prévision pour planifier leur trafic, un contest ou une expédition DX ?
- Combien de personnes utilisent-elles les données internet temps réel pour affiner la prévision ?

Agenda

- Objectif de l'exposé
- Quelques notions de base
 - Information et Bruit
 - Détektivité de l'information par un opérateur humain: bilan de liaison
 - Antennes et propagation
- Fondamentaux d'un circuit de propagation
 - Le champ magnétique terrestre
 - La grayline
 - La couche F
 - La couche D
 - La couche E
 - Le cas particulier des bandes basses (80m, 160m)
 - Les zones polaires
 - L'anomalie équatoriale
- Cycle solaire, ionosphère et relation soleil-terre
- Fin du cycle solaire 23, prévision du cycle solaire 24: où en sommes nous ?
- Météo de l'espace: perturbations de la propagation
- Les outils fondamentaux sur le PC et le NET
- Petit traité de propagation à l'usage du DX'er
- Petit traité de propagation à l'usage du Contester
- Ressources utiles

Objectif de l'Exposé

- Donner au DX'er et au Contester les notions de base pour réaliser leur propre prévisions de propagation et augmenter leur performance
- Comprendre les perturbation radio
- Lister les meilleures ressources actuelles disponibles gratuitement sur l'internet

Quelques notions de base: l'Information et le Bruit

- L' « information » (CW, phonie, PSK31...etc), doit pouvoir être détectée. Le « seuil d'intelligibilité », à partir duquel on peut extraire l'information est fixé par:
 - Le niveau du signal disponible
 - La bande passante utilisée
 - Le niveau de bruit dans cette bande passante
- Deux paramètres essentiels définissent le circuit de propagation:
 - Le bruit: bruit du récepteur, température équivalente de bruit antenne: bruit naturel (atmosphérique, cosmique), bruit artificiel (parasites électriques)
 - L'atténuation subie par le signal (pertes d'antenne, pertes du circuit de propagation)

Quelques notions de base: Détektivité par un opérateur humain

- Bande passantes:
 - Phonie (BLU) 2400 Hz (34 dB/Hz)
 - CW 250 Hz (24 dB/Hz)
- Puissance de bruit à 3 Mhz (VOACAP)
 - Bruit -145 dBW/Hz (urbain) à -152 dBW/Hz (rural)
 - Correction selon F avec table ci-contre
 - Pour être intelligible à 21 Mhz en rural, soit 25 dB de bruit en moins qu'à 3 Mhz:
 - un signal CW à 3 dB de SNR sera de $-152 - 25 + 24 + 3 = -150$ dBW soit -120 dBm et un **SNR de 27 dB par rapport à une BP de 1 Hz**
 - Un signal BLU à 10 dB de SNR sera de $-152 - 25 + 34 + 10 = -133$ dBW soit -103 dBm et un **SNR de 44 dB par rapport à une BP de 1 Hz**
- Traitement par le cerveau humain
 - Traitement équivalent à un filtrage diminuant la bande équivalente de bruit: 1000 Hz (30 dB/Hz) pour la phonie et 50 Hz (15 dB/Hz) pour la CW
 - Pour être capable de détecter le signal, on se contentera d'un SNR de 18 dB et 40 dB respectivement

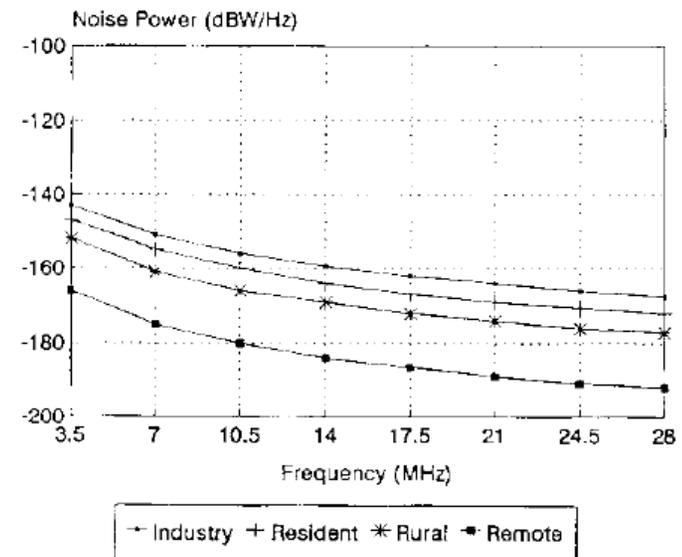
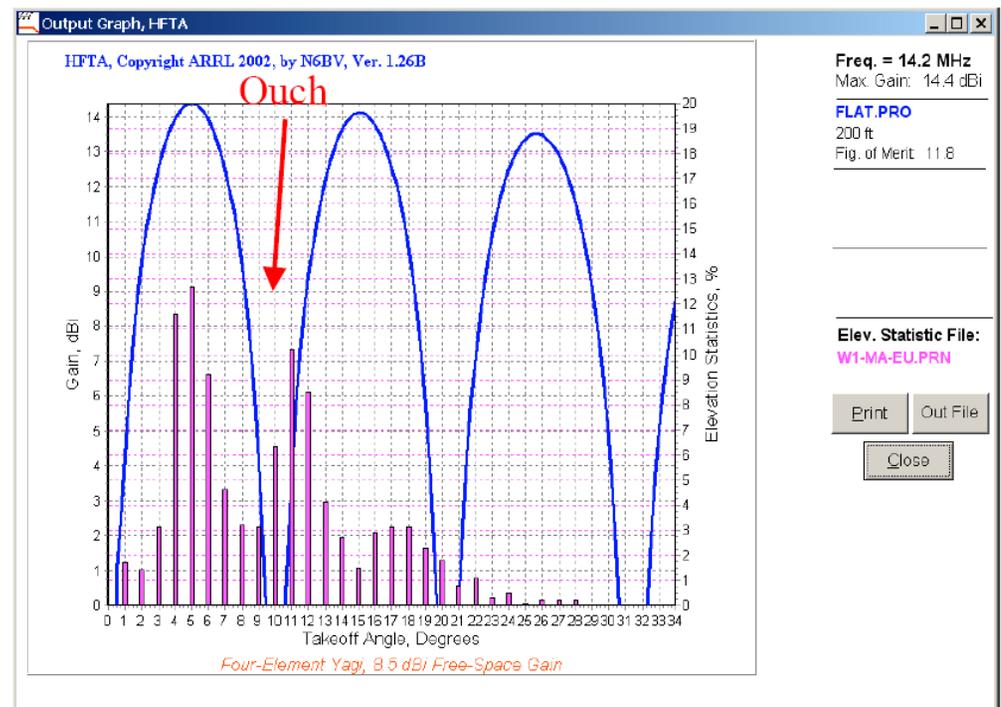


Figure 9.1 Average man-made noise power as a function of frequency for different environments.

Quelques notions de base: Antenne et propagation

- C'est l'ionosphère qui contrôle la propagation
- Cependant, le rôle du système d'antenne est de maximiser le signal utile et le paramètre le plus important est l'angle d'incidence du signal (départ ou arrivée)
- En réception, l'antenne doit aussi maximiser le rapport signal sur bruit, quitte à atténuer le signal (cas d'une antenne beverage)



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- L'ionisation est produite par le rayonnement UV solaire et X, donc sur la face éclairée de la Terre. Il émane essentiellement des centres actifs du soleil.
- La recombinaison des ions est permanente, jour et nuit
- Le champ magnétique, confinant les électrons dans une spirale autour des lignes de champ, limite la recombinaison et augmente l'ionisation dans la couche F2
- La chimie atmosphérique joue un rôle important: ions moléculaires dans les couches D, E et F1, ions moléculaires + atomiques N^+ et O^+ dans la couche F2
- La durée de vie moyenne d'un ion avant recombinaison est 20 s, 1 mn et 20mn dans les couches E, F1 et F2 respectivement

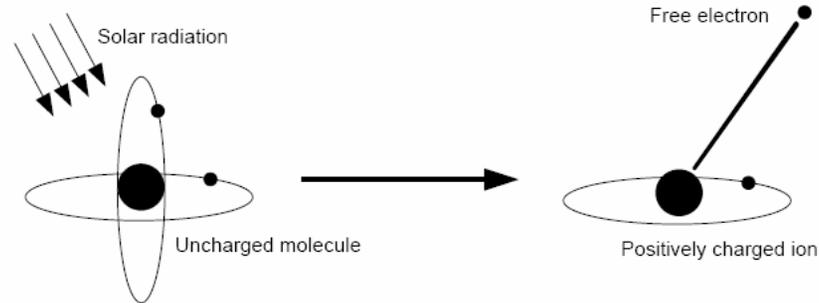
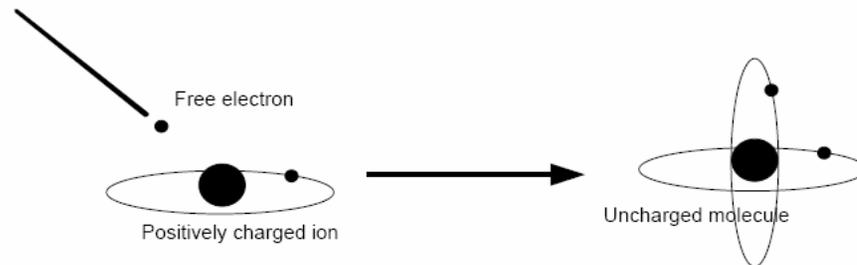
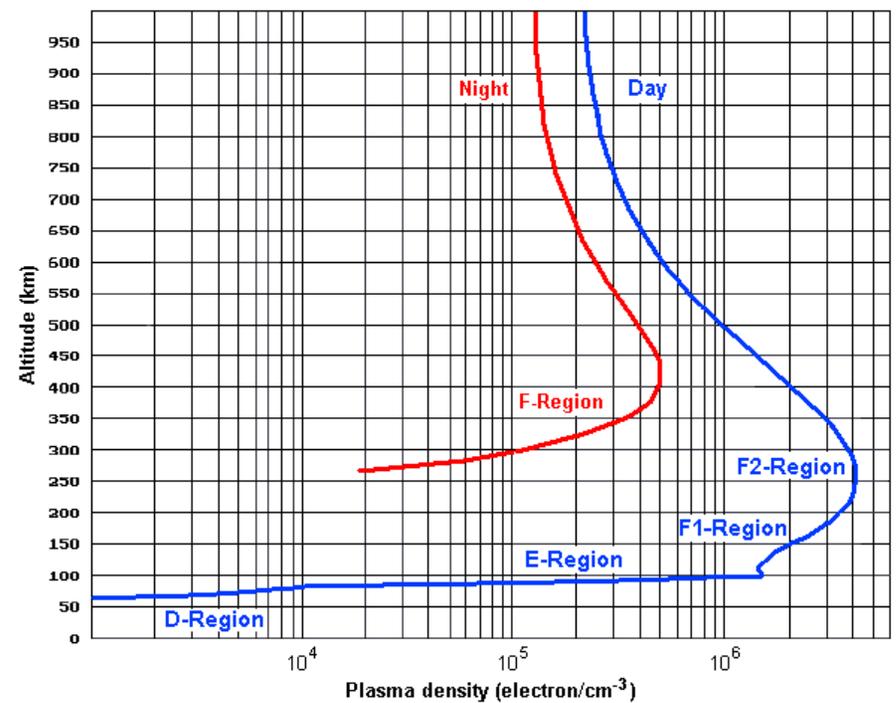
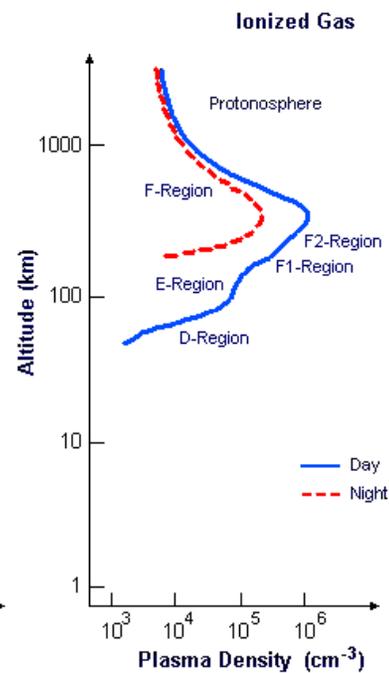
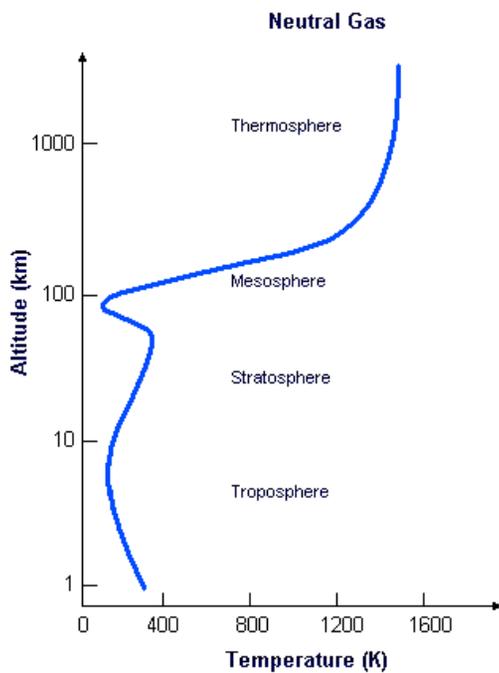


Figure 1.2 Production.



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- L'ionosphère



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- L'ionosphère et la réfraction des ondes

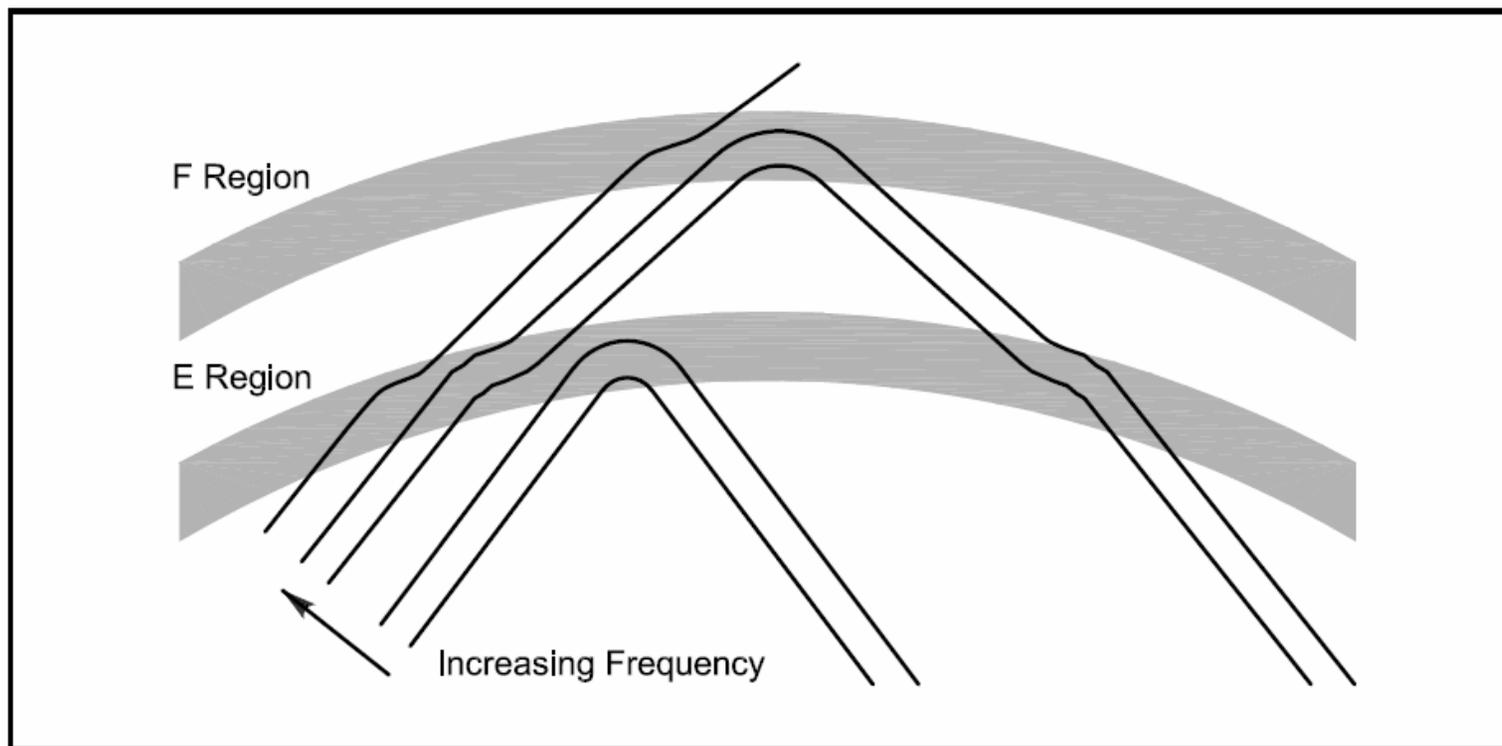
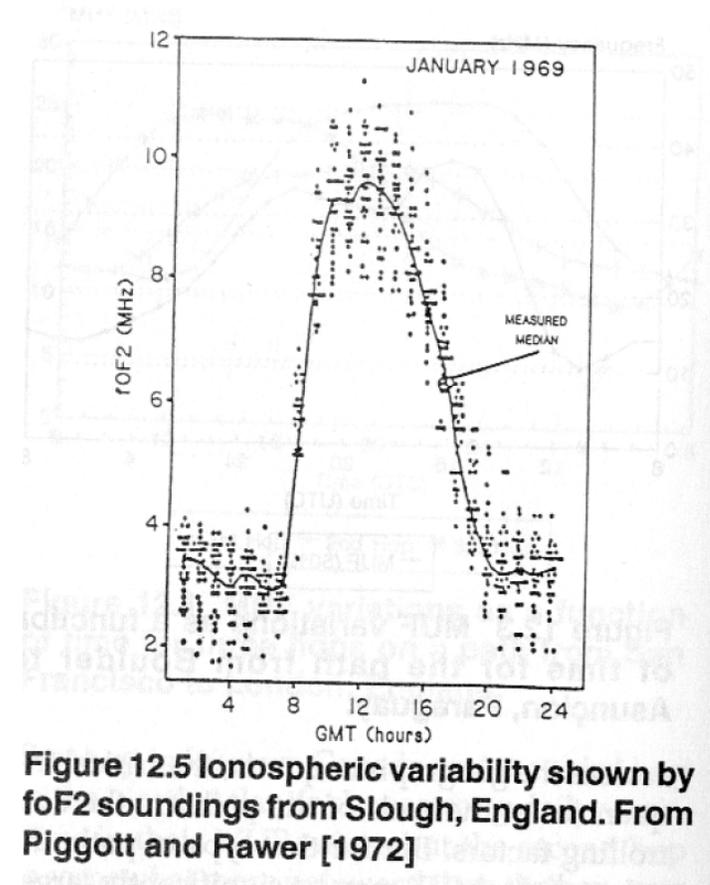


Figure 2—Signals traveling through the ionosphere will be refracted and may be returned to Earth.

Fondamentaux d'un circuit de propagation

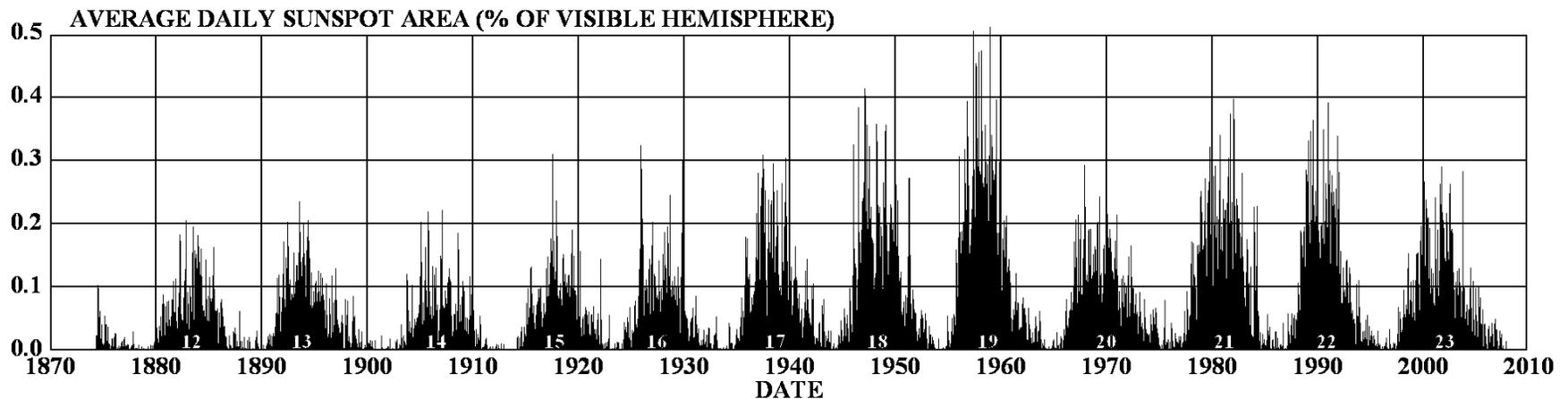
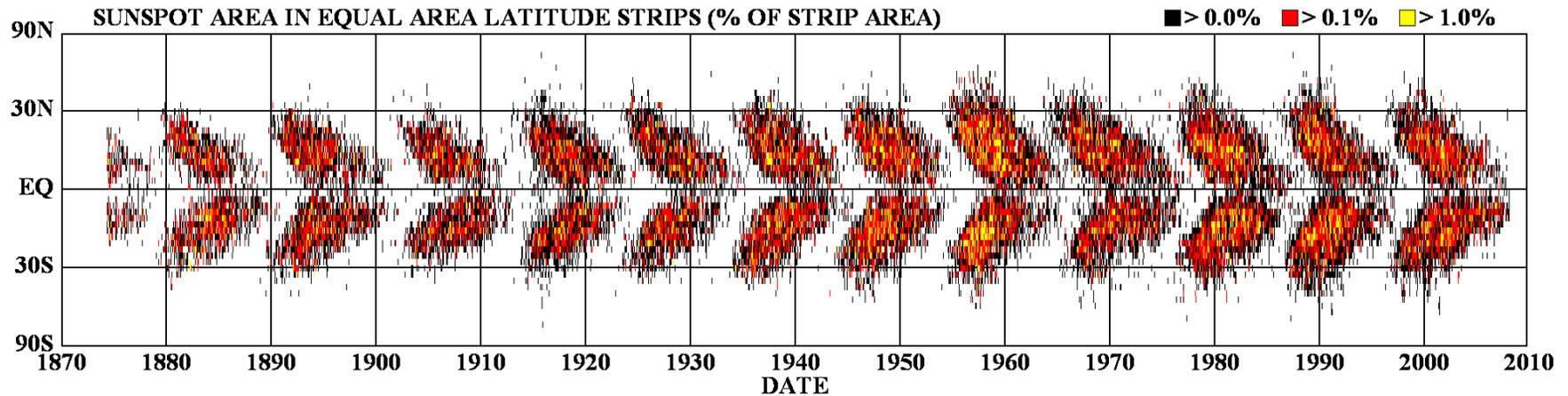
- **Fréquence critique FoF2 et FoE**
 - Fréquence à laquelle l'onde est réfléchiée à incidence verticale
 - Fonction directe de la densité d'ionisation
 - Définit la fréquence maximale d'un bond ionosphérique
 - Possède une **forte variabilité temporelle quotidienne et même horaire**
 - HPF Highest Possible Frequency quantile 10% supérieur
 - MUF Maximum Usable Frequency quantile médian 50%
 - FOT $0,85 \times \text{MUF}$ quantile 90%
 - $\text{MUF} = 3.5 \times \text{FoF2}$ environ



Fondamentaux d'un circuit de propagation

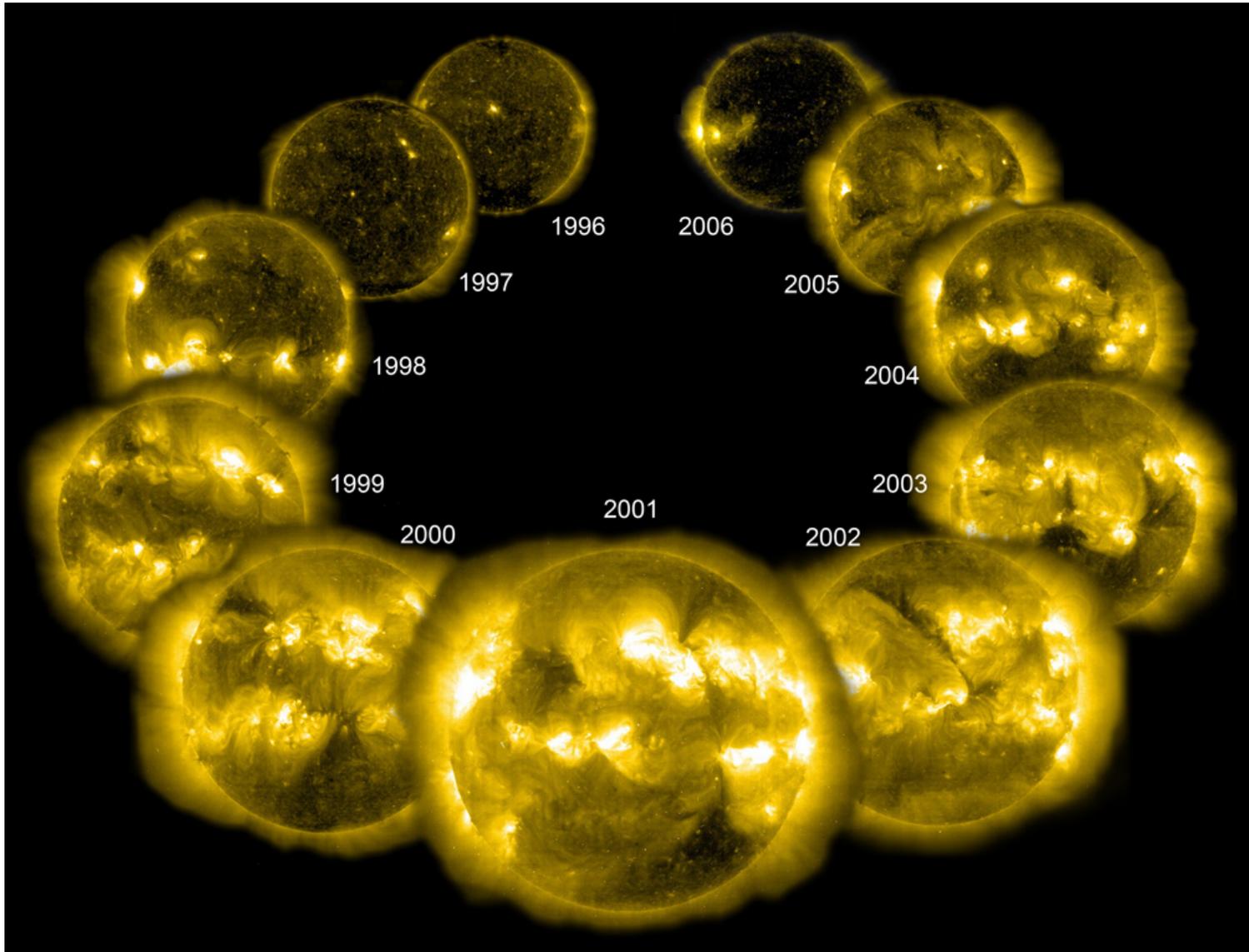
- Le cycle solaire

DAILY SUNSPOT AREA AVERAGED OVER INDIVIDUAL SOLAR ROTATIONS



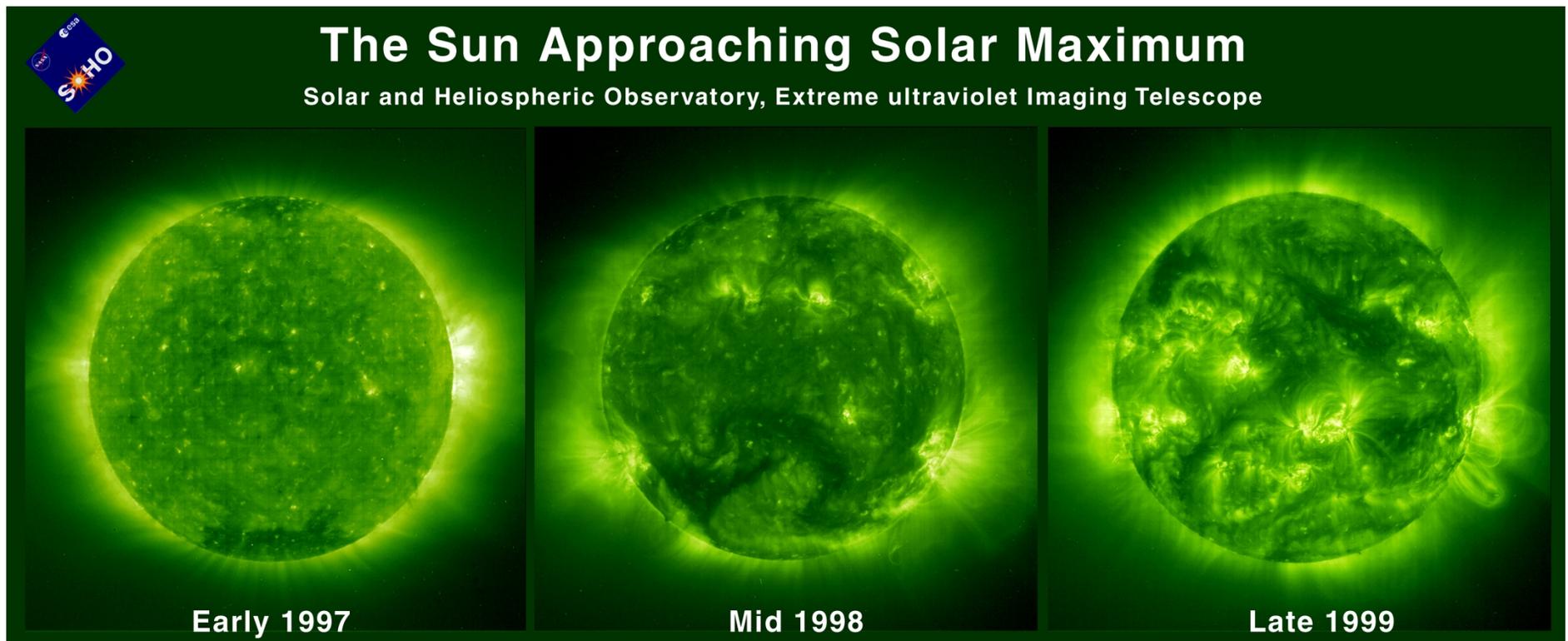
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- Le cycle solaire



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- Le cycle solaire



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- L'ionosphère, le cycle solaire et les fréquences critiques en un point du globe
- Saisonnalité et « anomalie hivernale » (F2: population ions atomique O^+ en hiver) avec un maxima des FoF2 aux équinoxes

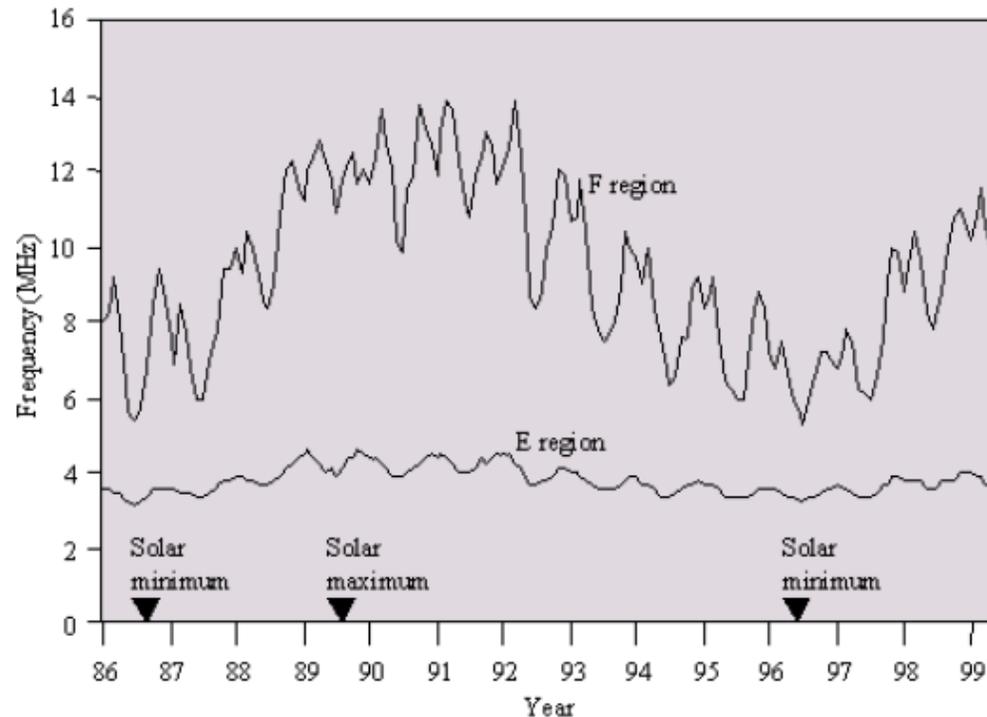


Figure 1.5 The relationship between solar cycles and E and F region frequencies at Townsville. Dotted vertical lines indicate start of each year. Note also the seasonal variations

Fondamentaux d'un circuit de propagation

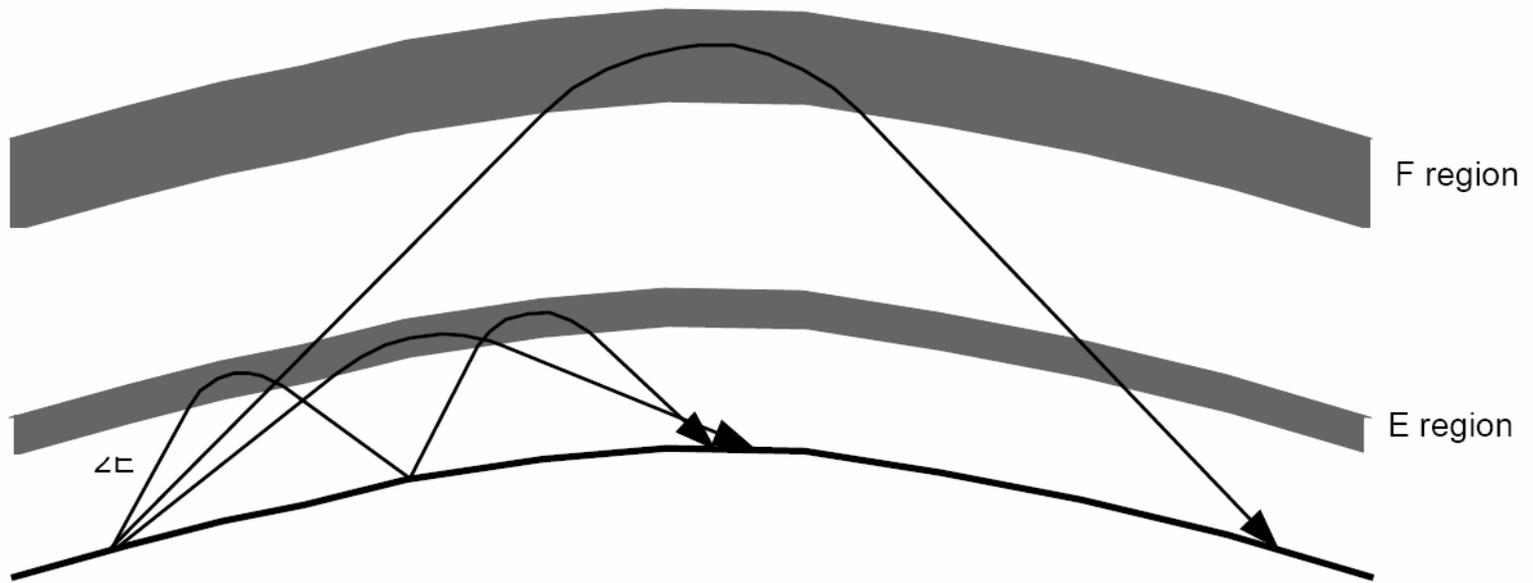


Figure 2.4 Examples of simple propagation modes.

Fondamentaux d'un circuit de propagation

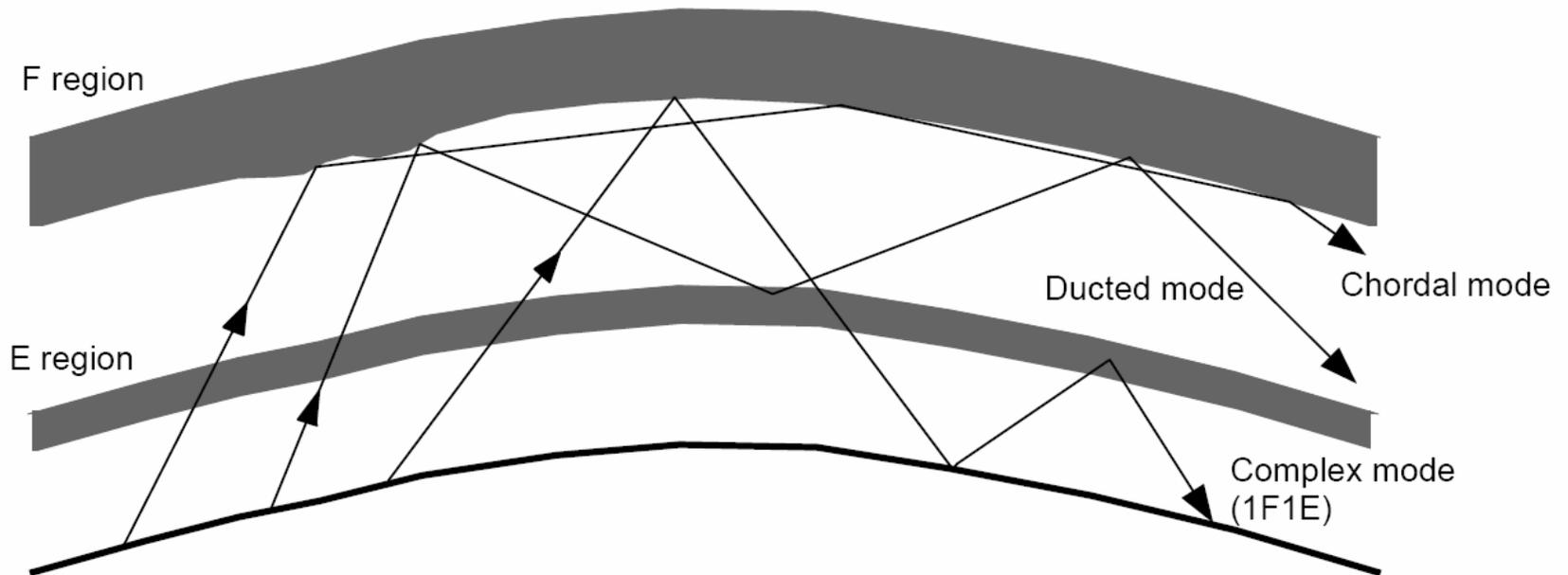


Figure 2.5 Other propagation modes.

Fondamentaux d'un circuit de propagation

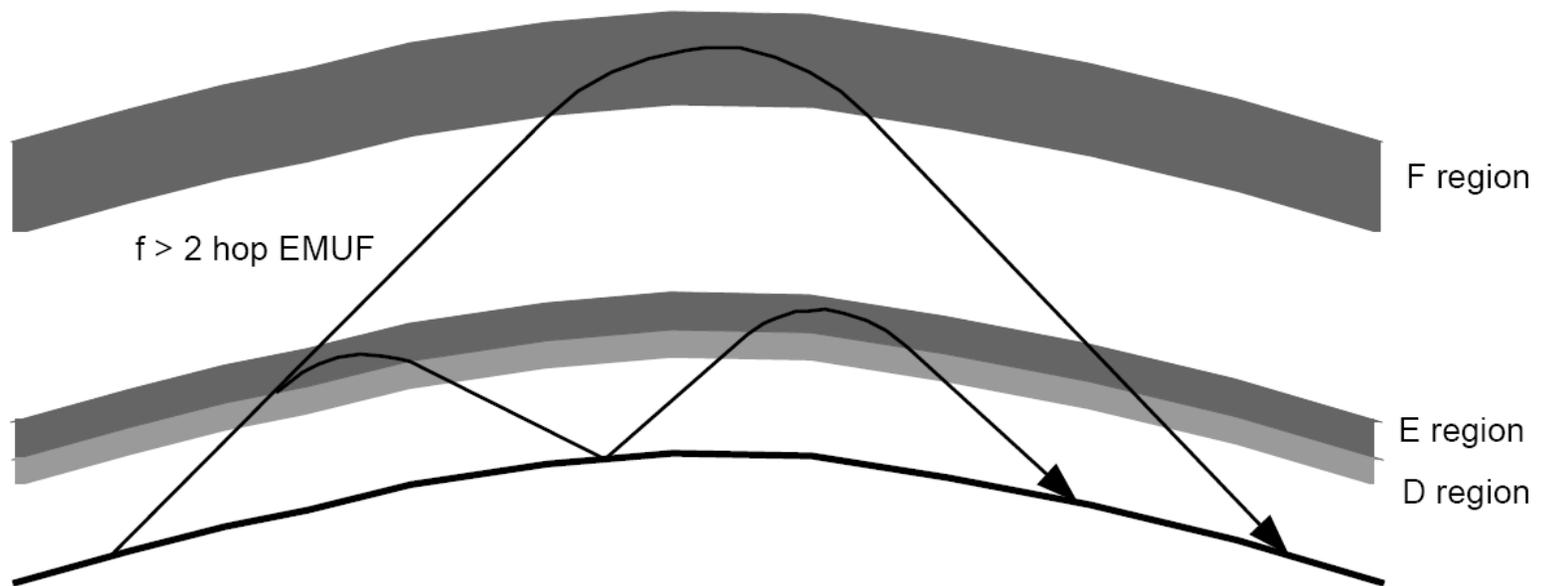
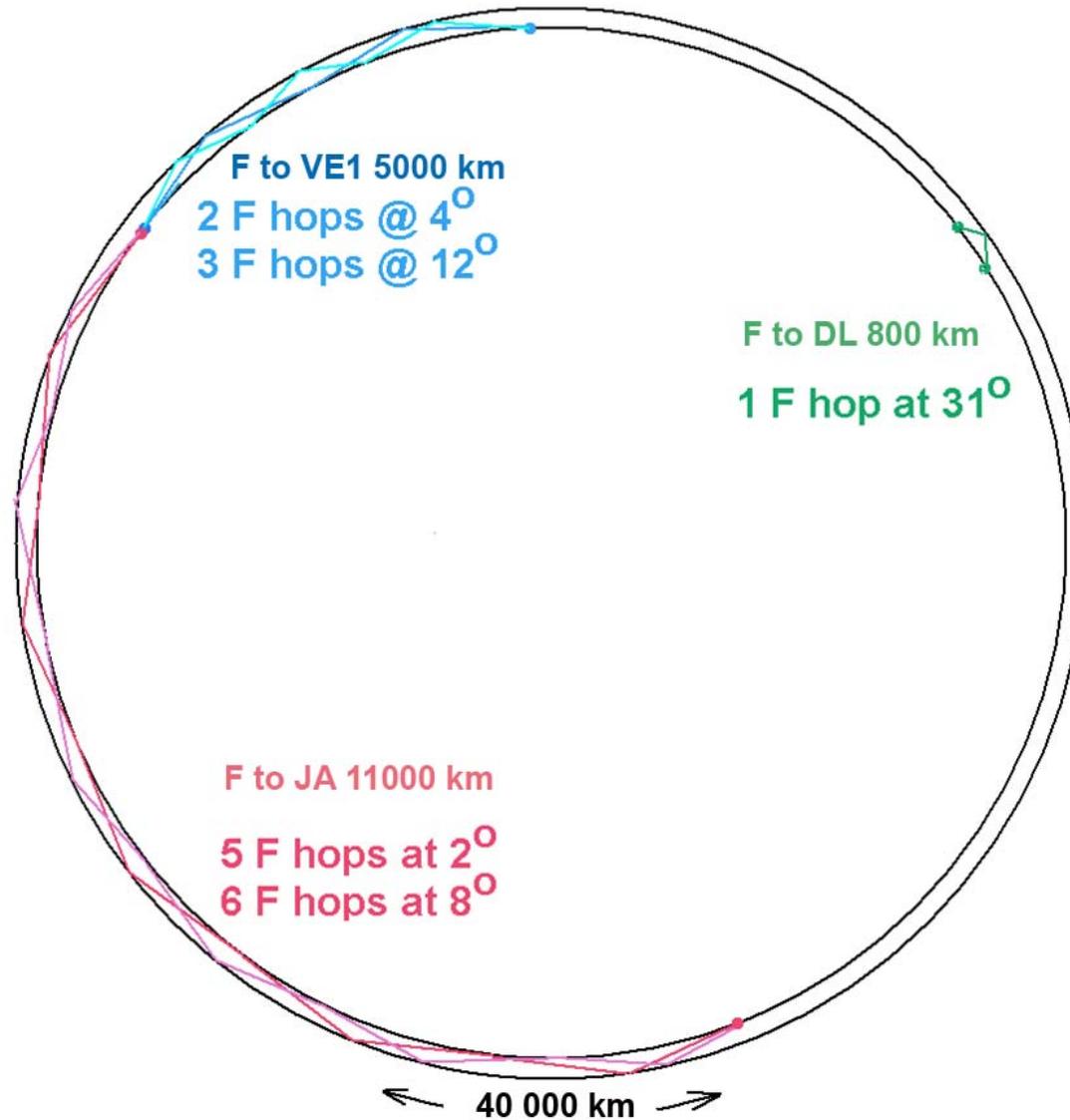


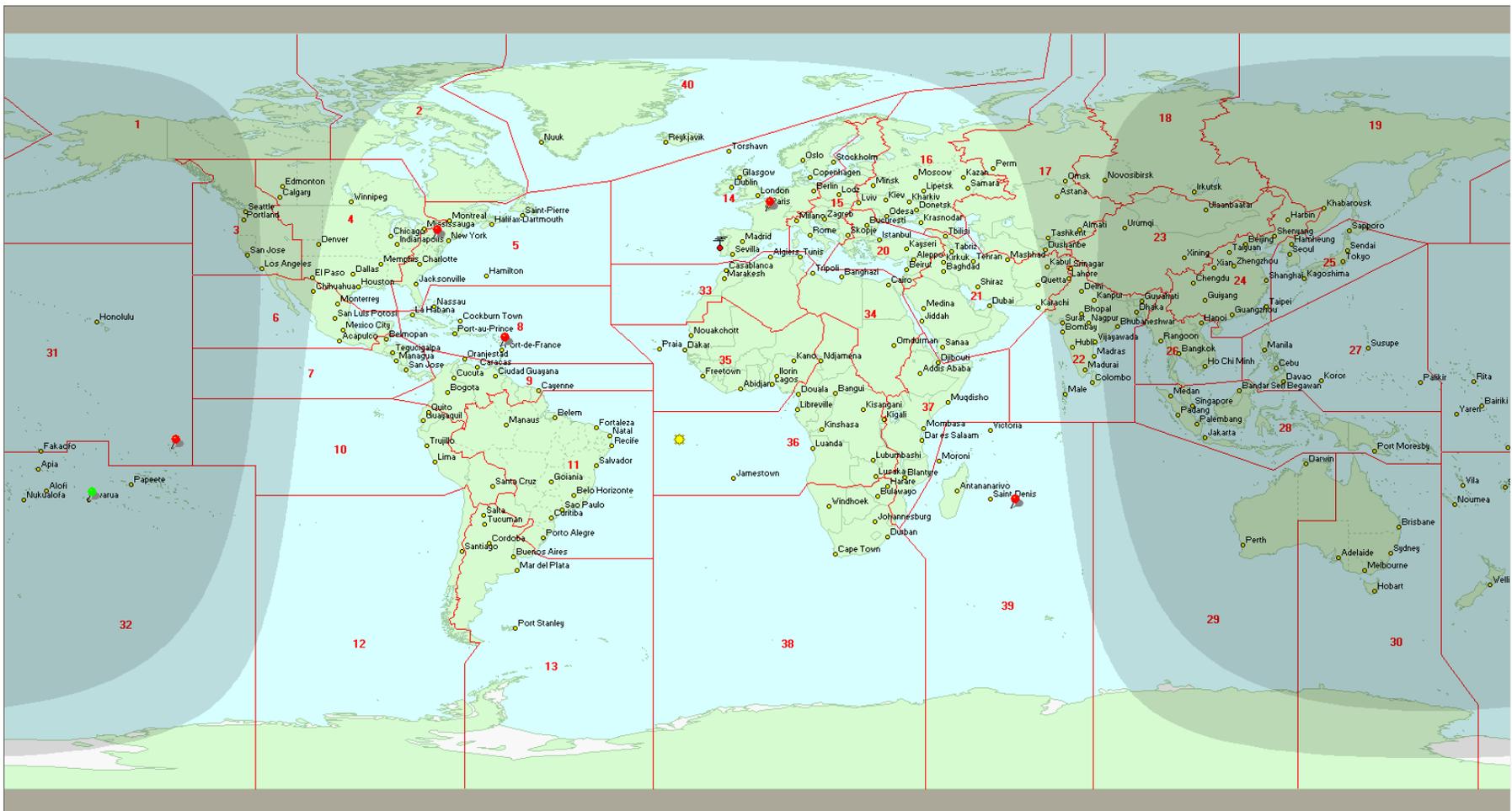
Figure 2.6 E layer screening occurs if communications are required by the 1F mode and the operating frequency is close to or below the EMUF for the 2E mode. Note the paths through the D region for each wave.

Fondamentaux d'un circuit de propagation



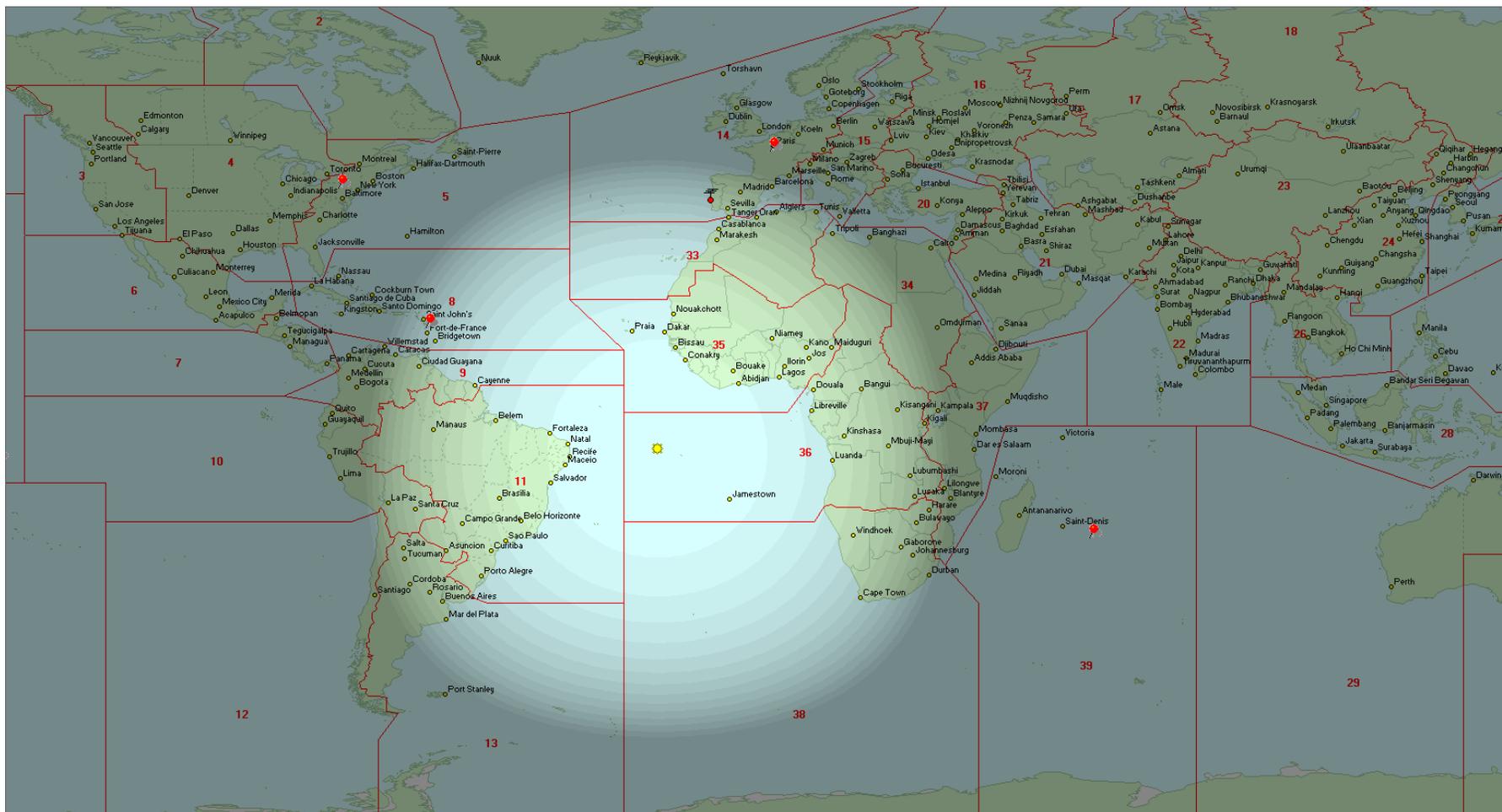
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La Grayline vers 13h00 UTC à la mi-octobre



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La couche D (Densité électronique) à 13h UTC à la mi-octobre en solar min, SSN = 0



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La couche D (Densité électronique) à 13h UTC à la mi-octobre en solar max, SSN = 150



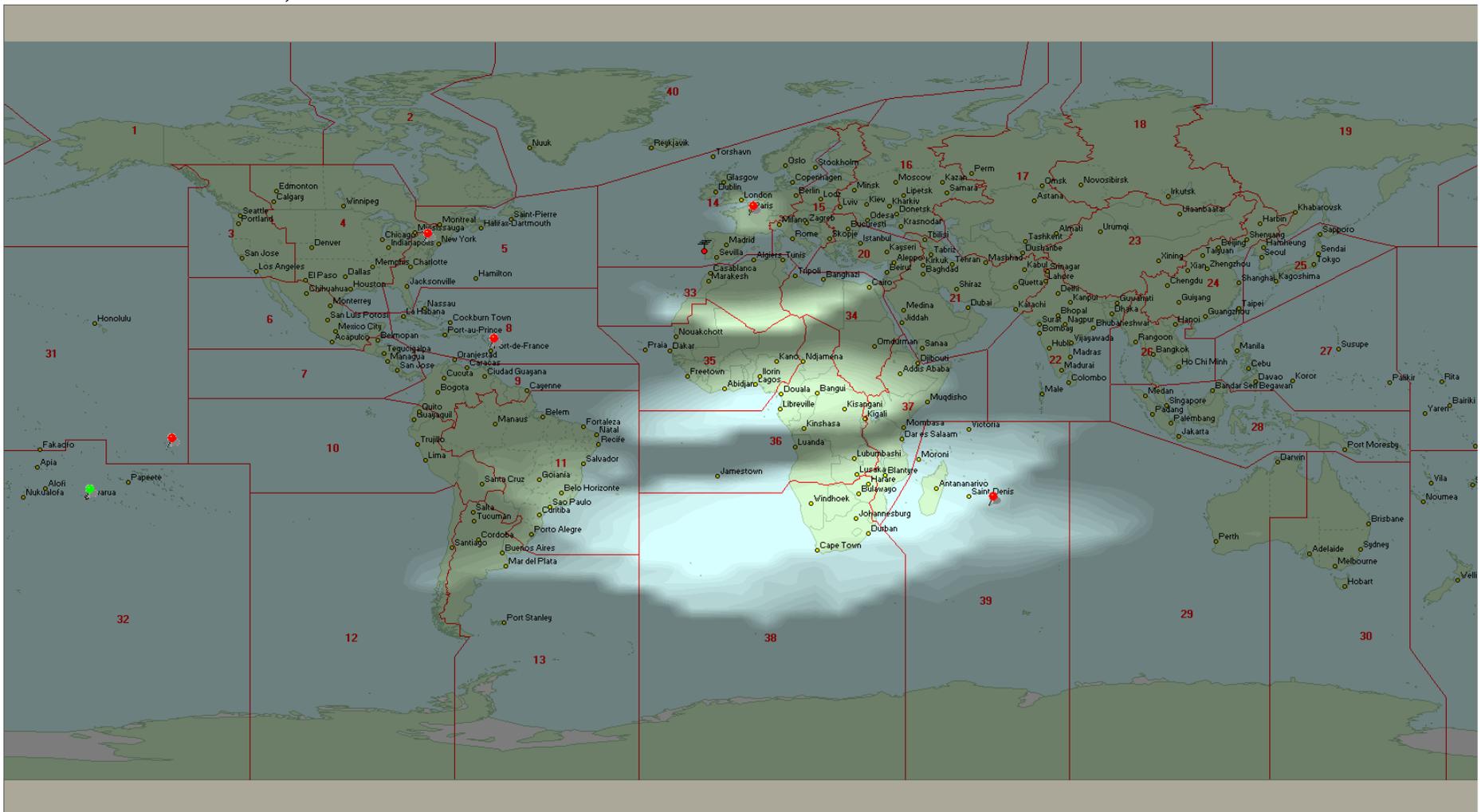
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La couche F: Fréquences critiques FoF2 vers 13H UTC à la mi-octobre en solar min, SSN = 0



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La couche F: 10m au départ de Paris vers 13H UTC à la mi-octobre en solar min, SSN = 0



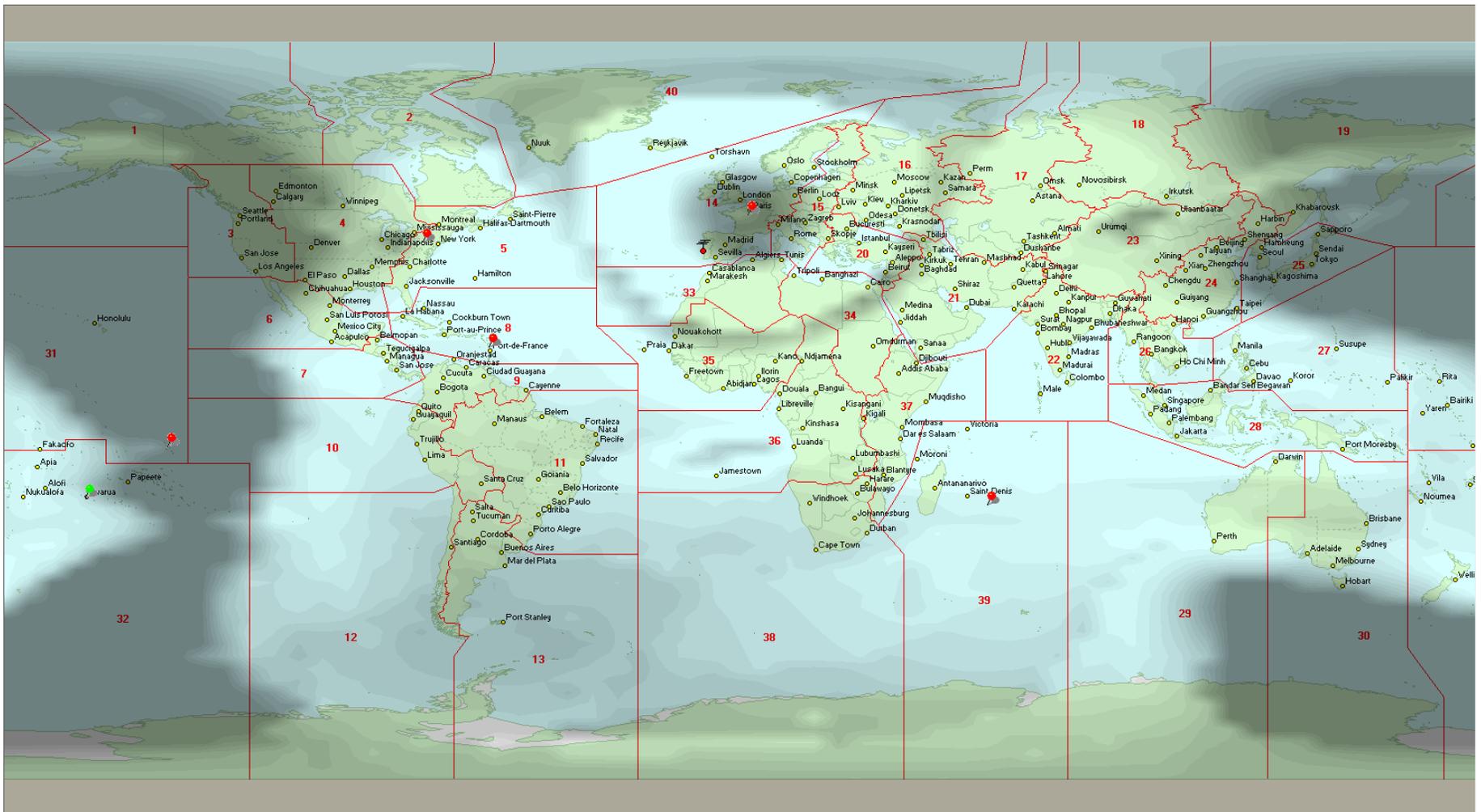
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La couche F: Fréquences critiques FoF2 vers 13H UTC à la mi-octobre en solar max, SSN = 150



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- La couche F: 10m au départ de Paris vers 13H UTC à la mi-octobre en solar max, SSN = 150



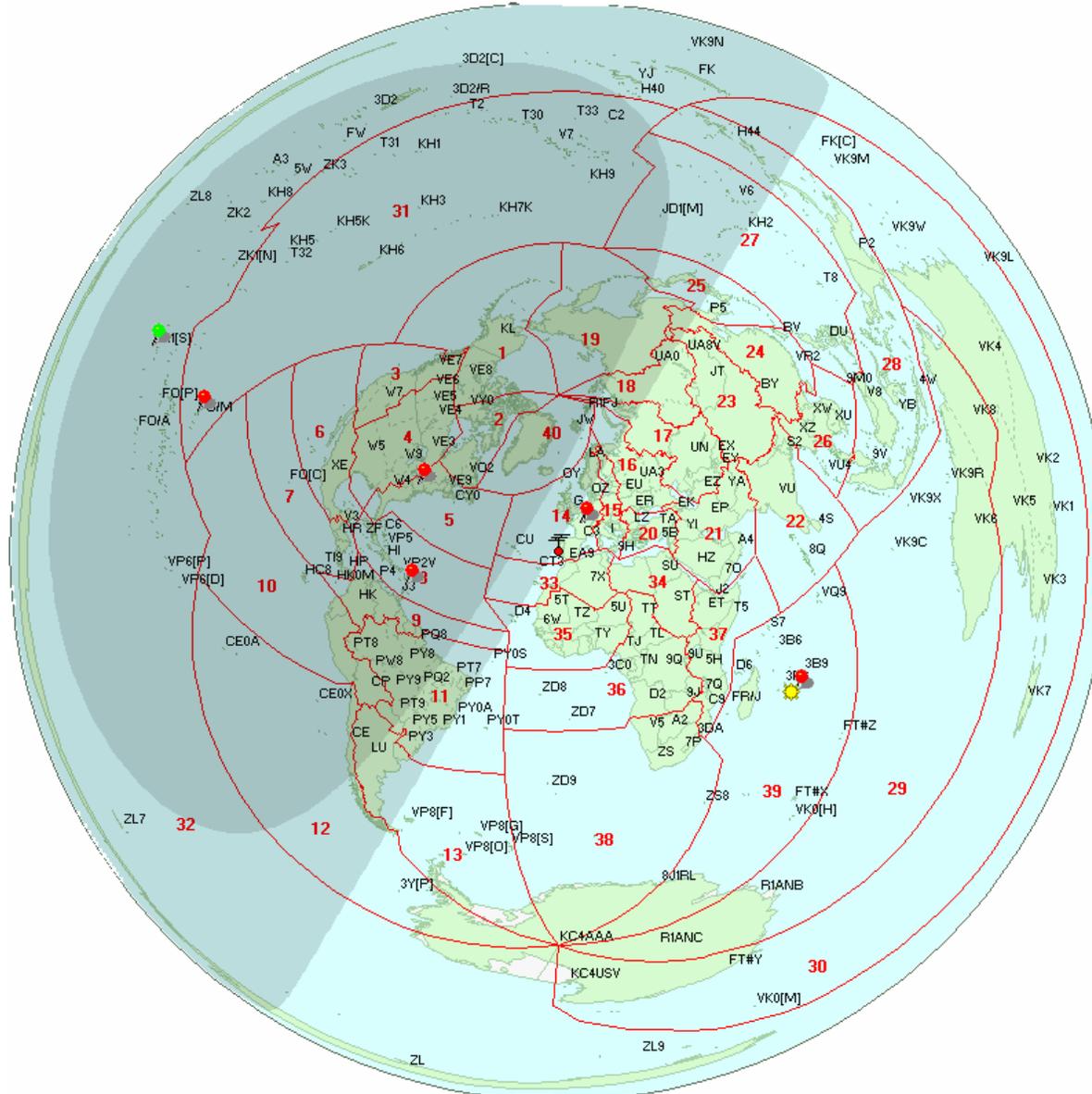
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- Le cas particulier des bandes basses 40 , 80 et 160m
 - 40m : bande courte distance de jour (modes mixtes E et F) et DX de nuit Partiellement prévisible (*) comme les bandes plus hautes par les logiciels de prévision. Fréquentes ouvertures long path.
 - 80m: bande de nuit uniquement (DX), modes mixtes E et F en grayline (courte distance) . Partiellement prévisible (*) par les logiciels.
 - 160m: bande de nuit uniquement. Complexe et imprévisible par les logiciels.
- Principe général:
 - Grayline sur 40m et circuit antipodaux
 - En dehors de cela, rester sur un circuit nocture. Les deux meilleurs moments sont juste après le lever de soleil du DX, ou son propre lever de soleil
 - Meilleure propagation en hiver du fait de la diminution des orages tropicaux et de l'augmentation des zones nocturnes
- Activité magnétique et bruit:
 - Certaines périodes sont propices aux bandes basses (40 et 80m) aux cours d'un évènement solaire: 1ère 24H après le flare et période immédiatement après la fin de l'orage magnétique

(*) sauf « sunset/sunrise effect »

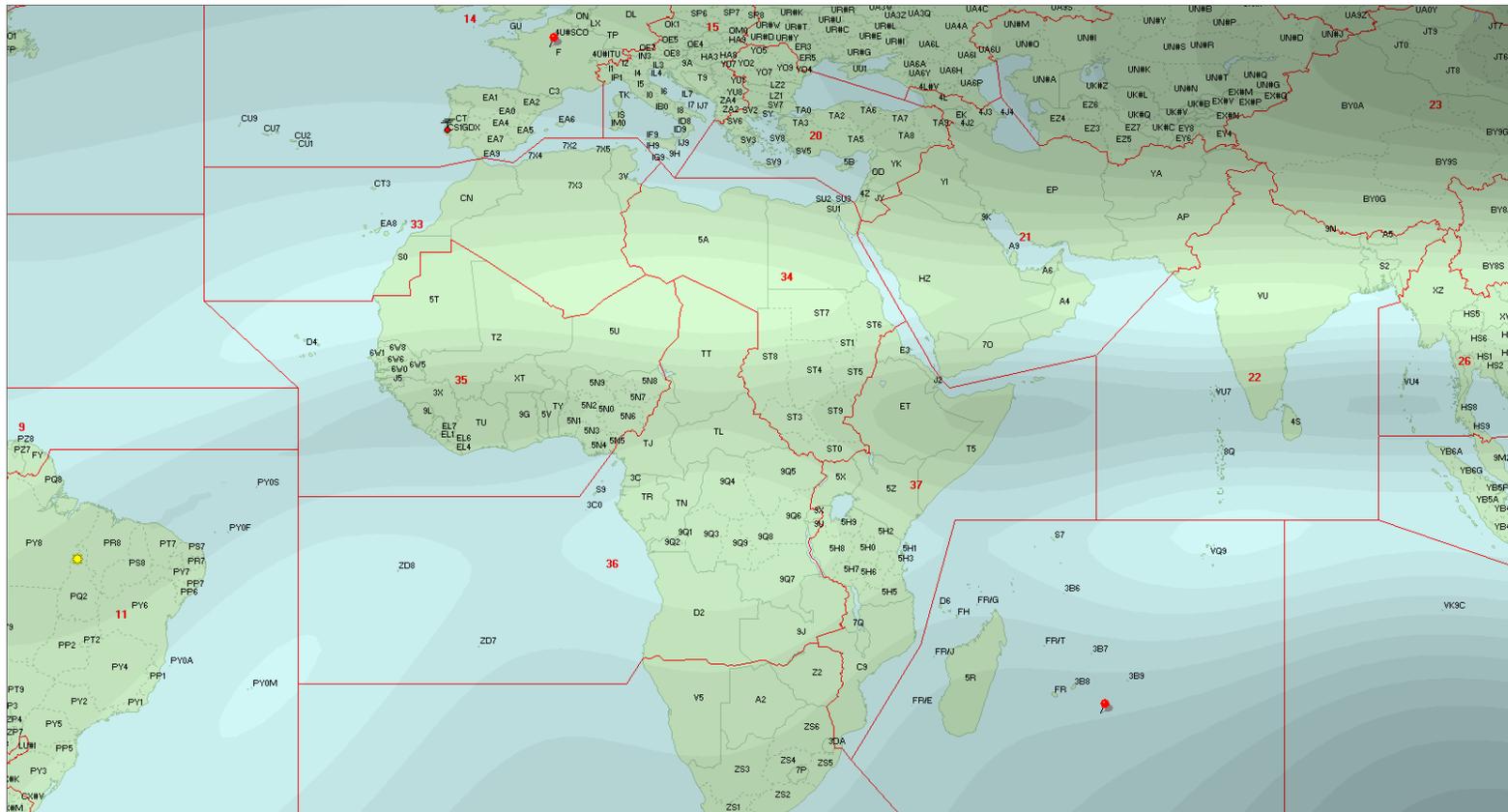
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- Le cas particulier des bandes basses: Début janvier vers 08H00Z



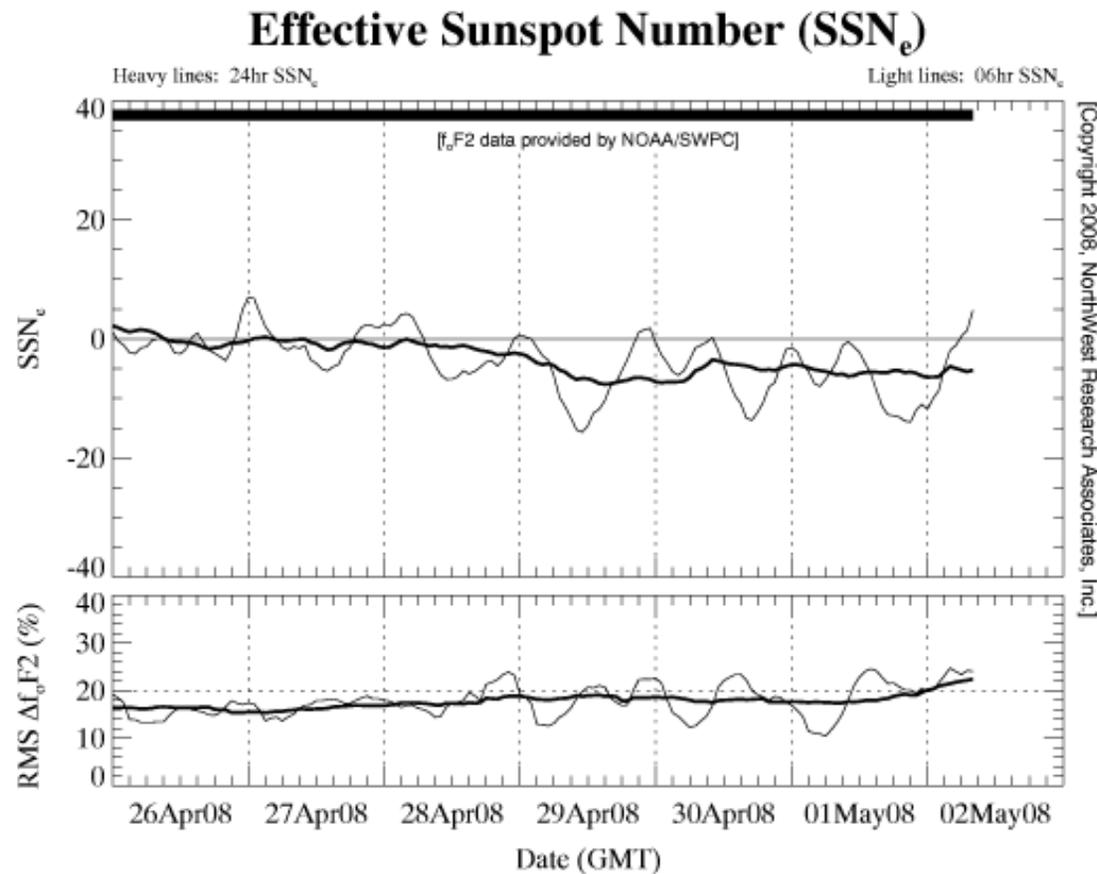
Fondamentaux d'un circuit de propagation

- L' « anomalie équatoriale »
 - Zones à fort gradient d'ionisation avec maxima 15 à 20° de part et d'autre de l'équateur magnétique
 - Ionisation atteint son maximum dans l'après-midi et se prolonge dans la zone nocturne
 - Forts gradients horizontaux entraînant l'apparition de modes guidés: Chordal..etc



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- Nombre de Wolf Effectif SSNe
 - Représentation de l'ionosphère sur un bloc de 6 heures d'observations par un nombre de Wolf « virtuel » qui représente au mieux l'ionosphère au travers d'un modèle mathématique (CCIR ou URSI-88)
 - Comparaison entre SSNe et SSNf dérivé du flux par la formule
$$F10.7 = 63.74 + 0.727 * SSNf + 0.000895 * SSNf ** 2$$



Fondamentaux d'un circuit de propagation

- Le bruit atmosphérique lié aux orages tropicaux
 - Source importante de bruit limitant le SNR sur les circuits traversant les zones actives
 - Puissance de bruit moyenne diminuant avec la fréquence

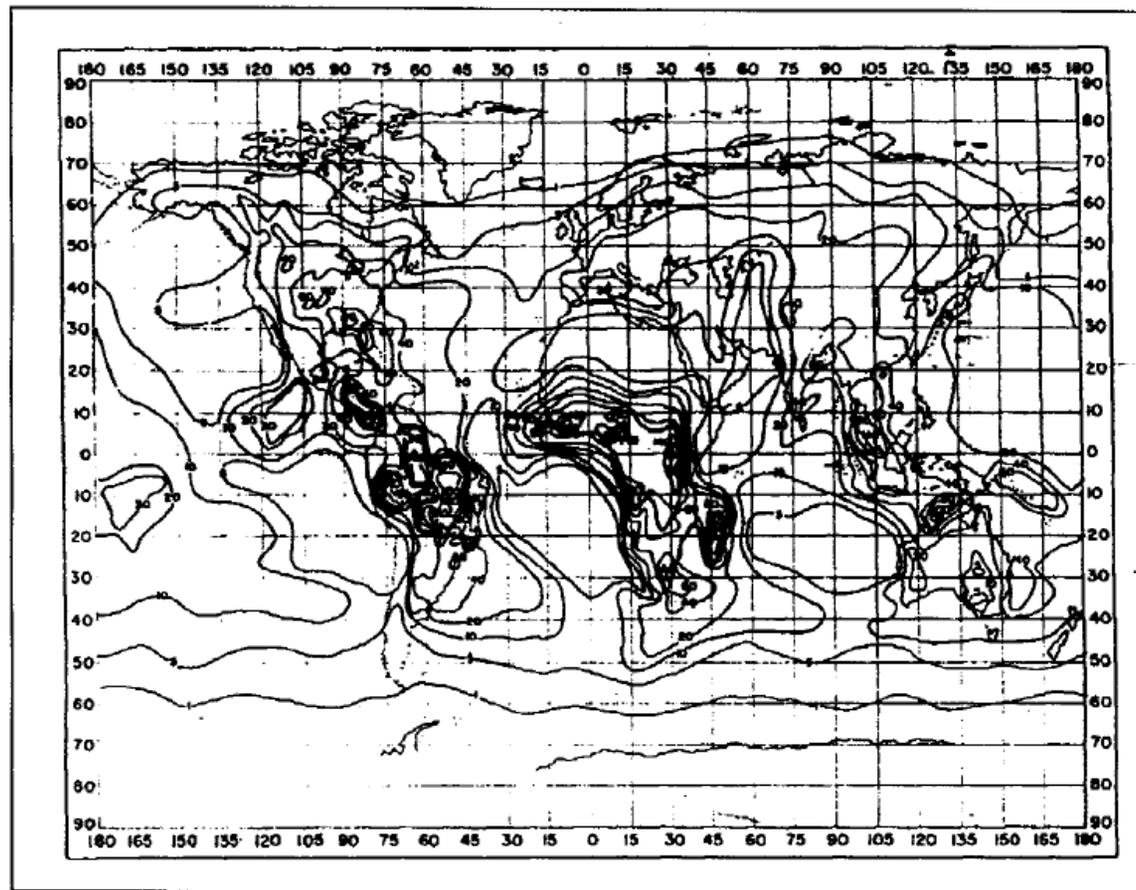
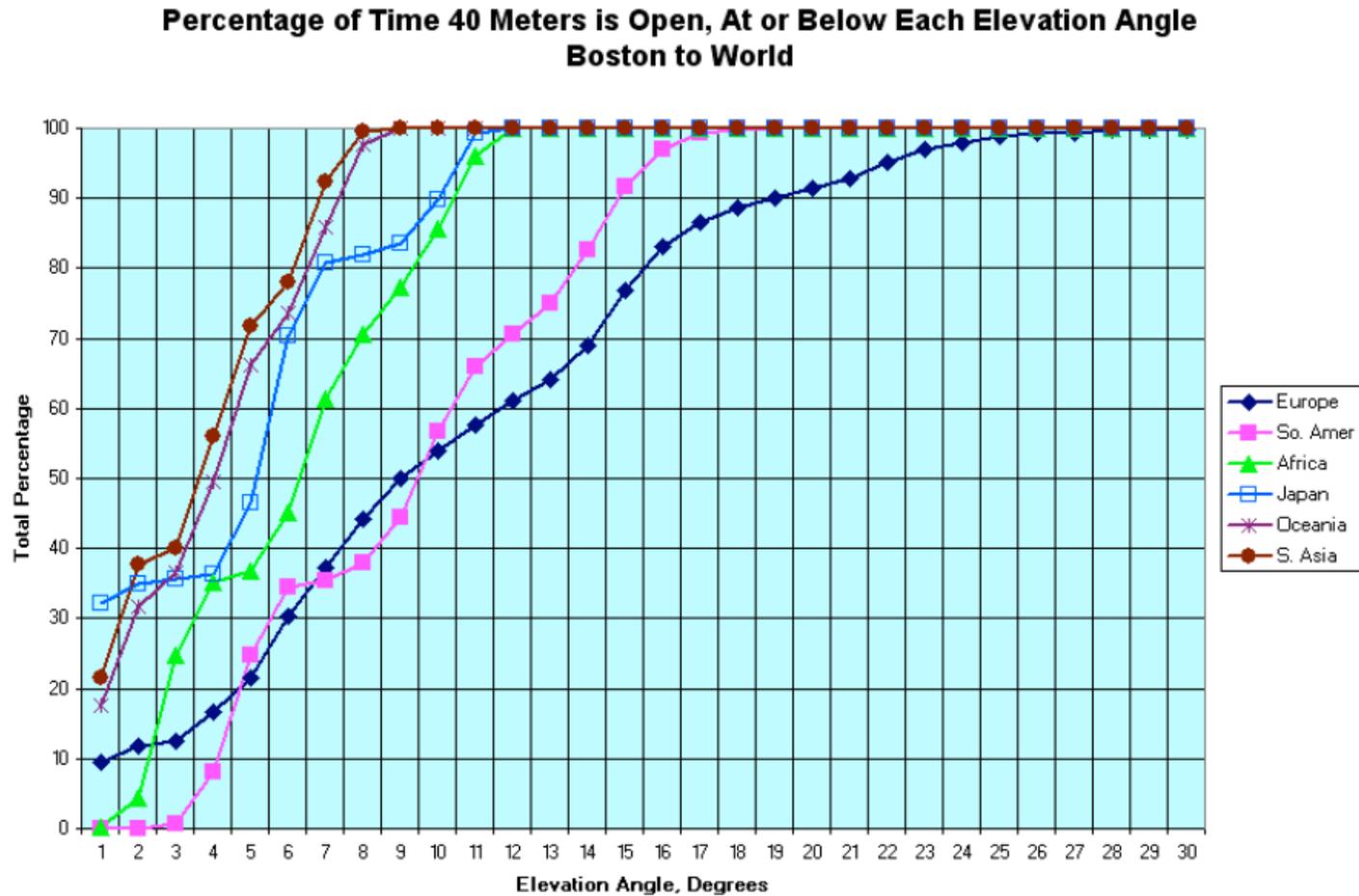


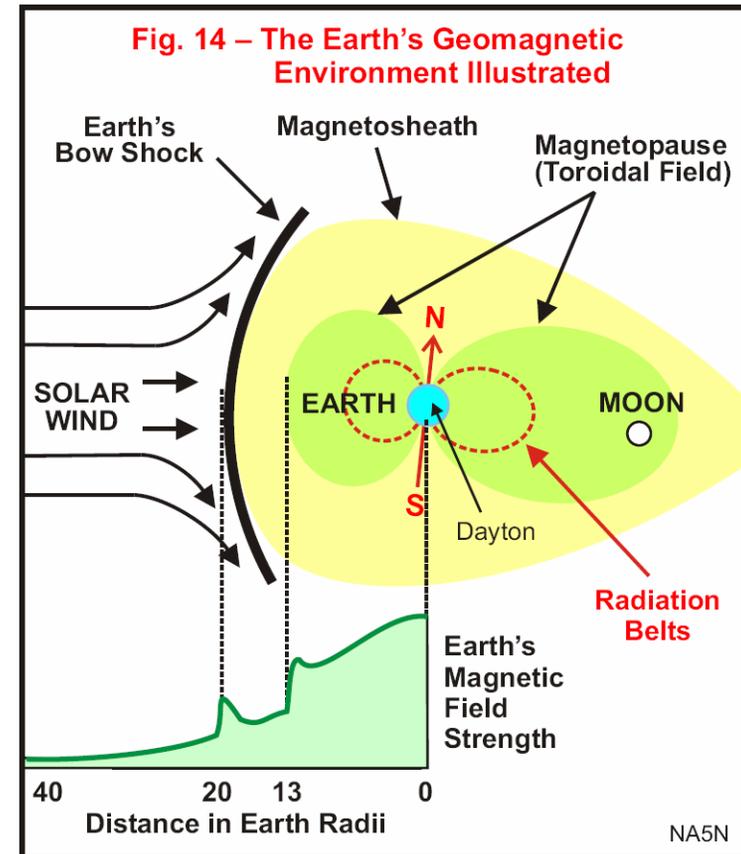
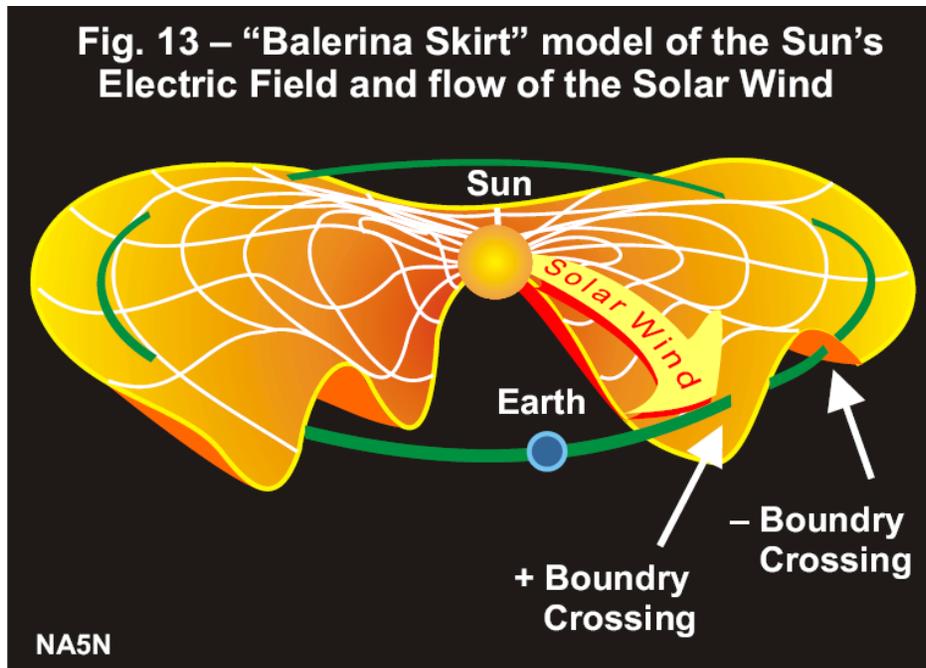
Figure 7 Thunderstorm days for an entire year

Fondamentaux d'un circuit de propagation

- L'importance de l'angle d'élévation
 - Lié à la statistique propre à un circuit (heure/saison/cycle solaire)



Cycle solaire, ionosphère et relations soleil-terre



Météo de l'Espace: Perturbations de la propagation

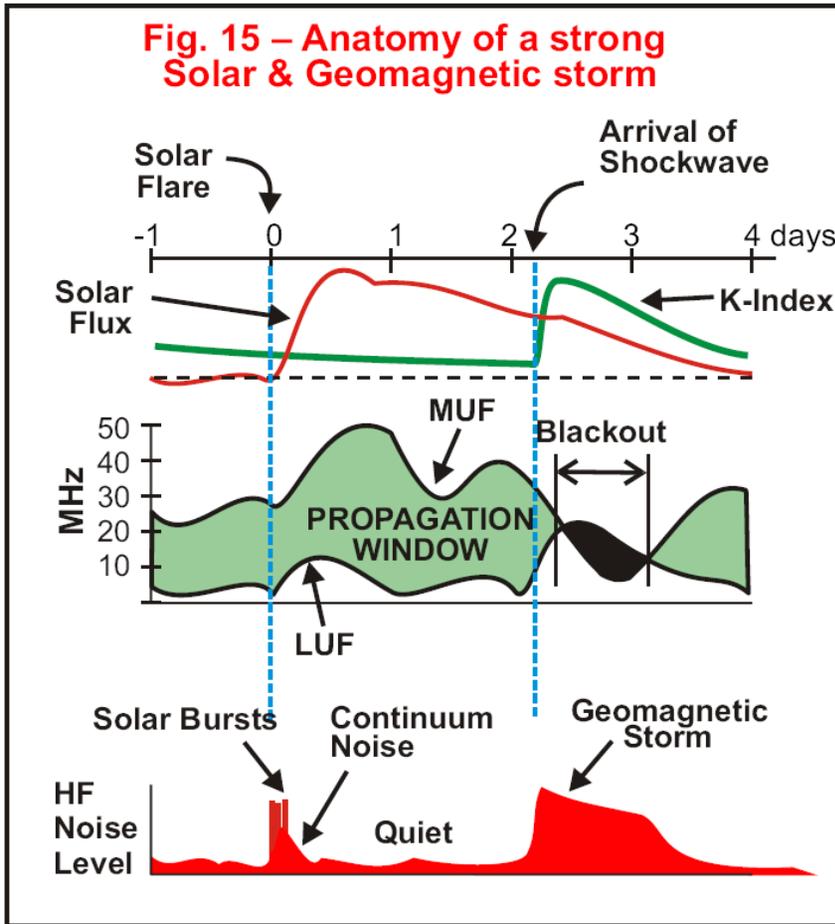


Fig. 16 – Geomagnetic Indices & Conditions

	K Index	Ap Index	Geomagnetic Conditions	HF Noise	Aurora
NORMAL	0	0-2	Very Quiet	S1-S2	None
	1	3-5	Quiet	S1-S2	None
	2	6-9	Quiet	S1-S2	Very low
	3	12-19	Unsettled	S2-S3	Very low
STORM	4	22-32	Active	S2-S3	Low
	5	39-56	MINOR storm	S4-S6	High
	6	67-94	MAJOR storm	S6-S9	Very high
	7	111-154	SEVERE storm	S9+	Very high
	8	179-236	SEVERE STORM	Blackout	Extreme
	9	300-400	EXTREME storm	Blackout	Extreme

Fig. 17 – Solar Flare Classifications

Flare Class	Type of Flare	HF Radio Effects (30M to 10M)	Geomagnetic storm (<20M)
A	Very small	None	None
B	Small	None	None
C	Moderate	† Low absorption	† Active to Minor
M	Large	† High absorption	† Minor to Major
X	Extreme	† Poss. blackout	† Major to Severe

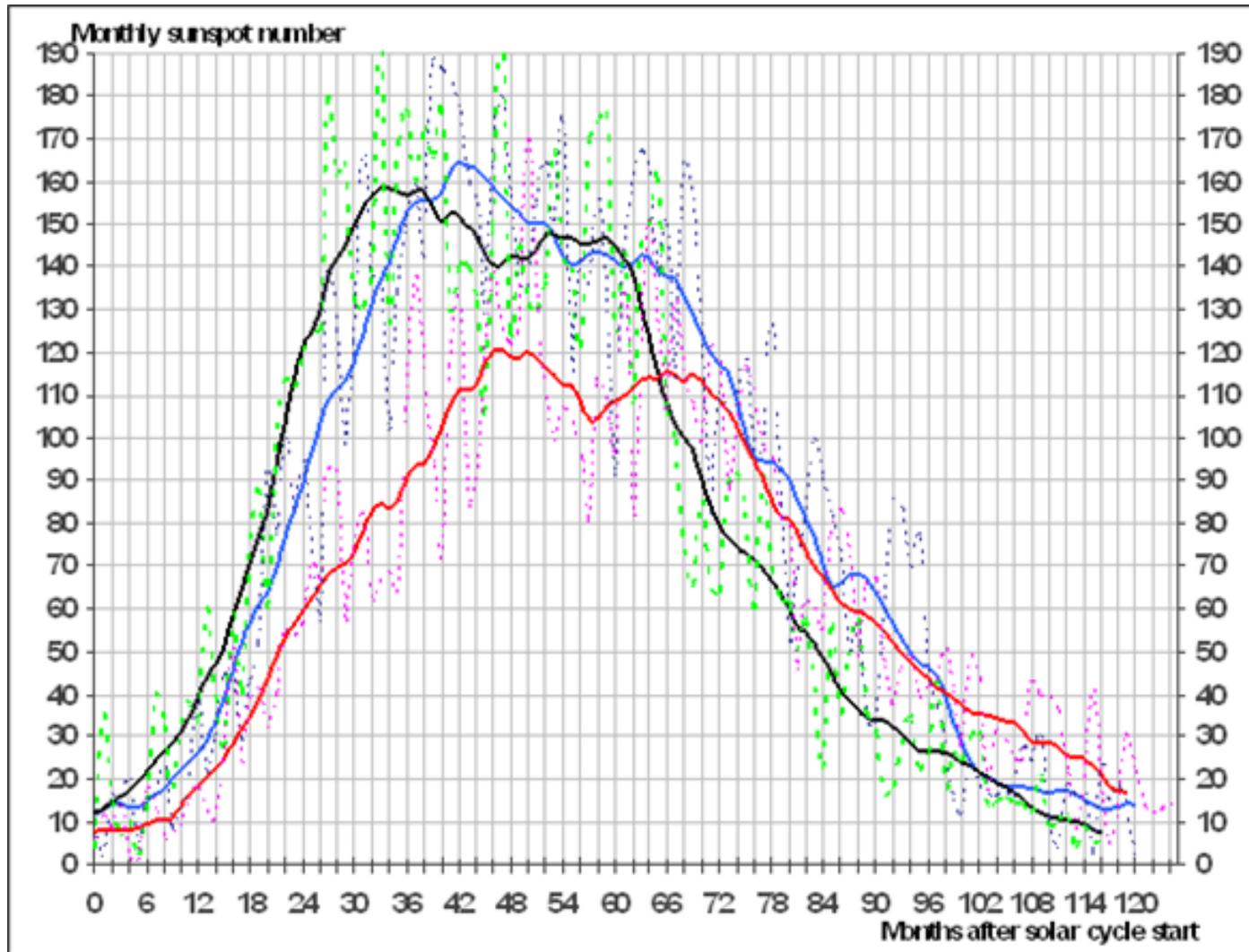
† Conditions cited only if Earth is in the trajectory of the flare's shockwave.

Météo de l'Espace:

Perturbations de la propagation

- Types d'évènements:
 - Eruption suivie immédiatement de Fade-Out ou SID (1 heure)
 - Sursaut de bruit solaire
 - 2 jours plus tard, orage magnétique d'intensité variable
 - Polar Cap Absorption
 - effondrement des FoF2 et fermeture de la fenêtre ionosphérique (black-out)
- Indicateurs
 - SSNe Niveau global d'ionisation
 - Kp Agitation Magnétique par blocs de 3 heures (Echelle Log)
 - Ap Agitation Magnétique par 24 heures (Linéaire)
 - Rayons X de 1 à 8 A: Indicateur de Fade-Out ou SID (Sudden Ionospheric Distortion)
 - Flux de protons de plus de 10 MeV : Indicateur de PCA Polar Cap Absorption
 - Activité Aurorale: niveau relatif de puissance des particules aurorales = même effet et corrélé au flux de protons

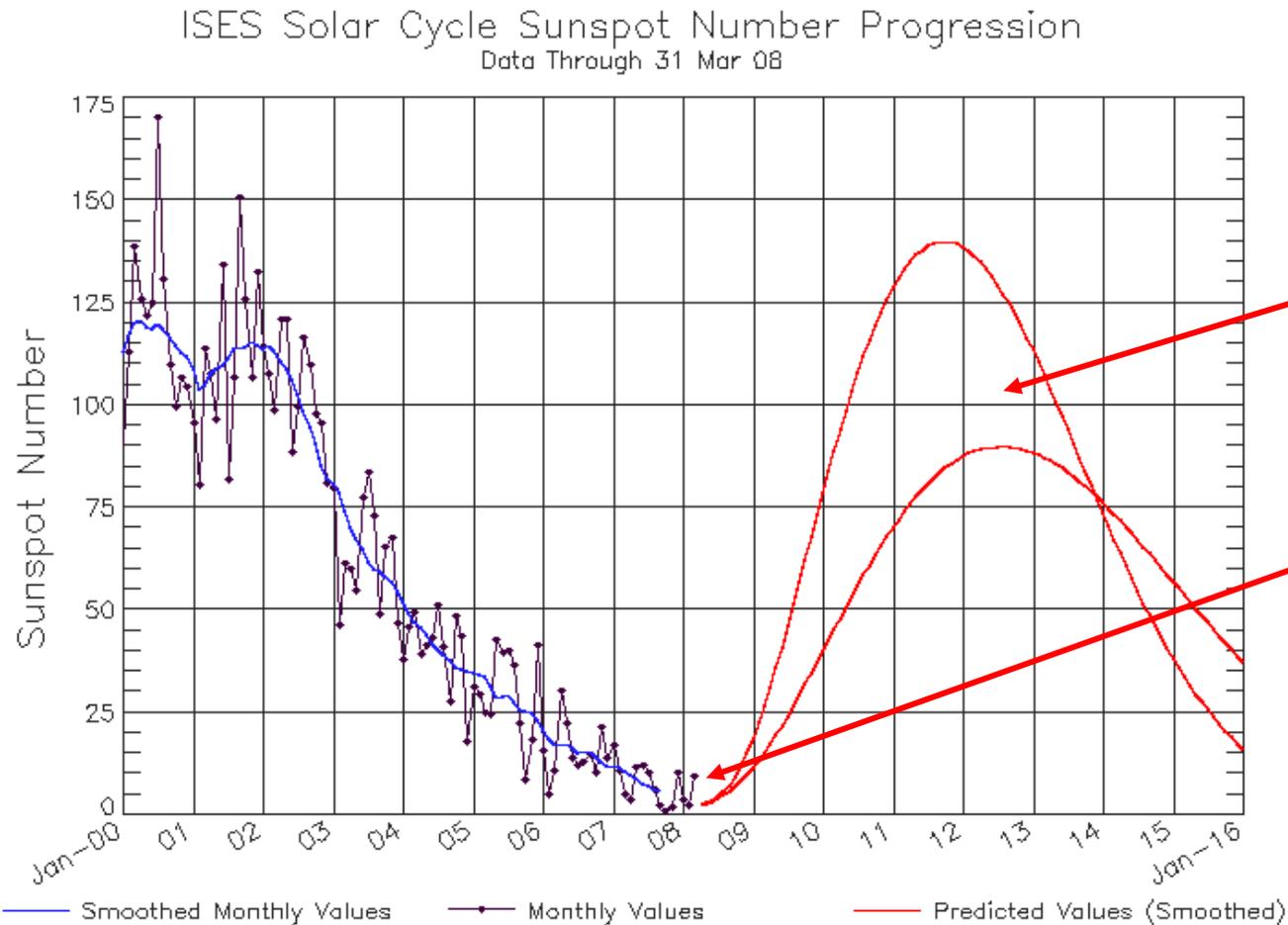
Comparaison des cycles 21, 22 et 23



La fin du cycle 23

- International panel of solar experts April 2007

<http://www.swpc.noaa.gov/SolarCycle/SC24/PressRelease.html>

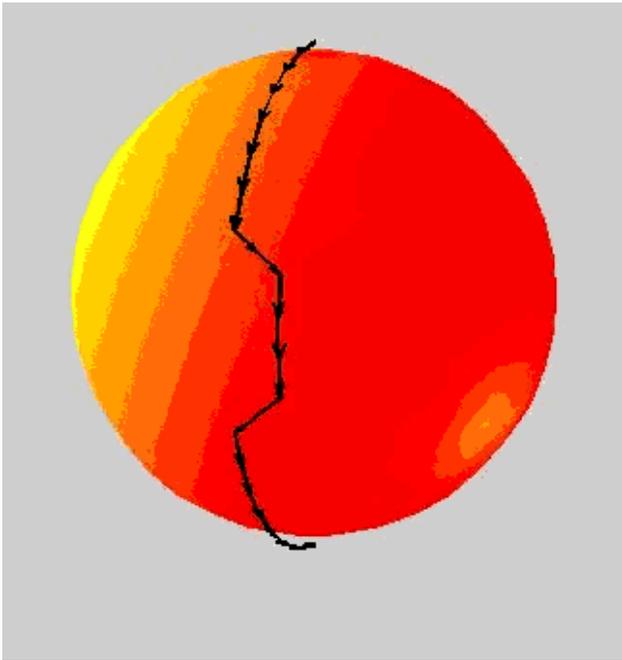


Indécision
entre 2
groupes

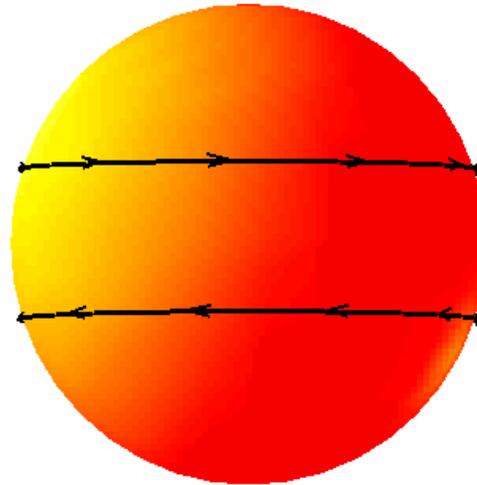
Mai 2008,
SSN ≈ 5

Minimum
attendu à la
mi 2008 ?

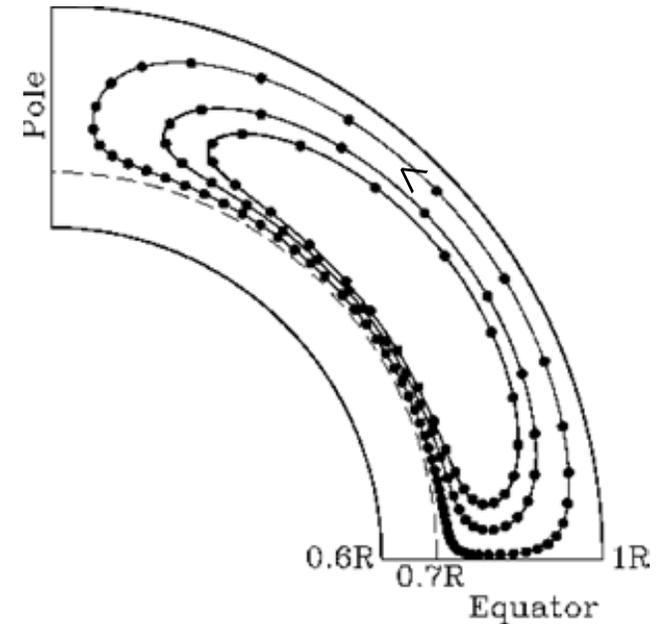
What is a flux-transport dynamo? 1



(i) Generation of toroidal (azimuthal) field by shearing a pre-existing poloidal field (component in meridional plane) by differential rotation (Ω -effect)

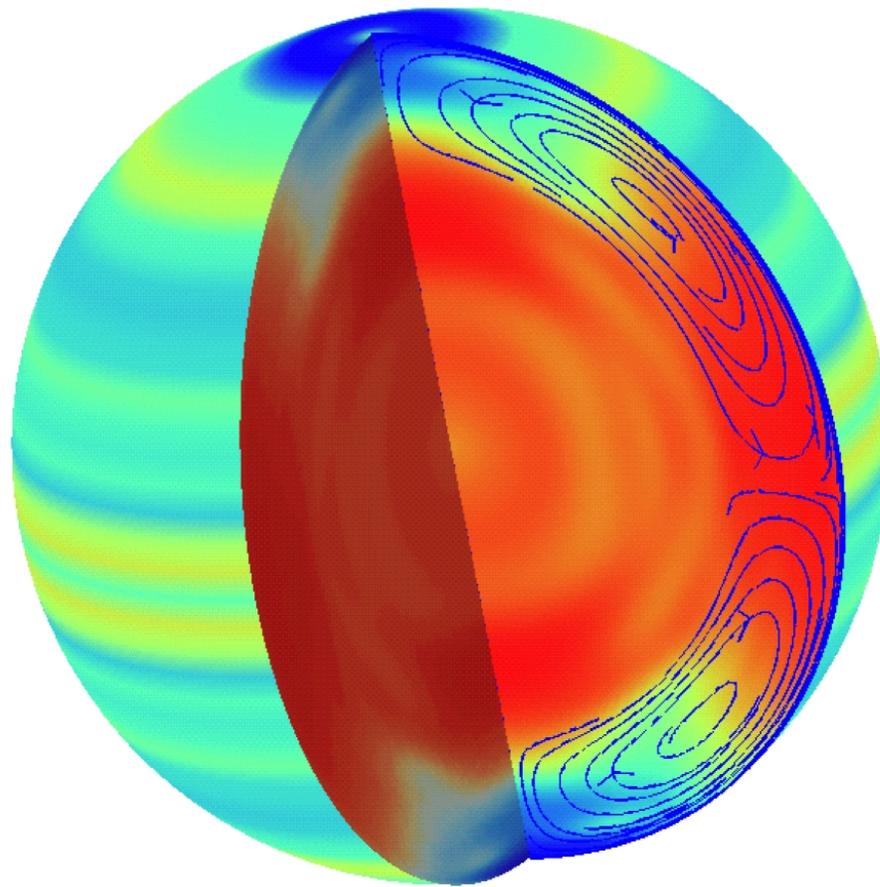


(ii) Re-generation of poloidal field by lifting and twisting a toroidal flux tube by helical turbulence (α -effect)



(iii) Flux transport by meridional circulation

What is a flux-transport dynamo? 2

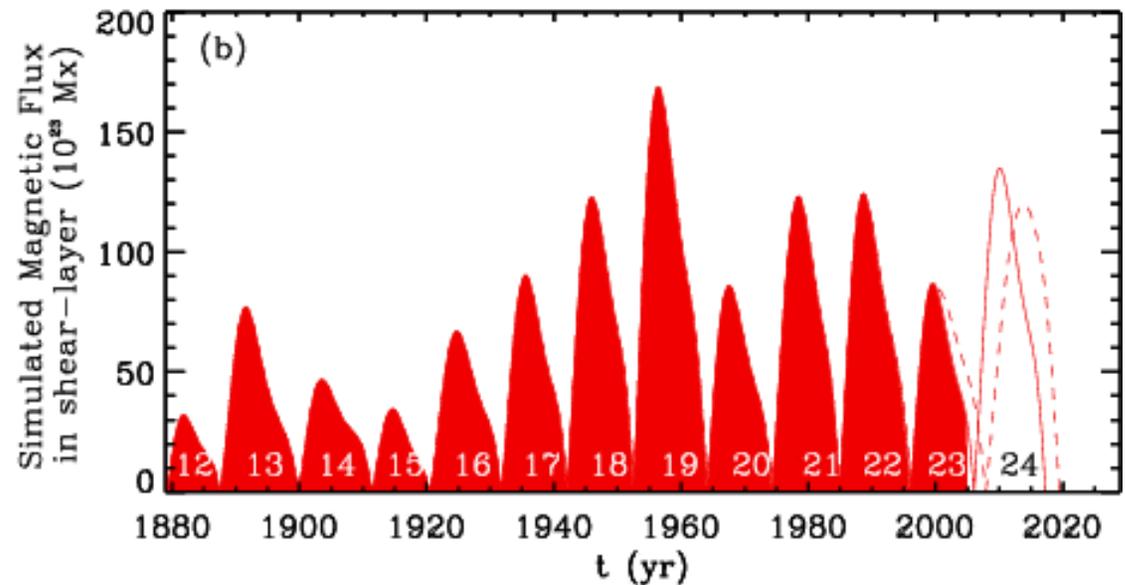
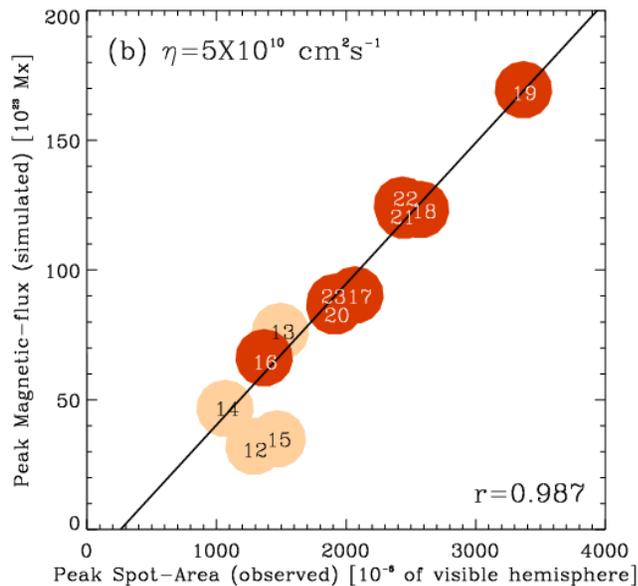
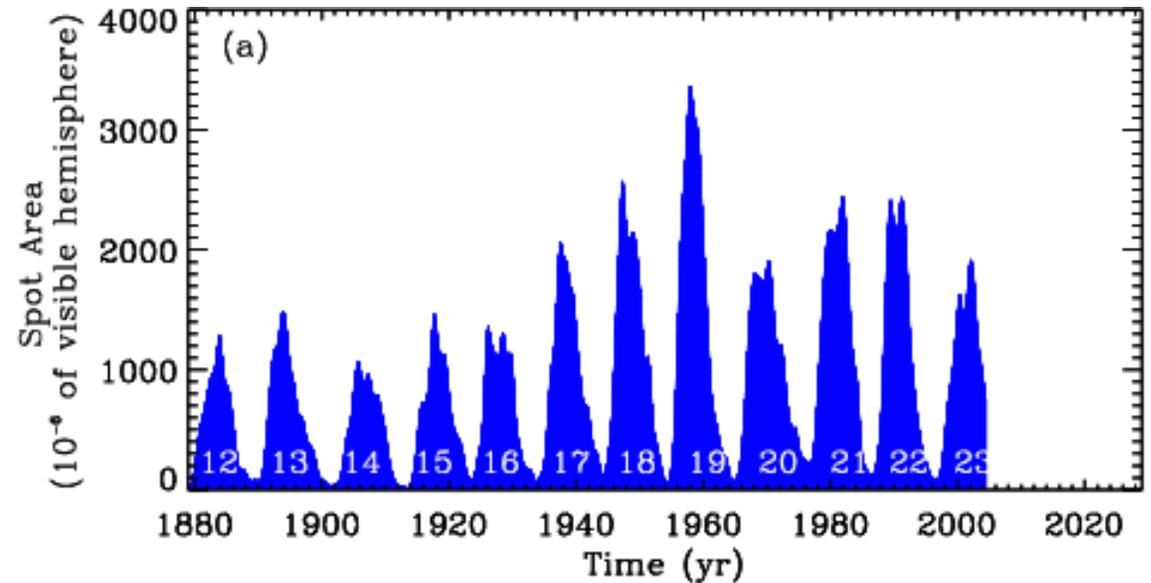


Mausumi Dikpati Theory

Simulating relative peaks of cycles 12 through 24

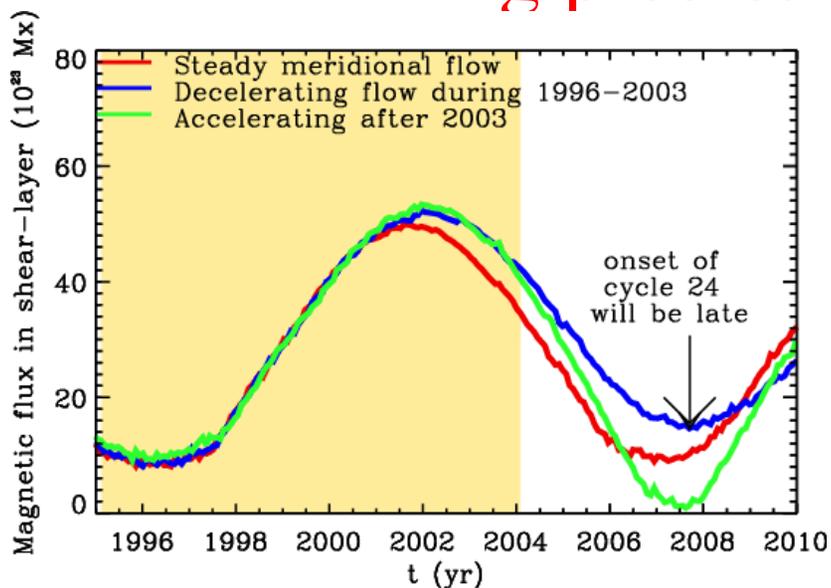
□ We reproduce the sequence of peaks of cycles 16 through 23

□ We predict cycle 24 will be 30-50% bigger than cycle 23



(Dikpati, de Toma & Gilman, 2006, GRL)

Timing prediction and coronal evidence



Current coronal structure not yet close to minimum; more like 12-18 months before minimum



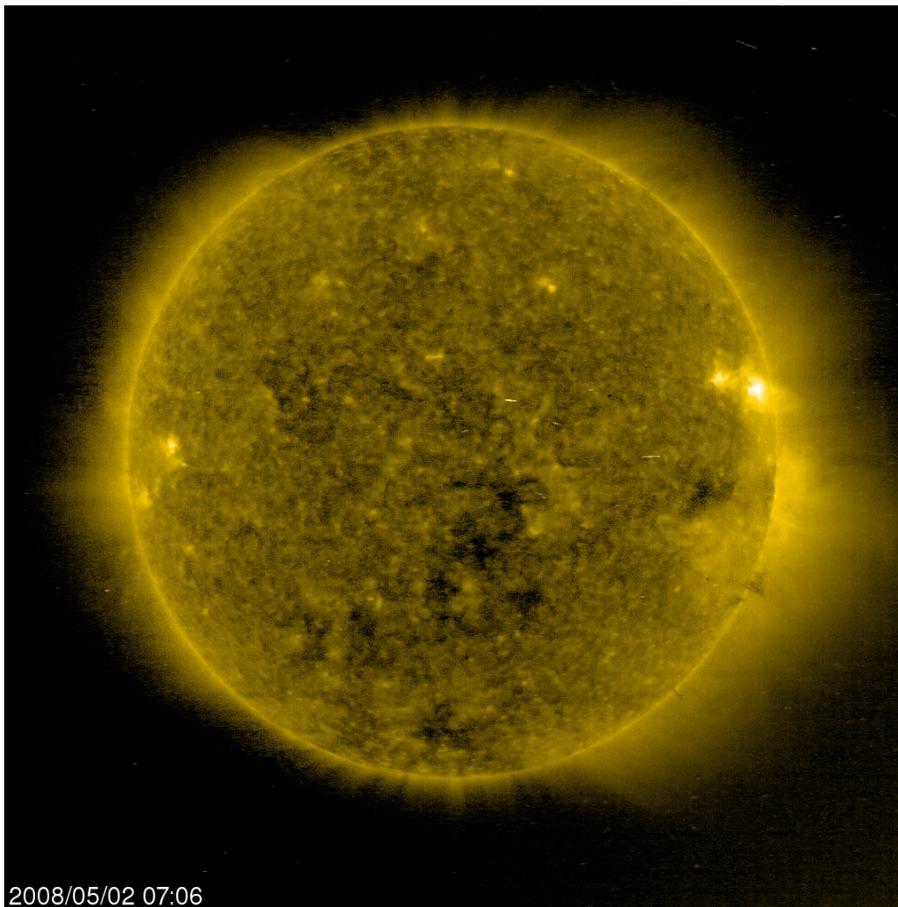
Corona at last solar minimum looked like this



Surveillance du soleil

- Le satellite Soho surveille en permanence l'état du soleil
- Ci-dessous Image en UV et magnétogramme (polarité des tâches)

<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-update.html>



Outils fondamentaux sur le PC et le Net: Modèles de propagation HF

- La famille **IONCAP**, développée par le gouvernement américain et aujourd'hui disponible gratuitement, est de loin la plus sophistiquée disponible pour les amateurs:
 - 1ère génération (Fortran sur mainframe)
 - **IONCAP** – **ION**ospheric **C**ommunications **A**nalysis and **P**rediction program (Fortran 1983)
 - 2ème génération (Code compilé sur PC)
 - **ICEPAC** - **I**onospheric **C**ommunications **E**nhanced **P**rofile **A**nalysis & **C**ircuit prediction program (Ionospheric Conductivity and **E**lectron **D**ensity profile model) -Tascione (1987)
 - **VOACAP** - **V**oice **O**f **A**merica **C**overage **A**nalysis **P**rogram
 - **REC533** - **R**ecommendation ITU-R **P.533-6**
- Les outils de 2ème génération intègrent en plus
 - Passage des zones aurorales et sub-aurorales
 - Passage des calottes polaires
 - Utilisation des indices Kp pour modéliser les orages magnétiques
- **VOACAP**, parce qu'il a bénéficié du budget le plus important pour la révision de son code (Voix de l'Amérique), est considéré comme le plus abouti

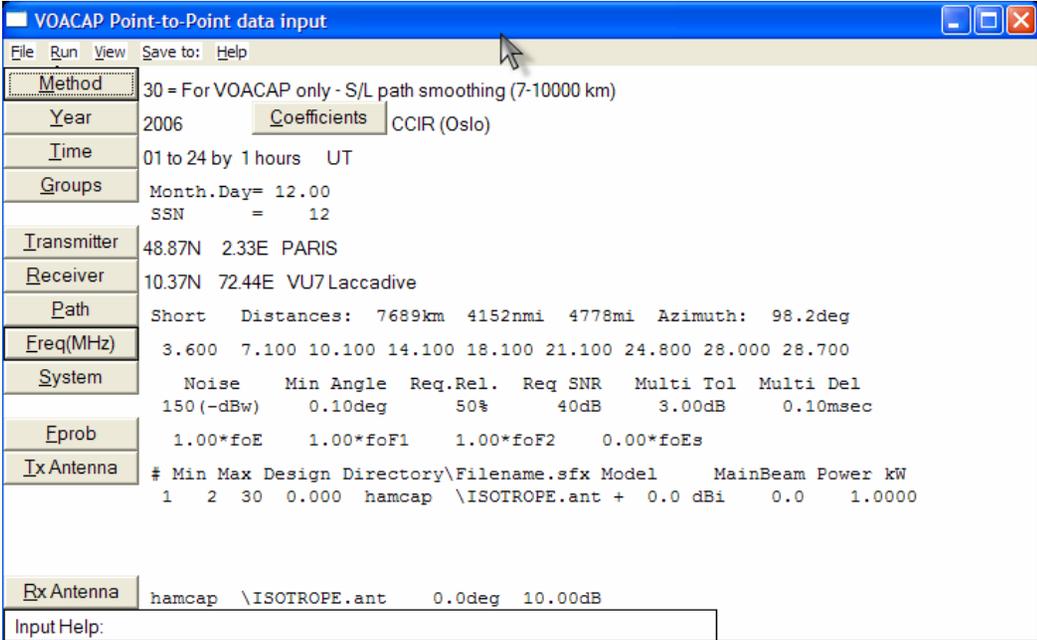
Outils fondamentaux sur le PC et le Net: VOACAP

- 1985 - VOA adopte IONCAP comme modèle pour l'élaboration de son plan de fréquences
- NRL - modifie IONCAP vers VOACAP
- 1993 - VOACAP est publié
- 1993 - NTIA/ITS ajoute une interface DOS GUI
- 1996 – version Windows 3.x 16-bit
- 1997 – version Windows-NT 32-bit
- Present - 05.0119W pour Windows-XP/2000/NT/95/98 32 bits

- Lien URL <http://www.its.bldrdoc.gov/elbert/hf.html>

Outils fondamentaux sur le PC et le Net: VOACAP

- *VOACAP* est un moteur de calcul Fortran qui sort des données brutes au format texte
- La plupart des utilisateurs trouvent *VOACAP* complexe à appréhender
- Le plus délicat est le choix des “Methods” et des “Antennas”
- Les “Methods” les plus utiles sont:
 - Method 30 S/L Path Smoothing Table
 - Method 25 All Modes Table
- Exemple: Circuit Paris – VU4 en Décembre 2006
- Tutorial de OH6BG: <http://www.voacap.com>



VOACAP Point-to-Point data input

File Run View Save to: Help

Method 30 = For VOACAP only - S/L path smoothing (7-10000 km)

Year 2006 Coefficients CCIR (Oslo)

Time 01 to 24 by 1 hours UT

Groups Month.Day= 12.00
SSN = 12

Transmitter 48.87N 2.33E PARIS

Receiver 10.37N 72.44E VU7 Laccadive

Path Short Distances: 7689km 4152nmi 4778mi Azimuth: 98.2deg

Freq(MHz) 3.600 7.100 10.100 14.100 18.100 21.100 24.800 28.000 28.700

System Noise Min Angle Req.Rel. Req SNR Multi Tol Multi Del
150 (-dBw) 0.10deg 50% 40dB 3.00dB 0.10msec

Eprob 1.00*foE 1.00*foF1 1.00*foF2 0.00*foEs

Ix Antenna # Min Max Design Directory\Filename.sfx Model MainBeam Power kW
1 2 30 0.000 hamcap \ISOTROPE.ant + 0.0 dBi 0.0 1.0000

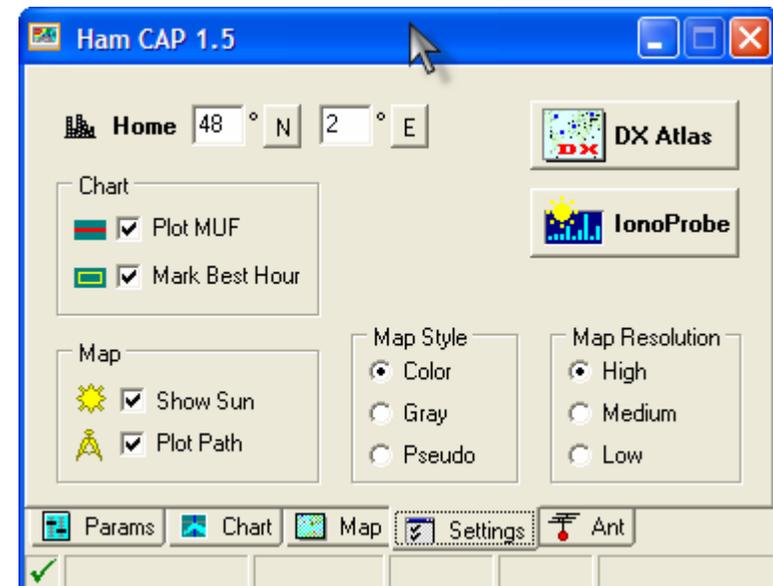
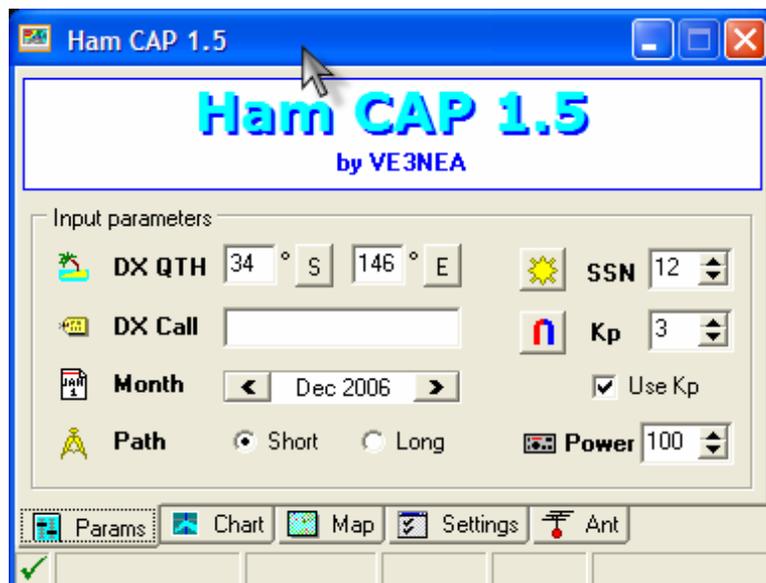
Rx Antenna hamcap \ISOTROPE.ant 0.0deg 10.00dB

Input Help:

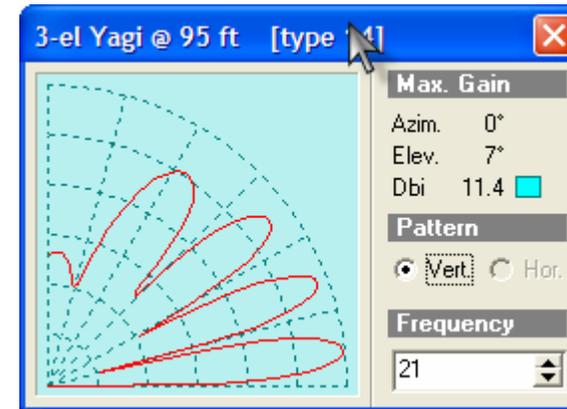
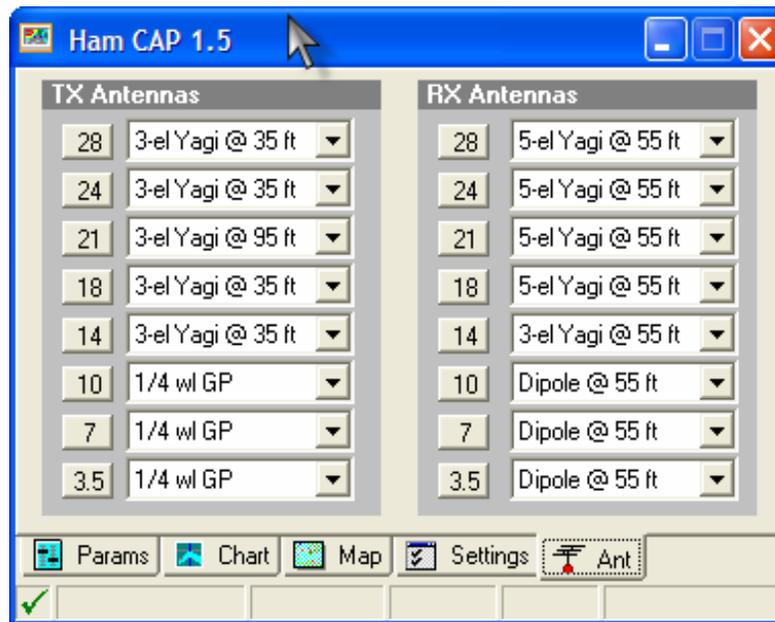
Outils fondamentaux sur le PC et le Net:

HAMCAP

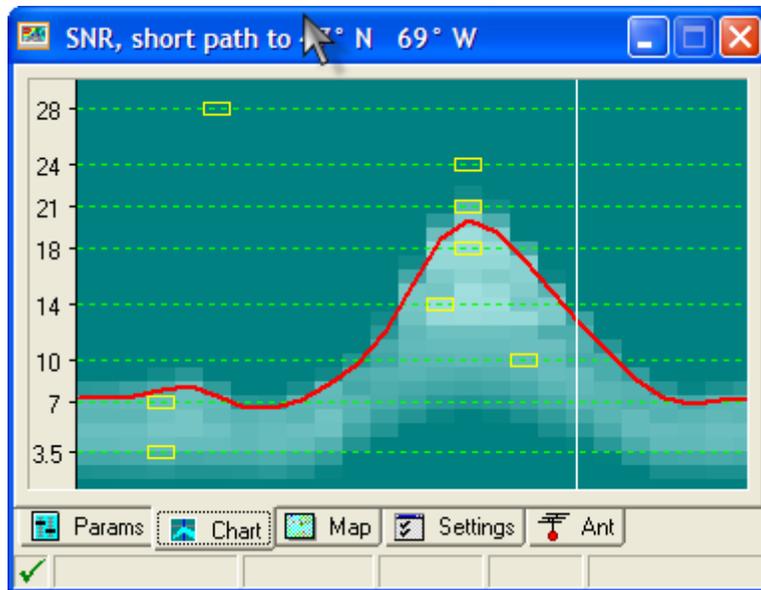
- 2003: VE3NEA publie un freeware, *HAMCAP*, qui est un GUI très convivial utilisant *VOACAP* et est de loin le meilleur outil actuel
- Il ne remplace pas *VOACAP* pour les investigations approfondies
- Lien URL <http://www.dxatlas.com/HamCap/>
- Tutorial de OH6BG: <http://www.voacap.com/hamcap-guide.html>



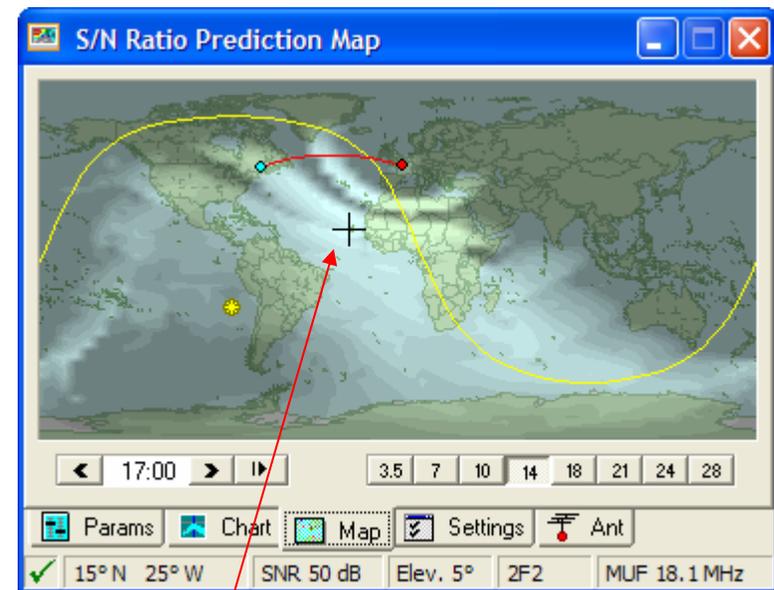
Outils fondamentaux sur le PC et le Net: HAMCAP



Outils fondamentaux sur le PC et le Net: HAMCAP



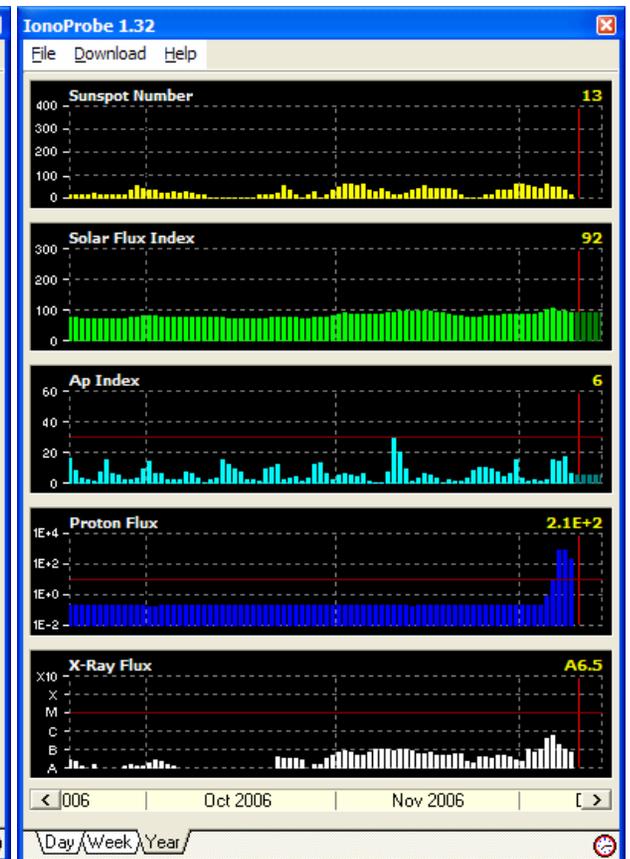
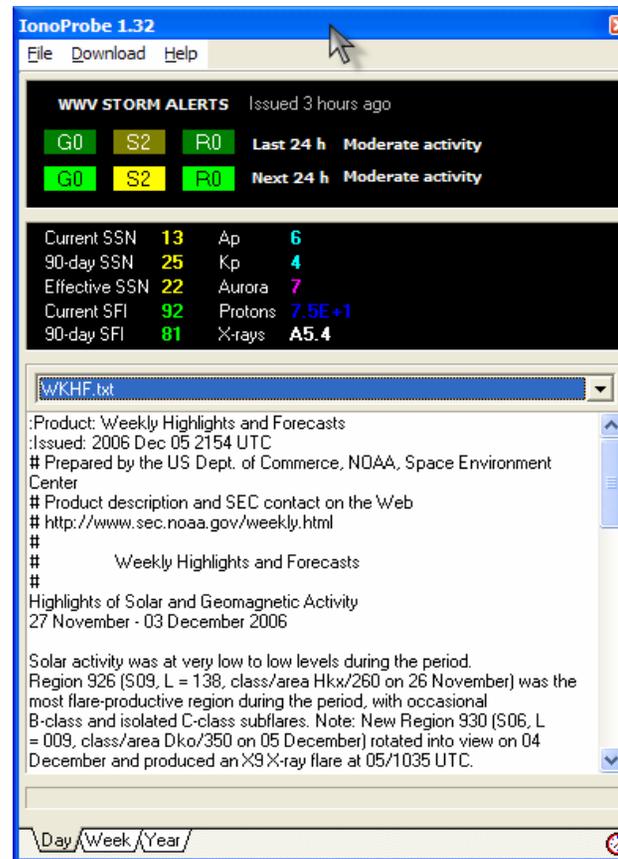
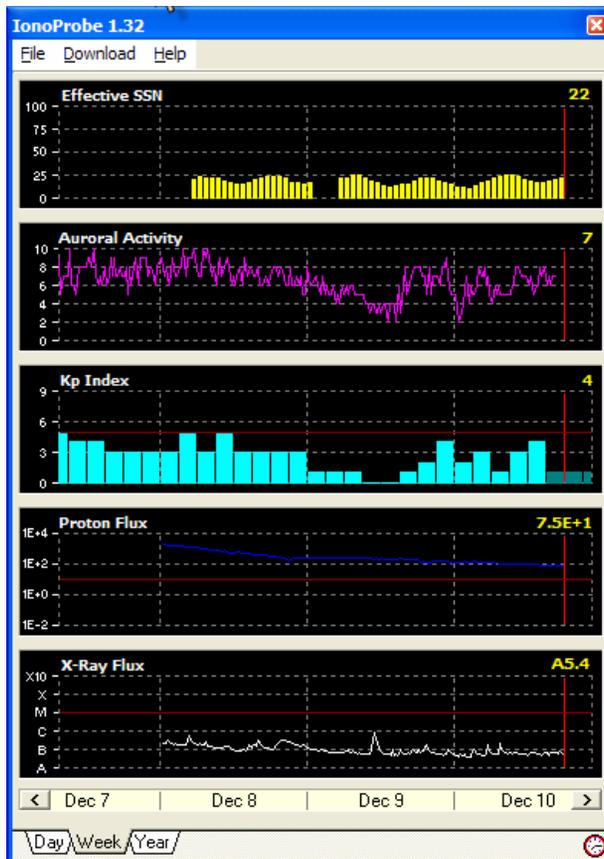
VE2 Analyse Point à Point



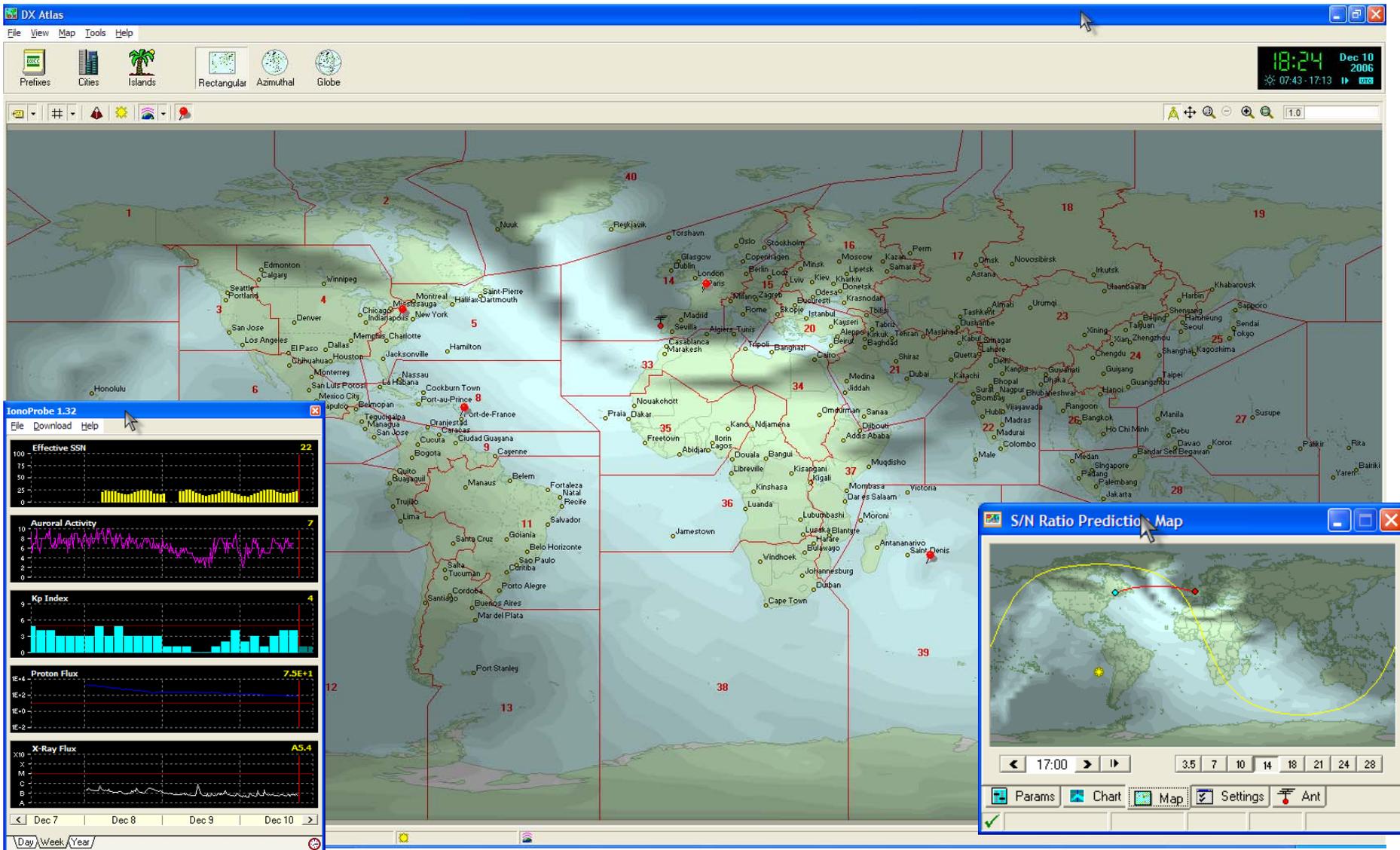
EA8 SNR / Angle / MUF

Outils fondamentaux sur le PC et le Net: IONOPROBE

- *IONOPROBE*, de VE3NEA, est un petit utilitaire payant (20 \$ - 16 €) de monitoring temps réel des conditions HF, interfacé à HamCap et DX Atlas
- Lien URL <http://www.dxatlas.com/IonoProbe/>

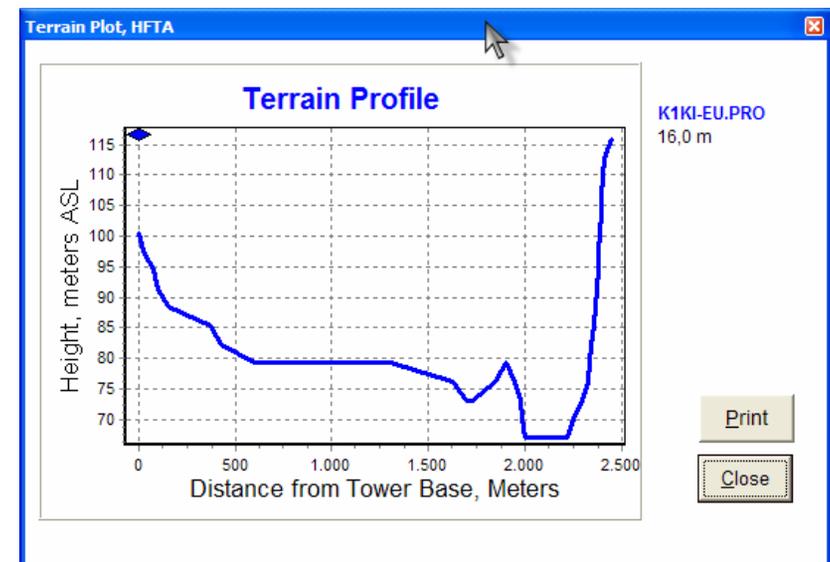
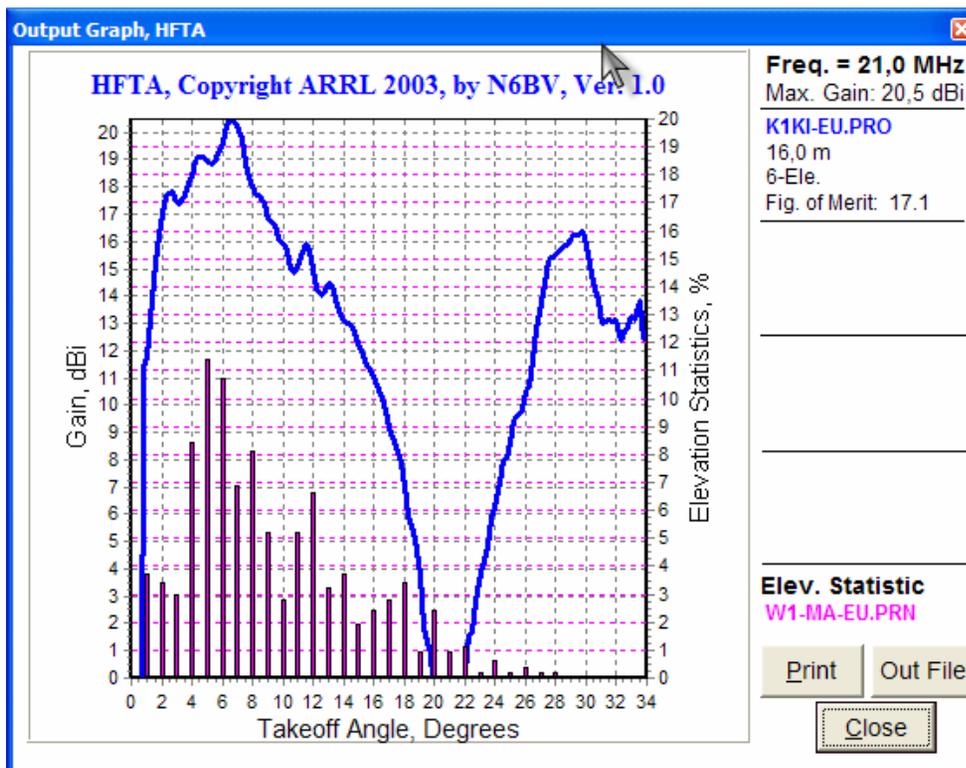
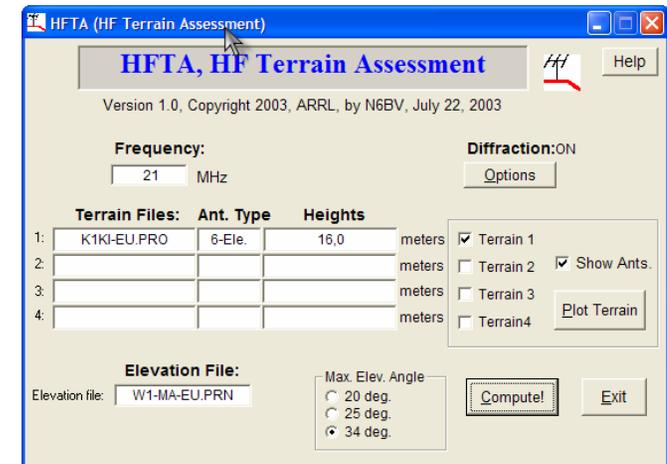


Outils fondamentaux sur le PC et le Net: Intégration HamCap, Ionoprobe et DX Atlas



Outils fondamentaux sur le PC et le Net: HFTA by N6BV

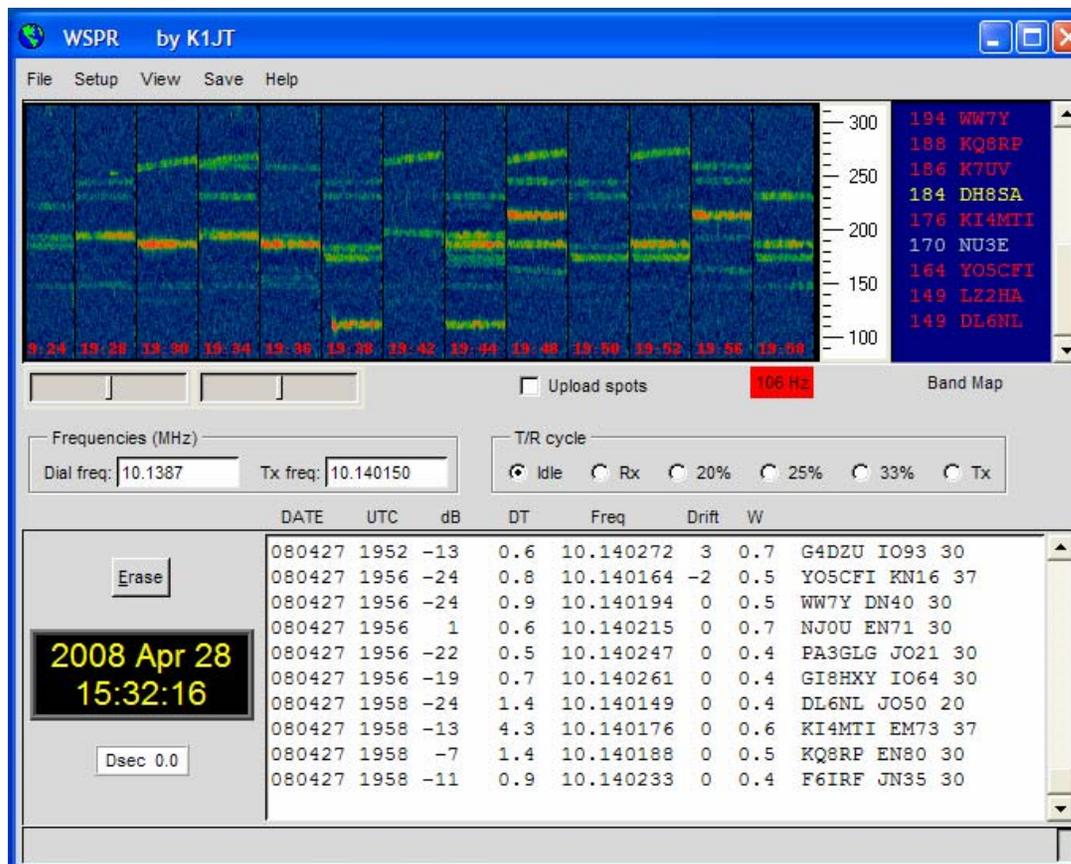
- Sur le CD joint avec la 20ème Edition du *ARRL Antenna Book*, le programme *HFTA HF Terrain Assessment* permet d'analyser la hauteur de ses antennes et l'angle de départ optimal



Outils fondamentaux sur le PC et le Net: WSPR by K1JT (1)

- Les travaux de K1JT visant à mettre à la disposition des radio-amateurs des logiciels permettant de détecter des signaux très faibles viennent de produire un applicatif de grand intérêt: WSPR “Weak Signal Propagation Reporter”
- Dérivé de JT2 et JT4, Modulation 4-FSK, bande de totale 300 Hz, bande passante d’un signal = 6 Hz , détectivité = -28 dB dans une bande de 2500 Hz (-14 dB ramené à 50 Hz)

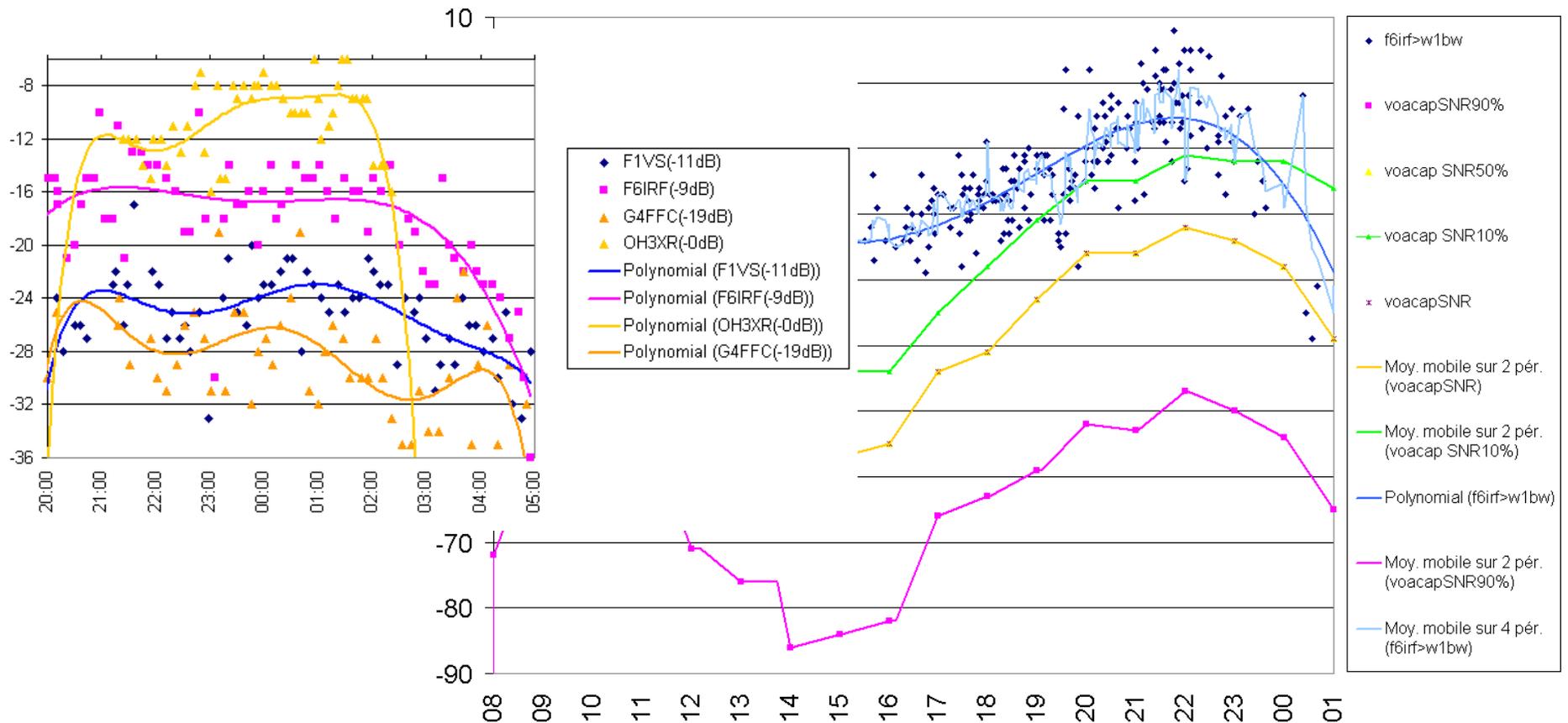
<http://physics.princeton.edu/pulsar/K1JT/>



Outils fondamentaux sur le PC et le Net: WSPR by K1JT (2)

- Patrick , F6IRF, a été le premier à exploiter WSPR pour évaluer la propagation et la performance des stations

<http://f6irf.blogspot.com/>



Petit traité de propagation à l'usage des Contesters

- Pour planifier un contest, une “vue globale” est nécessaire — cad vers *toutes* les parties du monde pour un contest DX.
- Sur le CD joint avec la 20ème Edition du *ARRL Antenna Book*, des tables “résumées” et “détaillées” sont disponibles pour plus de 150 QTHs autour du monde.
- Les périodes de “Rate” maximum (USA, Europe) peuvent être planifiées en fonction du SNR maximum tout en conservant une vigilance sur périodes d’ouverture avec les zones “multiplicateurs” (Afrique, Asie, Amérique du Sud)
- Les règles de Grayline/Sunset prévalent sur les bandes basses

Prévisions “résumées” ARRL

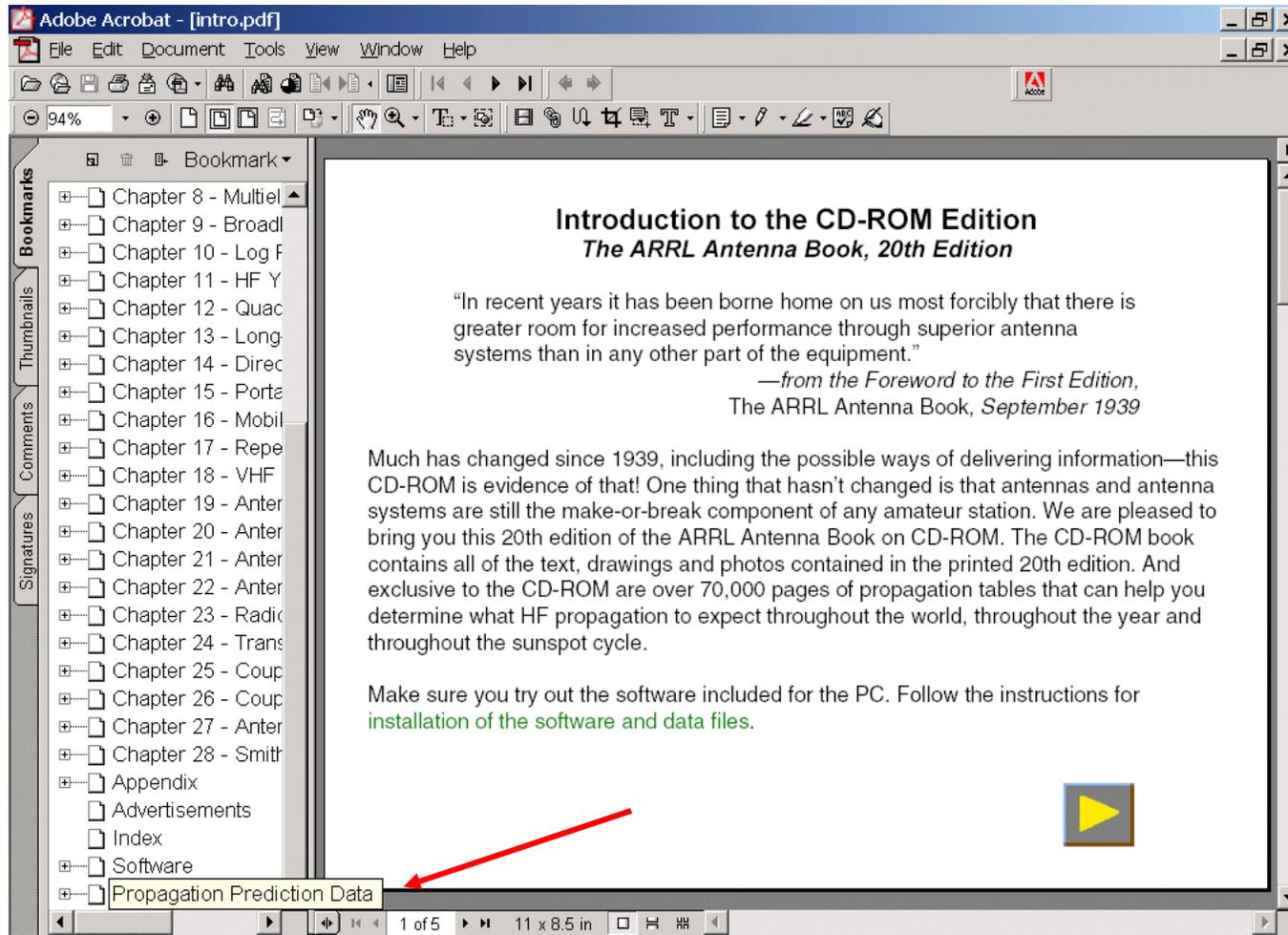
- De 80 à 10 mètres pour le mois, le niveau d'activité solaire et le QTH.

- Zones générales d'intérêt:

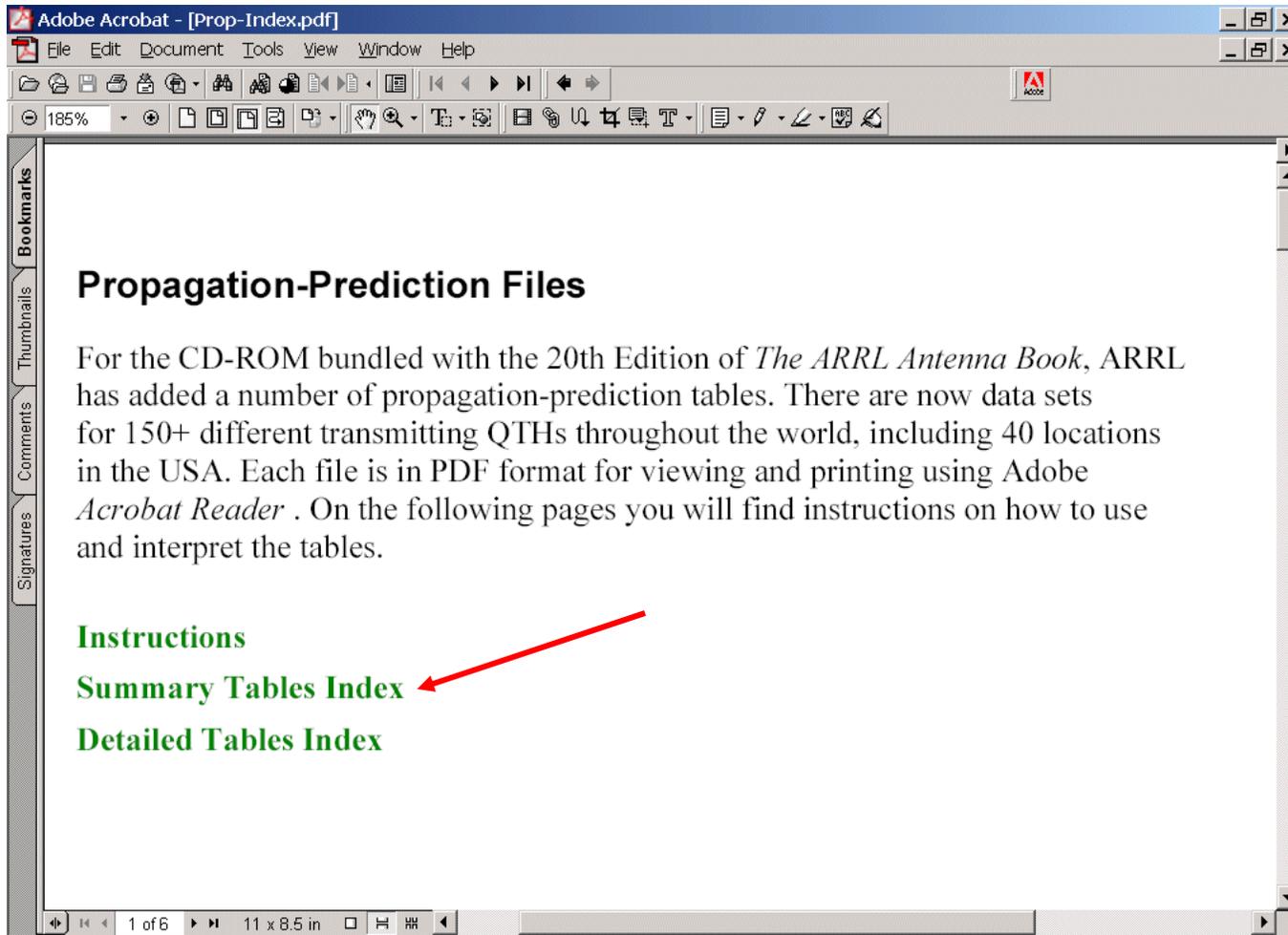
EU (Europe), FE (Extrême Orient), SA (Amérique du Sud), AF (Afrique), AS (Asie du Sud), OC (Océanie), NA (Amérique du Nord).

- Les signaux sont donnés en “S Units”.

Prévisions ARRL



Prévisions ARRL



Prévisions ARRL by N6BV

Detailed Propagation Tables

USA W1B Boston, MA W2A Albany, NY W2B Buffalo, NY W2N NYC, NY W3D Washington, DC W4A Montgomery, AL W4F Miami, FL W4G Atlanta, GA W4K Louisville, KY W4N Raleigh, NC W4T Memphis, TN W5A Little Rock, AR W5H Houston, TX W5L New Orleans, LA W5M Jackson, MS W5N Albuquerque, NM W5O Oklahoma City, OK W5T Dallas, TX W6L Los Angeles, CA W6S San Francisco, CA W7A Phoenix, AZ W7I Boise, ID W7M Helena, MT W7N Las Vegas, NV W7O Portland, OR W7U Salt Lake City, UT W7W Seattle, WA W7Y Cheyenne, WY W8M Detroit, MI W8O Cincinnati, OH W8W Charleston, WV W9C Chicago, IL W9I Indianapolis, IN W9W Milwaukee, WI W0C Denver, CO W0D Bismarck, ND W0I Kansas City, MO W0K Middle of US, KS	Europe 8P Bridgetown, Barbados HP Panama City, Panama HR Tegucigalpa, Honduras KL7 Anchorage, Alaska KP2 Virgin Islands TI San Jose, Costa Rica V3 Belmopan, Belize VE1 Halifax, Nova Scotia VE2 Montreal, Quebec VE3 Toronto, Ontario VE4 Winnipeg, Manitoba VE5 Regina, Saskatchewan VE6 Edmonton, Alberta VE7 Vancouver, BC VE8 Yellowknife, NWT VO1 St. John's, NFL VP2 Anguilla VP5 Turks & Caicos XE1 Mexico City, Mexico Europe CT Lisbon, Portugal DL Bonn, Germany EA Madrid, Spain EI Dublin, Ireland ER Kishinev, Moldova F Paris, France G London, England I Rome, Italy JW Svalbard LA Oslo, Norway OH Helsinki, Finland OK Prague, Czech Republic ON Brussels, Belgium OZ Copenhagen, Denmark SV Athens, Greece TF Reykjavik, Iceland UA3 Moscow, Russia UA6 Rostov, Russia	Asia CP La Paz, Bolivia FY Cayenne, French Guiana HC Quito, Ecuador HC8 Galapagos Islands HK Bogota, Columbia LU Buenos Aires, Argentina OA Lima, Peru P4 Aruba PY1 Rio de Janeiro, Brazil PY0 Fernando de Noronha YV Caracas, Venezuela YV0 Aves Island ZP Asuncion, Paraguay Asia 1S Spratly Islands 3W Ho Chi Minh City, Vietnam 4J Baku, Azerbaijan 4S Columbo, Sri Lanka 4X Jerusalem, Israel 9N Katmandu, Nepal A6 Dubai, UAE AP Karachi, Pakistan BY1 Beijing, China BY4 Shanghai, China BY0 Lhasa, China HS Bangkok, Thailand HZ Riyadh, Saudi Arabia JA1 Tokyo, Japan JA3 Osaka, Japan JA6 Nagasaki, Japan JA8 Sapporo, Japan JT Ulan Bator, Mongolia TA Ankara, Turkey UA9 Perm, Russia UA0 Khabarovsk, Russia UN Alma-Ata, Kazakh VR2 Hong Kong VU New Delhi, India VU7 Andaman Islands	Oceania H4 Honiara, Solomon Islands JD1 Ogasawara Island KH0 Saipan, Mariana Islands KH5K Kingman Reef KH6 Honolulu, Hawaii KH8 American Samoa V7 Kwajalein, Marshall Islands VK2 Sydney, Australia VK6 Perth, Australia VK8 Darwin, Australia YB Jakarta, Indonesia ZL1 Auckland, New Zealand ZL3 Christchurch, New Zealand Africa 3B9 Rodrigues 3C Bata, Equatorial Guinea 3V Tunis, Tunisia 5N Lagos, Nigeria 5R Antananarivo, Madagascar 5U Niamey, Niger Republic 5Z Nairobi, Kenya 6W Dakar, Senegal 7Q Lolongwe, Malawi 7X Algiers, Algeria 9J Lusaka, Zambia 9L Freetown, Sierra Leone 9X Kigali, Rwanda C9 Maputo, Mozambique CN Casablanca, Morocco CT3 Madeira Islands D2 Luanda, Angola EA8 Canary Islands IG9 Lampedusa, Italy J2 Djibouti ST Khartoum, Sudan SU Cairo, Egypt VQ9 Chagos, Diego Garcia
--	---	---	--

Prévisions ARRL by N6BV

Summary Propagation Tables for France (Paris)

SSN Ultra High	SSN Very High	SSN High	SSN Medium	SSN Low	SSN Very Low
January					
February					
March					
April					
May					
June					
July					
August					
September					
October					
November					
December					

Each of the month names in the above table is a hyperlink to the corresponding page of this document. Click on the one you want to jump to.

Prévisions résumées ARRL – Stratégie mono-op

Oct., France (Paris), for SSN = Low, Sigs in S-Units. By N6BV, ARRL.

UTC	80 Meters								40 Meters								20 Meters								15 Meters								10 Meters								UTC
	EU	FE	SA	AF	AS	OC	NA		EU	FE	SA	AF	AS	OC	NA		EU	FE	SA	AF	AS	OC	NA		EU	FE	SA	AF	AS	OC	NA		EU	FE	SA	AF	AS	OC	NA		
0	9+	7	9	9+	9+	-	9+	9+	9	9+	9+	9+	8	9+		6	7	8	9+	4	8	4		5	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0				
1	9+	1	9	9+	9+	-	9+	9+	8	9+	9+	9+	-	9+		6	2	9	9+	-	2	5		5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	1					
2	9+	-	9	9+	9+	-	9+	9+	6	9+	9+	9+	-	9+		6	1	9+	9+	-	2	6		5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	2					
3	9+	-	9	9+	9+	-	9+	9+	5	9+	9+	9+	8	9+		6	1	9+	9	-	-	2		5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	3					
4	9+	-	9	9+	8	-	9+	9	4	9+	9+	9+	8	9+		6	5	9	9+	7	1	-		5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4					
5	9+	-	9	9+	5	5	9+	9+	4	9+	9+	9+	8	9		7	8	3	9	9+	7	-		5	3	-	3	-	1	-	1	-	-	-	-	5					
6	9+	-	9	9+	-	5	9+	9+	3	9+	9+	7	9	9		8	9	8	9+	9+	6	-		4	9	-	9+	9	8	-	1	-	-	2	-	2	6				
7	9+	-	9	9+	-	-	9+	9+	4	9	9+	5	8	9+		9+	9	9+	9+	9+	8	3		9	9	1	9	9	9	-	1	4	-	9	1	6	7				
8	9+	-	4	9	-	-	9	9+	4	9	9+	4	7	9+		9+	9	9+	9+	9+	9	7		9+	9	5	9	9	9	-	1	6	-	9	2	7	8				
9	9+	-	1	2	-	-	7	9+	4	8	9+	4	6	9		9+	9	9	9+	9+	9	5		9	9+	9+	9+	9	9	-	1	6	-	9	2	8	9				
10	9+	-	-	-	-	-	4	9+	3	5	9	5	-	9		9+	9	9+	9+	9+	9	9+		9	9+	9	9+	9	9	-	3	7	8	9	2	7	10				
11	9+	-	-	-	-	-	1	9+	4	2	9	6	-	8		9+	9	9+	9+	9+	9	9+		9	9+	9	9+	9	9+	1	4	7	9	9	2	7	11				
12	9+	-	-	-	-	-	-	9+	4	-	8	6	-	6		9+	9+	9	9+	9+	9	9+		9	9+	9	9+	9	9+	7	4	6	9	9	1	3	12				
13	9+	-	-	-	1	-	-	9+	6	-	8	7	-	5		9+	9+	8	9+	9+	9+	9+		9	9+	9	9+	9	9	1	4	8	9	1	1	-	13				
14	9+	-	-	-	2	-	-	9+	8	-	9	8	-	6		9+	9+	7	9+	9+	9+	9+		9	9+	9	9+	8	8	9	1	2	8	9+	-	-	2	14			
15	9+	1	-	6	5	-	1	9+	8	-	9+	9	8	7		9+	9+	8	9+	9+	9+	9		9+	9+	9	9+	7	6	9	1	1	9	8	-	-	1	15			
16	9+	7	-	9	7	-	1	9+	9	-	9+	9+	8	7		9+	9+	9	9+	9+	9+	9+		9	9	9	9+	8	2	9	1	-	9	9	-	-	-	16			
17	9+	8	-	9+	9	8	2	9+	9	1	9+	9+	9	8		9+	9+	9	9+	9	9+	9+		8	7	9	9+	1	2	9	1	-	9	9	-	-	-	17			
18	9+	8	-	9+	9+	8	5	9+	9	2	9+	9+	9	9		9+	9+	9+	9+	9	9+	9+		4	3	9+	9+	-	3	9	1	-	8	7	-	-	-	18			
19	9+	9	-	9+	9+	9	7	9+	9	5	9+	9+	9	9		9+	9+	9+	9+	8	9+	9+		4	-	9+	9	-	2	6	1	-	6	1	-	-	-	19			
20	9+	9	2	9+	9+	8	8	9+	9+	8	9+	9+	9	9+		9	9	9+	9+	7	9	9+		4	-	9	5	-	-	5	1	-	-	-	-	-	20				
21	9+	9	6	9+	9+	8	9	9+	9+	9	9+	9+	9	9+		6	8	9+	9+	4	7	9		5	-	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	21				
22	9+	9	8	9+	9+	5	9+	9+	9+	9	9+	9+	9	9+		6	4	9	9+	4	8	8		5	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	22				
23	9+	8	9	9+	9+	-	9+	9+	9+	9+	9+	8	9+		6	8	9	9+	4	8	6		5	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	23				

Dormir?

Créneau étroit NA sur 10m

Prévisions détaillées ARRL

10 Meters: Oct., France (Paris), for SSN = Low, Sigs in S-Units. By N6BV, ARRL.

Zone	UTC -->																							
	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
KL7 = 01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VO2 = 02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W6 = 03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W9 = 04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
W3 = 05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
XE1 = 06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-
TI = 07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VP2 = 08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4 = 09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HC = 10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PY1 = 11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	9	8	8	8	8	9	9	8	6	-	-	-	-
CE = 12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	8	8	8	8	9	9	5	4	-	-	-	-	-
LU = 13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	9	9	8	8	9	9	9	8	5	-	-	-	-
G = 14	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2
I = 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UA3 = 16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	3	4	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UN = 17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UA9 = 18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
UA0 = 19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4X = 20	-	-	-	-	-	-	2	9	9	9	9	9	9	9	9	9	6	4	-	-	-	-	-	-
HZ = 21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VU = 22	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JT = 23	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VS6 = 24	-	-	-	-	-	-	-	2	5	5	6	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JA1 = 25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
HS = 26	-	-	-	-	-	-	4	6	6	6	6	6	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
DU = 27	-	-	-	-	-	-	1	4	3	6	6	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
YB = 28	-	-	-	-	-	-	4	6	6	7	7	6	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VK6 = 29	-	-	-	-	-	-	2	6	7	8	7	7	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
VK3 = 30	-	-	-	-	-	-	4	5	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KH6 = 31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KH8 = 32	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CN = 33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SU = 34	-	-	-	-	-	-	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
6W = 35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D2 = 36	-	-	-	-	-	-	1	8	7	-	-	-	-	-	5	6	4	8	-	-	-	-	-	-
5Z = 37	-	-	-	-	-	-	5	7	8	7	8	8	8	8	8	8	8	8	1	-	-	-	-	-
ZS6 = 38	-	-	-	-	-	-	6	8	8	9	9	9	9	9	9	9	9	9	7	1	-	-	-	-
FR = 39	-	-	-	-	-	-	2	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	5	1	-	-	-	-	-
FJL = 40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zone	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

* = Longpath

Expected signal levels using 1500 W and 4-element Yagis at 60 feet at each station.

Multis

NA

Multis SA

Multis EU

Multis EU

Multis AF

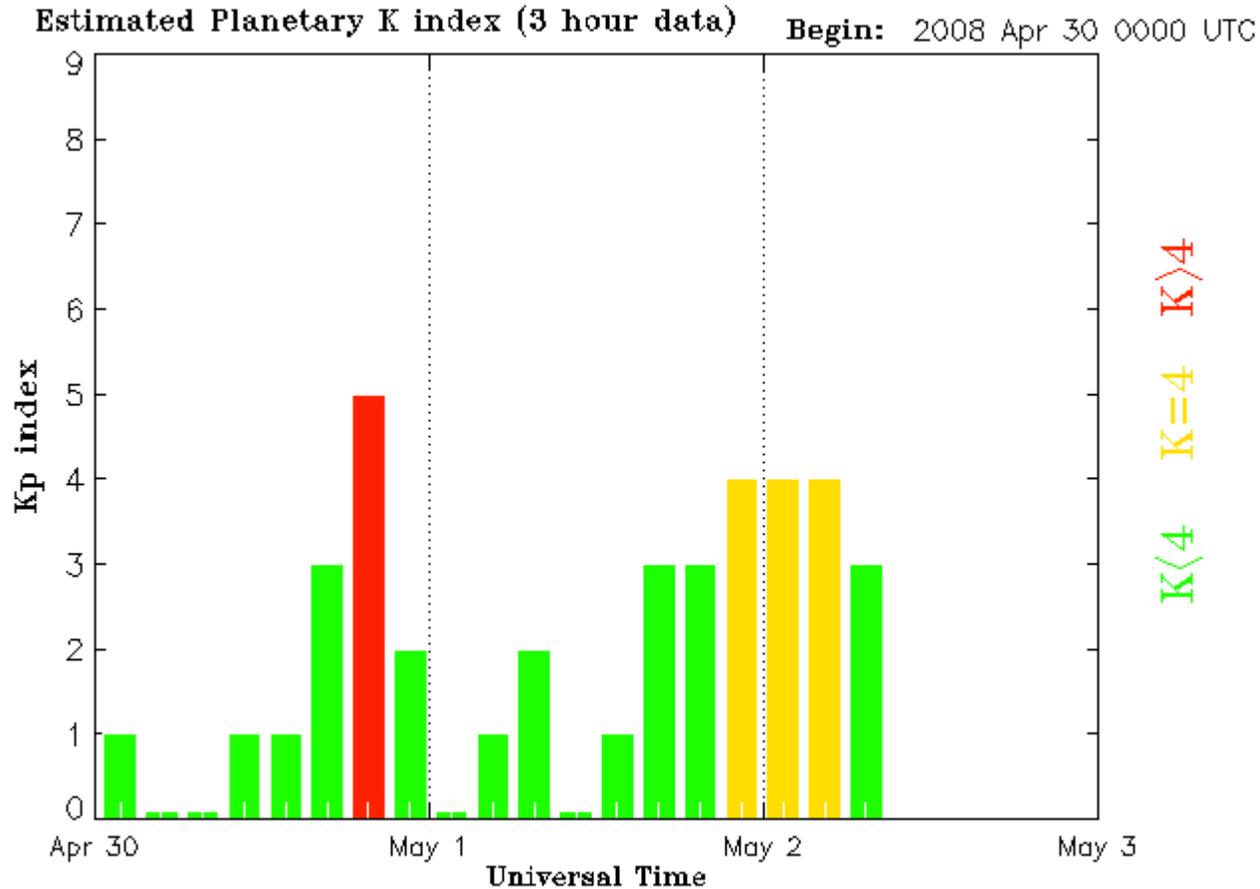
Petit traité de propagation à l'usage des DX'ers

- Pour maximiser ses chances sur les DX rares, surtout pour les “Little Pistol face aux Big Gun's”:
 - Connaître le moment où son SNR sera le meilleur: période de SNR max pour son site et ses antennes
 - Connaître le moment où son SNR sera le meilleur par rapport à la compétition: ouvertures alternatives sur des trajets en dehors des zones peuplées (long path...)
 - Savoir exploiter les occasions rares: début de flare, fin d'orage magnétique
 - Utiliser au maximum les ressources temps réel internet

Ressources Internet Utiles

Indices K Planétaires:

http://www.swpc.noaa.gov/rt_plots/kp_3d.html



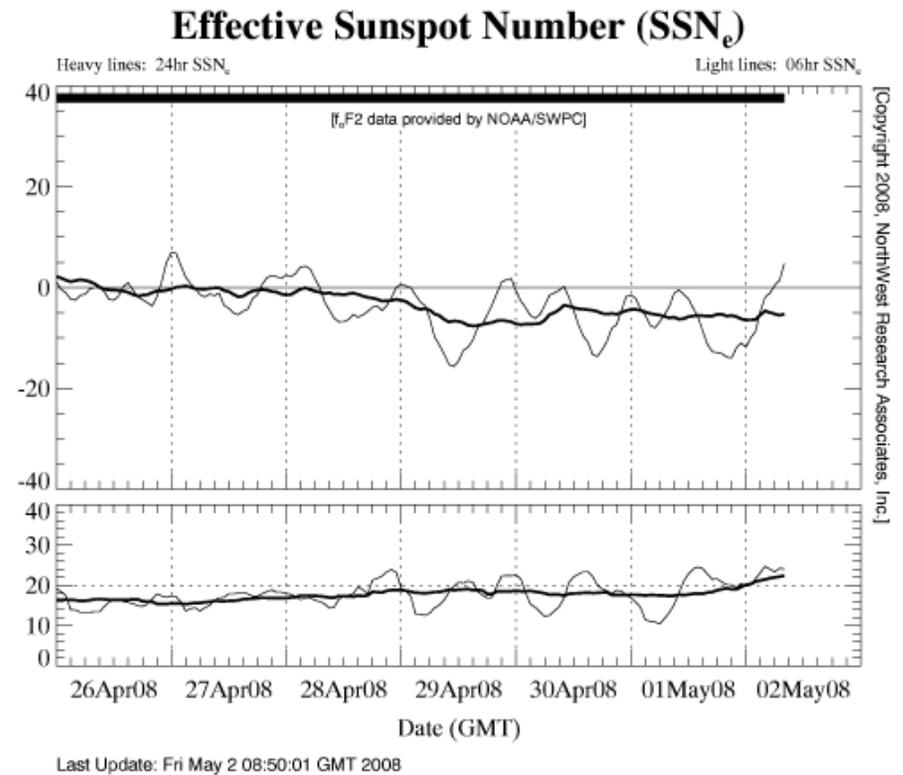
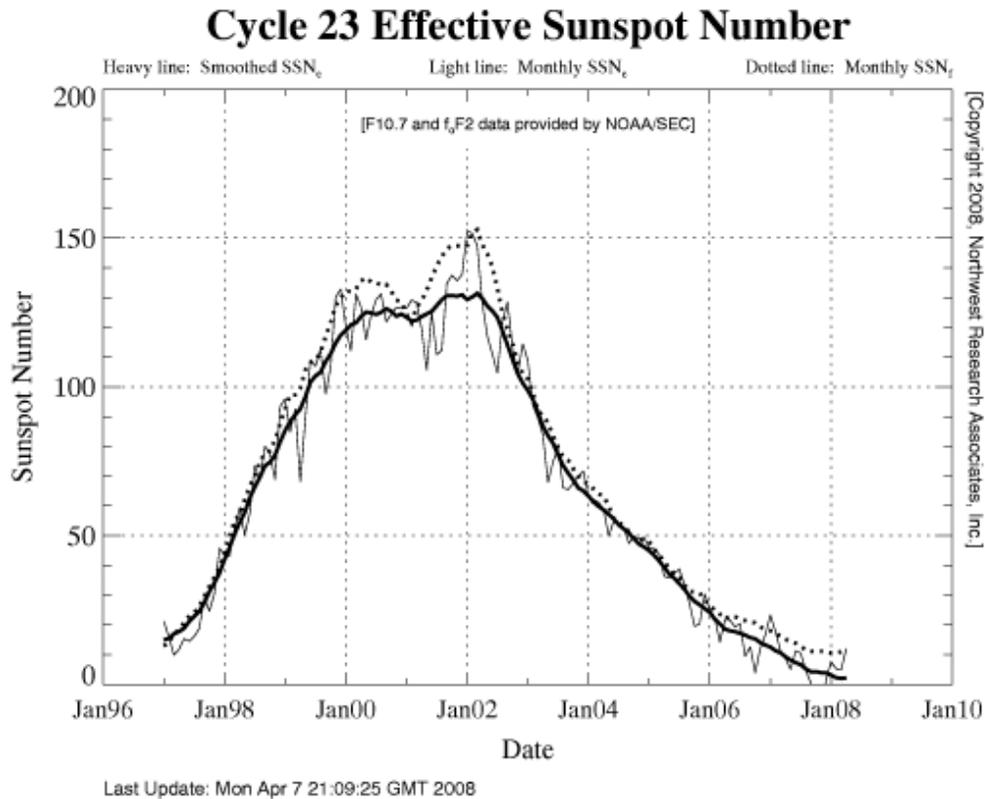
Updated 2008 May 2 09:30:01 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

Ressources Internet Utiles

Nombre de Wolf “effectif” SSNe:

<http://www.nwra-az.com/spawx/ssne24.html>



Ressources Internet Utiles

Prévisions 160m: <http://solar.spacew.com/www/160pred.html>

160 Meter Radio Propagation Prediction Table - Mozilla Firefox

http://solar.spacew.com/www/160pred.html

Your web browser should automatically update this page once every 5 minutes.

160 Meter Radio Propagation Prediction Table for Middle and High Latitude Northern Hemisphere Circuits

	Alka	w.can	c.can	e.can	w.us	c.us	e.us	sw.us	sc.us	se.us	Mex.	U.K.	Spain	France	c.eur	se.eur	Mos.	Israel	Jap.	
Alka	Good	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey
w.can	Grey	Good	Good	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
c.can	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
e.can	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
w.us	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
c.us	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
e.us	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
sw.us	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
sc.us	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
se.us	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Mex.	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
U.K.	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Spain	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
France	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
c.eur	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
se.eur	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Mos.	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Israel	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Jap.	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good

Estimated Global Topband Conditions: FAIR TO GOOD

Understanding and Using the Table:

The table above represents a rough approximation of radio propagation conditions on 160 meters (affectionately known as *Topband*). It is to be used as a guide only and is not a definitive forecast. It is based upon selected high-latitude magnetic observatory data which is used to estimate the influence of the auroral oval on 160 meter path propagation (refer to the March and April 1998 issues of *CQ Magazine* for details: "160 Meters: An Enigma Shrouded in Mystery", by Cary Oler and Ted Cohen).

Use this map just as you would use a computed distance table. For example, to find the predicted 160 meter propagation conditions between the central United States and Spain, find the central U.S. along the top of the table (it is labelled "c.us", and then find Spain along the left-hand side of the table. Then follow the column and row for the central U.S. and Spain until they converge together in the table. The color you observe in that square dictates whether propagation might be possible between the U.S. and Spain or the U.S. and the U.S..

A **GREY** box means that propagation is generally **not** influenced by the current level of auroral activity. Propagation should therefore be observed more often than not. However, keep in mind that there are almost certainly a myriad of factors that might affect propagation on 160 meters. This table only considers the role geomagnetic and auroral activity might play. Grey boxes should therefore imply that geomagnetic and auroral activity should not affect propagation and that a contact might be possible regardless of the state of the geomagnetic field. Some level of sensibility must be applied though. For instance, during a severe geomagnetic storm, attempting to contact certain locations identified by a grey box might be an exercise in futility.

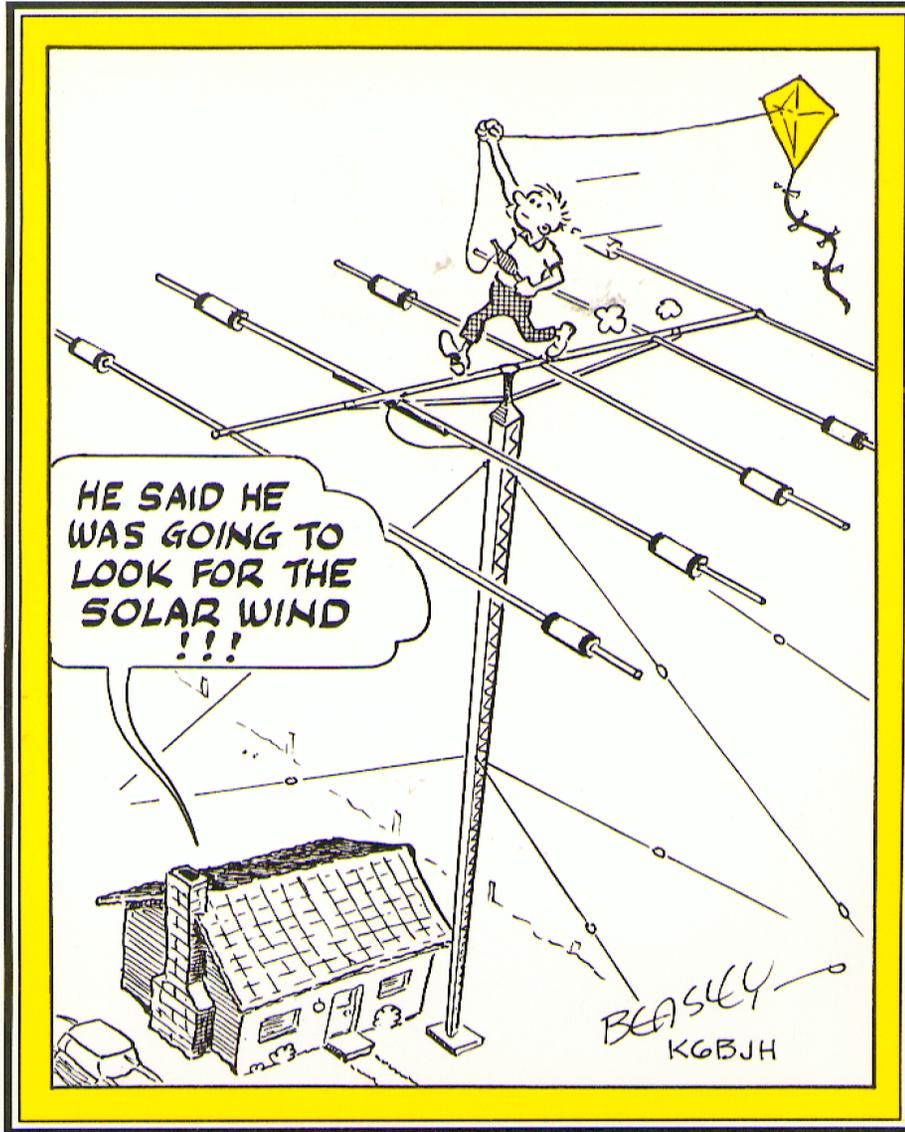
Terminé

Bibliographie

- Antenna Book, 20th Edition, American Radio Relay League (2003)
- Radio-Propagation: Principles & Practice by Ian Poole G3YWX, RSGB (2004)
- Pocket Guide: Your Guide to Propagation by Ian Poole G3YWX, RSGB (1998)
- Propagation 101 by Robert Brown NM7M (free VE3NEA bundle)
<http://www.dxatlas.com/Files/Prop101.zip>
- The Little Pistol Guide to HF Propagation by Robert Brown NM7M, WorldRadio Books, Sacramento (1996)
- Low Band DX'ing by John Devolere ON4UN, 4th Edition, ARRL (2005)
- The New Shortwave Propagation Handbook, by Jacobs, Cohen and Rose, CQ Communications, Inc. (1995)
- Radio-Amateur's Guide to the Ionosphere by Leo F.McNamara, Krieger Pub. (1994)
- Ionospheric Radio by Kenneth David, IEE (1990)

Liens Internet Utiles

- **160-meter propagation information:**
<http://solar.spacew.com/www/160pred.html>
- **Planetary kp indices:**
http://www.swpc.noaa.gov/rt_plots/kp_3d.html
- **General propagation information:**
<http://dx.qsl.net/propagation/index.html>
- **Solar cycle information:**
<http://www.sec.noaa.gov/SolarCycle/>
- **Images du soleil par Soho**
<http://sohowww.nascom.nasa.gov/data/realtime/realtime-update.html>
- **Effective sunspot number:**
<http://www.nwra-az.com/spawx/ssne24.html>



Merci