

Appareils de Mesure des C.E.M.

Pourquoi mesurer les champs électromagnétiques ? On sait que les effets sur la santé des CEM sont liés aux niveaux d'exposition. Dès lors pour évaluer notre propre niveau d'exposition, faire du préventif et du curatif, l'utilisation d'appareils de mesures est d'un grand secours, et évite de partir sur de mauvaises pistes.

Que veut-on mesurer ? Tout le spectre des ondes électromagnétiques est utilisé et un amateur ne peut pas tout mesurer. Nous aborderons donc ici les deux domaines qui nous semblent cruciaux car ce sont ceux qui posent problème aujourd'hui : les CEM basses fréquences (lignes HT et distribution 230V, appareils domestiques) que nous subissons depuis quelques décennies, et les hyperfréquences pulsées (téléphones mobiles, Relais de téléphonie mobile, DECT, Wifi, Wimax, Bluetooth...) dont l'explosion est récente.

Large Bande ou Analyseur de Spectre ? Un large bande, simple d'utilisation, donne le niveau global d'exposition pour une bande de fréquences donnée. Un analyseur de spectre permet de déceler les fréquences présentes et d'évaluer les niveaux respectifs. Ce type d'appareil est hors de prix et nécessite des connaissances spécifiques. Nous ne nous intéresserons donc qu'aux large bandes à l'exception du cas particulier des Spectran d'Aaronia.

Peut-on mesurer soi-même ? Oui, à condition d'utiliser du matériel adapté et d'en suivre le mode d'emploi. Il est toutefois préférable d'avoir un minimum de notions dans le domaine électricité / ondes.

On peut bien sûr préférer l'intervention d'un professionnel. Il faut savoir qu'une intervention coûte environ 200€. L'achat d'un appareil de même budget est donc vite amorti. D'autre part un diagnostic professionnel est valable pour un endroit donné à une date donnée. Connaissant l'évolution très rapide de la technologie sans fil, il est plus prudent d'être équipé pour pouvoir remesurer à tout moment chez soi mais aussi au travail, chez des amis ou en déplacement, surtout pour des personnes sensibles. Et on peut bien sûr en faire profiter nos voisins, amis, collègues.

Détecteurs ou appareils de mesure ? Les détecteurs ne permettent pas une mesure précise. Ils ne font que signaler le dépassement d'un (ou plusieurs) seuils de niveaux et leurs sensibilité et précision sont souvent insuffisantes. De plus leur prix est généralement excessif. Un véritable appareil de mesure à prix équivalent est de loin préférable. Le détecteur peut se concevoir en complément (pour les personnes sensibles). Son prix doit rester raisonnable.

Faut-il plusieurs appareils ? Pour les BF (Basses Fréquences) il faut distinguer le CM (champ magnétique) et le CE (champ électrique). Souvent la mesure de ces deux champs est intégrée dans le même appareil.

Pour les HF (Hautes Fréquences) un seul appareil suffit car on ne mesure que le champ électrique.

Certains appareils (Trifield par exemple) assurent les trois fonctions, avec plus ou moins de bonheur.

Unités de mesure et valeurs de référence :

Pour les champs magnétiques : $1\mu\text{T}$ (micro-Tesla) = 1000nT (nano-Tesla) ou 1mG (milli-Gauss) = 100nT .

Pour les champs électriques : V/m (Volts/mètre). En HF on peut aussi mesurer la densité de puissance en $\mu\text{W/m}^2$.

Valeurs de référence : Si on s'intéresse à l'aspect santé on se référera aux repères de la biologie de l'habitat :

(Valeurs indicatives en Baubiologie SBM-2008 pour les zones de repos). Pour le document complet, voir :

<http://www.baubiologie.fr/spip.php?article34>

	Pas d'anomalie	Faible Anomalie	Forte Anomalie	Anomalie Extrême
Champ Electrique 50Hz (V/m) : (mesure rapportée à la terre)	< 1	1-5	5-50	> 50
Champ Electrique 50Hz (V/m) : (mesure en champ non perturbé)	< 0,3	0,3-1,5	1,5-10	> 10
Champ Magnétique 50Hz (nT) :	< 20	20 - 100	100 – 500	> 500
Champ Magnétique 50Hz (mG) :	< 0,2	0,2 - 1	1 – 5	> 5
Ondes HF Pulsées ($\mu\text{W/m}^2$) :	< 0,1	0,1 - 5	5 – 100	> 100
Ondes HF Pulsées (V/m) :	< 0,006	0,006 - 0,043	0,043 – 0,2	> 0,2

Critères de choix d'un appareil de mesure :

- **La gamme de fréquence** : plus elle est étendue, moins on a de risque de passer à côté d'un type d'émission.

Cependant avec une bande trop étendue, et sans filtres, on risque de « mélanger torchons et serviettes ».

Une gamme de fréquence étendue implique un prix plus élevé. Les appareils BF démarrent à quelques Hertz et ne dépassent pas généralement 400KHz (correspondant à la limite de la bande TCO) . En HF on ne démarre pas avant 100KHz. La limite haute se situe généralement entre 2,5 et 6GHz., plus rarement jusqu'à 10 GHz .

- **Sensibilité** : Valeur minimale que peut détecter l'appareil (la sensibilité est dite élevée lorsque cette valeur minimale est basse). C'est un critère essentiel à privilégier. A noter qu'à l'approche des valeurs minimales la précision est souvent moindre (exemple : la précision sera moindre en-dessous de $1\mu\text{W}/\text{m}^2$ pour un appareil d'une sensibilité de $0,1\mu\text{W}/\text{m}^2$). Il vaut mieux prévoir une marge si on veut des valeurs crédibles à bas niveau.
- **Gamme(s) de mesure** : Valeurs mini et maxi mesurables. Une gamme étendue permet de faire face à toutes les situations. Lorsqu'il y a plusieurs gammes il faut commuter manuellement de l'une à l'autre (contrainte).
- **Le type d'émission HF (analogique, numérique)** : très important ; certains appareils ne mesurent correctement que les émissions analogiques. Pour les émissions numériques (hyperfréquences pulsées) l'appareil doit être assez rapide pour bien traiter les ondes pulsées et restituer les valeurs crête. Ainsi un appareil prévu pour l'analogique pourra éventuellement évaluer honorablement des antennes relais mobiles mais échouer à la mesure de bases DECT ou de bornes WiFi (Polluomètre, appareils américains d'ancienne génération genre TriField par exemple)
- **Valeur moyenne / Valeur Crête (Peak, Spitzenwert)** : En HF, possibilité d'afficher soit la valeur moyenne, soit la valeur crête. Pour une base DECT par exemple le rapport crête/moyenne est de l'ordre de 50 alors qu'il n'est que de 2 pour les antennes relais mobiles. Pour l'impact sur les personnes on considère la valeur crête.
- **Fonction Max (Hold, Halten)** : fonction permettant d'afficher la valeur maxi relevée (recherche niveau maxi).
- **Analyse de la pulsation** : En HF, permet de quantifier la part de pulsation dans le signal (rapport crête/moyenne).
- **Les filtres** : Ils permettent d'isoler des bandes de fréquences. Typiquement en BF la bande 2KHz-400KHz pour la partie haute de la bande TCO (2V/m à 100KHz sont plus nocifs que 2V/m à 50Hz par exemple). En HF on peut par exemple isoler certains types d'onde (GSM,UMTS,DECT,WiFi,...).
- **Signal sonore type compteur Geiger** : Permet d'estimer le niveau à l'oreille sans avoir à fixer l'afficheur.
(utile pour chercher la zone ou la valeur est maximale dans une pièce)
- **Haut-parleur pour analyse Audio** : La composante basse fréquence est transformée en sons audibles. Permet de reconnaître des sources d'émissions typiques (le son des DECT par exemple est facilement identifiable).
- **Journalisation (Data-Logging)** : permet l'enregistrement automatique des valeurs à intervalle donné pour restitution ultérieure via un interface PC spécifique. Utile pour mettre en évidence des émissions intermittentes ou les fortes variations d'un champ magnétique ou électrique.
- **Sortie DC** : Permet la journalisation des valeurs par un dispositif externe (tension proportionnelle aux valeurs)
- **Sortie AC** : Permet d'injecter le signal dans un oscilloscope ou un analyseur de spectre.
- **Type de Sonde Magnétique** : La sonde magnétique peut être interne ou externe reliée à l'appareil par un câble. Dans ce dernier cas il faut deux mains mais cela facilite les mesures dans les endroits difficiles d'accès. Avec une sonde 1D (une dimension) il faut orienter la sonde dans tous les sens pour trouver la valeur maxi. Avec une sonde 3D la lecture de la valeur résultante se fait directement. Ce type de sonde est indispensable si on veut journaliser. Généralement on peut commuter 3D-1D pour permettre la localisation des sources d'émission.
- **Type d'Antenne HF** : L'antenne peut être interne pour les appareils compacts → directivité moyenne. Une antenne extérieure type logarithmique périodique (forme triangulaire) aura une directivité plus importante entraînant une recherche du niveau maximum un peu plus fastidieuse mais permettant une meilleure localisation des sources d'émission et des points chauds. Ce type d'antenne est le plus adapté à un usage domestique. Une sonde isotrope est une sonde 3D qui permet la lecture directe du niveau d'exposition sans avoir à orienter l'appareil. Certains appareils permettent la commutation 3D → 1D comme pour les sondes magnétiques.

Les Marques :

Ne pouvant pas passer en revue toutes les marques nous avons sélectionné des marques accessibles aux particuliers, associant celles qui méritent d'être connues et celles qui ont une certaine réputation (pas toujours méritée ...)

En tous cas nous ne décrivons que du matériel que nous avons pu tester , sauf exception mentionnée.

La gamme de prix va de 100€ à 1000€ par appareil, pour du matériel amateur ou semi-professionnel.

Gigahertz Solutions : C'est la marque (Allemande) leader dans le domaine, de réputation et de diffusion mondiale. Tout les efforts sont portés sur la fiabilité et la précision des mesures ainsi que la sensibilité, ce qui les rend adaptés à un usage en biologie de l'habitat ou ils sont très utilisés. Un peu rustiques à l'usage mais fiables aux mesures.

Aaronia : Concurrent (Allemand) et ennemi juré de Gigahertz. Cette marque s'est fait connaître avec ses petits « Detektor » BF et HF qui permettaient des mesures correctes pour un prix et un encombrement réduits.

Récemment ils ont jeté un pavé dans la mare en osant proposer des analyseurs de spectre (SPECTRAN) aux fonctionnalités et design très alléchants aux prix d'un large bande ! Ayant ses défenseurs et ses détracteurs (ces

derniers étant plus nombreux) il faut reconnaître que ces appareils ne sont pas à mettre entre toutes les mains et qu'il est difficile de leur faire aveuglément confiance à l'usage !

Rom elektronik : Petit constructeur Allemand de diffusion et réputation plus modestes que les deux précédents. Propose un combiné CE+CM BF au rapport prestations/prix très favorable et des appareils HF compacts et simples à utiliser avec un système de filtrage inédit.

Fausser : Autre constructeur Allemand de matériel de qualité équipant les « baubiolog ».

Comelec : Société Française commercialisant des Kits électroniques dont le très connu (en France) Polluomètre, utilisé par nombre de géobiologues, investigateurs ou particuliers malgré ses limites et valeurs erronées ...

Trifield : Marque Américaine connue dans le monde entier, propose un petit combiné 3 fonctions à petit prix , mais les performances sont hélas limitées.

Cornet : Société Américaine qui fait fabriquer des petits appareils de mesure HF très compacts et à petits prix mais d'une efficacité étonnante. Une nouvelle génération d'appareils de rapport qualité/prix imbattables.

Tes : Fabricant Taiwanais d'appareils de mesure. Design, qualité de fabrication et fonctionnalités sont au rendez-vous. Les performances sont honnêtes sans plus (manque de sensibilité) mais les prix sont très serrés.

Appareils de mesure BF (Basses Fréquences)

Il est conseillé de choisir un combiné CE+CM avec une sensibilité mini de 1V/m et 10nT , ou mieux si possible (0,1V/m et 1nT).Attention : de nombreux appareils évaluent assez mal les CM faibles (sous 1mG environ). Pour les CE la mesure s'avère délicate car l'opérateur influe sur la mesure. Il y a deux possibilités pour atténuer cet inconvénient : la mesure rapportée à la terre (le constructeur doit avoir prévu une prise à cet effet) , ou la mesure en champ non perturbé (il faut alors utiliser une canne qui isole l'opérateur de l'appareil). La première méthode donnant des résultats plus élevés que la seconde il faut considérer les mesures en fonction de la méthode choisie (voir les valeurs de référence). La méthode en champ non perturbé a la cote en ce moment.



Illustrations de gauche à droite : mesure classique, rapportée à la terre, puis en champ non perturbé. On notera les différences de valeurs significatives. A droite exemple de canne isolante système D (tube PVC+ pince de bricolage)

Gigahertz Solutions



Modèle testé : **ME3830B** (170€) : de 5 Hz à 100 KHz – Signal sonore débrayable.

Cet appareil est le 2eme de la gamme. Très sensible et précis pour le champ magnétique.

On peut regretter la valeur limite mesurable (2000nT) un peu faible.

Bonne précision pour le champ électrique à condition d'utiliser une canne isolante.

Valeurs tout de même un peu exagérées pour les champs électriques très élevés.

Boîtier robuste avec 2 interrupteurs sur le coté et afficheur très lisible. Usage simplissime.

Autres modèles dans la gamme :

ME3030B (100€) : semblable au précédent modèle mais monte jusqu'à 2KHz seulement.

C'est le best-seller de la marque, suffisant pour un amateur. Rapport qualité/prix imbattable.

ME3840B (300€) : idem 3830B mais avec un filtre pour apprécier les fréquences >2KHz.

Gamme professionnelle (modèles **MExxxxA** de 270 à 570€) : batterie rechargeable, précision et sensibilité améliorées, sorties AC/DC , etc...

En automne 2008 commercialisation d'une nouvelle gamme **NFL** (476 à 952€) : magnétique 3D avec enregistreur et **NFA** (862 à 1933€) : idem + champ électrique (avec sonde 3D pour le plus onéreux !) et analyse fréquentielle. Pour un amateur le **NFA100** à 862€ semble un must dans le haut de gamme.

Fauser



Modèle testé : **FM6** (475 à 580€ suivant options : sortie DC, AC, signal sonore). 16Hz – 100KHz . 0,1 à 2000V/m et 1 à 20000nT en 3 gammes de mesures. Possibilité de filtrage mais avec le filtre 2KHz on peut visualiser le niveau en-dessous de cette valeur. On aurait souhaité l'inverse qui est généralement la règle. Obligation de commuter entre les 3 gammes (appareil de génération ancienne). La sonde est séparée ce qui oblige à utiliser les 2 mains, mais cela devient un avantage pour les mesures dans les endroits peu accessibles. La précision est excellente pour les CE. Pour les CM cet appareil jouit également d'une bonne réputation. Sur l'exemplaire testé les valeurs semblaient toutefois trop basses d'environ 50% (problème de calibrage ?).

Autre modèle : **FM10** (700 à 950€ suivant options : sorties AC, logger).

Ce récent modèle présente des avancées décisives : sonde magnétique 3D, affichage simultané CM/CE, 10Hz à 400KHz avec filtres, Peak-Hold, une seule gamme de mesure, logger avec interface PC,...

Rom



Modèle testé : **Dual Field 1** (200€). 10Hz à 400KHz avec les filtres habituels. 1 à 2000V/m et 1nT à 2000uT en 4 gammes de mesures. Cet appareil permet donc la mesure de champs magnétiques très élevés (TGV par exemple !). Signal sonore, sorties AC/DC.

La sonde est séparée, avec l'inverseur E/M sur la sonde.

Le rapport caractéristiques / prix est très favorable.

A l'usage la sensibilité et la justesse des mesures du champ magnétique 50Hz sont très bonnes avec des indications comparables à celles du Gigahertz avec l'avantage sur ce dernier de pouvoir mesurer théoriquement des valeurs 1000 fois plus élevées ! En mesure large bande sans filtre la sonde est assez sensible aux

mouvements et il faut bien la stabiliser. Attention au filtre 50Hz – 400KHz : le 50Hz n'est pas inclus mais exclu. Pourtant concrètement on obtient généralement le tiers de la valeur sans filtre. Le fonctionnement et l'intérêt de ce filtre ne sont pas trop clairs. Pour les champs électriques les résultats semblent sous-estimés et il serait bon de le calibrer avec un appareil de référence (mais quel appareil peut se targuer d'être une référence ?)

Tes



Modèle testé : **1394** (300€ H.T.) On pourrait être tenté par ce petit gaussmètre.

Petit boîtier design et bien en main, sonde magnétique 3D, possibilité d'afficher chaque axe, min max moyenne, logger avec interface PC...

Les mesures 3D sont acceptables au dessus de 1mG, mais l'équilibre entre les 3 axes est mauvais et il décroche sous 1mG.

De plus le logiciel (appareil et interface) est entaché de bugs ce qui limite l'usage concret.

Permet tout de même l'enregistrement et la visualisation des valeurs > 1mG.

Il semble que certaines versions soient moins boguées mais le résultat est incertain ...

Domage, c'était bien parti...

En Résumé :

à 100€ le **Gigahertz Solutions ME3030B**, sensible et précis, représente la meilleure affaire (rapport qualité/prix).

à 200€ le **ROM Dual-Field** pour ses possibilités étendues (filtres, sorties, sensibilité et valeurs maxi élevées).

à 300€ le **ME3840B** et en haut de gamme (1000€) le **Fauser FM10LS** ou le **Gigahertz Solutions NFA100**.

Appareils de mesure HF (Hautes Fréquences)

Gigahertz Solutions



Modèle testé : **HF35C** (300€) : 800 – 2500 MHz
0,1 à 2000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ en 2 gammes de mesure.
Signal sonore + haut-parleur. Sélection des valeurs moyenne ou de pointe. Antenne LogPer.
C'est le best-seller de la marque. Boîtier robuste et afficheur lisible. La justesse des valeurs est très bonne, y compris pour les sources pulsées difficiles

à quantifier (Dect, WiFi, Radars...). La partie son est correcte sans plus (permet de reconnaître facilement les Dect)
La commutation moyenne/pointe est intéressante et révélatrice de la composante pulsée. La recherche du niveau maximum demande du soin (la source n'est pas toujours dans la direction ou la valeur est maximale). Pour les faiblesses on peut regretter : les deux gammes de mesure, le temps de stabilisation long à l'allumage et à la commutation de gamme, la limite haute (2000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) un peu faible qui peut nécessiter l'usage d'un atténuateur, ainsi que l'encombrement et le look pas très discret. Un excellent choix cependant pour un usage personnel.



Modèle **HF38B** (400€) : par rapport au HF35C on note une plage de mesure plus étendue (0,01 à 20000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) en 3 gammes , le Peak-Hold et une antenne plus précise (la même que sur les haut de gamme).

A l'usage on note une meilleure précision sur les faibles valeurs et la limite haute qui permet de se passer d'atténuateur. La sensibilité est cependant limitée à environ 0,08 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ correspondant au bruit de fond de l'appareil. Le peak-hold fuit un peu et la commutation et les temps de stabilisation sont toujours aussi évervants. L'antenne est encombrante et peu pratique pour le transport.
Un très bon choix toutefois pour la qualité des mesures, point qui reste essentiel.



Modèle **HF35C** (400€) : 2400 à 6000 MHz.
0,1 à 2000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ en 2 gammes de mesure.
Signal sonore, haut-parleur, valeur moyenne/pointe
Cet appareil permet la mesure des 2 gammes de fréquences WiFi, Wimax, certains radars, etc...
A l'usage mêmes remarques que pour le HF35C.
La sensibilité (bruit de fond à 0,2 $\mu\text{W}/\text{m}^2$) est un peu limitée pour cette gamme de fréquences.

Le prix est un peu élevé et on aurait souhaité un appareil qui combine les deux gammes de fréquences.

Autres modèles : **HF32D** (180€) : entrée de gamme honnête mais pour le tiers du prix un Cornet en fait autant ...

HFE35C (700€) : sur une base HF35C : bande passante étendue à 27MHz, antenne LogPer + Isotrope, possibilité de recevoir tous les accessoires de la marque (filtre variable, preampli, etc...), valise de transport.

HF58 et HF59 (800 à 1700€) : gamme professionnelle . Compatibilité tous accessoires, quantification de la partie pulsée, sorties AC/DC, batteries rechargeables, etc



Rom

Modèle testé : **HFR2** (600€) + **Filtre MFF-1** (530€). Le HFR2 couvre la bande 100 à 2500 MHz (10 à 3500 MHz avec une précision moindre).
Plage de mesure 15mV/m à 2000mV/m. Antenne LogPer.

L'appareil et l'antenne sont compacts et l'utilisation on ne peut plus simple : interrupteur Arrêt/Marche et bouton de réglage du volume.
La qualité et la sensibilité de la partie audio sont très bonnes.

La précision de mesure est correcte pour les antennes relais, un peu moins bonne pour les sources à forte composante pulsée (Base Dect par ex.) ou il a tendance à sous-estimer le signal mais de façon raisonnable.

La sensibilité est un peu juste (15 mV/m) et la limite (2 V/m) aussi.

Globalement un petit appareil correct mais de prix trop élevé.

Le filtre MFF-1 est une trouvaille. Intercalé entre l'antenne et l'appareil il

permet d'estimer les niveaux respectifs des sources significatives :

GSM900 / DCS1800 / UMTS / Dect / WiFi. L'appareil est autoalimenté (pile) et peut être utilisé sur n'importe quel large bande. Inconvénients : perte de 6dB (rapport de 1:2 pour les V/m) et petite diaphonie possible entre DCS1800 et Dect dont les fréquences se touchent. Un peu cher mais très utile. A noter : Gigahertz vient de créer un équivalent

Autres modèles : **HFA3** (1200€) : 100 à 2500 MHz (10 à 3000 MHz avec une précision moindre). Affichage en mV/m ou uW/m². plage de mesure : 6 mV/m à 2 V/m. Valeur moyenne, pointe, hold. HP réglable. L'intérêt de cet appareil est surtout d'intégrer un filtre équivalent au MFF-1 mais avec correction automatique du niveau, tout cela dans le même boîtier que le HFR2. Intéressant mais un peu cher tout de même.

HFR4 (800€) : 1 MHz à 6 GHz (10 GHz avec une précision moindre). 6 mV/m à 2 V/m. Peak , hold. Affichage en mV/m ou uW/m². Affichage de la partie pulsée. L'intérêt de cet appareil réside dans sa grande bande passante.

Comelec



Modèle testé : **Polluomètre** (110€ en Kit et 155€ monté). Le constructeur indique une plage de mesure de 1MHz à 3 GHz. Pour la version Kit le montage ne pose aucun problème et se fait en une demi-journée. L'utilisation est facile : allumer, diriger vers la source et lire. Le sélecteur d'unité peut être laissé sur V/m, les autres ne présentent pas d'intérêt. La première difficulté vient du calibrage. Lorsqu'on suit la procédure et qu'on mesure ensuite le champ d'une station relais on trouve des valeurs délirantes (beaucoup trop élevées). Le décalage est tel qu'on ne peut même pas le calibrer par rapport à un appareil éprouvé (Gigahertz). Une solution est alors de le calibrer avec un appareil de référence mais sur une valeur divisée par 10. On retrouve alors le réglage qu'on avait avec la procédure standard, simplement il faut diviser les valeurs lues par 10 à l'usage ! La sensibilité est alors excellente et les valeurs lues pour les relais mobiles honorables (à condition de bien opérer la correction ...) Pour les sources pulsées comme les Dect cela se gâte (valeurs beaucoup trop faibles, instabilité). Cet appareil n'est pas conçu pour mesurer les sources pulsées de par sa conception. Autre déception : la bande passante qui

doit démarrer à 1MHz démarre en fait à 100 MHz (limitation par une des puces utilisées) ce qui fait qu'on ne peut pas mesurer les champs générés dans la gamme des MHz par les appareils genre TV, PC, Tph, cablages, etc... L'intérêt de l'appareil est dès lors limité. Le plus grave c'est qu'il y a des dizaines d'utilisateurs qui sont abusés par les valeurs fantaisistes affichées par cet appareil, tantôt bien trop élevées (antennes relais), tantôt bien trop faibles (Dect). A éviter, d'autant que dans cette gamme de prix on trouve aujourd'hui beaucoup mieux.

Cornet



Modèle testé : **ED15-SA** (110€) . 100 MHz à 3 GHz. 1,8 à 580000 µW/m² (14,8V/m).

Afficheur avec niveau en dBm, µW/m², bargraph, leds, histogramme. Possibilité de geler une mesure. Analyseur de spectre WiFi (temps réel ou cumulatif) avec une sensibilité très élevée. Dimensions 6,9 x 11 cm, très léger, antenne intégrée.

Cet appareil est une petite révolution dans la mesure HF par son prix et ses capacités.

Utilisation très simple : allumer, diriger et lire. Sensibilité et niveau maximal élevés, rapidité de réaction, très bon comportement sur les sources pulsées. Les valeurs

affichées sont plutôt élevées et pour se caler sur une référence (Gigahertz) il faut diviser les valeurs par 3. La justesse des mesures est alors très bonne. La partie WiFi est intéressante car elle permet de situer le niveau, et la sensibilité est exceptionnelle.

Attention l'antenne n'est pas en partie haute de l'appareil mais coté gauche. Il faut tenir et diriger l'appareil en conséquence (moins aisé que pour un appareil classique).

L'affichage en µW/m² est un peu trop petit et les changements de gamme perturbants.

C'est le meilleur choix actuel dans cette gamme de prix. A conseiller sans réserve.

Autre modèle : **ED15-A** (69€). Identique au ED15-SA mais sans la partie WiFi. De

loin le moins cher véritable appareil de mesure HF du marché. Une affaire.

Ces appareils sont décrits plus en détail dans un article spécifique sur notre site.

Autre modèle non testé venant de sortir : **ED25** (99\$US pas encore importé) = ED15-A + Gaussmètre

Tes



Modèle testé : **92** (140€ HT). 50MHz à 3500MHz. Valeur maxi théorique : 40V/m.

Choix de l'unité de mesure. Valeur moyenne ou crête. Fonction Max (Hold).

Sonde isotropique. Possibilité de mesurer en 3D (XYZ) ou un axe seul au choix.

Possibilité de calibrer l'appareil (mais les valeurs en standard sont assez fidèles)

Possibilité d'alarme sonore avec seuil paramétrable (surveillance).

Le boîtier est en plastique rigide et forme un bloc avec la boule contenant la sonde 3D.

L'ensemble donne une bonne impression de solidité contrairement à la majorité des appareils.

L'appareil est très compact (6x6x24cm) et peut donc encore être considéré comme un appareil de poche, presque discret s'il n'y avait cette idée saugrenue de peindre la sonde en ... orange !

Sur le terrain, les mesures sont faciles et rapides : allumer, se tourner vers la source et lire.

La fonction Max permet d'obtenir la valeur maxi sans avoir l'œil rivé sur l'écran.

La sonde isotropique évite d'avoir à chercher la direction où le rayonnement est maximal.

Il reste tout de même des variations en fonction de l'inclinaison horizontale et verticale mais dans une fourchette raisonnable. Pour trouver la direction de la source il suffit de commuter de 3D vers un axe (en l'occurrence l'axe Z qui se trouve dans le prolongement de l'appareil).

Concernant les valeurs mesurées celles-ci sont plutôt justes quel que soit le type de signal.

Alors est-ce la perfection ? Non, car la sensibilité est bien trop faible ! Si l'appareil est capable

d'afficher des valeurs très basses (environ 5mV/m) les valeurs affichées deviennent instables puis s'écroulent lorsqu'on descend en-dessous d'un certain seuil. C'est perturbant et on aurait préféré une coupure franche.

Le seuil de fiabilité se situe aux alentours de 0,3V/m ce qui réserve donc l'appareil aux mesures des valeurs élevées (proximité d'émetteurs, antennes relais, DECT, WiFi, Téléphones mobiles, Radars...). Dommage ...

L'alarme sonore avec seuil paramétrable est une fonctionnalité intéressante, mais c'est vraiment regrettable qu'on perde le réglage du seuil en éteignant l'appareil. Cela rend l'utilisation fastidieuse avec un effet dissuasif.

Comme sur les Gigahertz Solution on note une paresse certaine pour passer des valeurs élevées aux valeurs faibles, là où les Cornet réagissent instantanément (circuits plus modernes).

En résumé le TES 92 reste une excellente affaire malgré un usage limité. Le Chauvin-Arnoux du pauvre !

Divers



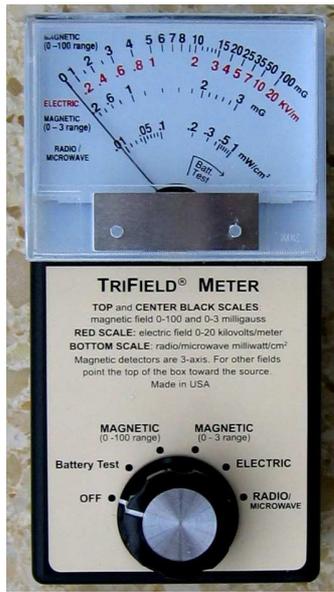
Alpha RF Meter (320\$US) : 0,5 MHz à 3 GHz. Sensibilité 10 $\mu\text{W}/\text{m}^2$. Possibilité de filtrer la bande 100 MHz à 3 GHz. Prévu pour signaux analogiques. Ce petit appareil compact et sans antenne extérieure présente surtout l'intérêt de descendre assez bas (500 KHz) pour capter nombre de fréquences HF parasites générées par les électroniques domestiques (télévisions, ordinateurs, modems, téléphones...), les structures métalliques, les cablages (secteur, téléphone, antenne ou câblage télévision, etc...) qui amènent la pollution extérieure et exportent celle générée par nos appareils. Cet appareil permet de les quantifier et de prendre des mesures pour assainir cette forme de pollution. Il fait le lien entre les appareils BF qui montent jusqu'à 400 KHz environ et les appareils spécialisés pour les HF pulsées.

En résumé :

- Dans la gamme **100€** le **Cornet ED15** (ou ED15SA si sensibilité particulière ou intérêt pour le WiFi). C'est un appareil performant (rapidité, bonne sensibilité, valeurs maxi élevées) léger et compact. La meilleure affaire !
- A moins de **200€** le **TES 92** est de très loin le modèle à sonde isotropique le moins cher. Solide, compact, léger et de mise en œuvre facile et rapide. Les mesures sont fiables mais la sensibilité faible. Idéal pour la mesure facile des nuisances sur tous les terrains. Moins intéressant pour un usage personnel si on recherche des valeurs faibles.
- A partir de **300€** les **Gigahertz Solution** (**HF35C**, **HF38B** ...) sensibles et fiables restent des valeurs sûres et un des meilleurs choix pour une démarche d'investigations dans le domaine de l'habitat sain (biologie de l'habitat).

Les appareils combinés BF + HF

Une denrée rare . Nous avons sélectionné le plus connu :



Trifield Meter (130\$US). Cet appareil, connu dans le monde entier, réussit la prouesse de faire entrer dans un petit boîtier (13x7x6cm) les fonctions de mesure BF magnétique en 3D, champs électriques BF et HF pour un prix assez bas. L'affichage est analogique et le contrôle par un unique bouton rotatif. Pour les résultats pas de miracles à ce prix : Pour les champs magnétiques les valeurs sont tout à fait correctes à des niveaux moyens. En dessous de 2mG environ elles sont plutôt sous-estimées alors qu'au delà des 10mG environ elles sont plutôt sur-évaluées.

Pour les champs électriques BF les indications sont assez pertinentes mais hélas la sensibilité est très insuffisante (l'aiguille décolle après 100V/m seulement !).

En HF il s'agit d'un appareil conçu pour les signaux analogiques. Il sera donc incapable de mesurer les signaux à forte composante pulsée tels les DECT. Il pourra par contre mesurer honorablement les antennes relais. Ici aussi la sensibilité est nettement insuffisante (environ $1000 \mu\text{W}/\text{m}^2$). De plus il y a une erreur au niveau unité/affichage. Il faut en fait diviser par 100 les valeurs indiquées , ou plus concrètement :

(valeurs lues et réelles) : $1=100000\mu\text{W}/\text{m}^2$ - $0,1=10000\mu\text{W}/\text{m}^2$ - $0,01=1000\mu\text{W}/\text{m}^2$
Encore une source de confusions ! Pas le meilleur choix pour mesurer les HF ...

Les Analyseurs de Spectre

Spectran



Modèle testé : **HF4060 Rev.2** (600€). La gamme comporte 5 modèles de 300 à 1000€. Ces modèles se différencient surtout par leur puissance, la bande passante, la précision, les antennes. De plus il y a eu 3 niveaux de révision (version hardware). Actuellement on est en Rev.3. Les anciens appareils peuvent être upgradés, mais pour la somme de 150€ ! La version soft évolue également périodiquement, mais celle-ci peut être téléchargée gratuitement. Les résultats de ce type d'appareils dépendent donc grandement du modèle, du niveau de révision et du soft, et peuvent donc être très variables.

La qualité de fabrication est irréprochable. C'est beau, solide, bien fini et fonctionnel. L'appareil est livré avec son antenne, un câble 1 mètre, batterie, alimentation secteur, poignée pouvant être fixée sur l'appareil ou sur l'antenne et pouvant être convertie en mini-trépied, le tout dans une belle valise alu. Le soft associé est gratuit.

L'antenne de très belle facture a une bonne réputation de qualité et peut être utilisée avec un analyseur de spectre professionnel. Toutes les fonctionnalités d'un analyseur sont présentes avec en plus des touches préprogrammées très pratiques (un peu petites toutefois) spécialisées sur certaines fréquences (GSM900, DCS1800, UMTS, DECT, Wlan, 700-2500MHz, ...). Les résultats peuvent être restitués sous toutes formes, non seulement en niveau d'antenne (dBuV, dBm) mais aussi en densité de puissance ($\mu\text{W}/\text{m}^2$) ou champ électrique (V/m) car l'appareil tient compte des caractéristiques de l'antenne. Le menu de l'appareil permet de positionner facilement tous les réglages pour des mesures sur le terrain. Il est possible également de journaliser les mesures à intervalle régulier. Une fois relié à un PC, le logiciel spécifique permet encore plus de souplesse dans les réglages (nombre de pré-réglages infini) et dans la restitution des résultats. Alors tout va bien dans le meilleur des mondes ?

Non, car la polémique sur ces appareils ne concerne pas leur qualité intrinsèque ou leurs fonctionnalités, mais les résultats des mesures ! Il y a trois risques d'erreurs avec ce type d'appareil :

- Valeurs fantaisistes (beaucoup trop basses ou élevées)
- Affichage de fréquences inexistantes (alias)
- Non détection de fréquences actives

Ces erreurs peuvent être dues à une faiblesse matérielle ou logicielle (responsabilité du constructeur) ou à une incohérence dans les réglages (responsabilité de l'opérateur) qui peut se produire avec du matériel pro. également.

Ceci peut conduire à de graves erreurs d'interprétation et à des conclusions hatives ! Il faut absolument éviter de se fier uniquement aux indications d'un Spectran. Toujours vérifier la cohérence avec un bon large bande. Si la cohérence est bonne tant mieux, sinon il est pratiquement certain que le Spectran aie tort. Attention aussi les niveaux en-dehors de la bande passante de l'antenne ne sont pas significatifs. Sur le terrain : les niveaux des trois bandes des relais mobiles (900,1800,UMTS) sont évalués honorablement. C'est déjà un point positif. Le DECT est pris en charge par un programme spécifique. Les niveaux sont un peu bas mais c'est acceptable. Pour une base WiFi c'est beaucoup plus difficile. Pendant longtemps pas moyen de le détecter. Récemment une nouvelle version a enfin mis en place un scénario qui donne des niveaux acceptables mais au prix d'un sweep très important (plusieurs secondes pour balayer une bande de fréquences plutôt étroite !). Un radar, s'il est détecté, donne des valeurs assez fantaisistes. Pour les span plus larges (1 GHz) il peut y avoir apparition d'alias (tendance à la baisse sur les dernières versions) ou des fréquences non détectées. Comment détecter aussi un téléphone mobile ou autre équipement dont on ne connaît pas la fréquence ? (on ne peut balayer d'un coup toute la bande de fréquences).



Ci-dessus : 1) affichage spectral avec les fréquences détectées en GSM900 et la valeur globale en V/m
 2) affichage spectral remplacé par la valeur en uW/m²
 3) plage 0,7 à 2,5 GHz : OK pour le 900 et le 1800 mais les barres centrales n'ont sans doute pas de réalité tangible ! à vérifier avec un appareil de référence mais il y peu de chances que ...

Conclusion : prudence, prudence. En cas d'achat privilégier si possible le modèle le plus élevé (les autres sont trop faibles), et s'appuyer sur un bon large bande genre Gigahertz pour éviter les erreurs grossières, et parce que leurs usages (large bande – analyseur de spectre) se complètent.



Modèle testé : **NF5020** (500€) remplacé par le NF5030. Gamme de 150 à 500€. Physiquement appareil identique aux HF, mais sans antenne. Sur le papier les possibilités sont époustouflantes : 1 Hz à 1 MHz. Champ électrique alternatif, champ magnétique alternatif 3D, champs magnétostatiques. Logger. L'utilisation est similaire à celle des HF. Concrètement un an après leur sortie, on est toujours en version Beta et pas grand-chose ne fonctionne en standard en-dehors de la mesure (3D) du champ magnétique 50Hz pur (ce qui est déjà intéressant). Lorsqu'on explore les autres fréquences ou type de champs les mesures sont plutôt fantaisistes. A quand une version définitive ??? Voir toutefois l'article consacré à cet appareil par Mr Claessens (cf liens ci-dessous) qui arrive à tirer des choses intéressantes de cet appareil mais en s'appuyant sur des sondes externes en entrée et l'exploitation des données sur un PC en sortie, ce qui est intéressant pour un travail de « laboratoire » mais moins pour un travail de terrain...

A suivre ...

Conclusions générales :

En 10 ans les progrès ont été considérables et il y a une véritable offre pour des appareils de mesure amateurs ou semi-professionnels de bon niveau à partir de 100€. Très récemment sont apparus de vrais hauts de gamme perfectionnés à moins de 1000€ pour les BF, alors qu'en HF sont apparus des appareils performants à bas prix, rendant les mesures accessibles à tous. Nous attendons désormais des appareils compacts et accessibles avec filtres intégrés et fonction dosimètre. La technologie le permet . Il n'y a plus qu'à faire ...

A noter que nos essais ne constituent aucunement des expertises mais des appréciations impartiales d'amateurs s'appuyant sur leur expérience des mesures, la comparaison des appareils entre eux et avec des appareils professionnels. Il peut bien sur subsister de petites erreurs ou omissions tout à fait involontaires.

Nous n'avons aucun lien d'intérêt avec les fabricants ou les distributeurs. Les prix sont donnés à titre indicatifs et sont sujets à variations, ainsi que les disponibilités au niveau des distributeurs .

Liens utiles :

Fabricants

<http://www.gigahertz-solutions.de/>

<http://www.aaronia.de/>

<http://www.fausser-etech.com/>

<http://www.rom-elektronik.de/>

<http://www.comelec.fr/>

<http://cornetmicro.diytrade.com/>

<http://www.trifield.com/>

<http://www.tes-meter.com/>

Revendeurs (liste non exhaustive)

<http://www.electromagnetique.com/> (Claude Bossard) : Tes 92, Cornet ED15, Gigahertz Solutions (dont le ME3030B avec sa poignée isolante gratuite)

<http://www.electropollutions.eu/> (Legrand Habitat Santé) : Tes 92, Cornet ED15, ...

<http://www.selectronic.fr/> : Les meilleurs prix pour la gamme Cornet

<http://www.dimelco.com/> : Tes 92 au meilleur prix.

<http://www.conrad.fr/> : Gigahertz Solutions

<http://shop.ionsafeshield.eu/> : Rom-Elektronik aux prix les plus serrés.

<http://www.lessemf.com/> : Appareils américains (dont le Trifield) , Cornet et Tes à bons prix.

Divers

<http://www.hetbitje.nl/> : Excellents articles de Charles Claessens (Anglais – Allemand) . Description très détaillée d'une partie des appareils évoqués dans notre document.

<http://ploosfelt.free.fr/Ondes/Ondes.html> : Très bonne description du Polluomètre par Philippe Loosfelt.

<http://www.buergerwelle.de/cms/content/view/37/58/> : Aperçu de la polémique sur le Spectran ...

<http://www.verband-baubiologie.de/pdf/Test%20Breitbandmessgeraete.pdf> : Test comparatif appareils HF.