

VHF

VHF Manager
VHF Manager (Assistant)
VHF Microwaves Manager
VHF 6m Band Manager
VHF Contest Manager
VHF Technical Manager
VHF Digital Modes Manager
VHF EME Manager
VHF Satellite Manager

ON6TI - Stefan
ON4AVJ - Jacques
ON7BPS - Peter
ON4IQ - Johan
ON4AVJ - Jacques
ON4PC - Filip
ON4PN - Patrick
ON4KNG - Peter
ON4HF - Eric

on6ti@uba.be
on4avj@uba.be
on7bps@uba.be
on4iq@uba.be
on4avj@uba.be
on4pc@uba.be
on4pn@uba.be
on4kng@uba.be
on4hf@uba.be

Propagation VHF en théorie et en pratique VHF-propagatie in theorie en praktijk

door/par ON4AVJ – vertaling/traduit par ON5FM

Le DX en VHF ?

Oui, c'est possible et ça peut également être amusant.

Introduction

J'ai récemment entendu au club une conversation sur l'achat d'un émetteur-récepteur VHF / UHF all-mode. "Ce n'est plus nécessaire car qui trafique encore sur ces bandes en SSB/CW ?".

Le plupart des nouveaux radioamateurs qui sont entrés en contact avec notre hobby via la licence de base peuvent directement accéder aux bandes HF. D'un certain point de vue, c'est bon mais ils ne savent pas à quel point le DX sur les bandes VHF/UHF est magique et c'est dommage. La plupart d'entre eux pensent que les VHF/UHF sont seulement utilisables pour des QSO locaux via les répéteurs. En fait, il en est tout autrement ...

Tropo, aurora, Meteor scatter, Sporadique E ... Certes, nous en avons tous entendu parler. Mais que signifient tous ces mots réellement ? Comment peut-on reconnaître ces différents modes de propagation et comment un opérateur doit-il réagir sur ces phénomènes ?

Nous essaierons, dans une série d'articles, d'approfondir un peu les différents modes de propagation VHF. Chaque article se penchera sur un mode spécifique de propagation, tant sur le plan théorique que pratique. Nous ne traiterons pas seulement des caractéristiques physiques de chaque mode, mais nous passerons aussi à des conclusions concrètes quant à la pratique de l'opérateur, "operator practice".

Dans le but de clarifier certains termes que nous utiliserons dans la série, le premier article sera consacré entièrement aux notions générales. Il sera peut-être un peu plus théorique, mais il est indispensable. Le reste des articles sera plus axé sur la pratique.

VHF dxen?

Ja, het kan en het is leuk ook.

Inleiding

Onlangs hoorde ik in de club een conversatie over de aanschaf van een all mode VHF/UHF transceiver. "Dit is toch niet meer nodig, want wie doet nog SSB/CW op die banden?"

De meeste nieuwe radioamateurs, die via een basislicentie in contact komen met onze hobby, kunnen nu rechtstreeks toegang krijgen tot de HF banden.

In zeker opzicht is dit goed, maar ze weten niet meer wat de magie is van DXen op de VHF/UHF banden en dit is jammer.

De meesten onder hen denken dat VHF/UHF enkel bruikbaar is voor repeaterwerk of lokale QSO's en men niet verder geraakt dan de plaatselijke kerktoren. Nochtans is het anders...

Tropo, Aurora, Meteor scatter, Sporadic E,... al eens horen over spreken? Maar wat betekent het? Hoe herkent men de verschillende wijzen waarop radiogolven zich verspreiden op de VHF/UHF banden en hoe kan men als operator het best reageren op deze fenomenen?

Het is de bedoeling om in een reeks artikelen wat dieper in te gaan op de verschillende soorten van propagatie op VHF. In elk artikel zal er een bepaalde vorm van propagatie besproken worden zowel in theorie als in de praktijk.

Niet alleen de fysische karakteristieken zullen behandeld worden maar ook de "operator practice" zullen we van dichtbij bekijken.

Dit eerste deel zal nogal theoretisch zijn, we moeten namelijk eerst een aantal termen verduidelijken. De rest van de artikelen zal beter aansluiten aan de praktijk.

Première Partie : La propagation des ondes radio sur les fréquences élevées Deel 1 : Propagatie van radiogolven op hogere frequenties

1. L'interaction des ondes électromagnétiques avec la matière

1.1. Sur le plan de la micro-structure

Les ondes radio se propagent normalement dans une ligne droite. Il s'ensuit que ces ondes n'atteindront que les stations qui sont situées dans l'horizon de l'antenne de la station émettrice.

Mais il existe toute une série de raisons pour lesquelles les ondes radio changent leur direction, sinon la plus grande partie de ces ondes se perdrait dans l'infini de l'univers.

1. Interactie van elektromagnetische golven met de materie

1.1. Op microniveau (atomen)

Radiogolven verspreiden zich normaal in een rechte lijn. Ze zouden dus enkel stations kunnen bereiken die zich in de horizon bevinden van de antenne.

Maar een aantal fenomenen maken het mogelijk dat deze radiogolven van richting kunnen veranderen; anders zou het overgrote deel ervan zich voortplanten recht in het heelaal.

La direction d'une onde électro-magnétique ne change que si cette onde rencontre l'une ou l'autre forme de matière (atomes, molécules, ions, électrons, etc.) sur son chemin. Dans la plupart des cas elles ne changeront pas seulement de direction mais aussi d'amplitude, de polarisation et/ou de phase.

Les ondes radio ne sont pas assez fortes que pour qu'elles puissent ioniser des molécules, etc. ou des atomes, comme le font, par exemple, les rayons "bêta" ou "gamma". Pour cette raison on les appelle d'ailleurs "rayonnements non-ionisants". Elles ont pourtant une certaine influence sur les électrons libres dans la matière, parce que ces derniers ont une masse relativement petite.

Les électrons suivent les oscillations des ondes radio et reçoivent ainsi une certaine énergie de ces ondes. Chaque électron rayonnera à son tour une partie de cette énergie suivant un modèle qui est équivalent à celui d'une antenne dipôle.

Puisque chaque électron réagit individuellement, la somme des ondes ainsi produites peut différer au point de vue phase. Ceci est appelé : la "cohérence". Il est possible qu'il y ait cohérence totale ou absence totale de cohérence. Le degré de cohérence est donc un élément très important en matière d'intensité du signal.

1.2. Sur le plan de la macro-structure

A l'échelle de la macro-structure, l'interaction entre les ondes radio et la matière peut avoir des conséquences qui sont observables, comme la réfraction, la réflexion, l'absorption, la diffraction et la dispersion ("scatter"). Les trois premiers phénomènes peuvent donner naissance à un changement de direction. Nous allons, dans les paragraphes suivants, examiner un peu plus chacun de ces phénomènes.

1.2.1. La réfraction des ondes

Quand une onde radio (et un rayon de lumière) parcourt un milieu avec un autre indice de propagation que le milieu original, elle modifiera sa route. Sauf si elle y entre perpendiculairement.

L'angle duquel l'onde s'écartera de sa course originale est appelé indice de réfraction. Cet indice est déterminé par la vitesse d'une onde dans l'espace libre divisée par la vitesse dans l'autre milieu.

$$N = \frac{C}{V}$$

C : Vitesse d'une onde dans l'espace libre

V : Vitesse de l'onde dans le milieu

N : Indice de réfraction

On retrouve le même phénomène en optique. Afin de clarifier le tout, nous prenons un rayon de lumière qui traverse deux milieux dont les limites forment un plan très net. Ceci est, entre autre, le cas pour un rayon qui traverse consécutivement l'air et une vitre, comme dans la figure 1. Mais, dans la nature, cela se passe rarement ainsi. Le niveau d'ionisation de la couche d'air est progressif ce qui rend possible une courbure graduelle des ondes radio et leur retour vers la terre. Comme dans la figure 2.

1.2.2. La réflexion des ondes

Chaque transition provoque également une certaine réflexion. Quoique la plus grande partie de l'onde soit réfractée, il y aura toujours une autre partie, plus petite, qui sera réfléchi. L'importance de cette partie réfléchi dépend de l'indice de réfraction et de l'angle d'incidence. Si ce dernier est très petit il arrive même parfois que l'onde soit totalement réfléchi. Ces phénomènes peuvent être représentés comme dans la figure 3.

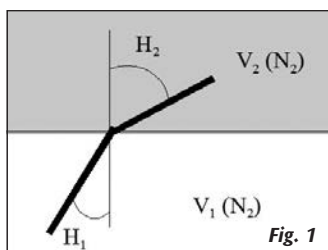


Fig. 1

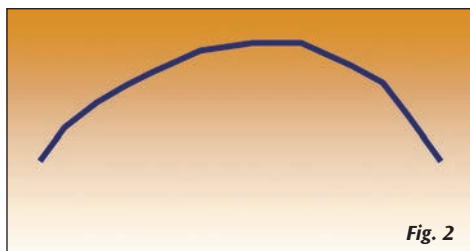


Fig. 2

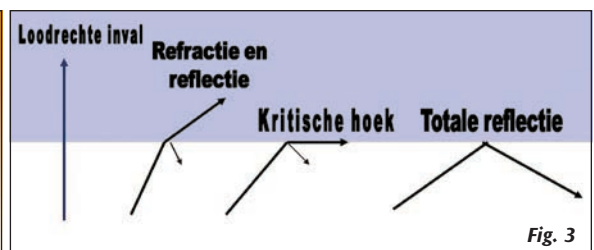


Fig. 3

En électromagnétique, une onde peut changer de direction si elle rencontre un autre type de matière (atomes, molécules, ions ou électrons).

In de meeste gevallen zal niet enkel de richting veranderen maar ook de amplitude, de polarisatie en/of de fase.

Radiogolven zijn niet krachtig genoeg om zelf atomen of moleculen te ioniseren. Gamma- of bètastralen kunnen dit wel en zijn daarom zeer gevaarlijk.

Vandaar dat elektromagnetische golven gecatalogeerd worden als "niet-ioniserende straling". Ze hebben wel invloed op de al dan niet vrije elektronen in de materie vanwege hun kleinere massa.

Elektronen volgen de oscillaties van de radiogolven en nemen zo energie op van de radiogolven. Elk elektron zal een deel van deze energie opnieuw uitstralen met een patroon dat gelijk is aan deze van een dipool antenne.

Omdat elk elektron op zich reageert, kan de som van deze uitgezonden golven verschillen naar gelang de faseverschillen. Dit wordt de coherentie genoemd. Dit kan gaan van een totale coherentie tot een totale afwezigheid van coherentie. De graad van coherentie is dus een zeer belangrijke factor op de signaalsterkte.

1.2. Op macroniveau

Op een groter niveau geeft de interactie van radiogolven met de materie gevolgen die observeerbaar zijn. Er zijn verschillende mogelijkheden, met name refractie, reflectie, "scatter", absorptie en diffractie.

De eerste drie fenomenen kunnen aanleiding geven tot een verandering van richting. We zullen elk van deze van iets naderbij bekijken.

1.2.1. Refractie of breking

Hier kunnen we een beetje terugkijken op onze schooltijd en de lessen natuurkunde. **Wanneer een golf een ander medium bereikt met een andere voortplantingsindex dan zal deze golf van richting veranderen (uitgezonderd indien hij loodrecht op de grens invalt).**

De mate waarin de golf zal afwijken van zijn oorspronkelijke richting wordt de brekingsindex genoemd, of de refractie-index. Deze index is de snelheid van de golf in de vrije ruimte gedeeld door de snelheid van de golf in het medium, dus:

$$N = \frac{C}{V}$$

C = snelheid van de golf in vrije ruimte

V = snelheid van de golf in het medium

N = brekingsindex

Dit principe vinden we ook terug in de optica. Om het even te verduidelijken nemen we aan dat de grens tussen de 2 media sterk afgebakend is, zoals een lichtstraal die van de lucht door glas gaat. Dit kunnen we voorstellen zoals in figuur 1.

Maar in de natuur komen we dit zelden tegen. Radiogolven komen geen sterk afgebakende grenzen tegen. De ionisatiegraad van de luchtlagen is gradueel, zodat het mogelijk wordt dat de radiogolf afgebogen wordt en terugkeert naar de aarde, zoals voorgesteld in figuur 2.

1.2.2. Reflectie/weerkaatsing

Iedere overgang brengt ook een deel reflectie teweeg. Hoewel het grootste gedeelte van de golf onderhevig zal zijn aan refractie, zal er ook een gedeelte weerkaatst worden. De grootte van de weerkaatste golf zal afhankelijk zijn van de brekingsindex en de invalshoek. Als de invalshoek klein genoeg is, kan het zelfs gebeuren dat men een totale reflectie krijgt.

1.2.3. Dispersion ou "scattering" des ondes

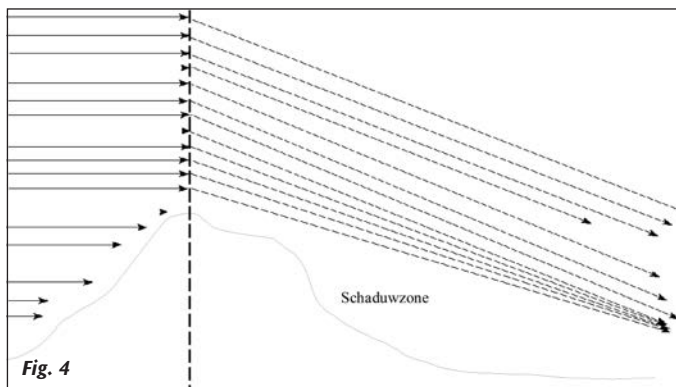
Quand une onde radio rencontre sur son chemin des objets dont les dimensions sont inférieures à la longueur de l'onde, on peut considérer ces objets comme une série de petits dipôles, qui chacun en soi réfléchit ou courbe cette onde. Un seul objet ne suffira pas pour générer des signaux significatifs. S'il y en a plusieurs, pas trop éloignés les uns des autres, on pourra les considérer comme un milieu de propagation pour lequel les phénomènes de réflexion et de réfraction seront applicables.

1.2.4. Absorption

Les ondes radio qui, sur leur chemin, rencontrent de la matière, mettent, par leur énergie, des électrons en oscillation. Une partie de l'énergie ainsi produite dans ces électrons, sera à son tour rayonnée, comme discuté dans le §1.1. Une autre partie de cette énergie, par contre, sera absorbée dans la matière et sera transformée en chaleur. Le degré de cette absorption dépend de la fréquence et de la nature du milieu dans lequel l'onde radio se déplace.

1.2.5. Diffraction

Quand une onde rencontre un obstacle impénétrable, il se produira un effet d'ombre, comme dans la figure 4. Cet effet d'ombre ne sera pourtant pas très net. Le rayonnement sera en partie courbé de telle sorte qu'une partie en sera toujours accessible. C'est par ce phénomène que les ondes radio peuvent parfois atteindre des points qui sont hors de l'horizon visible. Plus la fréquence est élevée, moins ce phénomène est utilisable. Il s'ensuit qu'un bon "take-off" est très important pour les stations VHF.



1.3. Le rôle de la polarisation

Le pouvoir relatif de réflexion/réfraction des ondes radio est également dépendante de la polarisation de l'onde radioélectrique. Beaucoup de stations VHF sont actives en polarisation horizontale. Ceci n'est pas une coïncidence ou une convention. C'est l'expérience qui nous a démontré que les ondes polarisées horizontalement subissent moins les effets du fading et d'autres perturbations. Ceci est une conséquence du fait que la terre, l'atmosphère et l'ionosphère ont une structure plutôt horizontale. Pour cette raison les ondes polarisées horizontalement seront mieux réfléchies. En général, la plupart des obstacles que rencontrent les ondes radio ont une orientation verticale (arbres, pylônes, bâtiments, etc.), et donneront moins lieu au "scattering" / "fading" pour les ondes polarisées horizontalement.

2. Les Médias de Propagation

Les ondes radio peuvent donc changer de direction parce qu'elles se propagent dans différents milieux. C'est principalement l'atmosphère autour de la terre avec la troposphère et l'ionosphère. Parfois même, les gros objets peuvent agir sur les ondes radio.

2.1. La Troposphère

La troposphère est la plus couche la plus basse de notre atmosphère. C'est dans cette couche qu'est déterminé, pour la plus grande partie, le temps. La couche supérieure se situe à une hauteur de 8 à 16 Km et est appelée la "tropopause". L'ionisation dans l'ensemble de cette couche est presque négligeable.

De petites variations de l'indice de réfractifs (N) peuvent pourtant produire différents modes de propagation troposphérique.

Bien que l'indice de réfraction de l'air ne diffère que légèrement de celui du vide, il peut néanmoins subir des variations. Les principaux paramètres sont la température, l'humidité et la pression.

Cela peut être décrit selon la formule suivante :

$$N = 77.6 \frac{P}{T} + 3.73 \times 10^5 \frac{e}{T^2}$$

1.2.3. Scattering

Wanneer een golf op zijn weg objecten tegenkomt die kleiner zijn dan zijn golflengte kan men deze objecten beschouwen als een aantal kleine dipolen die elk op zich de golven zullen weerkaatsen of afbuigen. Een enkel object zal niet genoeg zijn om significante signalen op te wekken. Zijn er meerdere en zijn ze op kleine afstand van elkaar verwijderd dan kunnen ze beschouwd worden als een propagatiemedium waarin de eigenschappen van refractie en reflectie geldig zijn.

1.2.4. Absorptie

Radiogolven die materie op hun weg tegenkomen doen door hun energie elektronen oscilleren. Een deel van deze energie wordt terug uitgestraald, zoals besproken in 1.1. Een ander deel wordt echter geabsorbeerd en meestal omgezet in warmte. De graad van absorptie is afhankelijk van de frequentie en het medium waardoor de radiogolf zich verplaatst.

1.2.5. Diffractie

Indien een golf een obstakel ontmoet dat ondoordringbaar is, gaat dit een schaduw-effect veroorzaken (zie fig. 4). Deze schaduw zal echter niet zo abrupt zijn. De straling zal gedeeltelijk afgebogen worden, zodanig dat de straling een deel van de schaduw toch nog zal bereiken. Zo kunnen

radiogolven toch nog hoorbaar zijn t.o.v. de zichtbare horizon. Hoe hoger de frequentie hoe minder dit fenomeen werkzaam is. Vandaar dat een goede "take-off" belangrijk is voor VHF/UHF stations.

1.3. De rol van de polarisatie

Het relatieve weerkaatste vermogen van radiogolven bij reflectie/refractie is ook afhankelijk van de polarisatie van de radiogolf.

Praktisch alle VHF/UHF DX stations werken met horizontale polarisatie. Dit is geen toeval of afspraak; maar de ondervinding leert dat deze polarisatie het minst last heeft van fading en andere storende effecten. Dit komt omdat de aarde, de atmosfeer en de ionosfeer vooral horizontaal gestructureerd zijn. Horizontaal gepolariseerde golven zullen daardoor beter gereflecteerd worden. De meeste obstakels die radiogolven op de horizon tegenkomen zijn meestal verticaal georiënteerd (bomen, pylonen, gebouwen,...) en zullen minder aanleiding geven tot scattering/fading van horizontaal gepolariseerde golven.

2. Propagatie Media

Radiogolven kunnen dus van richting veranderen omdat ze zich voortplanten doorheen verschillende media. Dit is vooral de atmosfeer rond de aarde met de troposfeer en de ionosfeer. Soms kunnen ook grote voorwerpen op radiostralen ageren.

2.1. De Troposfeer

De troposfeer is de laagste luchtlaag van onze atmosfeer. In deze luchtlaag wordt in grote mate het weer bepaald. De bovenste grens situeert zich tussen de 8 en de 16 km hoogte en wordt de "tropopause" genoemd. De ionisatie in deze luchtlaag is vrijwel verwaarloosbaar.

Kleine variaties in de refractieve index (N) geven toch aanleiding tot verschillende tropo-propagatie modes.

Hoewel de refractieve index van lucht zeer weinig verschilt van deze van het luchtledige kan deze toch variëren. De voornaamste parameters zijn de luchtdruk, de temperatuur en de luchtvochtigheid.

Dit kan voorgesteld worden in volgende formule:

$$N = 77.6 \frac{P}{T} + 3.73 \times 10^5 \frac{e}{T^2}$$

Dans les plus basses couches d'air, le facteur qui joue le plus grand rôle dans la propagation est celui du degré relatif d'humidité. Nous y reviendrons dans un des articles suivants de cette série quand nous parlerons plus spécifiquement de la propagation troposphérique.

2.2. L'ionosphère

L'ionosphère est la couche extrême de notre atmosphère et elle est principalement constituée d'atomes chargés (ions) et d'électrons libres. L'ionisation dans cette couche est due au rayonnement électromagnétique du soleil et des rayons cosmiques.

Si la densité de l'ionosphère diminue avec l'altitude, le nombre d'électrons libres, par contre, ne fait qu'accroître. Un maximum est atteint à une altitude entre 200 et 400 Km. L'ionosphère est divisée en trois régions et dans chaque région on distingue différentes couches ("layers"). Ces couches ne sont pas stables. Certaines réagissent avec les saisons, d'autres varient sous influence du flux solaire, de l'heure de la journée, du vent solaire, etc. Les mouvements et les variations dans les couches ionosphériques, forment un sujet très complexe.

2.2.1. La région D

Elle se situe entre 60 et 90 Km d'altitude. Sa caractéristique principale est l'absorption des ondes radio, surtout les ondes HF, que nous appelons "basses". Pour les ondes VHF cette région est plutôt transparente. Par une activité solaire extrêmement haute, il peut arriver que les ondes VHF y soient réfléchies. Nous parlons alors de "ionospheric scatter".

2.2.2. La région E

On trouve la région E entre 90 et 120 Km au-dessus de la terre et on peut la considérer comme une région de transition entre l'atmosphère et l'espace. La plupart des rayons UV et des autres rayons (p.ex. les rayons X) est absorbée par cette région E.

Le plus souvent l'ionisation de cette région n'atteint pas un niveau suffisamment élevé que pour pouvoir réfléchir les ondes VHF/UHF vers la terre. De temps à autre des "nuages" hautement ionisés se forment, qui permettent les ondes VHF d'être réfléchies. C'est ce que nous appelons le sporadique E.

Dans la région E, d'autres phénomènes comme l'aurora (aurora boréale) et les pluies de météorites ("meteor showers") produisent une ionisation. Nous reviendrons là-dessus plus tard.

2.2.3. La région F

Pendant la journée, cette région a deux couches distinctes : la couche F1 et la couche F2. Celles-ci sont principalement importantes pour les fréquences HF.

La couche F1 ne représente pas grand chose au point de vue propagation des ondes VHF. De temps à autres il peut s'y produire un effet de réfraction. La couche F2, que l'on retrouve à une altitude de 300 à 350 Km, peut jouer un rôle en cas d'activité solaire intense et peut rendre possibles des contacts mondiaux sur 50 MHz.

2.3. Propagation via des obstacles

Quand une onde radio entre en contact avec un obstacle impénétrable pour elle, il arrive qu'elle soit réfléchi. L'intensité du signal réfléchi dépend de la taille de l'obstacle et de sa surface (nature, forme, etc.). Cela donne parfois des signaux plus forts que ce qu'ils auraient été par voie directe.

Ces obstacles ne doivent pas nécessairement être fixes. Les avions peuvent être à l'origine de contacts de plusieurs centaines de Km dans une autre direction que celle de l'antenne mais c'est rare. Les satellites sont trop petits pour que pour agir comme réflecteur passif.

Il y a un satellite naturel qui a la taille qui convient pour en faire un réflecteur passif utilisable en VHF/UHF : la lune. On parle alors de communications EME.

3. Modes de propagation en VHF et UHF

Dans les paragraphes précédents nous avons dévoilé un petit peu, et d'une manière théorique, la façon dont les signaux VHF/UHF se comportent.

Dans ce contexte, il est possible de déterminer une variété de modes de propagation.

In de laagste luchtlagen is de luchtvochtigheid één van de belangrijkste factoren.

We komen hier later op terug bij de bespreking van Tropo-propagatie, in de volgende aflevering.

2.2. De ionosfeer

De ionosfeer vormt de buitenste mantel van onze luchtlaag en bestaat voornamelijk uit geladen atomen (ionen) en vrije elektronen. Deze ionisatie wordt veroorzaakt door de elektromagnetische straling van de zon en kosmische straling.

Hoewel de dichtheid van deze laag vermindert met de hoogte, vergoot het aantal vrije elektronen. Het maximum wordt bereikt tussen de 200 en 400 km. De ionosfeer wordt ingedeeld in drie zones ("regions") met daarin nog diverse lagen ("layers"). Deze lagen zijn niet stabiel. Sommige zijn seizoengebonden, anderen zijn afhankelijk van de zonneflux, het uur, de zonnwind,... Deze bewegingen in de ionosfeer zijn zeer complex.

2.2.1. De D-laag

De D-laag ligt tussen 60 en 90 km hoog. Haar voornaamste eigenschap is dat ze radiogolven absorbeert, voornamelijk HF golven. Voor de VHF frequenties en hoger is de D-laag bijna transparant.

Bij extreem hoge zonneactiviteit kan het gebeuren dat VHF/UHF golven teruggekaatst worden, men spreekt dan van ionosferische scatter.

2.2.2. De E-laag

De E-laag situeert zich op een hoogte tussen 90-120 km boven de aarde en kan beschouwd worden als een overgangszone tussen de atmosfeer en de ruimte. Het meeste uv-licht en andere stralingen (o.a. x-stralen) van de zon worden in deze laag geabsorbeerd.

Meestal is de ionisatiegraad van deze laag niet groot genoeg voor VHF/UHF golven om teruggekaatst te worden naar de aarde. Soms worden er een soort "wolken" gevormd met een grote graad van ionisatie waardoor het mogelijk is dat VHF en UHF golven toch weerkaatst worden, men spreekt dan van sporadic E.

In deze laag komen ook fenomenen voor als aurora (noorderlicht) en kunnen meteorieten zorgen voor ionisatie (meteor scatter). We komen later terug op al deze propagatie.

2.2.3. De F-laag

Deze laag wordt overdag ingedeeld in twee lagen: de F1 en F2 laag. Deze zijn vooral belangrijk voor de HF frequenties.

De F1 laag is van weinig belang voor VHF propagatie, enkel wat refractie. De F2 laag (hoogte 300-350 km) kan een rol spelen bij intense zonneactiviteit en kan aanleiding geven tot wereldwijde contacten op 50 MHz. Voor hogere frequenties is de ionisatie niet hoog genoeg (uitgezonderd trans-equatoriale propagatie).

2.3 Propagatie via obstakels

Indien een radiogolf in contact komt met een ondoordringbaar voorwerp kunnen radiogolven gereflecteerd worden. De sterkte van de gereflecteerde signalen is afhankelijk van de grote en de aflijning van deze obstakels. Dit geeft soms aanleiding tot betere signalen dan wat rechtstreeks zou mogelijk zijn.

Dit hoeven geen vaste voorwerpen te zijn. Vliegtuigen kunnen de oorzaak zijn dat men contacten kan leggen van enkele honderden kilometer, in andere richtingen dan de antenne staat, maar dit is zeldzaam. Satellieten zijn te klein om op een passieve manier als reflector te ageren.

Er is echter een natuurlijke satelliet die groot genoeg is om VHF/UHF signalen te reflecteren: de maan. Dan spreekt men van EME-communicatie.

3. VHF en UHF propagatie modes

In de voorgaande paragrafen hebben we een theoretisch tipje van de sluier opgelicht over de manieren waarop HVF/UHF radiogolven zich kunnen gedragen.

Met deze achtergrond is het mogelijk om diverse manieren van propagatie te onderkennen.

Nous pouvons en faire la synthèse dans le tableau à côté.

(x) Parfois, sur cette bande, mais c'est très rare et très difficile

* L'EME peut aussi se faire en SFH et en μ Wave

Dans les articles suivants nous approfondirons les plus importants modes de propagation VHF/UHF, tant du côté théorique que d'un point de vue pratique (procédures et pratique opérateur).

Milieu Medium	Mode de propagation Propagatiemode	Abréviation utilisée Gebruikte afkorting	50 MHz	144 MHz	432 MHz
Troposphère Troposfeer	Réfraction / <i>Refractie</i>	Tropo	x	x	x
	Ducting (réflexion / <i>reflectie</i>)	Tropo		x	x
	Troposcatter	Tropo	x	x	x
Ionosphère Ionosfeer	Sporadique E / <i>Sporadic E</i>	Es	x	x	
	Sporadique E auroral <i>Auroral sporadic E</i>	Ar-Es	x	x	
	Sporadique E équatorial <i>Equatorial sporadic E</i>	Eq-Es	x		
	Irrégularités d'alignement de champ / <i>Field aligned irregularities</i>	FAI	x	x	
	Trans-équatorial <i>Trans-equatorial</i>	TEP	x	x	
	Equatorial FAI	TEP	x	x	(x)
	Aurora	Ar	x	x	x
	Couche F2 / <i>F2-laag</i>	F2	x		
	Meteor scatter	MS	x	x	(x)
	Ionospheric scatter		x	(x)	
Obstacles Obstakels	Diffraction / <i>Diffractie</i>		x	x	x
	Earth-moon-earth *	EME	(x)	x	x
	Réflexion / <i>Reflectie</i>		x	x	x

We kunnen dit samenvatten in de tabel hier-naast.

(x) Kan voorkomen op deze band maar is zeer zeldzaam/moeilijk.

* EME kan ook op SFH en μ Wave

In de volgende delen zullen we dieper ingaan op enkele van deze propagatiemodes, zowel wat de theorie betreft als de praktijk (procedures, operators practice).

-get install rtl-

-get install rtl-sdr

**Veel luistergenot en 73,
Jantje ON7CFI**