

INDICATEURS DE LA METEO SOLAIRE

INTERPRETATION DES PRINCIPAUX PARAMETRES SOLAIRES DISPONIBLES SUR INTERNET

Sources : NOAA, observatoire de Paris, CNRS, Planète astronomie, SolarHam, ARRL, eHam, CQ mag, SpaceWeather, HamQsl, N0NBH, etc.
Par F4FAP - version 12e, février 2018 • Disponible sur le site du radio-club F4KIO, Rennes : ara35.fr

LE SOLEIL : vieux de 4,7 milliards d'années, brillera encore 5 milliards d'années • 333.000 fois la masse de de la terre • 1.303.000 fois plus volumineux que la terre • Composé principalement de 3/4 d'hydrogène et 1/4 d'hélium • Brûle 620 millions de tonnes d'hydrogène chaque sec • Envoie sa lumière vers la terre en ≈ 8 min, ses particules en 2 à 4 jours • Produit 400 millions de milliards de milliards de joules chaque seconde • Champ magnétique 5000 fois supérieur à celui de la terre • Rotation : 26 j à l'équateur, 37 j aux pôles • 5500°C en surface, 15.000.000°C au cœur • Représente à lui seul 99,8 % de la masse du système solaire • Cycle solaire moyen : 11 ans (actuellement cycle 24 : 2008→2019). **LA TERRE** : 1/109ème du diamètre solaire • Se trouve à $\approx 150.000.000$ km du soleil • Tourne autour du soleil à ≈ 30 km/sec.

A, K -ou- Ap, Kp -ou- A Index, K Index ► INDICATEURS GEOMAGNETIQUES PLANÉTAIRES

Effet des particules du vent solaire sur le Champ Magnétique Terrestre (CMT) • Kp - composante horizontale du CMT mesurée sur 3h (màj 8 fois/jour) • Ap - niveau d'instabilité du CMT mesuré sur 24h (maj 1 fois/jour) • Corrélé avec Bz • Un indicateur Kp élevé associé à un indicateur Ap bas = perturbation brutale dans le CMT.

Kp	Ap	1	3	Calme	G0	
		2	7	Instable, dégradation		
		5	48	Perturbation magnétique mineure • Aurores aux latitudes élevées (> 65°)		G1
		6	80	Perturbation magnétique modérée • Aurores aux lat $\geq 55^\circ$		G2
		7	140	Perturbation magnétique forte • Propagation HF fluctuante • Aurores aux lat $\geq 50^\circ$		G3
		8	240	Perturbation magnétique sévère • Black-out HF possible • Aurores aux lat $\geq 45^\circ$		G4
		9	400	Perturbation magnétique extrême • Black-out HF probable • Aurores aux lat $\geq 40^\circ$		G5

Geomagnetic storm ► PERTURBATION DU CHAMP MAGNÉTIQUE TERRESTRE

Statistique (en jours) durant un cycle solaire moyen (11 ans) : G1 = 900, G2 = 360, G3 = 130, G4 = 60, G5 = 4.

SN [Sunspot Number] -ou- SSN [Smoothed Sunspot Number] ► TACHES SOLAIRES MOYENNÉES

Agissent sur l'ionisation des couches F • Corrélation > 97% avec SFI • Màj quotidienne • Voir aussi à SunSpots.
Accessibilité théorique aux bandes radio selon les niveaux SN et SFU (SFI), d'après N0NBH : ☺

> 100	Propagation HF élevée (risque de Black-out radio R3 à R5 selon les conditions) ☺ SN 160→250, SFU 200→300 : jusque sur ≈ 6 m	1 SFU (Solar Flux Unit)	300 SFU
100	Propagation HF modérée ☺ SN 70→105, SFU 120→150 : jusque sur ≈ 10 m	= 10 ⁻²² watt par m ² hertz	
0	Propagation HF mineure ☺ SN 10→35, SFU 70→90 : moyen jusque sur ≈ 20 m	= 10000 jansky	

SFI [Solar Flux Index] -ou- SF -ou- F10.7 index ► FLUX RADIO SOLAIRE CORRIGÉ SUR 10,7 cm/2800 MHz

Bonne indication de l'ionisation de la couche F2 : plus le SFU est élevé, plus l'ionisation et la MUF (Max Usable Frequency) sont élevées • Voir aussi à MUF • Corrélation avec : flux X, 304A ($\approx \leq 110$ SFU), SN (> 97%) • Peut dépasser 300 SFU (record de 55000 en juin 1991) • Màj 3 fois/j.

X-Ray -ou- XRY ► FLUX X

Conséquence des éruptions solaires (solar flares) • Influence principalement la couche D • Màj 8 fois/j • Mesuré par sat GOES • Statistique en nombre d'occurrences durant un cycle solaire moyen (11 ans) : M1 = 2000, M5 = 350, X1 = 175, X10 = 8, X20 = 1.

A1 → A9	Mesuré en Watt par m ²	< 10 ⁻⁷ Watt/m ²	Incidence nulle à faible côté jour	---		
B1 → B9		$\geq 10^{-7} < 10^{-6}$ Watt/m ²				
C1 → C9		$\geq 10^{-6} < 10^{-5}$ Watt/m ²				
M1 → M9		$\geq 10^{-5} < 10^{-4}$ Watt/m ²			Absorption HF (black-out) mineure à modérée côté jour	R1 à R2
X1 → ∞		$\geq 10^{-4} < 10^{-3}$ Watt/m ²			Absorption HF (black-out) forte à extrême côté jour	R3 à R5
Super X		$\geq 10^{-3}$ Watt/m ²			Possible corrélation avec SN -et/ou- SFI élevés	

Radio blackout ► BLACK-OUT RADIO

Provoqué par le flux X • Statistique en nbre de jours de black-out durant un cycle solaire moyen (11 ans) : R1 = 950, R2 = 300, R3 = 140, R4 = 8, R5 < 1.

Ptn Flx -ou- Pf ► NIVEAU DE RADIATION

Densité de protons chargés présents dans le vent solaire • Influence principalement la couche E • Moyenné sur 5 min • Mesuré par sat GOES • Statistique en nombre d'occurrences durant un cycle solaire moyen (11 ans) : S1 = 50, S2 = 25, S3 = 10, S4 = 3, S5 < 1.

S1	Mesuré en MeV (Méga-électron-Volt) 10 MeV = 1 PFU (Proton Flux Unit) *Dès S2, risque pour la santé à haute altitude et latitudes élevées (source NOAA).	> 10 PFU	Rayonnement solaire mineur
S2*		> 100 PFU 10 ²	Rayonnement solaire modéré
S3*		> 1000 PFU 10 ³	Rayonnement solaire fort • Propagation HF régions polaires dégradée
S4*		> 10000 PFU 10 ⁴	Rayonnement solaire sévère • Black-out HF régions polaires possible
S5*		> 100000 PFU 10 ⁵	Rayonnement solaire extrême • Black-out HF régions polaires probable

Bz -ou- MAG ► CHAMP MAGNETIQUE INTERPLANETAIRE Force et direction du champ magnétique interplanétaire (IMF), de 50 nT à -50 nT (nano Tesla) • Valeur positive : même direction que la magnétosphère terrestre • Valeur négative : dès -10nT, faiblesse marquée de la magnétosphère terrestre face au vent solaire • Imprévisible • Màj horaire.

📖 La direction nord-sud du champ magnétique interplanétaire (Bz) est l'un des paramètres les plus importants pour l'activité aurorale. Avec une direction à tendance sud (négative) du vecteur Bz, les particules solaires chargées pénètrent plus facilement dans la magnétosphère terrestre. Ces particules sont alors transportées sur les lignes du champ magnétique terrestre où elles entrent en collision avec des atomes d'oxygène et d'azote, rayonnent et émettent de la lumière.

304A ► ULTRA VIOLET Intensité relative du rayonnement solaire ultra violet sur la longueur d'onde de 304 angströms (30,4 nm) • Responsable pour ≈ la moitié de l'ionisation de la couche F • Corrélation partielle avec SFI (≈ ≤ 110 SFU) • Valeur moyenne au minimum solaire ≈ 134 • Valeur moyenne au maximum solaire ≈ 200 ou plus • « @SEM » indique une mesure du satellite SOHO • « @EVE » indique une mesure du satellite SDO • Màj horaire.

Ef -ou- Elc Flx [Electron Flux] ► FLUX D'ELECTRONS Densité d'électrons chargés présents dans le vent solaire • Influence principalement la couche E et la magnétosphère • Plus le paramètre est élevé (donné en nombre de particules / cm².s.sr), plus la ionosphère est influencée • Mesuré par sat GOES • Moyenné sur 5 min.

SW [Solar Wind] ► VENT SOLAIRE En km/sec • Varie en vitesse et en température selon l'activité solaire • Vitesse moyenne : ≈ 450 km/sec • Influence l'ionosphère proportionnellement à sa vitesse • Mesuré par satellite • Màj horaire.

📖 Le vent solaire est un flux hypersonique de plasma brûlant peu dense, constitué essentiellement d'ions, protons, électrons et de noyaux d'hélium . Ces particules chargées sont éjectées de la haute atmosphère du soleil. Le flux varie en vitesse et en température au cours du temps et en fonction de l'activité solaire.
La mesure effectuée par satellite offre un délai de 15 à 60 minutes, selon la vitesse du vent solaire, avant la collision terrestre.

Aur [Aurora] ► AURORES Valeur reportée par la NOAA, de 0 à > 10 • Indique la qualité de l'ionisation de la couche F dans les régions polaires • Des valeurs élevées provoquent des aurores boréales ou australes pouvant aller jusqu'aux latitudes basses • Màj horaire.

Aur Lat [Aurora Latitude] ► LATITUDE AURORALE Estime la latitude d'apparition possible la plus basse : valeur indiquée de 67,5 à < 45 (° de latitude) • Màj horaire.

GeoMag Field [Geomagnetic Field] ► CHAMP GEOMAGNETIQUE Valeur calculée qui indique l'état du champ magnétique terrestre : *inactive* (inactif), *very quiet* (très calme), *quiet* (calme), *unsettled* (instable), *active* (actif), *minor storm* (perturbation mineure), *major storm* (perturbation majeure), *severe storm* (perturbation sévère) ou *extreme storm* (perturbation extrême) • Les indications les plus élevées peuvent être la cause d'un black-out HF et/ou d'aurore(s) • Màj toutes les 3 heures.

Sig Noise Lvl [Signal Noise Level] ► NIVEAU DE BRUIT Valeur calculée • Indique la valeur en unités de « S mètre » du niveau de bruit généré par l'interaction du vent solaire avec l'activité géomagnétique terrestre • Màj toutes les 30 min.

MUF [Maximum Usable Frequency] ► FREQUENCE MAXIMUM UTILISABLE Valeur de 0 à 100 MHz • Donne la MUF depuis l'un des 11 sites de mesure dans le monde (le site d'où provient la mesure est indiqué).

📖 La MUF n'offre pas une garantie de succès en communications HF. Une règle empirique consiste à n'utiliser qu'un coefficient de 80 à 90% de la MUF, voire moins. Par ailleurs, la MUF d'un site n'est pas représentative pour l'ensemble du globe.

CME [Coronal Mass Ejection] ► EJECTION DE MASSE CORONALE Donne une prévision de date et heure (UTC) de l'impact terrestre d'une éruption solaire • Couleur graduelle selon la sévérité : **vert**→**jaune**→**rouge** • Màj par NOAA/SWPC lorsqu'une éjection de masse coronale est détectée.

📖 Les éjections de masse coronale sont des bulles de plasma produites dans la couronne solaire, souvent liées à une éruption solaire. Ces énormes nuages (jusqu'à plusieurs dizaines de rayons solaires), constitués de centaines de millions de tonnes d'électrons et de protons, se superposent au vent solaire, voyagent à travers l'espace (100 à 2500 km/sec) et, s'ils croisent la terre, perturbent la magnétosphère terrestre (protection naturelle). Ces phénomènes n'ont pas toujours pour la terre des conséquences aussi anodines que l'apparition dans le ciel d'aurores boréales ou australes. Il sont également susceptibles d'occasionner des pannes du réseau électrique, de dégrader ou d'interrompre la navigation GPS et les transmissions radio et de données, d'endommager ou de détruire des satellites, de provoquer (sur certaines zones géographiques) des pannes à bord des avions ou de soumettre les personnes à bord à un excès de radiations, etc.

SunSpots ► TACHES SOLAIRES 8 classes de tâches solaires selon leur durée de vie, évolution, complexité, structure, et polarité.

Les 4 principaux types de tâches :

- Classe -	- Description -	- Influence -
<p>📖 Le nombre de tâches solaires est compté quotidiennement, générant le « Nombre Relatif International de Wolf » qui permet d'évaluer l'activité du soleil en complément de la mesure radioélectrique sur 10,8 cm (2800 MHz) et d'une mesure photographique. Un autre classement existe, divisant les tâches en 60 catégories selon la surface, l'aspect et la polarité.</p>		
α - Alpha	Champ magnétique unipolaire inorganisé.	Menace faible.
β - Beta	Champ magnétique bipolaire avec division simple de la polarité.	Flux X de classe C, possiblement M.
γ - Gamma	Région complexe dans laquelle les polarités négatives et positives sont irrégulièrement distribuées de manière à ne pouvoir être classées comme des régions bipolaires.	---
δ - Delta	Fort champ bipolaire entre tâches.	Peuvent être très actives et produisent les éruptions solaires les plus intenses. Fort potentiel pour des flux X de classe M à X.