

# extension de couverture **Wi-Fi sur ESP32**

## comment modifier simplement une antenne

Peter Neufeld (Allemagne)

Les modules ESP32 ont souvent des « antennes intégrées » (sur le circuit imprimé), ce qui entraîne parfois une faible couverture Wi-Fi, entre autres problèmes. Une solution est possible : utiliser une antenne externe ! Malheureusement, tous les modules ne disposent pas d'une prise pour une telle connexion. Ce n'est pas une raison pour abandonner, car cet article décrit une solution simple : modifier la carte !

Lors de mes expérimentations avec les modules ESP32, en particulier les ESP32-CAM, je souhaitais une couverture Wi-Fi plus performante. L'ajout d'une antenne externe aurait pu être utile, mais peu de modules sont équipés pour cela. Le coût et la complexité mécanique ne se retrouvent pas nécessairement dans les avantages obtenus.

L'antenne d'origine imprimée sur une carte ESP32 standard est en forme de F inversé avec une longueur d'onde  $\lambda/4$  (voir **figure 1**). Ce type d'antenne permet de concilier une taille de dispositif, un diagramme d'antenne presque omnidirectionnel, un rendement énergétique acceptable et une couverture



Figure 1. L'antenne quart d'onde en forme de F « imprimée » sur une carte ESP32.

Wi-Fi dans les limites de la puissance radio et de la sensibilité de réception de l'ESP32. Les liens [1] à [5] apportent des informations utiles sur ces antennes.

### La modification

Mon idée était d'augmenter la couverture Wi-Fi du module en couplant l'antenne quart d'onde embarquée avec une nouvelle antenne demi-onde externe, plus grande et sans raccourcissements dus aux sinuosités, assurant ainsi une disposition optimale. En collant le fil d'antenne supplémentaire sur le circuit imprimé, aucune modification irréversible n'a été effectuée. Le résultat est illustré par la **figure 2**.

J'ai envisagé une antenne imprimée quart d'onde unipolaire à 2,4 GHz. J'ai ensuite mesuré sa longueur et je l'ai doublée, en première approximation. J'ai donc obtenu une antenne demi-onde composée d'un fil de commutation isolé ( $\varnothing = 0,5 \text{ mm}$ ) d'une longueur de 62 mm. La moitié du fil d'antenne supplémentaire suit la forme sinueuse de l'antenne F imprimée, en maintenant une distance grâce à l'isolation du fil. L'autre moitié

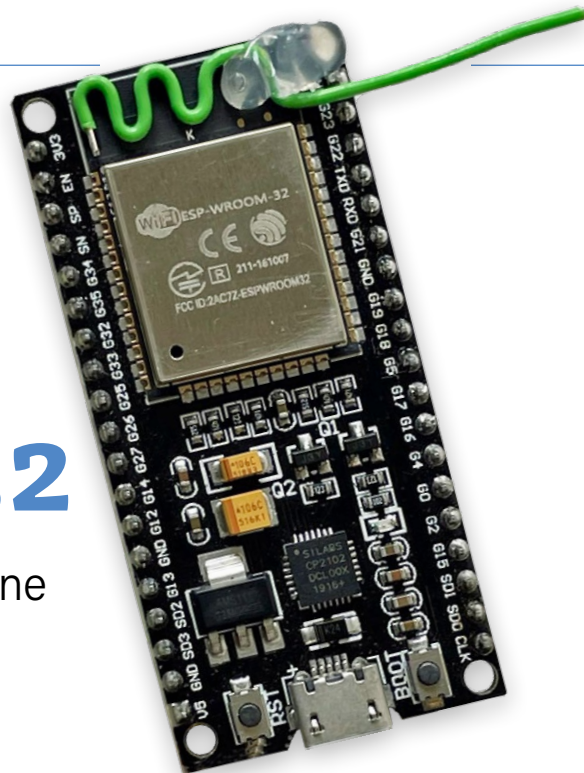


Figure 2. Fil d'antenne supplémentaire collé sur le circuit imprimé.

est montée sous une forme « libre ». L'une et l'autre parties assurent un fort couplage inductif et capacitif des deux antennes, formant un élément rayonnant plus grand et optimisé. Le meilleur point de colle concernant les hautes fréquences est le centre à faible impédance de la nouvelle antenne demi-onde, juste dans l'angle de droite du module ESP32. Ainsi, il est possible d'éviter que la partie à haute impédance ne soit affectée par un matériau de collage atténuant les fréquences radio.

### Mesure

Pour mesurer l'effet, j'ai monté une carte ESP32 modifiée à côté d'une carte de référence inchangée, en veillant à ce que les deux modules aient approximativement les mêmes conditions de réception et de transmission par rapport au point d'accès, et ce, en minimisant leur influence mutuelle. Il a été très facile de placer cette configuration à un endroit quelconque, ce qui a permis d'explorer simultanément les conditions Wi-Fi pour les deux modules.

Mon idée a été de faire en sorte que le second module ESP32 transmette ses données au premier, et que le premier produise une page web avec une visualisation graphique des deux lignes temporelles de données, à consulter dans un navigateur web.

J'ai donc écrit du code applicable aux deux modules ESP32 (voir le **listage 1**, disponible

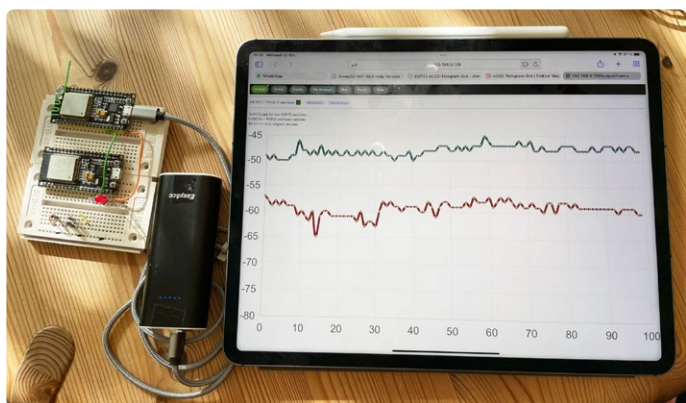


Figure 3. Dispositif de mesure : ESP32 modifié et non modifié, et tablette affichant les valeurs de l'indicateur de puissance du signal reçu (RSSI) obtenues.

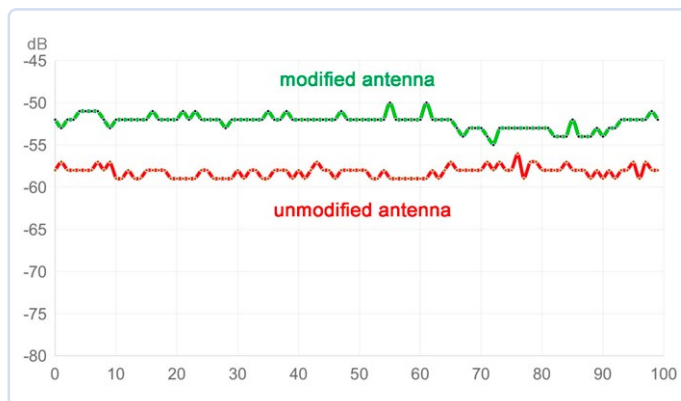


Figure 4. Résultats des mesures : le gain moyen de la modification est d'environ +6 dB.

en [6]). En effaçant les signes de commentaires de quelques lignes, le code passe d'une version pour le premier module à une autre pour le second. Le code affiche l'intensité du champ Wi-Fi du point d'accès, mesurée par les deux dispositifs, sur une page web, également visible dans une fenêtre de navigateur. Les deux ESP32 doivent évidemment se connecter au même point d'accès (routeur). À noter que l'interpréteur BASIC Annex32 que j'ai utilisé possède un mécanisme intégré pour connecter une carte ESP32 à un réseau de routeurs. Un point d'accès est d'abord établi par l'ESP32 lui-même, puis une page web de configuration est proposée. L'utilisateur peut y indiquer le SSID et le mot de passe du routeur - vous ne trouverez donc pas ces données sensibles dans le listage.

La **figure 3** représente le dispositif de mesure complet. Le module 1 (avec l'antenne modifiée) enregistre sa propre valeur RSSI Wi-Fi et demande au second module, non modifié, une chaîne contenant la valeur RSSI enregistrée. Sur une tablette, une fenêtre de navigateur permet de faire défiler l'affichage de deux courbes, l'une et l'autre comportant les 100 dernières mesures - soit environ 50 secondes. La **figure 4** représente une série de mesures caractéristique. Dans le cas présent, le gain de l'antenne modifiée est d'environ +6 dB par rapport à la référence. Pas si mal, non ?

Au passage, Annex32 [7] propose un interpréteur BASIC et un environnement de développement intégré (IDE) autonome, fonctionnant intégralement sur l'ESP32. Vous pouvez ainsi facilement créer des pages web à présenter dans le navigateur d'un appareil externe, également compatible avec les fonctions

JavaScript. C'est ce que nous faisons ici, parce que des fonctions d'affichage graphique spéciales sont nécessaires. Pour Annex32, il existe également un forum actif [8] et un fabuleux manuel en ligne [9].

J'ai testé l'effet de l'antenne modifiée et enregistré la puissance du signal Wi-Fi du point d'accès dans différentes conditions. Le signal est globalement amélioré d'au moins +3 dB sur les modules modifiés, avec des fils d'antenne allongés et non soudés. Dans des conditions environnementales très réfléchissantes, l'amélioration atteint presque +10 dB. Toutefois, des mesures approximatives indiquent aussi clairement que les conditions désormais améliorées se retrouvent dans les zéros radio du diagramme d'antenne, qui sont, comme prévu, plus prononcés. Avec cette antenne, il faut garder à l'esprit que l'effet directionnel est plus important - pour le meilleur ou pour le pire. Une partie de l'amélioration du gain est certainement due à la modification du diagramme d'antenne et au couplage fort avec une antenne partiellement autonome et plus efficace.

## Recherches et conclusions

J'ai effectué des expérimentations avec l'extrémité libre de l'antenne pointée vers le haut, à 90 degrés par rapport à la carte (voir **figure 5**). Cela a modifié le diagramme d'antenne résultant, qui devrait être étudié de manière plus approfondie pour des résultats optimaux. Cette variation peut être utile dans certains environnements, par exemple lorsque le module se trouve sur un circuit imprimé très dense et que l'antenne est plus libre.

Dans des conditions Wi-Fi défavorables, cette simple modification de l'antenne ne fera peut-être pas de miracles, mais elle peut légèrement augmenter la couverture du module ESP32 ou améliorer les connexions instables. Cette amélioration s'accompagne inévitablement de l'inconvénient d'un effet directionnel plus prononcé. Cela fonctionne mieux si le module a un emplacement fixe et s'il est possible d'ajuster l'orientation de l'antenne par rapport au point d'accès. Cela signifie que le côté large de

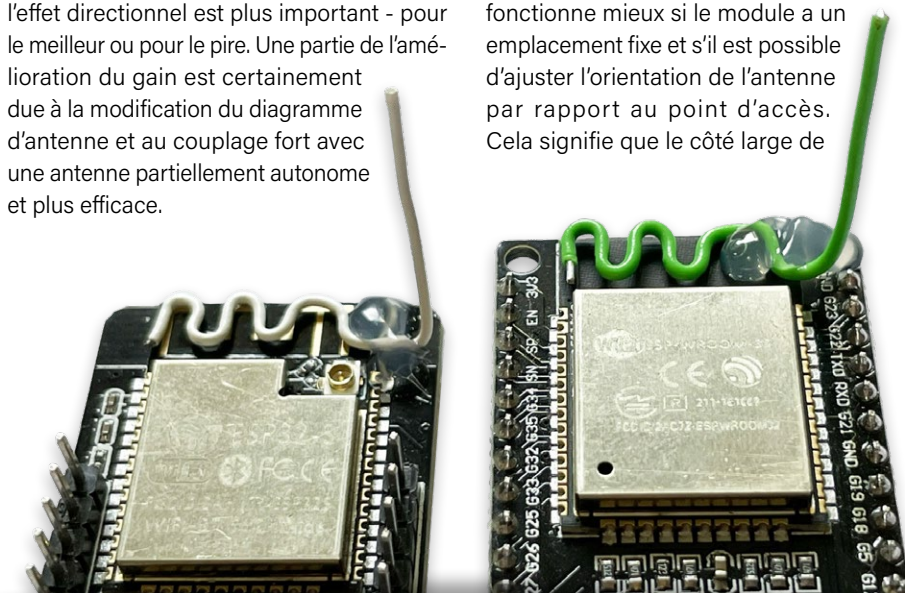


Figure 5. La partie rectiligne de l'antenne modifiée, orientée à 90° vers le haut.



Figure 6. ESP32-CAM avec antenne modifiée.

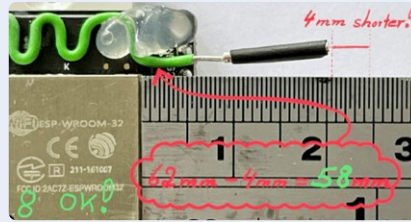
l'antenne est orienté vers le point d'accès et que la ou les antennes du point d'accès sont polarisées de la même manière, c'est-à-dire que les deux antennes sont alignées aussi parallèlement que possible l'une par rapport à l'autre.

L'encadré **Optimisation de la longueur de l'antenne** propose une méthode pour ajuster la longueur de l'antenne afin d'obtenir des résultats optimaux en termes de réception radio. Une antenne optimisée apporte une amélioration supplémentaire de +1,5 dB par rapport à l'antenne imprimée, ce qui permet d'obtenir des signaux d'au moins +6,5 dB dans des conditions normales.

La **figure 6** représente une application pratique. La modification décrite a permis d'obtenir un bien meilleur signal et une connexion vidéo très stable avec un module ESP32-CAM, à un emplacement où la couverture Wi-Fi était jusqu'ici critique. ◀

VF : Pascal Godart — 210604-04

### Optimiser la longueur de l'antenne



Doubler le quart de longueur d'onde de l'antenne en F inversé fait abstraction des différentes influences physiques sur le fil partiellement libre, et j'ai donc dû déterminer la longueur optimale. Après avoir retiré l'isolant sur une longueur de 15 mm et raccourci le fil de 6 mm, j'ai ajouté une extension variable faite d'un fil argenté de 10 mm ( $\phi = 1$  mm). Un morceau de gaine thermorétractable a servi de porte-objet provisoire.

Le système résultant (voir figure) a permis de régler facilement la longueur du fil - tout en observant mon dispositif de test - pour obtenir l'intensité de champ reçue la plus élevée possible. Cette méthode tient compte de l'influence diélectrique, inductive et capacitive sur la longueur du fil. Enfin, j'ai fixé la connexion avec un peu de soudure.

La longueur optimale déterminée expérimentalement pour l'ensemble du fil d'antenne demi-onde était de 58 mm, soit 4 mm de moins que l'ancienne valeur estimée, ce qui a entraîné une amélioration supplémentaire du signal de +1,5 dB !



### À propos de l'auteur

Depuis plus de 40 ans, Peter Neufeld s'est occupé de l'informatique, des installations électriques et des systèmes de contrôle de bâtiments de différentes entités, mais aussi de technologies de communication et des médias. Aujourd'hui, il retrouve le temps de se consacrer pour son plaisir aux applications pratiques de l'électronique classique et des microcontrôleurs modernes. Il a décrit certains de ces projets sur la plateforme Elektor Labs et sur son blog.

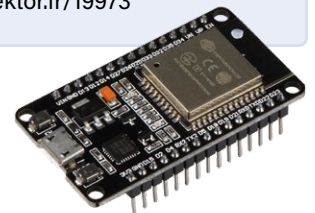
### Questions ou commentaires ?

Envoyez un courriel à l'auteur (peter.neufeld@gmx.de), ou contactez Elektor (redaction@elektor.fr).



### Produit

> Carte de développement NodeMCU ESP32 de JOY-iT  
www.elektor.fr/19973



### Listage 1. Code BASIC ANNEX32

```
##### WIFI-GRAPH-LOGGER #####
' Allows to compair the two ESP-Modules which have different antennas
' (peter.neufeld@gmx.de 06/2024)
' Displays a graphical logging of two WIFI-signals in dB on module_1
' - the strength of own WIFI-connection to the WIFI access point
' - the strength of WIFI-connection of a remote ESP32 module_2 to the same AP

' RX = 1 => this ESP-Module regularly requests the WIFI-LOG-RESULT-STRING
'           from a remote module with http://REMOTE_IP/msg?x=1
' TX = 1 => this ESP-Module returns the string with its
'           WIFI-LOG-RESULT-STRING on request at http://MY_IP/msg?x=1
```

(Continues on the next page)



```

' uncomment this in code for the ESP32 module_1 as the main module
RX          = 1  'This module sends requests
TX          = 0  'This module is quiet

' uncomment this in the code for the ESP32 module_2 as the 2nd module
'RX          = 0  'This module does not send requests
'TX          = 1  'This module responds to requests

REMOTE_IP$ = "192.168.0.141" 'Set here YOUR IP-Address of module2

X_Num       = 100 'Number of WIFI-MEASURES to display in the graph
WIFI_REMOTE$ = ""
onhtmlreload WEBPAGE
gosub       WEBPAGE
if TX = 1 onurlmessage RETURN_WIFI_STRING
IF RX = 1 onwgetasync RECEIVE_REMOTE_STRING
timer0 500, LOG_MY_WIFI_CONNECTION
if RX = 1 timer1 1000, GET_REMOTE_WIFI_LOG_STRING
wait
'#####
LOG_MY_WIFI_CONNECTION:
  w=0
  for i = 1 to 50
    w = wifi.rssi + w
  next i
  w=w/(i-1) ' Thanks for the hint Fernando !
  WIFI_LOCAL$= trim$(WIFI_LOCAL$ + " " +str$(wifi.rssi,"%2.1f"))
  c = word.count(WIFI_LOCAL$," ")
  p = instr(1, WIFI_LOCAL$, " ")
  P = len(WIFI_LOCAL$) - p
  If c > X_NUM then WIFI_LOCAL$ = right$(WIFI_LOCAL$, p )
  'wlog WIFI_LOCAL$ , c
  jscall |traceme(0,"| + WIFI_LOCAL$ + |");|
  if WIFI_REMOTE$ <> "" jscall |traceme(1,"| + WIFI_REMOTE$ + |");|
return
'#####
RETURN_WIFI_STRING:
URLMSGRETURN WIFI_LOCAL$
return
'#####
GET_REMOTE_WIFI_LOG_STRING:
wgetasync ("http://" + REMOTE_IP$+ "/msg?x=1")
return
'#####
RECEIVE_REMOTE_STRING:
WIFI_REMOTE$ = WGETRESULT$
return
'#####
WEBPAGE:
cls
jsexternal "/xy.min.js"
cnt = 0
a$ = ""
a$ = a$ + |<p>WIFI Graph for two ESP32-modules .. <br> |

```

(Continues on the next page)

```

a$ = a$ + |GREEN = WITH additional antenna <br> RED == with original antenna |
a$ = a$ + |</p><canvas id="canvas1" width="800" height="400"></canvas>|
html a$
pause 500
A$ = ""
A$ = A$ + |var datasets = [|
A$ = A$ + |   {|
A$ = A$ + |     lineColor : 'rgba(20,100,100,1)',|
A$ = A$ + |     pointColor : 'rgba(20,20,20,1)',|
A$ = A$ + |     pointStrokeColor : '#fff',|
A$ = A$ + |     data : [|
A$ = A$ + |       ],|
A$ = A$ + |     {|
A$ = A$ + |       lineColor : 'rgba(151,30,0,1)',|
A$ = A$ + |       pointColor : 'rgba(151,80,0,1)',|
A$ = A$ + |       pointStrokeColor : '#fff',|
A$ = A$ + |       data : [|
A$ = A$ + |         ],|
A$ = A$ + |       ],|
A$ = A$ + |];|
A$ = A$ + |var ctx2 = document.getElementById('canvas1').getContext('2d');|
A$ = A$ + ||
A$ = A$ + |var xy = new Xy(ctx2, );|
A$ = A$ + ||
A$ = A$ + |function traceme(set, data){|
A$ = A$ + |   var s = data.split(" ");|
A$ = A$ + |   for (var i=0; i<s.length; i++) {|
A$ = A$ + |     datasets[set].data[i] = [i, s[i]];|
A$ = A$ + |   }|
A$ = A$ + |   xy.draw(datasets);|
A$ = A$ + |}|
jscript a$
A$ = "" ' clean memory
return

```

## LIENS

- [1] Espressif : Principes de disposition des circuits imprimés (recommandations pour la conception des antennes) : <https://tinyurl.com/esppcblayout>
- [2] Espressif : Spécifications ESP32 (réception Wi-Fi) : <https://tinyurl.com/esp32wifirec>
- [3] Texas Instruments : Antenne miniature 2,4 GHz pour circuit imprimé - Audun Andersen : <https://ti.com/lit/an/swra117d/swra117d.pdf>
- [4] NXP : Antennes planaires compactes 2,4 GHz : <https://nxp.com/docs/en/application-note/AN2731.pdf>
- [5] Antenne en F inversé : <https://antenna-theory.com/antennas/aperture/ifa.php>
- [6] Téléchargement du code : <https://elektormagazine.fr/210604-04>
- [7] Interpréteur BASIC pour ESP32 - ciccioCB : <https://flasher.cicciocb.com>
- [8] Forum Annex RDS : <https://cicciocb.com/forum/viewforum.php?f=5>
- [9] Documentation Annex32 : <https://cicciocb.com/annex32help>

# Rejoignez la communauté Elektor



Devenez membre maintenant !



- ✓ accès à l'archive numérique depuis 1978 !
- ✓ 8x magazine imprimé Elektor
- ✓ 8x magazine numérique (PDF)
- ✓ 10 % de remise dans l'e-choppe et des offres exclusives pour les membres
- ✓ accès à plus de 5000 fichiers Gerber



## Également disponible

abonnement



sans papier !

- ✓ accès à l'archive numérique d'Elektor
- ✓ 10 % de remise dans l'e-choppe
- ✓ 8x magazine Elektor (PDF)
- ✓ accès à plus de 5000 fichiers Gerber



[www.elektormagazine.fr/membres](http://www.elektormagazine.fr/membres)

# Vous concevez. Nous délivrons.

Les dernières nouveautés pour vos conceptions les plus récentes™



[mouser.fr/new](https://mouser.fr/new)

