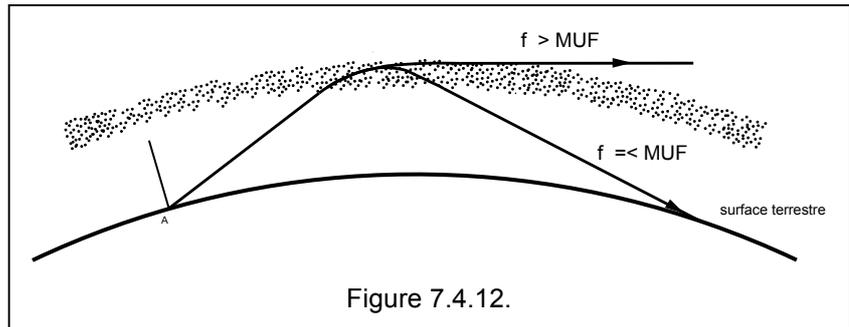


7.4.8. Fréquence maximale utilisable ou MUF

La fréquence critique est certes très importante, mais les radioamateurs sont plutôt intéressés à la plage de fréquence qui permet de réaliser des liaisons. Ce que la plupart des radioamateurs désirent connaître est la fréquence maximale utilisable ou **MUF** ("Maximum Usable Frequency") pour une distance et pour une certaine heure.



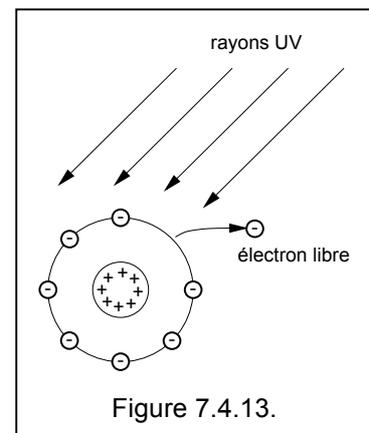
La MUF est la fréquence la plus élevée qui permet à une onde d'atteindre la destination par réflexion sur les couches E ou F. Si la fréquence est supérieure à la MUF, l'onde va traverser les couches ionisées et ne va pas être réfléchiée par l'ionosphère. La MUF change en fonction des saisons, mais aussi pendant la journée.

Si nous connaissons la MUF, nous pouvons prévoir quelle est la bande de fréquence qui nous donnera le plus de chances de faire un contact avec une station déterminée.

Si, pour contacter un endroit à une heure précise la MUF est de 17 MHz, cela signifie que la meilleure bande pour tenter le contact est la bande des 14 MHz (20 mètres).

7.4.9. Activité solaire et propagation des ondes

Comme nous avons déjà expliqué plus haut, le soleil joue un rôle primordial dans l'ionisation des différentes couches. Les rayons UV ont une énergie telle qu'ils peuvent arracher des électrons aux atomes d'oxygène de la haute atmosphère. Voir figure ci-contre, le cas d'un atome d'oxygène (numéro atomique = 8).



Mais les manifestations du soleil sur notre terre sont diverses. Le jour et la nuit sont déterminés par la terre qui tourne autour du soleil, de même que les saisons dans l'année. Les conditions de propagations sont donc fatalement liées à ces variations.

Il y a aussi des cycles solaires plus longs et plus courts qui affectent la propagation d'une manière sont beaucoup moins évidente.

La durée d'une rotation solaire est de **27 jours**, et dans certains cas on observe une corrélation entre la propagation à 27 jours d'intervalle.

Etudier, ou prévoir la propagation est donc une science liée aux connaissances de l'activité solaire. C'est une science très vaste, très complexe qui sort du cadre du présent ouvrage, mais nous essayerons d'en tracer quelques grandes lignes:

L'énergie du soleil réside essentiellement dans des phénomènes thermonucléaires de transformation de l'hydrogène en hélium. La température superficielle du soleil est d'environ 5750 °C, la température interne est de plusieurs millions de °C. Le soleil est situé à environ 149,5 millions de km de la terre (il faut donc 8 minutes pour que la lumière atteigne la terre !) et le diamètre du soleil est de 1,390 millions de km.

Il y a plus de mille ans on découvrait que la surface du soleil était "tachée", mais ce n'est que depuis 1749 que l'observatoire de Zurich en Suisse tient le registre. A cette époque H. Wolff était directeur de l'observatoire et c'est tout naturellement que le nombre de **taches solaires** s'appela "**nombre de Wolff**" (ou "sunspots" en anglais).

$$R = k (t + 10g)$$

où k est un facteur qui dépend de l'observatoire (c'est un coefficient de correction)

t est le nombre de taches solaire

g est le nombre de groupes de taches

Le dénombrement des taches dépend bien sûr de la qualité des optiques utilisées¹⁰, mais aussi des observateurs, ainsi certains observateurs trouveront des taches là où d'autres ne voient rien. Les nombres de Wolff sont comparés entre les divers observatoires et des moyennes sont faites.

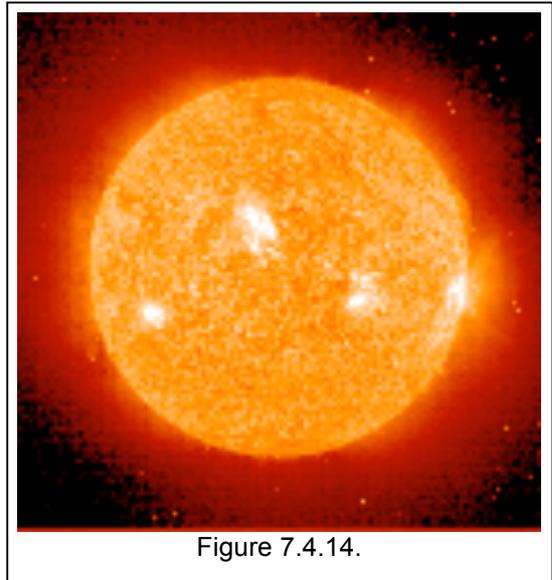


Figure 7.4.14.

D'une façon historique, le cycle datant de 1755 est appelé le cycle solaire numéro 1. Depuis cette date, tous les jours on note l'activité solaire, on fait de moyenne mensuelle, et des moyennes annuelles.

D'après les observations, les cycles solaires ont une période de **11 ans en moyenne**, mais ils peuvent aussi atteindre 9 ou 13 ans. Lorsque le cycle est à son maximum, l'ionisation dans l'atmosphère est également au maximum.

Au lieu de mesurer l'activité solaire par le nombre de taches, on peut aussi mesurer le **flux radioélectrique solaire** encore noté **SFI** pour **Solar Flux Index**. L'unité de mesure est le Watt par mètre carré pour une bande passante de 1 Hz. Au départ la mesure était faite à 2800 MHz, car on utilisait des récepteurs de récupération de l'armée... mais des relevés sont aussi fait sur 245 MHz, 410 MHz, 606 MHz, 1415 MHz, 2695 MHz, 4995 MHz, 8800 MHz et 14500 MHz.

L'observation a montré un parallélisme entre le nombre de Wolff et le flux solaire :

Nbre de Wolff	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	
Flux solaire	67	80	95	112	130	150	165	185	205	225	245	

En première approximation

$$\text{Flux Solaire} \approx 67 + (0,88 \times \text{Nbre de Wolff})$$

Un flux solaire donne une indication sur les conditions de propagations sur les bandes hautes, c'est-à-dire les bandes 10m ,12m ,15m ,17m , 20m (et même parfois le 50 MHz) :

<70	mauvaises conditions de propagation
80-90	faible condition de propagation
90-100	condition de propagation moyenne
100-150	bonne condition de propagation
> 150	condition de propagation idéale

Des valeurs de SFI élevées (>150) vont permettre de faire de très belles liaison, même pour les stations avec des antennes modestes.

Des valeurs de SFI élevées n'ont presque aucune influence sur les bandes basses c'est-à-dire sur les bandes 30m, 40m, 80m et 160m bandes.

¹⁰ **ATTENTION** : Malgré que nous parlions d'optique ici, il ne faut pas regarder le soleil avec des jumelles ou avec un télescope. Pour l'observation des taches solaires, on projette l'image obtenue sur une feuille de papier et sur cette feuille de papier on redessine les taches solaires.

Toutefois, il existe un retard de 2 à 3 jours entre l'apparition d'un flux solaire favorable et les conditions de propagation effectives.

La station WWW émet des impulsions horaires sur 1,5 , 5, 10, 15 et 20 MHz. Ces signaux peuvent être utilisés pour le calibrage en fréquence. Mais toutes les heures et 18 minutes WWW émet des informations sur l'activité solaire.

7.4.10. Vent solaire et propagation des ondes

C'est un paramètre qui a surtout été étudié ces 30 dernières années. Le vent solaire varie de 300 à plus de 700 km/s avec une moyenne de l'ordre de 400 km/s. Un vent solaire élevé provient des trous dans la couronne solaire. Un vent solaire important modifie le champ magnétique terrestre.

7.4.11. Activité géomagnétique de la terre et propagation des ondes

L'activité géomagnétique de la terre influence également les conditions de propagation. Cette activité est mentionnée par 2 indices :

L'**indice K** est une mesure logarithmique, il est mesuré sur une période 3 h et varie de 0 à 9 :

0 à 2	conditions géomagnétiques calmes, peu de bruit de fond, peu de QRN
3	conditions géomagnétiques changeantes ou agitées
4	conditions géomagnétiques actives
5 à 6	lors d'un orage magnétique
7 à 9	orage magnétique majeur avec probablement des périodes de silence radio total

L'**indice A** est une mesure du magnétisme terrestre mesuré sur une période de 24 h. Cet indice peut varier de 0 à 400. Plus il est grand, plus les petits signaux seront absorbés par l'ionosphère. Une valeur de 15 indique de bonnes conditions, une valeur de 30 indique de mauvaises conditions de réflexion via la couche F2.

< 10	conditions géomagnétiques calmes, peu de bruit de fond, peu de QRN
10 à 20	conditions géomagnétiques changeantes ou agitées
20 à 40	Bruit de fond important et apparition d'aurores boréales

7.4.12. Sudden Ionospheric Disturbance ou perturbations solaires soudaines

Un des phénomènes qui peut rompre soudainement les transmissions par ondes de ciel sont les sursauts solaires, il s'agit d'une grande éruption d'énergie et de matériau de la surface solaire qui entraîne une importante augmentation de la luminosité et aussi de la quantité de rayons UV.

La fréquence d'apparition des sursauts solaires augmente avec l'activité solaire.

Ce phénomène encore appelé "Sudden Ionospheric Disturbance" ou "SID" affecte principalement la couche D qui devient tellement absorbante que toute l'énergie est absorbée. Les bandes basses sont généralement affectées en premier lieu et les communications peuvent parfois encore être possible sur les bandes hautes. Un sursaut solaire peut durer de quelques minutes à quelques heures.

7.4.13. Geomagnetic Disturbances

Un autre phénomène qui accompagne les sursauts solaires est l'émission de particules chargées qui atteignent la terre après 20 à 40 heures. Lorsqu'elles arrivent près de la terre ces particules sont déviées vers les pôles, l'effet en est donc plus marqué au pôle qu'à l'équateur.

La couche F semble disparaître et les communications à longue distance sur les fréquences les plus hautes sont affectées très fortement.