

# MOMSTER installatie- en gebruikershandleiding

BRAMS team

2023-07-26

## Inhoudstafel

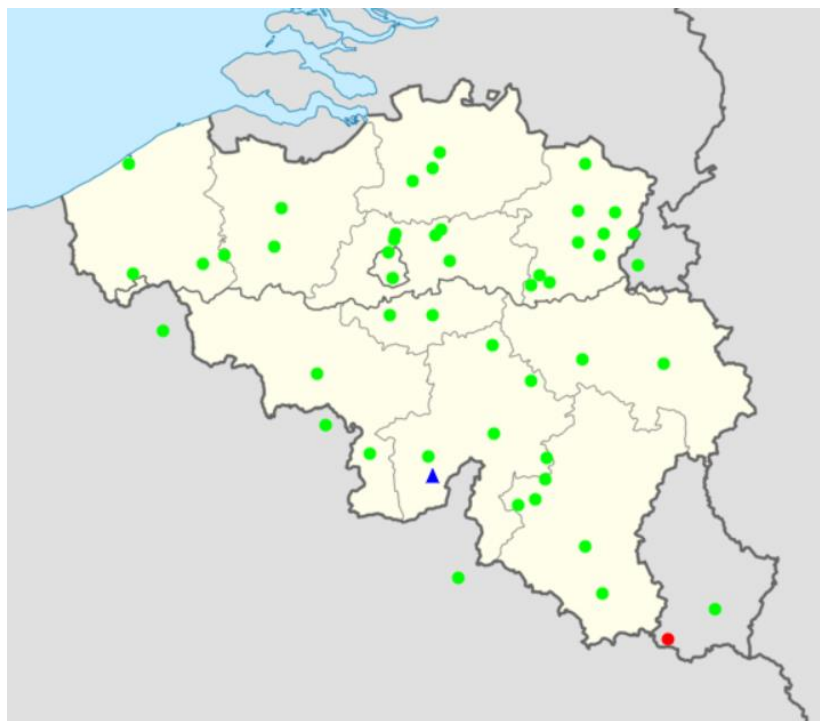
|     |                                                                  |    |
|-----|------------------------------------------------------------------|----|
| 1   | Doel en toepassingsgebied van het document.....                  | 2  |
| 2   | Inleiding.....                                                   | 2  |
| 3   | Werkingsprincipe .....                                           | 3  |
| 4   | Wat zit er in de metalen Zarges-kist? .....                      | 4  |
| 5   | Installatie van het systeem .....                                | 5  |
| 5.1 | Montage van de dipoolantenne .....                               | 5  |
| 5.2 | Waar de antenne plaatsen ? .....                                 | 7  |
| 5.3 | Ontvangerbox installeren .....                                   | 7  |
| 5.4 | De coax-kabel installeren.....                                   | 8  |
| 5.5 | De twee GPS-antennes installeren .....                           | 9  |
| 5.6 | Voeding .....                                                    | 9  |
| 6   | Hoe bekijk ik het live-signaal?.....                             | 9  |
| 6.1 | De pc opstarten en verbinding maken met de ontvangerbox.....     | 10 |
| 6.2 | Bekijk het spectrogram met het programma Spectrum Lab .....      | 10 |
| 6.3 | Hoe weet ik of wat ik waarneem juist is of niet?.....            | 12 |
| 6.4 | Nog enkele nuttige knoppen.....                                  | 13 |
| 6.5 | Feedback .....                                                   | 14 |
| 7   | Het station uit elkaar halen en terugbezorgen aan het BIRA ..... | 14 |

## 1 Doel en toepassingsgebied van het document

Dit document bevat instructies voor het monteren en gebruiken van het draagbare MOMSTER-station.

## 2 Inleiding

BRAMS (Belgian RADio Meteor Stations) is een Belgisch netwerk dat gebruik maakt van de weerkaatsing van radiogolven op geïoniseerde meteoorsporen om meteoroiden die de aardatmosfeer binnendringen te detecteren en te bestuderen. Een specifieke zender, gevestigd in Dourbes in het zuiden van België, zendt een zuivere sinusgolf uit op een frequentie van 49,97 MHz met een vermogen van ongeveer 130 Watt. Het vermogen wordt voornamelijk uitgezonden naar het zenit, maar met een breed stralingspatroon om een aanzienlijk deel van de hemel te bestrijken. Een klein deel van het uitgezonden vermogen kan soms weerkaatst worden door het geïoniseerde spoor dat zich vormt langs de baan van een meteoroid en kan opgenomen worden door een of meer van de 47 ontvangststations verspreid over België en de buurlanden. Dit zeer zwakke signaal wordt een meteorecho genoemd. Voor de ontvangst wordt een 3-elements Yagi-antenne gebruikt, met als doel een zo groot mogelijk deel van de hemel te bestrijken, aangezien de versterking van deze antenne min of meer constant blijft over een groot bereik van elevaties en de meteorecho's dus uit alle delen van de hemel kunnen komen.



*Figure 1: Kaart van het BRAMS-netwerk. De zender in Dourbes wordt voorgesteld door de kleine blauwe driehoek. De groene stippen geven de permanente ontvangststations van het netwerk aan.*

Het MOMSTER-project heeft als doel een educatief pakket over meteoren te ontwikkelen dat gebruikt kan worden als hulpmiddel door STEM-docenten op middelbare scholen. Aangezien de 3-elements Yagi-antenne die door BRAMS-stations wordt gebruikt vrij groot is (~3m), is deze niet geschikt voor gemakkelijke tijdelijke installatie. Het MOMSTER ontvangststation gebruikt in plaats daarvan een korte dipoolantenne (~1m) die gegevens levert met vergelijkbare prestaties. Het ontvangststation beluistert en registreert de signalen die door deze dipool worden opgevangen rond een frequentie van 49,97 MHz met

een bandbreedte van ongeveer 1600 Hz. De zeer zwakke signalen worden versterkt, gedigitaliseerd, gefilterd en omgezet naar een hoorbare frequentie. De verwerkte gegevens en de vele tijdstempels worden elke 5 minuten opgeslagen in WAV-bestanden op een interne microSD-kaart. Vanwege de beperkte opslagcapaciteit worden deze bestanden na 10 dagen automatisch gewist. De opgenomen signalen vormen een digitale datastroom met 6048 samples per seconde, die continu kan worden bekeken op een PC via Wi-Fi met behulp van een gratis programma genaamd Spectrum Lab, perfect voor een demonstratie in de klas.

### 3 Werkingsprincipe

Het ontvangststation bestaat uit de volgende onderdelen (Figure 2):

- Een dipoolantenne om zwakke meteoroecho's op te vangen.
- Een ontvangerbox die de elektronica bevat die nodig is om het signaal te verwerken, de gegevens op te slaan op een interne microSD-kaart en het signaal beschikbaar te maken via Wi-Fi.
- Twee GPS-antennes voor een stabiele frequentiereferentie en nauwkeurige timing.
- Een voedingseenheid die de benodigde stroom voor de elektronica levert via een stopcontact.

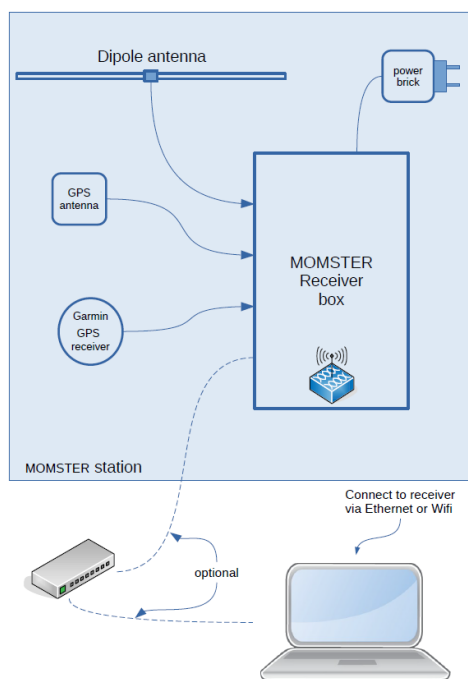


Figure 2: MOMSTER ontvangststation

Om de signalen te bekijken die door het ontvangststation zijn opgenomen, wordt ook een pc met Linux meegeleverd. Deze is geconfigureerd om automatisch verbinding te maken met de ontvangerbox en de door deze verzonden signalen te lezen. Hiervoor wordt het freeware programma Spectrum Lab geïnstalleerd en voorgeconfigureerd. Meer details zijn beschikbaar in hoofdstuk 6.

## 4 Wat zit er in de metalen Zarges-kist?

De apparatuur voor het station wordt geleverd in een metalen Zarges-kist met daarin (Figure 3):

- Een kleine dipoolantenne in drie delen :
  - o Een multiplex basis
  - o Een mast
  - o Een dipool
- Een ontvangerbox
- Een Garmin GPS ontvanger (zwarte ronde antenne)
- Een mini GPSDO GPS antenne (kleine vierkante zwarte antenne)
- Een voedingseenheid
- 20 m coaxiale kabel
- Een 2,5 mm inbussleutel en een strook PVC-tape.
- PC en voeding

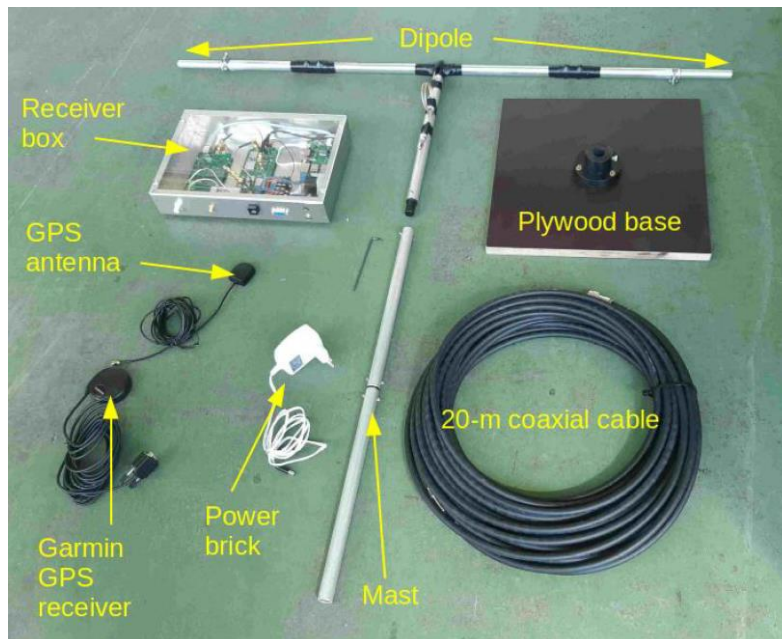


Figure 3: Ontvangerdoos, dipool, mast, multiplex basis, voeding, GPS-antennes, coaxkabel. Merk op dat de dipool op deze foto een oudere versie is, iets anders dan degene die je ontvangt (zie ook Figuur 5). De PC en de voeding zijn niet inbegrepen in deze foto.

De twee GPS-ontvangers, de voedingseenheid, de inbussleutel en de PVC-tape zitten samen in een kleine kartonnen doos in de metalen Zarges-koffer.

De Zarges-koffer bevat verschillende lagen schuim, waarvan sommige specifieke ruimtes bevatten voor de apparatuur (basis, ontvangerbox, kleine kartonnen doos, dipool, mast, pc en voeding, zie een voorbeeld in Figure 4). De tussenlagen van schuim worden gebruikt om schokken te absorberen en te voorkomen dat de apparatuur beweegt tijdens transport. Zorg ervoor dat je de apparatuur op de juiste plaats terugzet als je ze terugbrengt. Sommige Zarges-koffers bevatten een klein document aan de binnenkant met een overzicht van de locatie van de apparatuur en hoe je het terug in de doos moet doen voordat je het terugstuurt. Merk op dat de indeling niet precies hetzelfde is in elke Zarges-doo.



Figure 4: schuimlaag in de Zarges metalen doos met sleuven voor de pc-voeding de voeding van de pc (linksboven), de basis (linksonder), de kartonnen doos met de 2 GPS-eenheden en de voeding voor de ontvanger (rechtsboven) en de pc (rechtsonder).

## 5 Installatie van het systeem

### Montage van de dipoolantenne

De antenne is een horizontale dipool gemonteerd op een verticale mast (Figure 5).



Figure 5: Dipoolantenne, mast, kabel en multiplex voet.

Ga als volgt te werk om te monteren:



1. Plaats de multiplex basis op een vlakke ondergrond met de cilindrische plastic connector naar boven.
2. Steek de mast in het corresponderende gat in de plastic connector op de basis. Draai de nylon schroef voorzichtig vast om hem op zijn plaats te houden (Figure 6).



Figure 6: Multiplex basis met witte nylon schroef.

3. Verwijder de schroef van de bovenkant van de mast (Figure 7).
4. Installeer de dipool op de mast door de zwarte plastic isolator in de aluminium buis te schuiven. Lijn het gat in de buis uit met het gat in de isolator. Plaats een schroef met een sluitring in het gat. Plaats aan de andere kant een sluitring en moer op de schroef. Gebruik de kleine inbussleutel om de schroef voorzichtig vast te draaien, terwijl je de moer met je vingers vasthoudt (Figure 7).

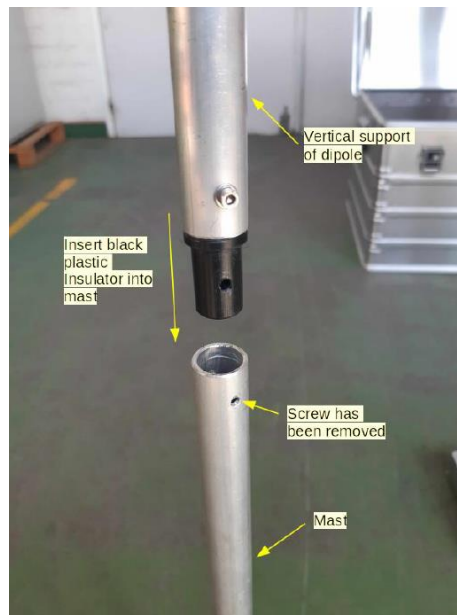


Figure 7: Installeer de dipool op de mast.

5. Draai met een platte schroevendraaier de klem Schroef aan de uiteinden van de dipool los. Strek de verlengstukken uit tot de markering zichtbaar is. Draai de klem Schroeven voorzichtig vast (ze moeten ongeveer 5 mm van het uiteinde van de sleuven zitten). De zichtbare lengte van de verlengstukken moet aan beide zijden van de dipool gelijk zijn (Figure 8).

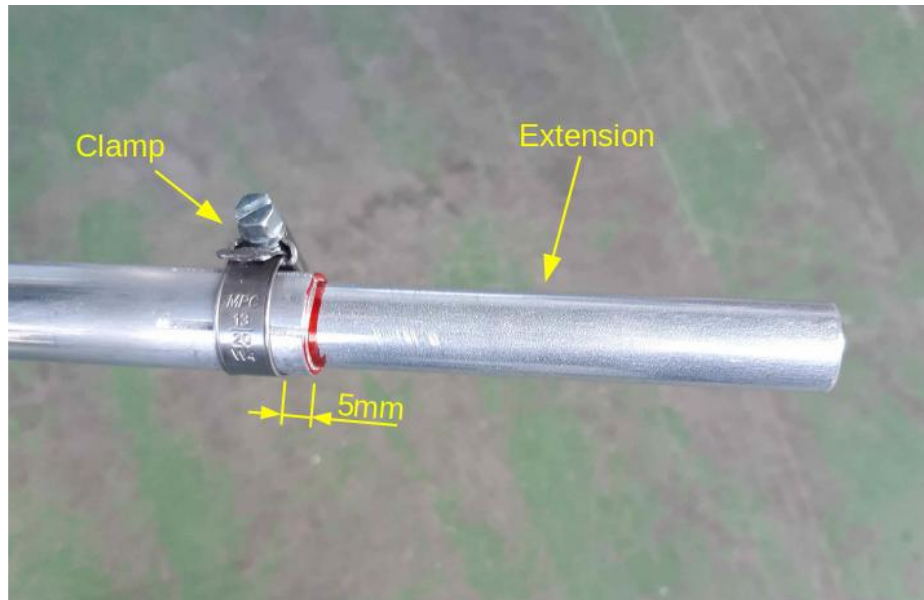


Figure 8: Verlengstuk en klem.

### Waar de antenne plaatsen ?

De antenne moet uiteraard buiten worden geïnstalleerd op een vlakke ondergrond (gras, grond, beton, enz.) met een onbelemmerd zicht op de hemel. Ideaal is een afstand van minstens 3 meter tot obstakels. Hij moet in azimut georiënteerd zijn met de nulpunten van de antenne (langs de as van de dipool) loodrecht op de richting naar Dourbes.

Als de richting naar Dourbes wordt belemmerd (door een groot gebouw bijvoorbeeld), kun je de antenne in een andere richting draaien. Je zult ook meteoorecho's uit alle richtingen zien komen, maar waarschijnlijk iets minder. Het directe signaal (zie hieronder) van de zender zal waarschijnlijk ook minder sterk zijn, zo niet helemaal niet meer zichtbaar.

Vermijd, indien mogelijk, het plaatsen van de antenne in de buurt van metalen onderdelen of onder een dak. Hoe vrijer je horizon van obstakels is, hoe groter het aantal meteoorecho's dat je zult kunnen waarnemen.

Op een plat dak kan de antenne heel goed of minder goed werken, afhankelijk van het materiaal waarvan het dak is gemaakt. Aangezien de antenne een eenvoudige dipool is, fungeert het oppervlak waarop hij staat als reflector. Afhankelijk van of het dak geleidend of isolerend is, zal het gedrag van de antenne anders zijn.

### Ontvangerbox installeren

De ontvangerbox (Figure 9) moet binnenshuis worden geplaatst (of in ieder geval niet direct blootgesteld aan regen of zonlicht). Hij heeft een stroomvoorziening nodig.



*Figure 9: Aansluiting op het ontvangerbox. Aan de linkerkant van de box zit de BNC-connector connector waarop de coaxkabel moet worden aangesloten. In het midden zit een Ethernet-connector die normaal niet wordt gebruikt in de MOMSTER-toepassing.*

## De coax-kabel installeren

De coaxkabel van 20 m moet op de grond worden gelegd tussen de antenne en de ontvangerbox. De kabel en de connectors zijn redelijk robuust, maar kunnen beschadigd raken bij verkeerd gebruik. Trek niet aan de kabel, loop er niet overheen en maak geen strakke lussen. De kabel heeft UHF/Male connectoren en UHF-naar-BNC-adapters aan elk uiteinde. De kabel moet worden bevestigd aan de overeenkomstige connectoren op de antenne (Figure 10) en op de ontvangerbehuizing (Figure 9). Om de belasting op de connectoren te verminderen, bevestig je de kabel op twee plaatsen aan de verticale mast, net onder de connector en in de buurt van de multiplex voet, met behulp van de meegeleverde PVC-tape (Figure 10).





Figure 10: Bevestig de kabel aan de mast met PVC-tape om de trekkracht op de connector te verminderen. Merk op dat dit een oudere versie is van de antenne op deze foto, maar het principe blijft hetzelfde.

## De twee GPS-antennes installeren

De vierkante GPS-antenne en ronde Garmin GPS-ontvanger moeten een tamelijk vrij zicht op de hemel hebben. Ze kunnen buiten op een horizontaal oppervlak worden geplaatst, op een vensterbank of zelfs verticaal op een ruit worden geplakt (met de bovenkant naar buiten gericht).

Sluit de 2 kabels aan op het ontvangstkastje (zie Figure 9):

- De sub-D-connector moet worden bevestigd door de schroeven (met de hand) op het omhulsel vast te draaien.
- Draai de SMA-connector alleen met je vingers vast (gebruik geen gereedschap).

## Voeding

Sluit de stekker van de stroomconverteer aan op de ontvanger (zie Figure 9). Steek de stekker in een stopcontact. De groene LED op de ontvanger moet gaan branden.

## 6 Hoe bekijk ik het live-sigitaal?

## De pc opstarten en verbinding maken met de ontvangerbox

Het besturingssysteem op de PC is Linux, maar met een grafische omgeving die lijkt op Windows.

Net na het inschakelen van de onvangstbox wordt een nieuw draadloos netwerk met de naam "momster" zichtbaar. De ontvangstbox fungeert als een Wi-Fi-host met IP-adres 192.168.4.1. Met deze Wi-Fi kan de gegevensstroom van de box naar de pc worden overgebracht en live worden bekeken. Deze Wi-Fi is echter niet verbonden met het internet. **De PC is geconfigureerd om automatisch verbinding te maken. De PC moet zich dicht bij de box bevinden (< 10m) voor een goed signaal en een ononderbroken gegevensstroom.**

Als het gebruik van Wi-Fi niet mogelijk is, kan de pc rechtstreeks op de ontvanger worden aangesloten met een standaard ethernetkabel. Het IP-adres van de ontvangstbox is 192.168.4.23. De pc moet een statisch adres in hetzelfde domein krijgen (bijvoorbeeld 192.168.4.24). Deze oplossing wordt echter niet aanbevolen.

## Bekijk het spectrogram met het programma Spectrum Lab

Spectrum Lab is een freeware programma dat u van internet kunt downloaden voor eigen gebruik. Als onderdeel van het MOMSTER-project is **het programma al geïnstalleerd en voorgeconfigureerd**. U hoeft de configuratieparameters dus niet aan te passen. Het pictogram onder het Firefox-pictogram in Figure 11 is het pictogram voor het starten van Spectrum Lab.

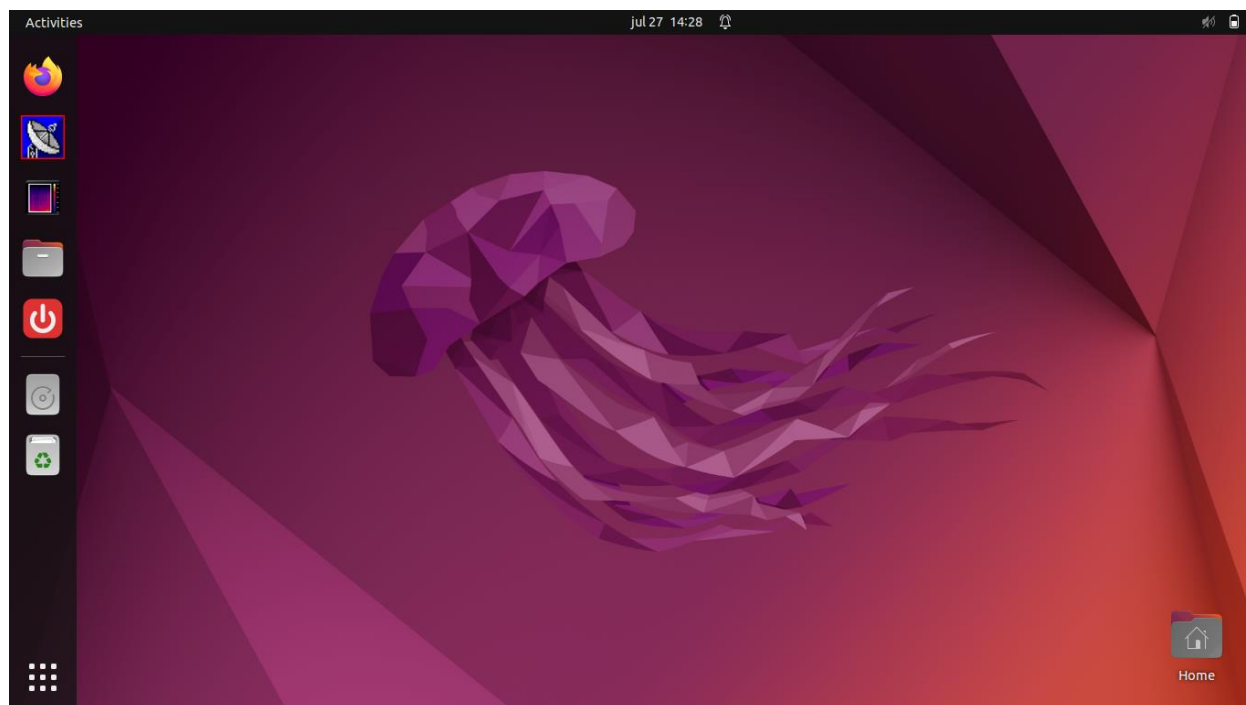


Figure 11: Schermafbeelding van de MOMSTER PC.

Klik één keer op het pictogram om het programma te starten. **Het is belangrijk om maar één keer te klikken** omdat dit een Linux-omgeving is, geen Windows. Als je twee keer klikt, worden er twee

verschillende instanties van het programma geopend. De tweede is degene die je boven op de eerste ziet en deze versie heeft niet de juiste configuratie-instellingen (zie hieronder voor de juiste configuratie).

Spectrum Lab zou dan continu door een gegevensstroom moeten scrollen zoals getoond in Figure 12. Deze figuur is een zogenaamd spectrogram. Het is een dynamische versie van de signaalsterkte (of het vermogen) die door de antenne is geregistreerd als functie van de frequentie. Horizontaal hebben we de tijd. In de MOMSTER-demo loopt de tijd van rechts naar links. De verticale as vertegenwoordigt de frequentie en is standaard gecentreerd op 1000 Hz, met een frequentiebereik van 200 Hz breed (d.w.z. van 900 tot 1100 Hz). Het vermogen is kleurgecodeerd. Met de standaard kleurcode vertegenwoordigt het blauw/paars de elektromagnetische ruis die door de antenne wordt opgepikt rond de frequentie van onze zender (49,97 MHz), terwijl de meer geel/oranje signalen hogere vermogens vertegenwoordigen. Figure 12 toont drie soorten signalen:

- Een permanent horizontaal signaal op 1000 Hz, waarvan de sterkte in de tijd kan variëren: dit is het "directe" signaal van de BRAMS-zender. De term direct verwijst hier naar voortplanting op lage hoogte (in de troposfeer) in tegenstelling tot meteoroecho's, die op grote hoogte voorkomen, meestal rond 90-100 km.
- Twee vliegtuigreflecties die langdurige signalen produceren met een specifieke vorm die te wijten is aan een dubbel dopplereffect (zie bijbehorende oefening in het educatieve buffet).
- Vijf meteoroecho's die hoofdzakelijk verticaal lijken. Hun sterkte (en dus hun kleurniveau) kan ook sterk variëren (de meest linkse is de zwakste).

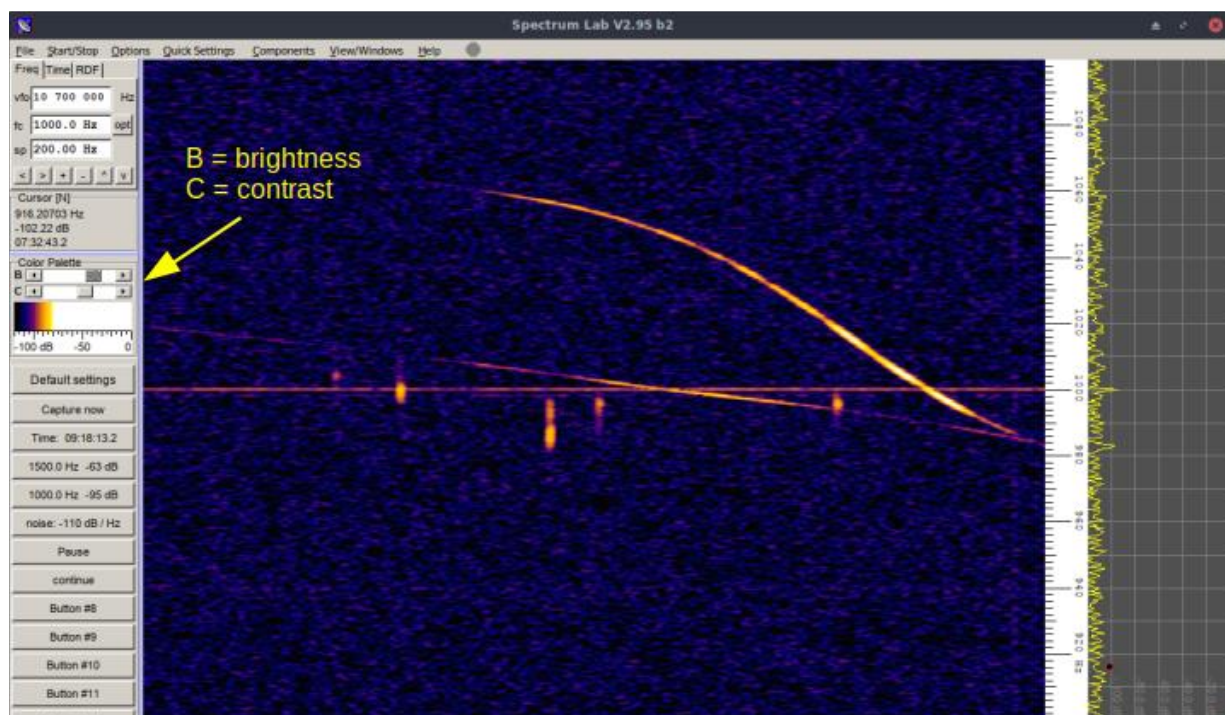


Figure 12: Een typisch spectrogram met 5 meteoroecho's, 2 vliegtuigreflecties en het directe signaal van de zender. Merk op dat de twee schuifregelaars B ("Helderheid") en C ("Contrast") aan de linkerkant kunnen worden aangepast om het signaal zichtbaar te maken.

Houd er rekening mee dat er andere soorten signalen kunnen verschijnen (langere meteoroecho's met complexere vormen, reflecties van militaire vliegtuigen die ook complexere vormen geven, lokale breedbandstoring, storing op enkele frequenties maar die in het frequentiebereik drift, enz.) Om meer te weten te komen, nodigen we je uit om een kijkje te nemen op ons burgerproject, de "Radio Meteor Zoo" op [www.radiometeorzoo.be](http://www.radiometeorzoo.be). In het bijzonder vind je veel voorbeelden van spectrogrammen in de FAQ-sectie (<https://www.zooniverse.org/projects/zooniverse/radio-meteor-zoo/about/faq>), in de tutorial als je spectrogrammen probeert te classificeren (<https://www.zooniverse.org/projects/zooniverse/radio-meteor-zoo/classify>) en in de veldgids aan de rechterkant van het scherm, waar je op kunt klikken om voorbeelden van meteoroecho's en voorbeelden die geen meteoroecho's zijn te bekijken.

Om het signaal goed te visualiseren, kun je spelen met de schuifregelaars B en C (zichtbaar in Figure 12) om het dynamisch bereik en contrast een beetje aan te passen. Dit verandert niets aan de gegevens die worden overgebracht, het is alleen voor het kijkgemak. Sommige sites hebben meer storing dan andere. In dat geval zorgt het spelen met de twee knoppen ervoor dat de signalen beter contrasteren tegenover de ruis.

Af en toe wordt de datastroom onderbroken, en krijg je foutmeldingen. Over het algemeen moet je een aantal keer op 'start' klikken om het programma opnieuw te starten. Als de foutmeldingen niet stoppen, kunt u het beste het programma Spectrum Lab afsluiten en opnieuw opstarten.

Als je per ongeluk een tweede exemplaar van het Spectrum Lab programma hebt geopend, dan zal die versie niet het juiste configuratiebestand hebben, maar een 'standaard' configuratiebestand gebruiken. Je kunt dit meteen op een aantal manieren zien: (a) het programma ziet er anders uit. Met name het scrollen zal verticaal zijn (tijd op de ordinaat, frequentie op de abscis), (b) de frequenties zullen anders zijn dan standaard in het MOMSTER-project, (c) Spectrum Lab zal geen verbinding maken met de datastroom van de ontvangerbox, maar waarschijnlijk wel met de microfoon van de PC, zodat je je stemmen kunt horen als de luidsprekers van de PC aan staan. Normaal gesproken hoeft je dit programma alleen maar af te sluiten. De andere juiste versie van Spectrum Lab zou op de achtergrond moeten draaien. Schakel bij twijfel alle instanties uit en start opnieuw door één keer op de knop te klikken.

## Hoe weet ik of wat ik waarneem juist is of niet?

Het antwoord op deze vraag is niet eenvoudig, omdat er verschillende parameters een rol spelen. Over het algemeen zou je in staat moeten zijn om signalen waar te nemen die lijken op die in Figure 12, tenminste na een paar minuten.

Hier is wat praktische informatie om in gedachten te houden:

- Zoals hierboven vermeld, kan het niveau van de lokale elektromagnetische ruis op de zenderfrequentie (49,97 MHz) variëren van de ene locatie tot de andere. Afhankelijk van het niveau kun je van een uitstekende locatie naar een gemiddelde of zelfs slechte locatie gaan door simpelweg de antenne een paar meter of tientallen meters te verplaatsen. Wanneer je Spectrum Lab start, zijn er verschillende knoppen onderaan het menu aan de rechterkant. Een ervan toont 'ruis' met een waarde in dB/Hz. Als ruwe richtlijn kun je de volgende waarden gebruiken:
  - **Een waarde lager dan -90 dB/Hz (bijvoorbeeld -93 dB/Hz):** de site is uitstekend. Je zou veel signalen moeten zien



- **Een waarde tussen -85 dB/Hz en -90 dB/Hz:** de site is goed. Je mist alleen de zwakste echo's, maar dat is geen probleem.
- **Een waarde tussen -80 dB/Hz en -85 dB/Hz:** de site is gemiddeld. Je zult alleen de sterkste echo's zien en dus veel minder. Probeer indien mogelijk een beetje te verhuizen of naar een andere site te gaan om te zien of je betere resultaten krijgt. Toch kan het experiment werken voor een demo.
- **Een waarde hoger dan -80 dB/Hz (bijvoorbeeld -77 dB/Hz):** de site is erg slecht. Je zult bijna geen echo zien. Je moet absoluut naar een andere locatie gaan.
- Als het geluidsniveau goed is en je weinig echo's ziet, is het ook mogelijk dat je zicht op de zender belemmerd wordt door bijvoorbeeld een hoog gebouw. Naar verwachting komt het grootste aantal meteorecho's uit een gebied halverwege jouw positie en die van de zender. Als je 90-100 km van de zender bent, komen deze signalen van een hoogte van ongeveer 60°. Als de antenne te dicht bij een hoog gebouw staat, worden al deze signalen door het gebouw geabsorbeerd. Overweeg dus om, indien mogelijk, van het gebouw weg te gaan. Zo niet, draai de antenne dan 90°. Je bent dan niet langer op de zender gericht, maar je bestrijkt nog steeds een groot deel van de hemel met een groot bereik aan hoogtes. Je zult nog steeds iets minder meteoren zien dan wanneer je naar de zender gericht staat.
- In de namiddag zijn de meteoren altijd minder actief. Dit wordt uitgelegd in een oefening in het educatieve buffet. Daarom is het vaak interessanter om 's ochtends te observeren, wanneer de activiteit het hoogst is. Rond 14.00-15.00 uur is het op een gemiddelde locatie qua ruisniveau niet ongewoon om elke 4-5 minuten een enkele meteor te zien. Heb dus geduld. Aan de andere kant neemt het aantal vliegtuigen pas echt af 's avonds en 's nachts.
- Als je een ruisniveau in de buurt van -105 dB/Hz meet, betekent dit dat de antenne niet correct is aangesloten op de box met de coaxkabel. Controleer de aansluitingen.

## Nog enkele nuttige knoppen

We hebben ook **een knop 'Transfer'** toegevoegd aan het menu aan de linkerkant van het scherm (zie Figure 11, knop onder Spectrum Lab. Als je er met je muis overheen gaat, verschijnt het woord 'Transfer'). Door één keer op deze knop te klikken, worden alle WAV-bestanden (bestanden opgenomen door de ontvangstbox) automatisch gekopieerd naar de PC in submappen van de hoofdmap 'data'. Tijdens deze bewerking verschijnt er een venster dat je vertelt wanneer de bewerking voltooid is. Je kunt het dan sluiten. Dit programma genereert ook een spectrogram (afbeelding in PNG-formaat voor elk WAV-bestand).

Om de gegevens te bekijken, klik je eenmaal op **de knop 'Bestanden'** (de vierde knop in het menu linksboven, zie Figure 11. Als je er met je muis overheen gaat, verschijnt het woord 'Bestanden'). Als je er met je muis overheen gaat, verschijnt het woord 'Bestanden'). Er wordt een venster geopend. Ga naar de map 'data' en vervolgens naar 'png' om de opgeslagen afbeeldingen (spectrogrammen) te bekijken. De submappen worden automatisch gesorteerd op jaar/maand/dag. Elke vijf minuten wordt er een WAV-bestand met bijbehorende afbeelding gemaakt. Je kunt deze bewerking bijvoorbeeld na 15 minuten uitvoeren en de gegevens die je hebt waargenomen weer live zien in de vorm van drie beelden van vijf minuten. Merk op dat de kleurcode die wordt gebruikt om de spectrogrammen te genereren anders is dan de kleurcode die wordt gebruikt om met Spectrum Lab te bekijken. Sommige meteorecho's kunnen helderder lijken met deze kleurcode. Dit is normaal.



Tot slot hebben we ook een knop '**MOMSTER shutdown**' gemaakt in het menu aan de linkerkant van het scherm (zie afbeelding 11.). Als je er met je muis overheen gaat, verschijnen de woorden "MOMSTER shutdown"). Door één keer op deze knop te klikken, stuur je een commando naar de MOMSTER box zodat de Raspberry Pi (computer) in de box wordt uitgeschakeld. Deze handeling moet worden uitgevoerd **voordat je de voeding uit de box haalt**. Wacht ongeveer 10 seconden voordat je de voeding verwijderd. Dit is om te voorkomen dat de SD-kaart in de Raspberry Pi na verloop van tijd beschadigd raakt.

## Feedback

Als u problemen met deze installatie- en gebruikershandleiding niet kunt oplossen, aarzel dan niet om contact met ons op te nemen via [momster@aeronomie.be](mailto:momster@aeronomie.be)

## 7 Het station uit elkaar halen en terugbezorgen aan het BIRA

Als het station terug moet naar het BIRA, moet het in omgekeerde volgorde worden gedemonteerd :

- Voordat u de voeding uit de MOMSTER-doos haalt, moet u niet vergeten om de "MOMSTER shutdown"-knop op de pc te gebruiken om de Raspberry Pi uit te schakelen (zie paragraaf Nog enkele nuttige knoppen 6.4).
- Haal de voeding uit het stopcontact.
- Koppel de ethernetkabel los (indien gebruikt)
- Schroef de D-sub connector los, haal de stekker eruit, verwijder de GPS-antenne en rol de kabel in losse lussen.
- Schroef de SMA-connector los, haal de stekker eruit, verwijder de GPS-antenne en rol de kabel in losse lussen.
- Maak de coaxiale kabel tussen het ontvangstbox en de dipoolantenne los. Verwijder de tape waarmee de kabel aan de mast is bevestigd. Rol de kabel in losse lussen.
- De antenne demonteren :
  - o Draai de klemschroeven aan de uiteinden van de dipool los
  - o Duw de verlengstukken weer helemaal naar binnen
  - o Draai de klemschroeven weer voorzichtig vast
  - o Verwijder de schroef waarmee de dipool aan de mast is bevestigd (met de inbussleutel)
  - o Maak de dipool los van de mast
  - o Plaats de schroef terug in het gat in de mast (vergeet de sluitringen niet) en bevestig de moer aan de schroef
  - o Draai de nylon schroef op de multiplex basis los om de mast te verwijderen
  - o Verwijder de mast
- Plaats alle apparatuur veilig terug in de grote aluminium kist, met behulp van de verschillende lagen schuim en de handleiding die aan de binnenkant van de Zarges kist is gelijmd (zie bijvoorbeeld Figure 13).
- Sluit de Zarges-box.
- Neem contact met ons op om een datum en plaats te bevestigen waarop UPS de apparatuur kan ophalen.



*Figure 13: uittreksel uit de handleiding waarin wordt uitgelegd hoe je de apparatuur terugplaatst in de Zarges-doos voor verzending. Hier, de schuimlaag met openingen om de mast en antenne te plaatsen en tegelijkertijd de gevoelige delen te beschermen.*