

# TP-1 Traitement du Signal

## Modulation / Démodulation AM

Carte **STN1** de SERIElectronique et  
Matlab – Simulink

---

A l'heure du numérique, les équipements électroniques de télécommunication utilisent principalement des processeurs, des DSP et des circuits programmables (FPGA, CPLD). Pour programmer ces circuits, il faut maîtriser les langages Asm, C, ou autres pour les processeurs et VHDL, Verilog ou autres pour les circuits programmables.

Avec MATLAB et SIMULINK on peut se passer de la connaissance approfondie des langages de programmation et se focaliser sur la maîtrise des principes fondamentaux du traitement du signal et des communications numériques (conversion AD/DA, filtrage, transformées, ...).

Ce premier Tp permet de se familiariser, à partir de la carte **STN1**, avec MATLAB/SIMULINK, le DSP 320C6713 et d'illustrer les principes de modulation, transmission, réception, démodulation et filtrage.

## 1.1 PRINCIPE DE LA MODULATION D'AMPLITUDE

La modulation d'amplitude consiste à faire varier l'amplitude d'une sinusoïde (appelée *porteuse*) en fonction du signal à transmettre (appelée signal modulant). En traitement numérique, ceci est obtenu en effectuant une multiplication des deux signaux.

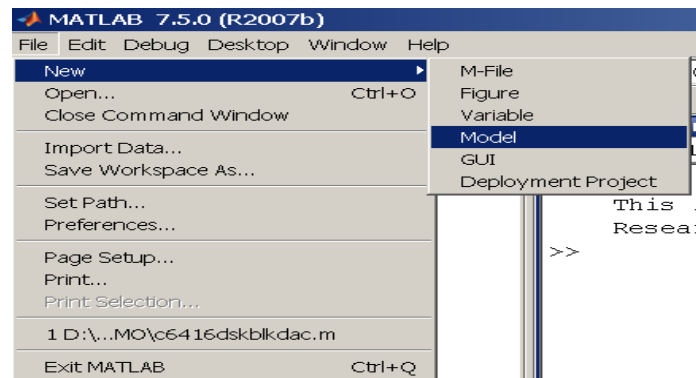
La démodulation se fait également en effectuant une multiplication du signal reçu (signal modulé) avec une sinusoïde identique à la *porteuse*.

### Personnalisation

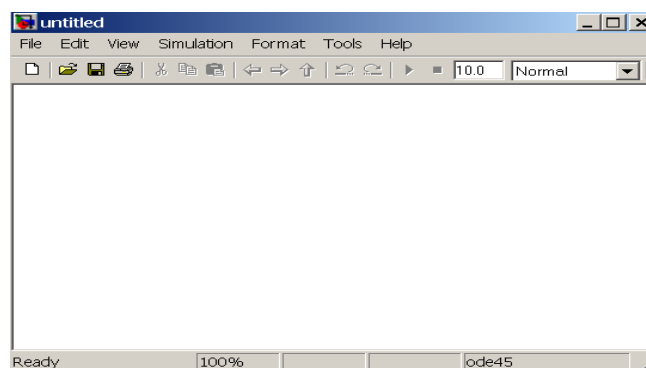
*Rappeler ici les formules mathématiques*

## 1.2 CREATION DU FICHIER <.MDL>

Pour créer une application il faut lancer le menu <File>/<New>/<Model>



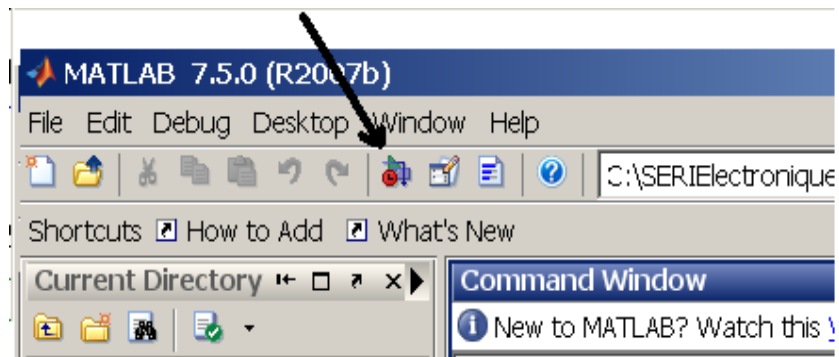
On obtient la fenêtre :



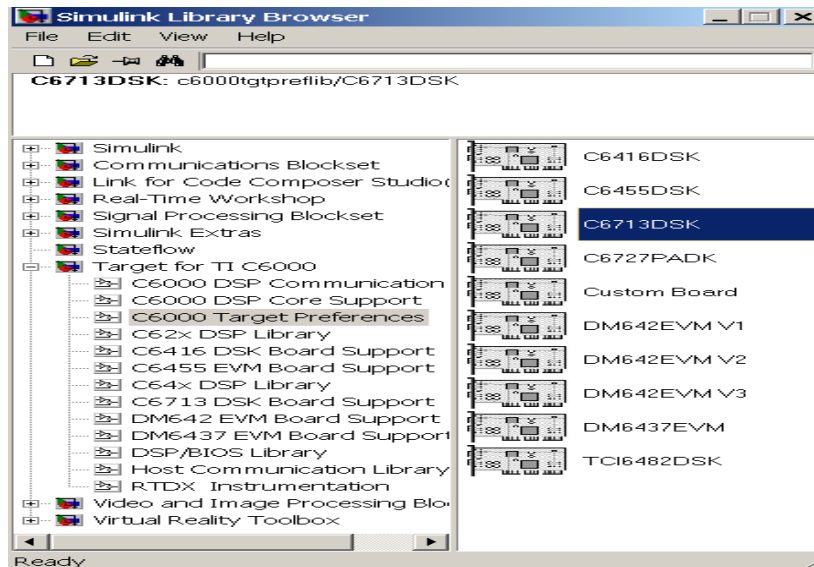
Sauvegarder le fichier sous un nom ; par exemple <STN1\_MODUL\_AM\_A>

## 1.3 IMPLEMENTATION DES COMPOSANTS

Ouvrir la librairie des composants de SIMULINK en tapant dans la fenêtre de commande le mot <simulink> ou en utilisant le bouton :



Puis sélectionner le bloc des cartes DSK de TI :

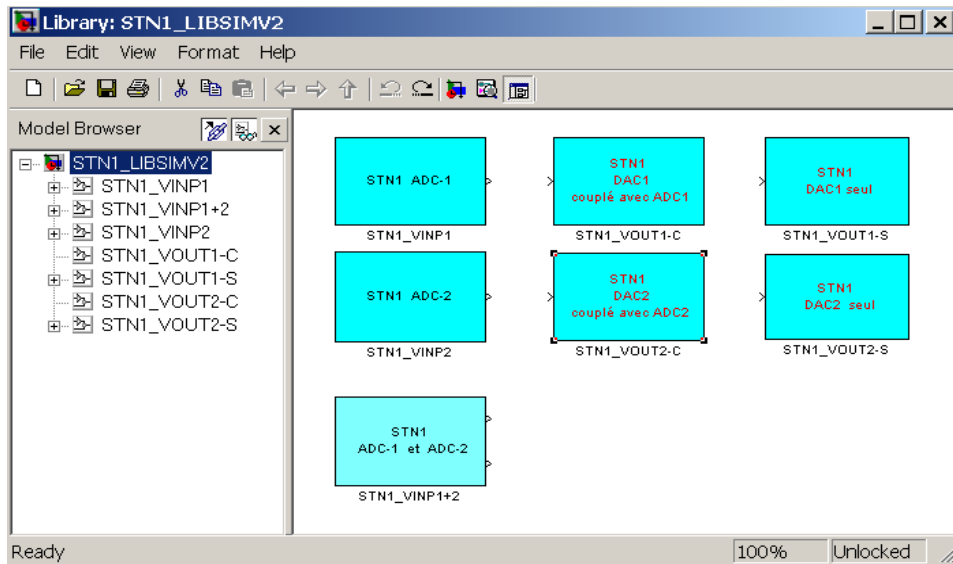


Sélectionner le composant C6713DSK et le glisser dans la fenêtre du fichier <Essai\_STN1>.

## 1.4 LIBRAIRIE DE LA CARTE STN1

Ouvrir la librairie de la carte STN1 en exécutant le menu <File>/<Open> ; sélectionner le dossier <STN1\_DSK6713\_LIBRARY> et ouvrir le fichier <STN1\_LIBSIMV2.mdl>.

On obtient la fenêtre :



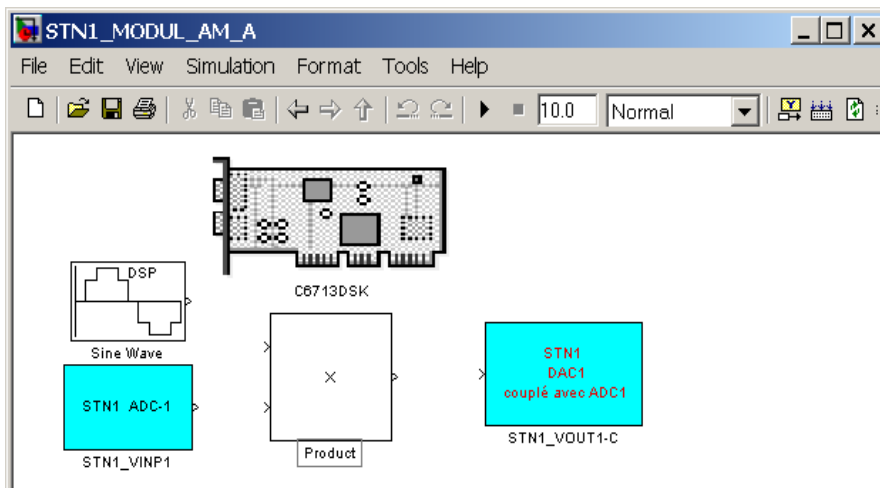
Sélectionner le composant  $\langle STN1\_VINP1 \rangle$  et le glisser dans la fenêtre du fichier  $\langle STN1\_MODUL\_AM\_A \rangle$ . Faire de même pour le composant  $\langle STN1\_VOUT1-C \rangle$ .

## 1.5 COMPOSANTS DE SIMULINK

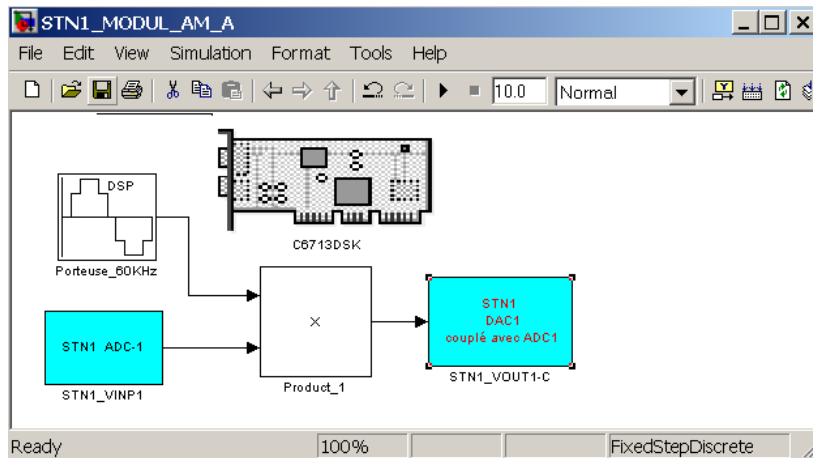
Dans la librairie des composants de SIMULINK, sélectionner :

- Le composant  $\langle Product \rangle$  dans le dossier  $\langle Simulink/Commonly used blocks \rangle$
- Le composant  $\langle Sine Wave \rangle$  dans le dossier  $\langle Signal processing blockset/ Signal processing sources \rangle$

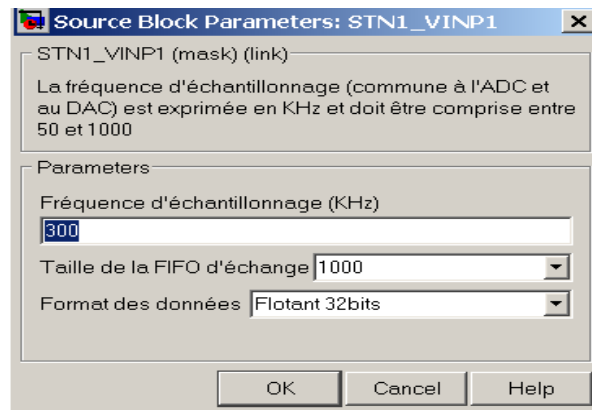
On obtient :



Renommer les composants (en cliquant sur le nom et taper le nouveau nom) et les relier pour obtenir :

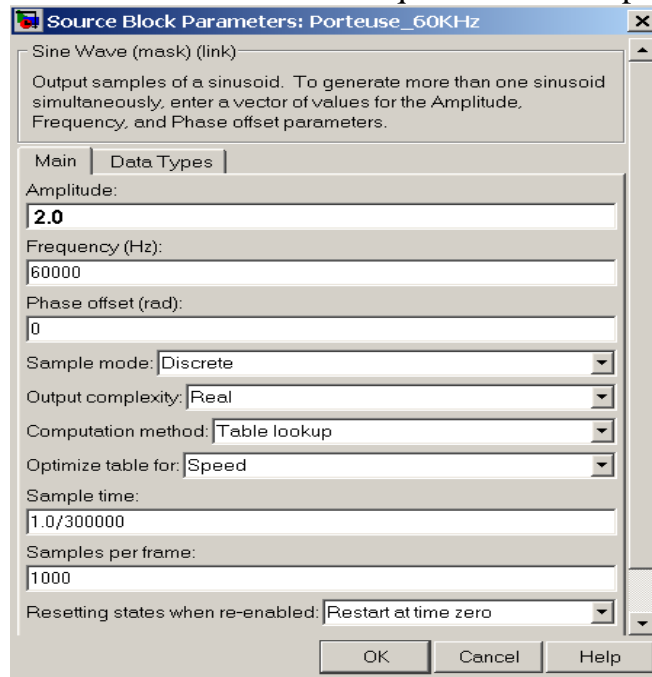


Configurer l'entrée du signal modulant (STN1\_VINP1). En double-cliquant sur le composant, on a :



Fréquence d'échantillonnage = 300 KHz, taille de la Fifo = 1000.

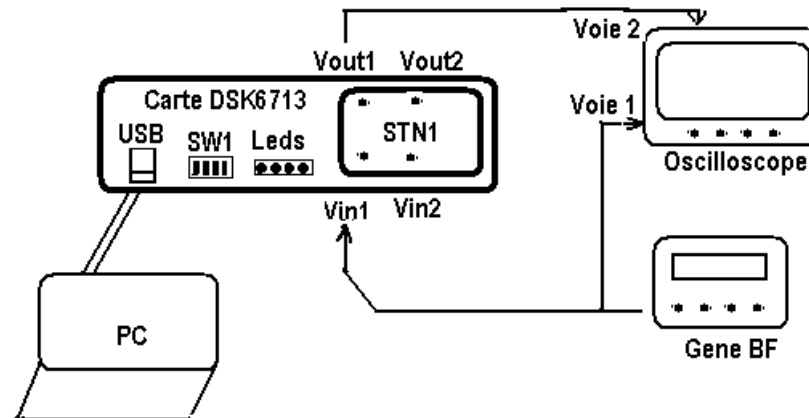
Configurer la porteuse à 60 KHz. En double-cliquant sur le composant, on a :



<Sample time> et <Samples per frame> doivent avoir les mêmes valeurs que le bloc STN1\_VINP1.

## 1.6 EXECUTION

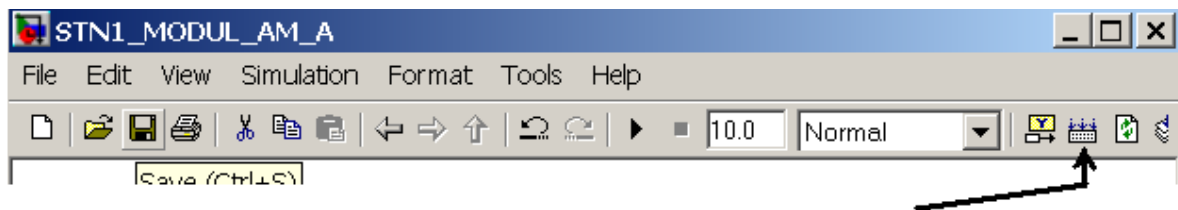
Le poste de Tp sera constitué comme suit :



Vérifier que le switch <SW1> de la carte STN1 est sur la position <P\_Int>.

Relier l'entrée Vin1 de la carte STN1 à la sortie d'un géné BF (choisir un signal sinusoïdal entre 500 Hz et 1 KHz, d'amplitude 1 volt) et à l'entrée voie 1 d'un oscilloscope. Relier la sortie Vout1 de la carte STN1 à l'entrée voie 2 de l'oscilloscope.

**Rappel :** les tensions en entrée et sortie des convertisseurs AD et DA de la carte STN1 sont de 2 volts crête à crête maximum.



Cliquer sur le bouton indiqué ci-dessus pour exécuter le projet.

Matlab/Simulink va compiler le projet, lancer le logiciel <Code Composer Studio>, se connecter à la carte <DSK\_C6713>, créer le projet <STN1\_MODUL\_AM\_A.pjt>, compiler, builder et lancer l'exécution de ce projet.

Le début a l'allure suivante :

```
Command Window
New to MATLAB? Watch this Video, see Demos, or read Getting Started.

### Connecting to Code Composer Studio(tm) ...
### Generating code into build directory: C:\SERIElectronique\STN1_I
### Invoking Target Language Compiler on STN1_MODUL_AM_A.rtw
tlc
-r
C:\SERIElectronique\STN1_DSK_TMS320C6713\SIMULINK\STN1_DSK6713_I
C:\Program Files\MATLAB\R2007b\toolbox\rtw\targets\ccslink\ccsl:
```

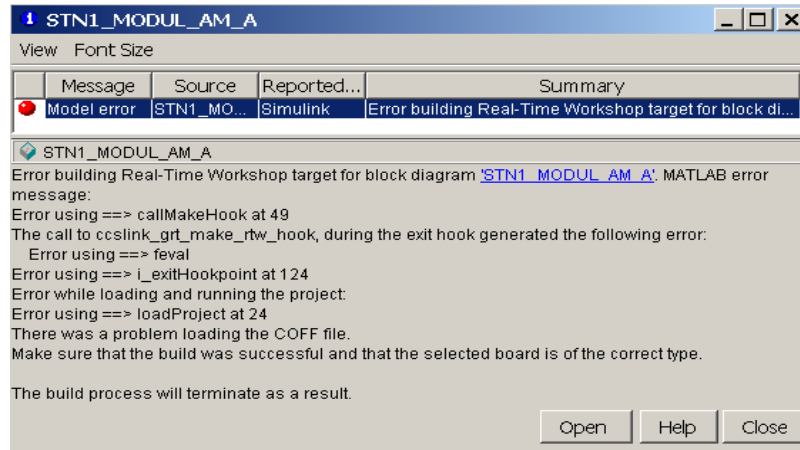
E la fin doit ressembler à ceci :

```

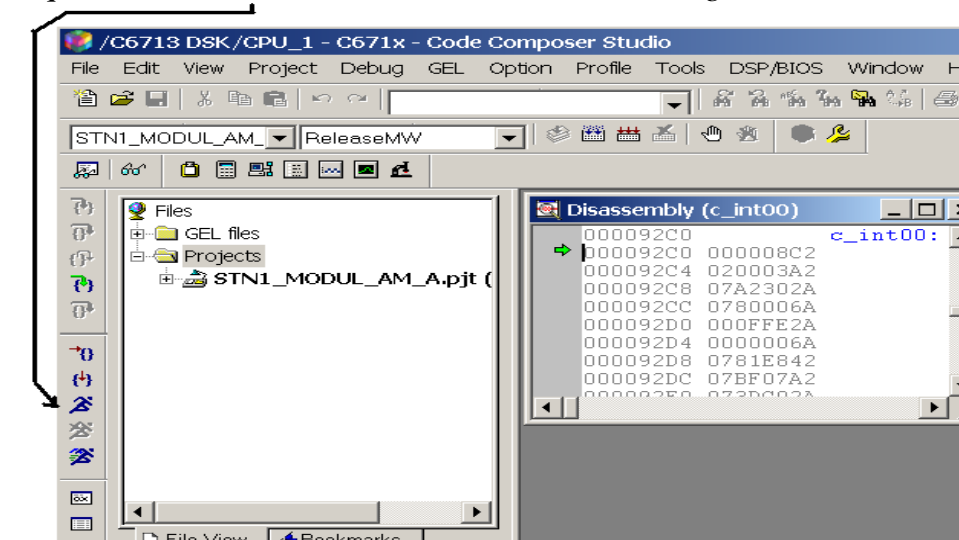
### Writing header file STN1_MODUL_AM_A_main.h
### Writing header file MW_c6xxx_csl.h
### Writing source file MW_c6xxx_csl.c
### TLC code generation complete.
### Creating project ...
### Building Code Composer Studio(tm) project...
### Build complete
### Downloading COFF file
>>

```

En principe, il n'y a aucune intervention à faire dans le logiciel <Code Composer Studio>. Mais si le message suivant apparaît :



Il faut cliquer sur le bouton <Close>. Ensuite, dans la fenêtre de <Code Composer Studio>, cliquer sur le bouton <Run>, faire le menu <Debug/Run>.



### Personnalisation

Observer le résultat à l'oscilloscope. Relever l'allure des deux signaux. Faire varier la fréquence et l'amplitude du signal modulant (Géné BF) et observer le résultat.

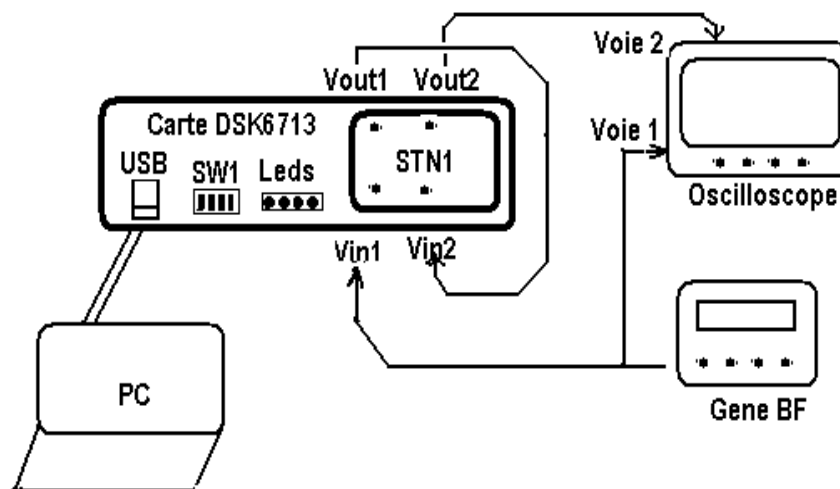
## 1.7 DEMODULATION

La sortie *Vout1* de la carte *STN1* (signal modulé) est envoyée vers un canal de transmission.

Pour des raisons de simplicité, on va utiliser pour ce Tp un câble coaxial comme canal de transmission. De même, on va utiliser la même carte pour faire la démodulation.

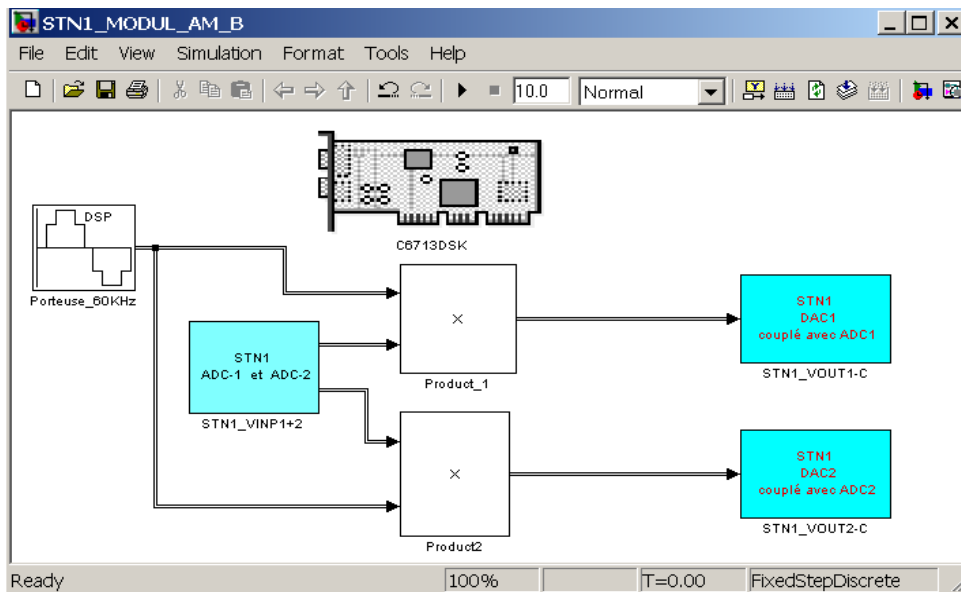
Pour ce faire, on va connecter le signal reçu (signal modulé) à l'entrée *Vinp2* de la carte *STN1*. Et on va visualiser le signal démodulé (sortie *Vout2* de la carte *STN1*) sur la voie 2 de l'oscilloscope.


Modifier les connexions du poste de Tp comme suit :



### Modification du projet :

- Sauvegarder le fichier <STN1\_MODUL\_AM\_A.mdl> (Menu File/Save As .../) sous le nom <STN1\_MODUL\_AM\_B.mdl>.
- Supprimer le bloc <STN1\_VINP1> et le remplacer par <STN1\_VINP1+2> qui utilise les deux entrées analogiques de la carte STN1. Configurer la fréquence d'échantillonnage du bloc à 300 KHz.
- Ajouter un deuxième composant <Product> (voir paragraphe 1.5) et le renommer <Porduct\_2>.
- Ajouter le composant <STN1\_VOUT2-C> de la librairie <STN1\_LIBSIMV2.mdl> de la carte STN1.
- Connecter les composants pour obtenir le schéma suivant :



Cliquer sur le bouton  pour exécuter le programme.

### **Personnalisation**

Observer le résultat à l'oscilloscope. Relever l'allure des deux signaux.

Théoriquement le signal démodulé (voie 2) doit être identique au signal modulant (voie 1). Ce n'est pas le cas pour des raisons spectrales.

## **1.8 FILTRAGE**

Après démodulation, il faut filtrer le signal pour éliminer les hautes fréquences pour conserver la bande du signal utile (signal modulant).

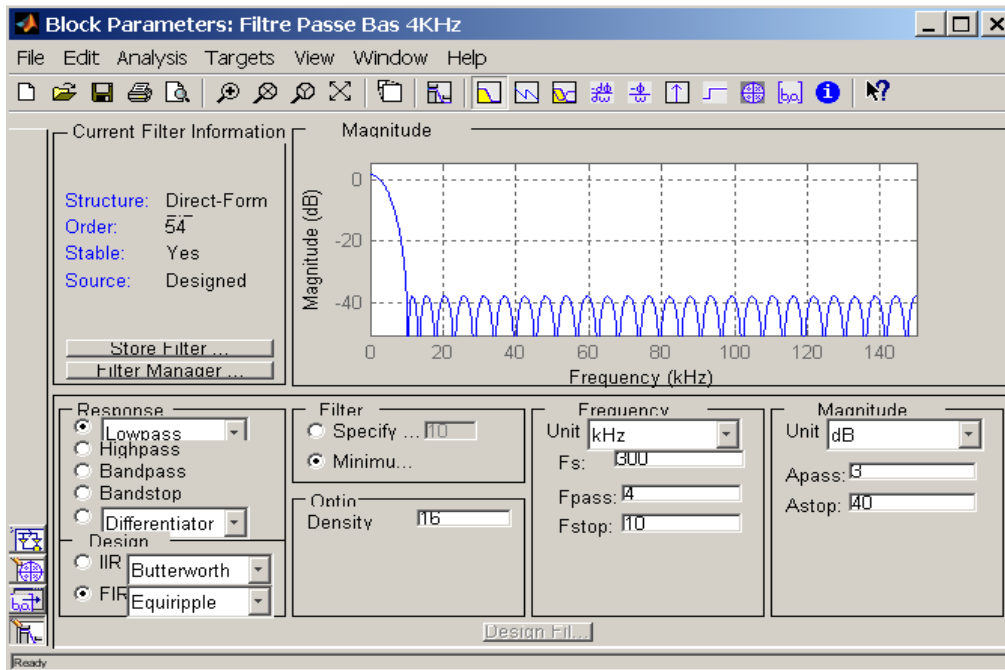
On va implémenter un filtre passe bas limité à 4 KHz (spectre d'un signal vocal).

- Sauvegarder le fichier <STN1\_MODUL\_AM\_B.mdl> (Menu File/Save As .../.) sous le nom <STN1\_MODUL\_AM\_C.mdl>.
- Depuis la librairie de SIMULINK, sélectionner le dossier depuis le dossier <Signal processing blockset / Filtering / Filter Designs> et ajouter le composant <Digital Filter Design>



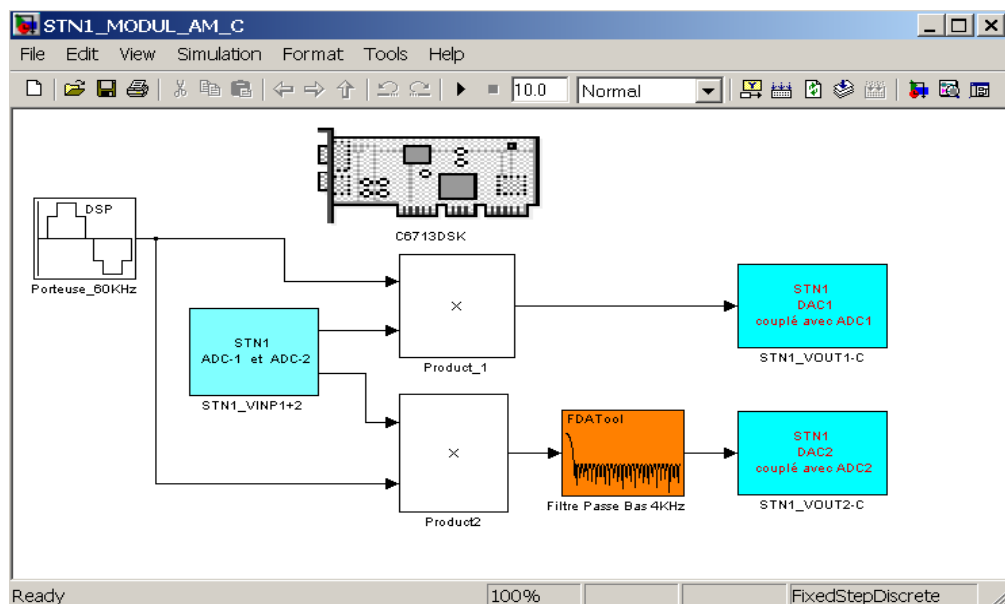
Configurer le composant en double-cliquant dessus.

- Remplir les zones <Response>, <Design>, <Filter>, <Frequency> et <Magnitude> comme dans la fenêtre ci-dessous.



Pour terminer cliquer sur le bouton <Design Filter>, puis fermer la fenêtre.

- Connecter les composants pour obtenir le schéma suivant :



Cliquer sur le bouton  pour exécuter le programme.

### Personnalisation

Observer le résultat à l'oscilloscope. Les deux signaux doivent être identiques.  
Faire varier la fréquence du signal en entrée pour observer la réponse du filtre en sortie.