

OPTION MAC - TP 1

Prise en main du VSA - Etude de l'émetteur WIFI

Introduction

L'objectif de ce TP est de revoir les principes de fonctionnement des émetteurs WIFI, ainsi que l'effet du canal de propagation sur les performances de ces systèmes grâce au logiciel de CAO Advanced Design System (ADS) d'Agilent Technologies et à l'outil VSA 89600.

Le logiciel ADS permet de simuler tout systèmes RF et microondes, du composant électronique au système complet de télécommunication, et ainsi de concevoir et tester des modèles de transmission radio très proches de la réalité grâce à une importante bibliothèque d'éléments. L'outil VSA 89600 est quant à lui un outil simulant le fonctionnement d'un analyseur vectoriel de spectre permettant d'étudier et de démoduler tout signal RF.

Au cours de ce TP, vous allez dans un premier temps prendre en main l'outil VSA en étudiant quelques modulations de base pour comprendre l'utilisation des différents modes de visualisation et fonctions disponibles. Puis dans un second temps, vous étudierez l'effet de canal de propagation simulé (bruit gaussien, fading, pathloss) sur la qualité du signal reçu. Dans une troisième partie vous vous concentrerez sur le fonctionnement des émetteurs WIFI en manipulant des signaux construits suivant les normes 802.11b et 802.11g avec le logiciel ADS. Cette partie vous permettra également de régler les paramètres de démodulation du VSA de manière spécifique aux transmissions DSSS/CCK et OFDM.

Enfin, dans une dernière partie, vous étudierez des signaux 802.11b et 802.11g réels captés par une antenne.

1^{ère} partie - Découverte du VSA

A partir de la fenêtre obtenue lorsque vous avez démarré ADS, créez un nouveau projet (File/New Project) pour stocker vos données générées lors de la création, la simulation et l'analyse de vos systèmes. Le projet « nom_prj » contient alors 5 sous répertoires. C'est dans le répertoire « networks » que vous enregistrez les circuits que vous simulez et dans le répertoire « data » que sont enregistrés les résultats des simulations.

Créez un nouveau *schematic* (File/New Design) et choisissez l'option « DSP design » pour étudier des circuits numériques (l'option « RF/analog design » permet de travailler sur des circuits analogiques). Vous pouvez alors créer votre circuit dans la fenêtre ouverte, ajouter des variables et des équations, placer tous types de composants et contrôleurs de simulations ainsi qu'ajouter des commentaires. Pour créer un circuit, il faut placer les différents composants nécessaires et disponibles dans les bibliothèques d'éléments ADS (menu déroulant sous la barre d'icônes). Chaque composant dispose de plusieurs paramètres que vous pouvez modifier en appliquant un double clic sur ce composant. Une définition des composants est également disponible en sélectionnant le bouton « help ».

Une fois tous les composants placés et correctement configurés, il faut les relier en plaçant des fils (bouton « insert wire »).

Vous allez tout d'abord créer un *schematic* ADS permettant de construire une modulation BPSK.

Pour cela, créer le circuit représenté sur la figure 1, en cherchant les composants nécessaires dans les bibliothèques « Time Source », « Time Filter », « Time Data Processing » et « Time Modem Components ».

Vous utilisez donc un bloc « QAM_Mod » de combinaison QAM et de transposition à la fréquence porteuse des 2 voies complexes I et Q en forçant la voie Q (partie imaginaire du signal complexe) à 0.

Il faut également utiliser un bloc « Data Flow » permettant de contrôler le flux des signaux numériques. Il permet de fixer la plage temporelle de simulation et de fixer le nombre de symboles utilisés. Ce composant est disponible dans la bibliothèque « Controllers ».

Enfin, vous placerez le composant permettant de simuler le fonctionnement d'un analyseur vectoriel de spectre, disponible dans la bibliothèque « Instruments ».

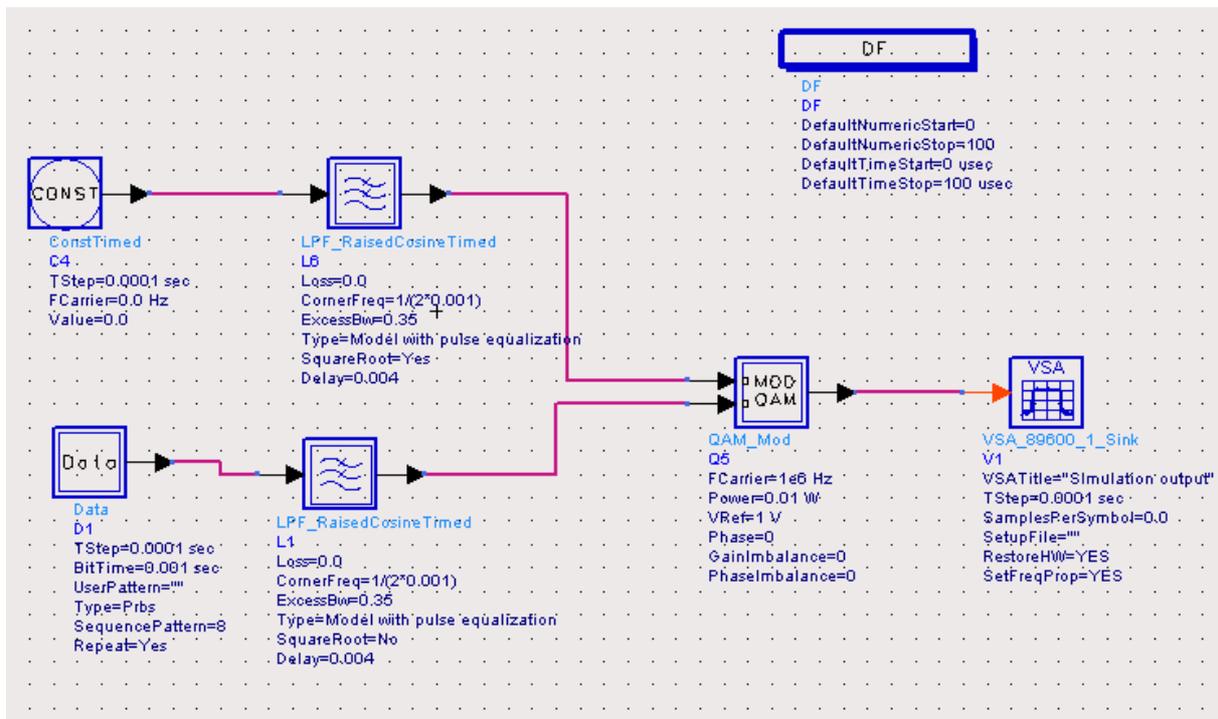


Figure 1 - modulation BPSK sous ADS

Lancez la simulation, grâce au bouton « simulate ». La fenêtre d'analyse du VSA 89600 s'ouvre. Par défaut, vous disposez de la représentation spectrale (Trace A) et temporelle du signal (Trace B). Vous pouvez changer l'affichage en choisissant la configuration que vous voulez. Il est également possible de modifier la variable affichée en appliquant un double clic en haut à gauche du graphique, à côté du nom de la trace ; et choisir n'importe quelle échelle de représentation des variables en ordonnées et en abscisses.

C'est grâce au menu « MeasSetup/Demodulator » que vous allez démoduler le signal créé sous ADS en choisissant le type de modulation adéquate grâce au menu « Demod Properties » et en réglant correctement le Symbole Rate (figure 2).

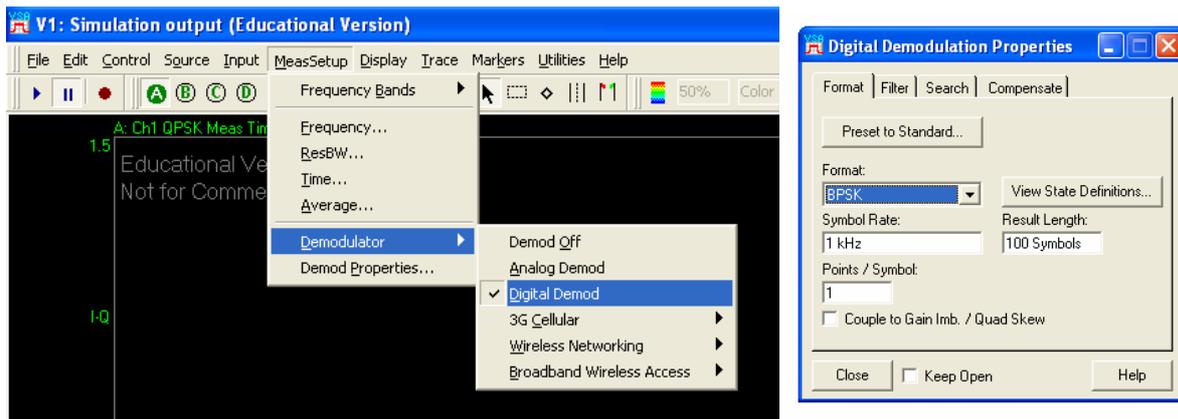


Figure 2 - Paramétrage de la démodulation BPSK

Configurer correctement l’affichage (figure 3) de manière à observer la constellation I/Q, le spectre du signal, le vecteur d’erreur et un tableau récapitulatif de la qualité de la transmission (erreur, séquence des bits décodés).

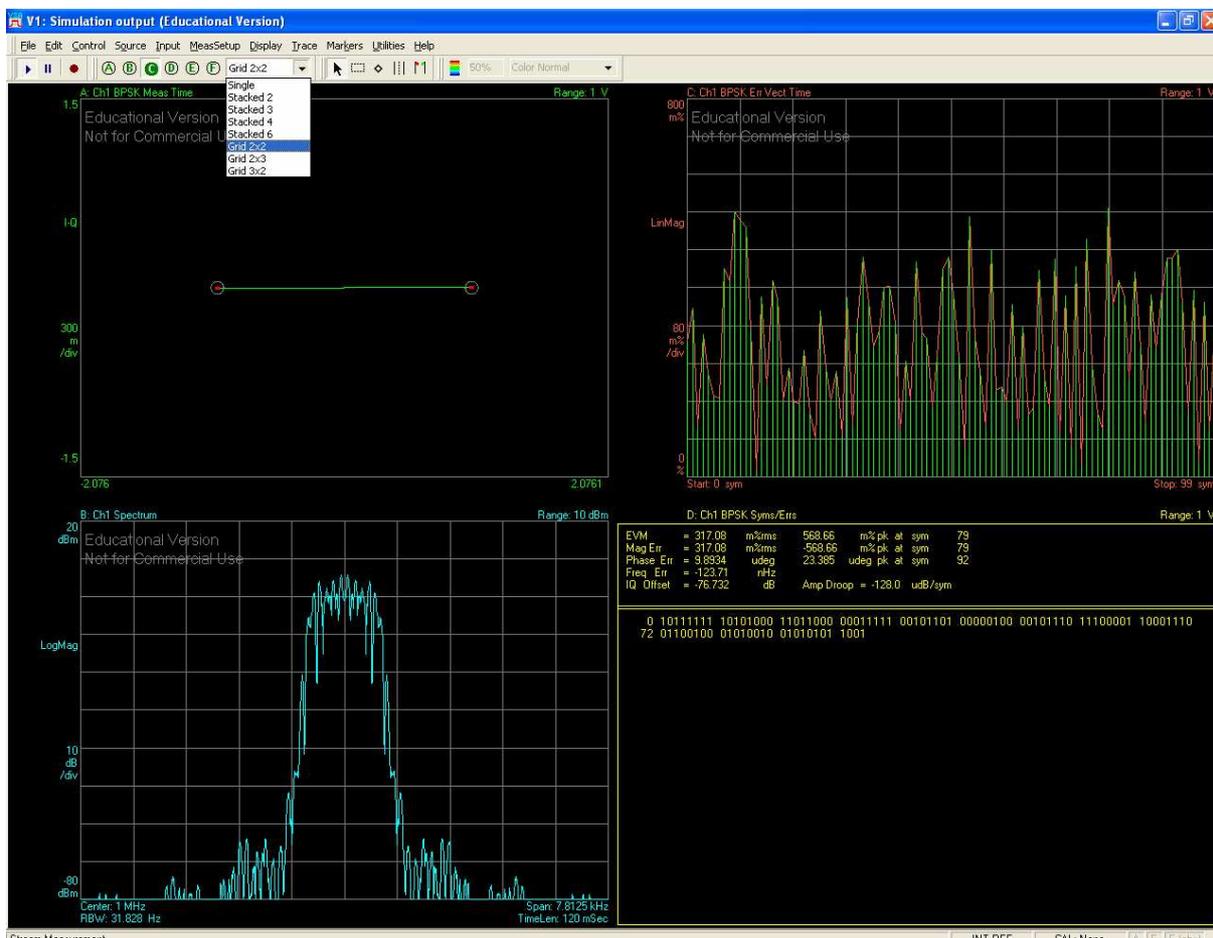


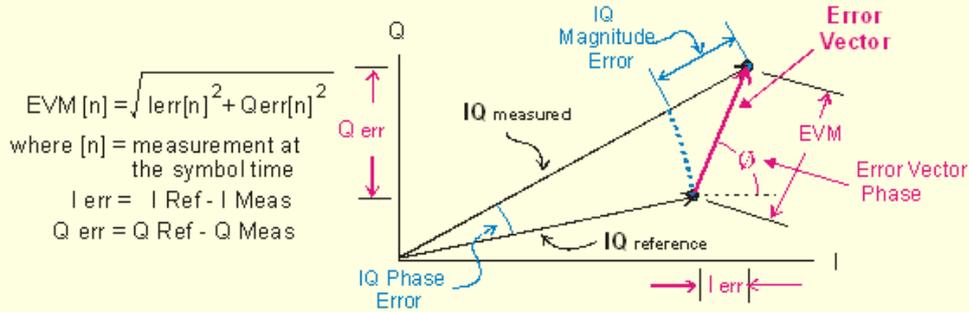
Figure 3 - démodulation BPSK

La figure 4 suivante présente la définition du calcul de l’EVM effectuée par le logiciel.

Error Vector Magnitude (Digital Demodulation)

EVM is the Root Mean Square (RMS) of the error vectors computed and expressed as a percentage of the square root of the mean power of the ideal signal.

The error vector is the magnitude of the vector, at the detected symbol location, which connects the I/Q reference-signal phasor to the I/Q measured-signal phasor, and is computed as follows (refer to the phasor diagram show below):



The symbol table also shows the symbol that has the largest EVM called the Peak EVM.

Figure 4 - Définition de l'EVM

Vous pouvez également visualiser le diagramme de l'œil ainsi que l'évolution temporel du signal. Pour cela, choisissez la représentation temporelle des données pour une des 4 traces affichées et régler correctement l'échelle des ordonnées en fonction de ce que vous voulez observer (cf figure 5). Pour observer le diagramme de l'œil, choisissez la représentation « IQ Meas Time », puis l'option « I-eye » sur l'axe des ordonnées.

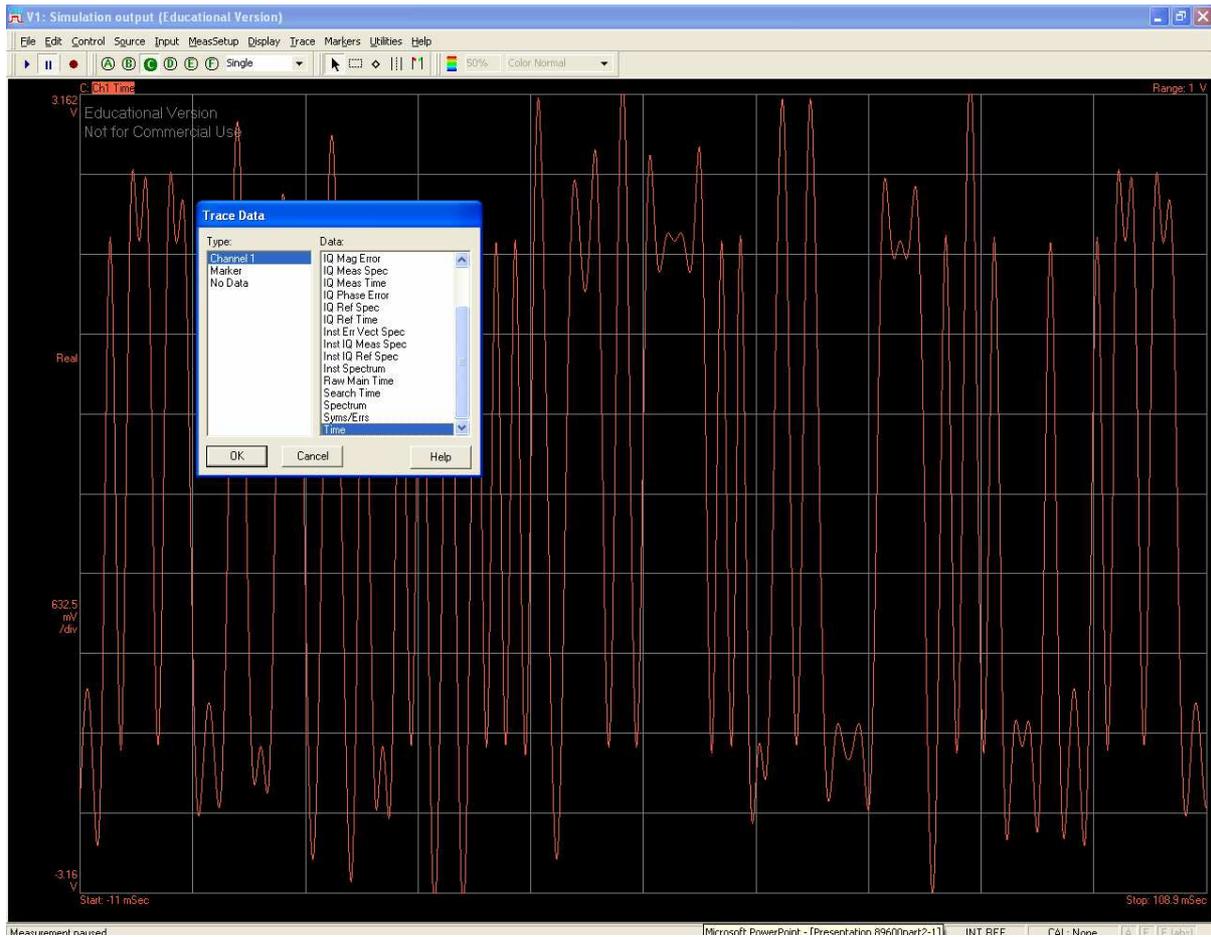


Figure 5 - Représentation temporelle du signal sous le VSA

Modifier à présent le *schematic* ADS de manière à créer une modulation QPSK, dont le schéma fonctionnel est représenté figure 6, et configurer correctement le VSA pour démoduler ce nouveau signal.

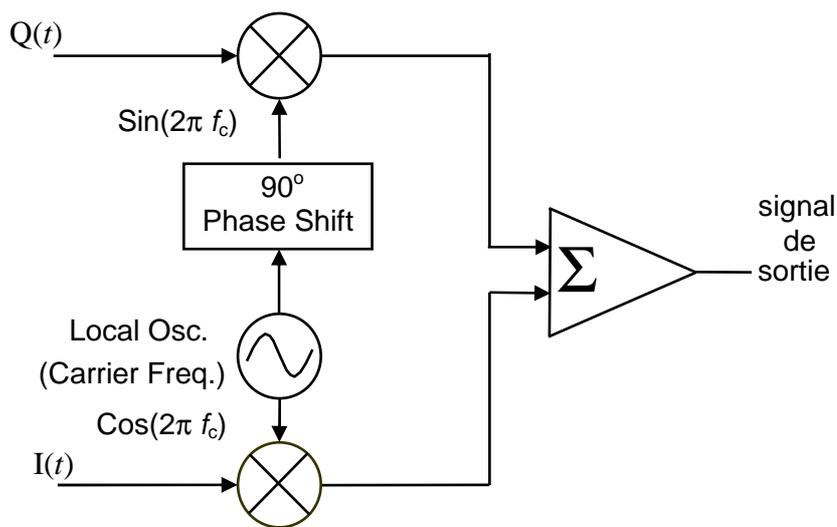


Figure 6 - Modulation QPSK

En modifiant la valeur des paramètres « PhaseImbalnce » et « GainImbalnce » (quelques degrés d'erreur de phase et environ 0.4 dB d'erreur de gain), observer l'effet des déséquilibres I/Q sur la constellation QPSK. En observant les constellations avec le VSA, vous devez retrouver les résultats de la figure 7.

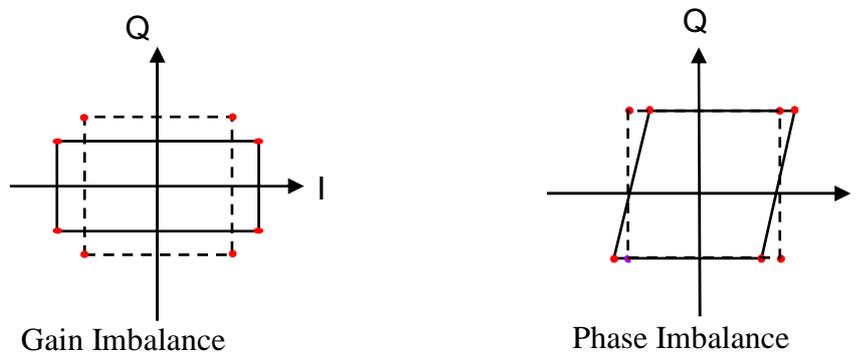


Figure 7 - Effet des déséquilibres I/Q sur la constellation QPSK

2^{ème} partie - Effet du canal de propagation

Vous allez dans cette partie étudier l'influence d'un canal de propagation sur la qualité du signal reçu et de la démodulation, en introduisant les éléments nécessaires à la sortie du modulateur QPSK.

Pour simuler le canal (figure 8), il faut d'abord utiliser deux antennes, une émettrice et une réceptrice, dont les éléments ADS correspondant sont disponibles dans la bibliothèque « Antennas and Propagation ». Vous pouvez ainsi préciser les positions des différents équipements (émetteur et récepteur). Il faut ensuite utiliser un composant permettant de simuler un canal multi trajet et une source de bruit. Les éléments correspondant sont disponibles dans les bibliothèques « Antennas and Propagation » et « Time RF ».

Repérez les différents paramètres du composant « WLAN_Channel_Model » et introduisez progressivement les sources de dégradations (bruit, pathloss, multi trajet) et observez leur effet sur la qualité du signal. Vous pourrez pour cela observer la dégradation de la constellation, mais aussi l'influence sur le spectre du signal traité.

Faites varier le pathloss, le niveau de bruit et le type de canal à multi trajet. Observez et concluez.

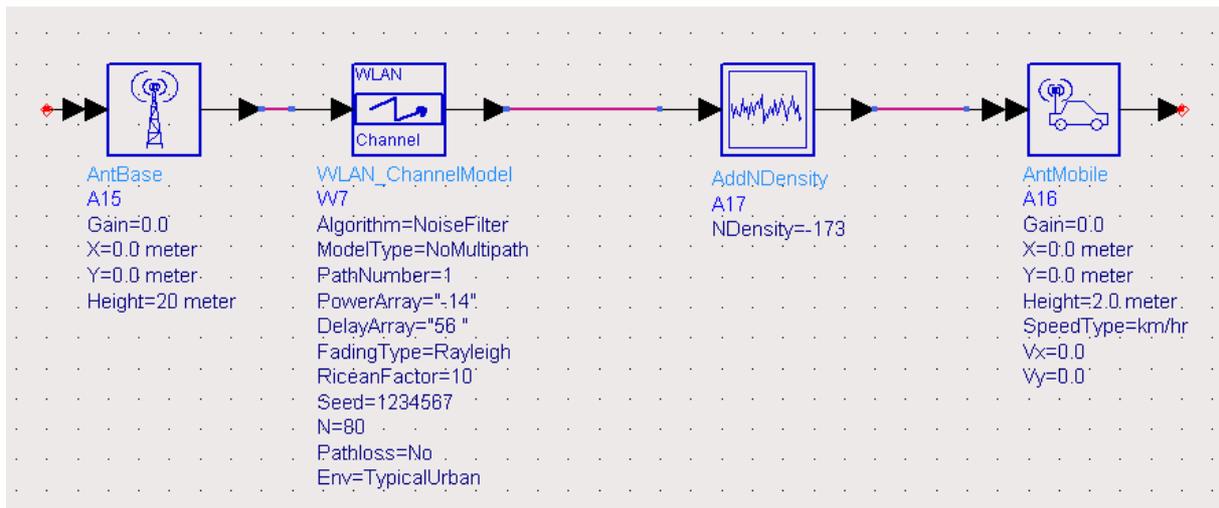


Figure 8 - simulation d'un canal de propagation sous ADS

3^{ème} partie - Etude de l'émetteur Wi-Fi

Copiez les *schematics* présents dans le répertoire « mac_tp1_prj » dans votre projet et ouvrez le *schematic* « WLAN_80211b.dsn »

Ce *schematic* (figure 9) représente un émetteur 802.11b générant un signal se propageant dans



un canal de propagation et démodulé grâce au VSA. Avec l'icône « rentrer » vous pouvez

« rentrer » dans certains éléments et observer les différents sous systèmes qui les constituent. Etudiez le bloc générant le signal 802.11b, en particulier les différentes modulations utilisées pour chaque champ de la trame ainsi que les paramètres pour construire la trame WIFI.

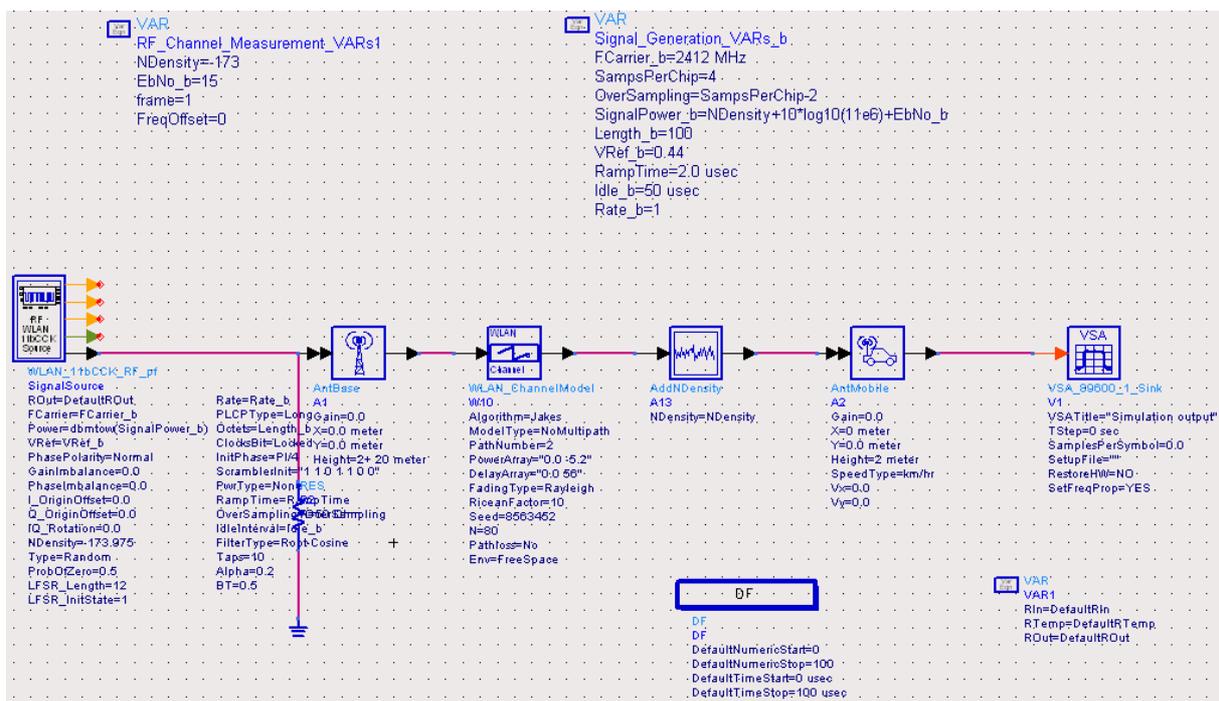


Figure 9 - WLAN 802.11b - liaison VSA

Lancez ensuite la simulation et effectuez la démodulation du signal avec le VSA. En jouant sur les paramètres du menu « MeasSetup/Demod Properties » (figure 10), vous pouvez diminuer l'erreur de démodulation (en cochant l'option Equalization Filter).

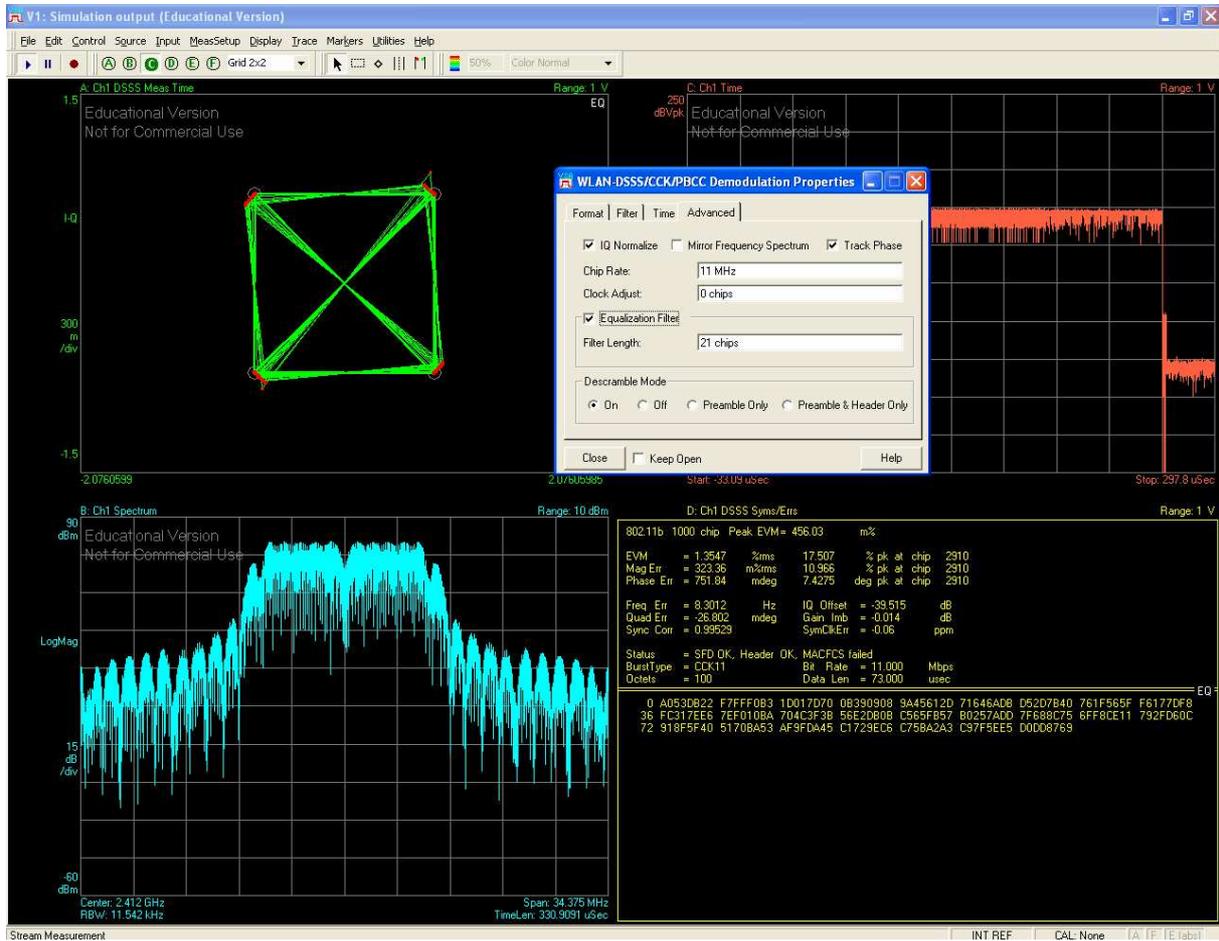


Figure 10 - Démodulation CCK 11 Mbps

Étudiez les séquences de bits pour chaque partie de la trame en modifiant les variables représentées sur chaque trace. Retrouvez ainsi les séquences « préambule » et « en tête » (figure 11).

Vous pouvez aussi mesurer la durée des trames en ajoutant des marqueurs. Pour cela, ajoutez 2 marqueurs sur la trace temporelle (figure 12), grâce au menu « Markers/Copy Marker to/Move Offset to Mkr »

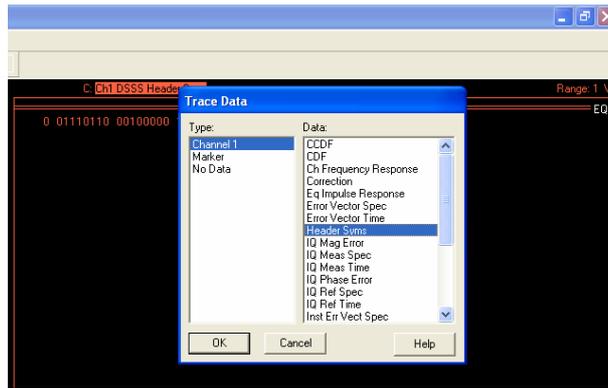


Figure 11 - Champ "header" de la trame 802.11b

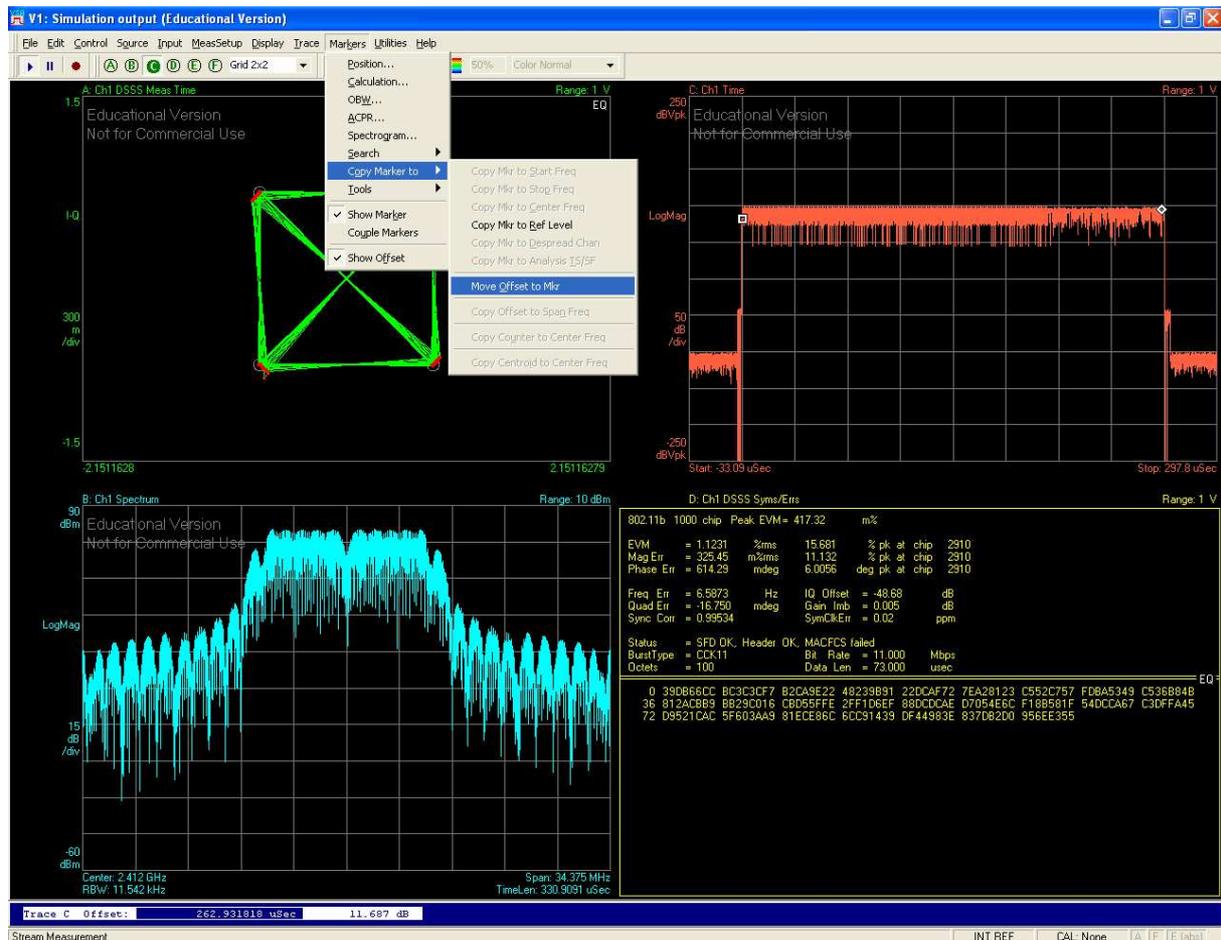


Figure 12 - Mesure de la durée d'une trame 802.11b

Etudiez l'effet du canal de propagation sur un signal 802.11b. Vous pouvez en particulier observer les variations de la constellation en fonction du niveau de bruit et du pathloss (en modifiant le rapport E_b/N_0 en paramètre de la simulation), mais aussi les variations du spectre en mesurant la puissance du signal reçu (menu Marker/Calculations) (cf figure 13).

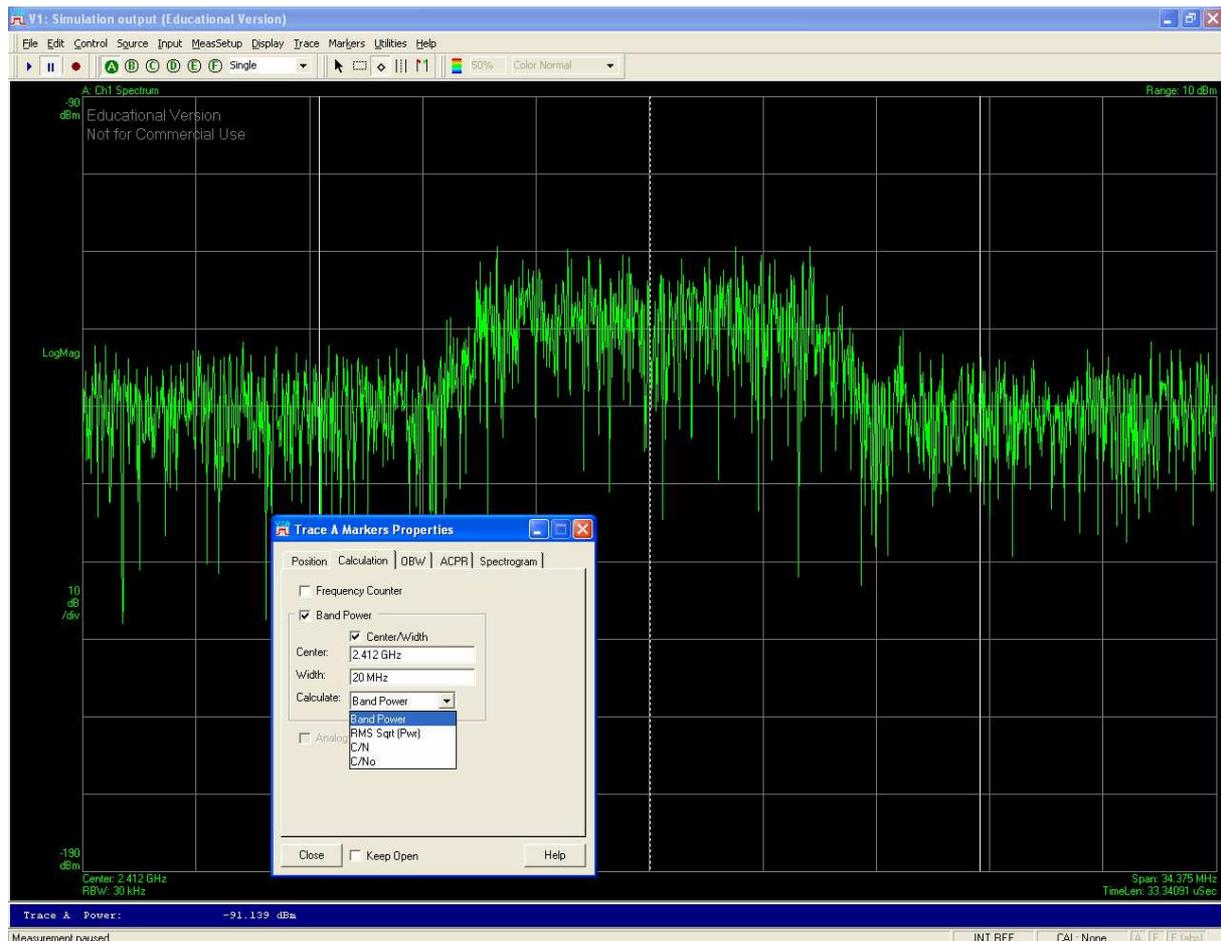


Figure 13 - Mesure de la puissance d'un signal sous ADS

Effectuez ensuite la même étude sur un signal OFDM à partir du *schematic* « WLAN_80211g.dsn »

4^{ème} partie - Etude de signaux réels

Vous allez dans cette partie démoduler des signaux réels captés par une antenne grâce à l'analyseur de spectre.

Ces signaux sont enregistrés dans le dossier « mac_tp1/data ».

Après avoir lancé le logiciel VSA seul, jouez le signal « WLAN_80211b.sdf » (File/Recall/Recall Recording) et démodulez ce signal

Ce signal étant un signal réel il ne contient pas uniquement des trames 802.11b vous devrez donc régler le trigger pour déclencher la modulation que si le signal à traiter a une amplitude suffisante (Input/Playback trigger).

Quel est le débit de la liaison jouée ici ?

Effectuez le même travail avec le signal enregistré dans le fichier intitulé « WLAN_80211g.sdf »