

Interprétation des tableaux Solar-Terrestrial Data de Paul L. Herrman

NONBH

<http://www.hamqsl.com/solar.html>

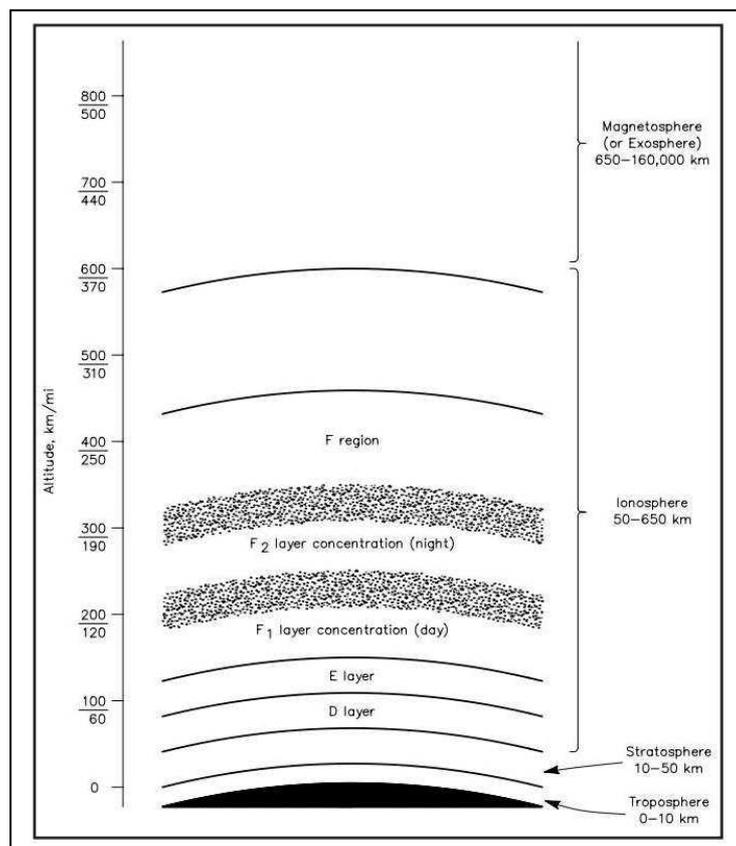
traduit et adapté par F6EVT

De l'influence du soleil sur la propagation des Ondes Courtes et VHF

Ce résumé, largement inspiré du site de Paul Herrmann (hamqsl.com), contient les données de base que vous devez connaître afin de comprendre la propagation des ondes dans nos bandes décimétriques et le pourquoi.

Le SFI (Solar flux Intesity)

C'est nombre le plus important : **le flux solaire**. Il s'agit d'une mesure de l'intensité du rayonnement solaire à 2800 Mhz. Avec les rayons X c'est le principal déterminant de la façon dont la couche F2 est ionisée; c'est la couche de l'ionosphère qui nous donne la plupart de nos DX sur 20 mètres et plus. Plus ce nombre est élevé plus le niveau d'ionisation est grand. Le plus petit nombre théoriquement possible est **62,5** et il sera généralement autour de 65 (ou plus) au cours d'un minimum de taches solaires. Lors d'un maximum de taches solaires il peut s'élever à plusieurs centaines selon la valeur de ce maximum. Ce paramètre est très regardé principalement pour des raisons historiques; avant le lancement des satellites qui permettent de mesurer les rayons X et extrême UV du soleil directement, ce paramètre a été utilisé comme une procuration pour ces paramètres qui influent sur l'ionisation de la couche F2. Il s'agit d'un bon indicateur à minima solaire mais au cours de périodes d'activité solaire intense la corrélation tombe en panne et à maxima solaires il est plus ou moins inutile. Une jauge de loin préférable est le **flux de rayons X** et **304 angströms UV flux**, qui sont la cause directe de l'ionisation. (Voir ci-dessous.)



Hauteur des couches ionosphériques

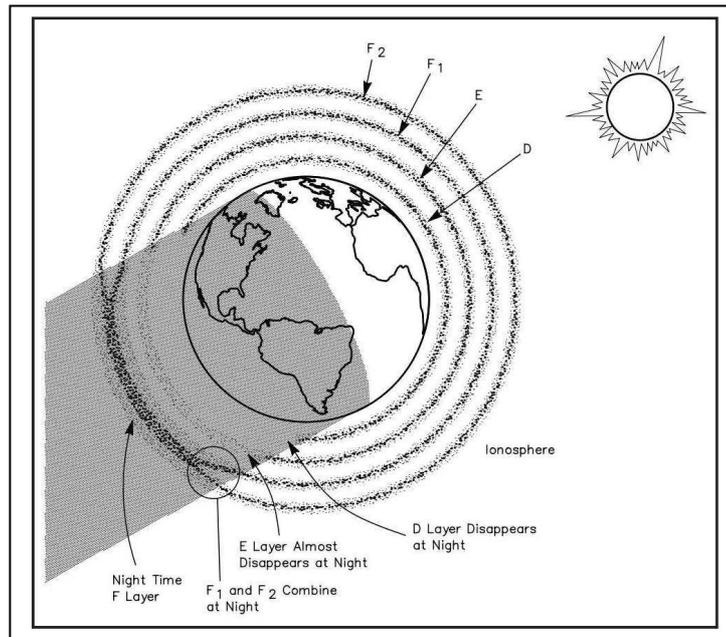
Le SSN (Smoothed Sunspot Number)

Le nombre de taches solaires lissées est l'indicateur le plus ancien et le plus regardé de la façon dont les bandes devraient être actives mais seulement parce qu'il correspond assez bien avec l'indice du flux solaire ainsi que la propagation réelle observée. Le flux solaire est en fait un bon indicateur des conditions radio mais l'indice **304a** est encore mieux. Le nombre indiqué ici est le véritable « mesuré » du nombre de taches solaires à partir du Centre de Prévision Météo Spatiale par rapport à la "calculée" nombre qui tient compte de la différence dans les données de flux de radio; c'est le nombre calculé qui est le plus souvent vu (y compris le SSN vu sur la carte MUF vers la gauche). Un nombre de taches solaires de valeur zéro est fréquente au cours ou à proximité des taches solaires minimum mais peut s'élever à des centaines à l'apogée du cycle de 11 ans. Ce nombre n'indique pas le nombre réel de taches solaires actuelles ; le premier chiffre est le nombre de groupes de taches solaires et le second et le troisième (le cas échéant) indiquent la nombre de taches solaires "efficace" en partie déterminée par la quantité visible des taches solaires à sa surface.

Les indices A et K

Sont des mesures du niveau d'instabilité dans le champ géomagnétique. C'est le champ magnétique de la terre qui guide les particules chargées (protons et électrons) du vent solaire vers les pôles magnétiques de la Terre et les molécules d'air qui ont été ionisé par le rayonnement solaire dans les couches de l'ionosphère ce qui nous donnent la propagation radio. Le principal indicateur est l'**indice K** ce qui nous indique la valeur du champ magnétique actuel et l'**indice A** est une mesure l'instabilité de l'indice K au cours de la dernière journée. Lorsque les deux valeurs sont élevées cela signifie que le champ géomagnétique est instable et que les signaux moyens sont sujets à s'effacer soudain et que certains chemins peuvent se fermer tandis que d'autres peuvent s'ouvrir brusquement et sans avertissement. Un indice K élevé en l'absence d'une élévation d'un indice A élevé indique une soudaine et brutale perturbation du champ magnétique terrestre ce qui peut provoquer une perturbation intense mais brève dans la propagation HF. Un nombre d'index d'un ou deux signifie que le champ est stable; plus de cinq indiquent une perturbation significative. Les troubles les plus violents de l'indice K sont causés par des ions éjectés en masse coronale passant par la magnétosphère de la terre et à la faire rapidement et violemment déformer. Regarder la tendance de l'indice K peut être utile. Si l'indice K augmente souvent l'ionisation de la **couche E** elle aussi augmente ce qui conduit à des **ouvertures dans les bandes VHF**. Inversement, l'absorption de la **couche D** augmente également ce qui conduit à l'affaiblissement des signaux sur les bandes HF, en particulier les plus faibles. L'ionisation dans la région F diminue généralement à des latitudes moyennes conduisant à des signaux plus faibles à moyennes et hautes latitudes mais souvent des augmentations dans les régions tropicales en même temps ce qui conduit à de meilleurs signaux à travers les tropiques. Donc, comme vous le voyez la hausse de manière significative de l'indice K vous poussera à tourner vos antennes VHF vers les régions polaires et vos antennes HF vers les chemins tropicaux.

Tandis que l'indice K mesure de combien le champ magnétique terrestre a évolué au cours des trois dernières heures, l'intensité du courant géomagnétique interplanétaires du champ lui-même est représenté par le nombre après « l'inclinaison bar » (slant-bar) sur la ligne de repère K et mesure en « nano teslas » la force des champs magnétiques. Plus le nombre est élevé, plus intense est le champ magnétique interplanétaire, plus cela aura d'influence sur la propagation sur terre. Le nombre typique de « background » est d'environ 5 ou plus. Quand il est très élevé et la composante Bz listée dans les cadrans ci-dessus est fortement positive, les protons du Soleil sont canalisés vers l'ionosphère de la Terre, améliorant ainsi la propagation ; les électrons sont également injectés dans l'ionosphère provoquant coupures de courant et annulation de l'ionisation ; ce qui prédomine est une fonction de l'existence d'un flux anormalement élevé à ce moment.



Les différentes couches ionosphériques

L'indicateur de flux de rayons X

L'importance est la lettre; il indique l'ordre de grandeur du flux de rayons X détecté à l'orbite géosynchrone où il est mesuré. Il y a cinq lettres provenant des plus faibles niveaux «**A**», allant au maximum **X** en passant par **B**, **C**, **M**. «**A**» indique un niveau faible bruit de fond de rayons X à environ « 1/10 de microwatt par mètre carré cm. » pour atteindre la plus forte à environ 1 milliwatt ou plus par centimètre carré pendant la plus grande activité des événements de Catégorie "X". Lorsqu'une éruption se produit la lettre dans la boîte de résumé indique l'ordre de grandeur et le nombre de la valeur scalaire dans cet ordre de grandeur.

Le Flux de rayons X est responsable d'une partie de l'ionisation de la couche F2 celle-ci provoquant une absorption supérieure vers la partie inférieure du spectre HF (160m à 30 m). Si une éruption est suffisamment importante, l'absorption de la couche D va devenir si intense que la propagation HF peut complètement disparaître pendant un certain temps. Donc, en effet, le "flux solaire" et la valeur de "X-ray index" se sont affrontés pour affecter la propagation. Le premier apporte de meilleures conditions lorsque le nombre est élevé et le suivant des signaux plus faible lorsqu'il est plus élevé bien qu'une modeste élévation du niveau peut apporter une amélioration de l'ionisation de la couche F2 ce qui entraîne une amélioration des conditions sur les bandes hautes au détriment de la propagation sur les bandes basses.

Ce qu'il faut surveiller c'est lorsque le flux de rayons X est au-dessus du "A" l'absorption de la couche D va augmenter sensiblement dépassant l'habituelle limite des 10 Mhz et s'étendant dans la bande des 14 MHz ou au-delà provoquant une réduction de la puissance des signaux sur ces bandes. Si cela est compensé par un nombre élevé 304A à plus d'environ 130 (voir ci-dessous) les deux s'annulent. Mais si les deux sont faibles ou tous les deux forts, les conditions de propagation dans les bandes seront médiocres (bien que celles-ci augmentent les chances d'une ouverture F2 sur six mètres). Si les deux sont extrêmement faibles la propagation sur 160m sera améliorée pendant la nuit mais les conditions autrement seront pauvres. La propagation a tendance à être meilleur lorsque le nombre 304a est élevé (au-dessus de 130) et le flux de rayons X bas (dans la grandeur "A").

L'indice 304A

Est la force relative du rayonnement solaire total à une longueur d'onde de 304 angströms émis principalement par l'hélium ionisé dans la photosphère du soleil. Il existe deux indices de fonctionnement disponibles pour ce paramètre, l'un est mesuré par le nouvel Observatoire « Solar Dynamics » en utilisant l'instrument EVE, et l'autre en utilisant les données de l'ancien satellite SOHO en utilisant son

instrument SEM. L'instrument du SDO EVE est d'environ 1,62 fois supérieur à celui qui vient de l'instrument SOHO SEM. J'utilise l'indice EVE ici plutôt que le MEB utilisé par le tracé de la droite, car il est plus sensible aux changements et les données sont toujours plus disponibles mais si vous voulez regarder les tendances, le tableau de droite servira à montrer la tendance actuelle pour les deux derniers jours.

Cet indice est d'une importance considérable pour les amateurs car il est le rayonnement solaire dans cette bande de fréquences qui est responsable d'environ la moitié de l'ionisation de la couche F2 : la couche de l'ionosphère de la plus grande importance pour nous (l'autre moitié est due aux électrons et protons du vent solaire et aux radiations rayons X conjugués dans la même mesure). Les protons du vent solaire et l'apport d'électrons déterminent comment la propagation F2 peut rester ouverte pendant la nuit. En regardant ce nombre et en observant la tendance avec la valeur du flux de rayons X dans le graphique vers la droite vous verrez si les conditions dans la bandes de fréquences supérieures principalement de 30m 10m seront améliorée ou dégradée au cours des prochaines heures. Le minimum pour l'index 304a EVE (au minimum solaire) est d'environ 150 ou plus et le maximum de cet indice (au maximum solaire) finira probablement autour de 300 (SDO n'a pas encore connu un maximum d'activité solaire). Si un délai est accordé, c' est le temps (en heure GMT) à laquelle la mesure a été faite ; cet indice est mis à jour fréquemment car des événements telles que les éruptions solaires et les éjections de masse coronale peuvent affecter considérablement le nombre sur de courtes périodes. Ceci est le meilleur indice à consulter lorsque le nombre de taches solaires est élevé, de plus tout le monde s'est habitué à regarder l'Indice du Flux Solaire. C'est parce que l'ancien SFI (qui mesure le rayonnement solaire à micro-ondes à 2800 MHz.) a été utilisé pendant de nombreuses années comme référence car dans les temps anciens, avant l'ère des satellites, il n'était pas possible d'observer directement cette longueur d'onde depuis la surface de la terre. Le problème avec la lecture SFI est que la corrélation entre celle-ci et le rayonnement 304a s'écroule au nombre SFI supérieures à environ 110.

Les flux de protons et d'électrons

Sont des indices de la densité de particules chargées du vent solaire. Plus le nombre est grand, plus le vent solaire affecte l'ionosphère. Les chiffres sont un « ordre de grandeur de la magnitude », avec le chiffre sur le côté droit de la touche "+" ou "-" indiquant l'ordre de grandeur de la magnitude, en se référant au nombre de particules dans chaque centimètre cube d'espace près du satellite.

Les effets des flux de protons et électrons sont assez complexes et fonction de nombreux paramètres mais en un mot elle est la suivante: faibles niveaux de protons lorsque le champ magnétique est calme cela va aider à « charger » l'ionosphère d'où amélioration des conditions de bande en particulier sur 160m par 40m la nuit où ces protons sont la principale source d'ionisation de la couche E (et dans une moindre mesure, la couche F2) qui prend en charge la nuit la propagation sur ces bandes. Mais un trop grand nombre (plus que 1.00+01 sur le graphique) peut conduire à des conditions instables de propagation via la couche F2, en particulier sur les pôles où un événement « polar cap absorption » peut se produire à la suite des lignes du champ magnétique terrestre canalisant d'importants nombres de protons solaires sur les régions polaires. L'éjection de masse coronale permettra d'accélérer un grand nombre de protons bien en avance sur la masse coronale elle-même et ceux-ci peuvent arriver sur terre dans les heures après l'apparition de l'éruption. Lorsque cela se produit, l'absorption de la calotte polaire aura presque certainement lieu conduisant à des sons déformés (aqueux) sur les signaux SSB se propageant via des chemins polaires, en particulier ceux sur le versant ensoleillé en passant par les zones aurorales. Les bandes de fréquences inférieures, en particulier 80m et 40m, connaîtront des niveaux de bruit élevés d'autant plus que la masse coronale passe par la terre.

Après l'événement de protons et le passage de la masse coronale elle-même (ce qui entraînera d'extravagante fluctuation des chiffres de la valeur du champ magnétique et propagation très instable), les vagues suivantes sont les électrons qui peuvent durer plusieurs heures à plusieurs jours. Lorsque le flux d'électrons augmente suffisamment (plus environ 1,00 +03 sur le graphique) et que la composante **Bz** soit fortement négatif dans le même temps, les électrons solaires ont tendance à remplacer les protons et les autres ions dans l'ionosphère et conduire à l'amélioration si la bande a plutôt des comportements étranges. Dans les conditions dans lequel la « couche F3 » est dite être ionisée, le 10m et 30m peuvent s'ouvrir pendant toute la moitié du monde éclairée par le soleil et rester ouvert pendant plusieurs heures après le coucher du soleil (le 30m et 20m restant ouvert toute la nuit) ainsi que nord-sud (transéquatoriale) : des chemins particulièrement forts mais par contre, en même temps, le 40m et

le 80m connaîtront les signaux faibles avec un QSB rapide et profond avec beaucoup de bruit du style "poêle à frire" allant jusqu'à S6 ou plus. Le 6 et 10m : des ouvertures « transéquatoriales » se produisent fréquemment dans ces conditions à la suite de l'ionisation de la couche F3. Ces conditions sont souvent accompagnées d'absorption dans la calotte polaire si le flux d'électrons est suffisamment élevé. Ces tempêtes « d'électrons » suivent souvent le sillage des éjections de masse coronale, il est bon de regarder les nouvelles météorologiques de l'espace pour plus d'informations à propos de ces dernières qui peuvent provoquer des conditions inhabituelles plusieurs jours après l'éjection puis à commencer d'observer la valeur chiffrée du flux d'électrons et regarder s'il a augmenté. Lorsque c'est le cas, commencer à vérifier les bandes dans ces conditions inhabituelles. Vous pouvez être la seule personne sur la bande et faire des DX rares! (Enfin si vous êtes seul ça me paraît difficile !)

La composante Bz

Est la force et la direction du champ magnétique interplanétaire. Elle est déterminée par l'activité solaire et varie entre le positif (même direction que le champ magnétique de la Terre) et négative (polarité magnétique opposée). Quand elle est fortement négative, le champ magnétique de la terre tend à être annulé en même temps que les lignes de champ sont fortement liées au champ interplanétaire ce qui contribue à bombarder l'ionosphère par des particules solaires. C'est le même paramètre vu dans les cadrans du vent solaire. Voir la rubrique «Solar wind» ci-dessous pour une description plus complète.

Solar Wind

La valeur chiffrée du vent solaire est la vitesse en kilomètres par seconde des particules chargées du vent solaire qui soufflent à travers la terre. Plus la vitesse est grande plus la pression est exercée sur l'ionosphère par le vent solaire et si la pression du vent solaire est suffisamment élevée, l'ionosphère est «soufflée» résultant des disparitions ou d'évanouissements, en particulier sur les bandes de fréquences supérieures au cours de la journée. La nuit, la propagation sur les bandes 80 et 60 mètres peut effectivement être améliorée.

Conditions de bande

Sont explicites à l'exception de la partie inférieure de la « boîte VHF », il montre la fréquence maximale utilisable sur **VHF** en raison de **E sporadique** s'il y a des ouvertures sporadiques E actuellement. Le graphique à barres en bas, étiquetés MS, permet de savoir si l'activité « **Meteor-Scatter** » est présente, et si oui quand et comment il sera fortement probable.

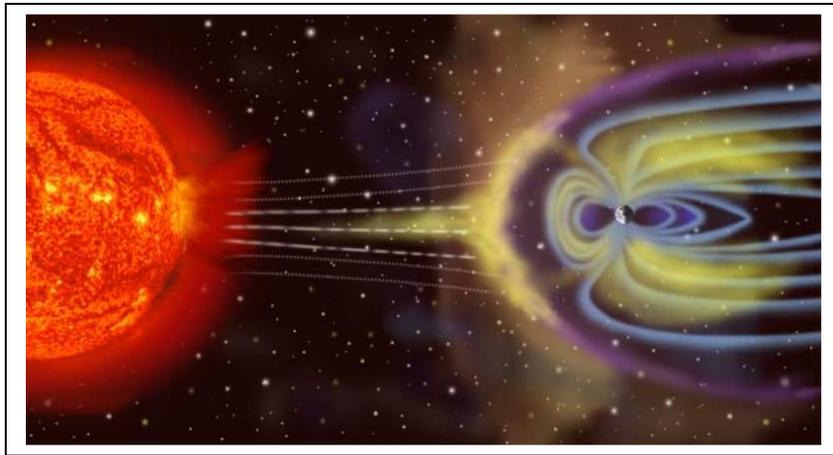
Aurora

Indique la valeur de la force de l'ionisation dans les régions polaires F2 à l'heure actuelle et donc comment le chemin HF dans les régions polaires est susceptible d'être perturbé. Plus la lettre est élevée, plus actives seront les perturbations dues aux anneaux auroraux: le nombre N = est la valeur de la force ionisée au moment où la mesure a été prise. Lorsque ça s'affiche en rouge, le nombre N = indique que l'absorption dans la région aurorale est en cours à cause de l'intensité de l'ionisation. Si l'ionisation est forte la propagation via la couche E s'effectue avec beaucoup de bruit et de distorsion. Qso souvent possible sur 6 mètres et parfois même 2 mètres en faisant rebondir les signaux hors des rideaux auroraux qui peuvent être présents. Cela se produit souvent pendant les aurores boréales à des latitudes élevées quelques jours après que se soit produites des éruptions solaires. Dans le cas contraire, un grand « nombre aurorale » indique une «absorption calotte polaire » l'événement est susceptible de créer une distorsion aqueuse sur des signaux SSB, la tonalité de la modulation d'amplitude ou des signaux CW.



Champ géomagnétique

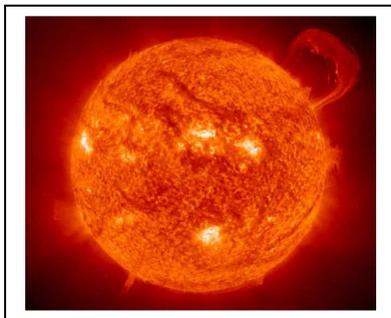
Décrit la valeur du champ magnétique de la terre à l'heure actuelle et combien un changement de celle-ci est susceptible d'affecter la propagation. Quand il est dit «actif» ou «très active», «Orage min» ou «tempête Maj.» le QSB peut être long et profond et des «pannes HF» peuvent se produire soudainement et sans avertissement.



Influence du soleil sur le champ magnétique terrestre *crédit NASA*

Niveau de bruit

Indique la quantité de bruit (en S-Unit) qui est généré par l'interaction entre le vent solaire et l'ionosphère. Plus le vent solaire est actif et perturbé, plus fort sera le bruit.



Le soleil *photo Wikipedia*



S-Mètre **S-Unit**

-Dessins ionosphère d'après QST Nov 1999 G3YWX
-librement traduit de NONBH

Fait à Villecresnes le **09/01/2013**