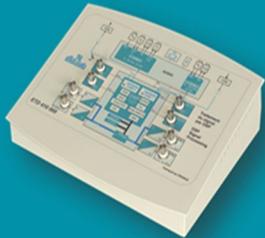


**FIBULA**  
**interactive**

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



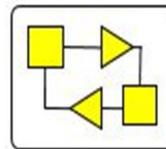
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*



# Traitement du Signal et Télécommunications en Temps Réel



Fibula I



Vidéos démos :



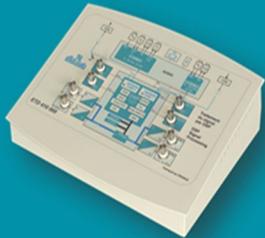
Présentation



Exemple

**Auteurs:**  
Sylvie Legras  
Guillaume Gil

Formation ISET'Com  
Tunis, 03/02/2017



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

# PROGRAMME DE FORMATION

## Présentation Générale

- Présentation Logiciel matériel
- Module SDR

## Théorie du signal

- Echantillonnage
- Quantification
- Analyse spectrale
- Filtrage numérique

## Codec

- Suppression d'écho
- Transposition
- Codeur Canal +

## Télécommunications :

### Bande de base

- Codage de ligne
- NRZ, Manchester.
- Comparaison des spectres
- Chaîne de transmission complète
- Canal idéal ou à bande limitée
- Adjonction de bruit Gaussien

### Modulations

#### Analogique

- Modulation d'amplitude AM
- Modulation de Fréquence FM

#### Numérique

- Modulation d'amplitude ASK
- Modulation de phase PSK
- Modulations de fréquence FSK,
- Modulation QAM - OFDM

## TNT HD

### Les différentes modulations

- QPSK
- QAM
- COFDM

### Transmission terrestre et satellite

- Qu'est ce que le TNT
- Modulation COFDM

### Les mesures

- Pourquoi faire des mesures
- Les mesures en numériques

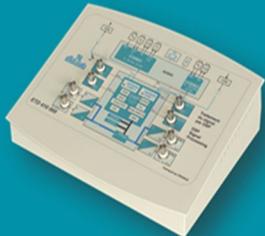
### Les Echos

- Réseau MFN
- Réseau SFN

### Mise en œuvre

- Réseau TNT + Chaîne privée Hôtel





Plateforme DSP  
ETD 410 000

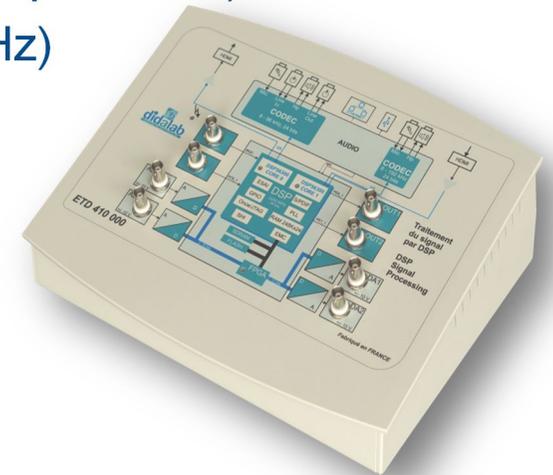


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## La plateforme ETD410000

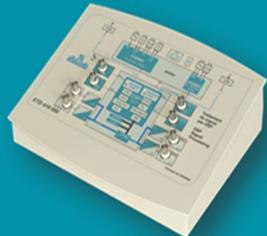
### Une interface matérielle en temps réel

- DSP Freescale 59720 embarqué
- Double Cœur 2 x 200 MIPS
- Liaison PC par USB 2.0
- 2 Entrées / Sorties Large Bande (20 MHz/s par canal)
- 7 Entrées / Sorties Audio (24 bits, 8 à 96 kHz)
  - 1 entrée au niveau ligne
  - 1 sortie au niveau ligne
  - 2 entrées pour microphone
  - 2 sorties pour casque stéréophonique
- 2 Entrées / Sorties TTL



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

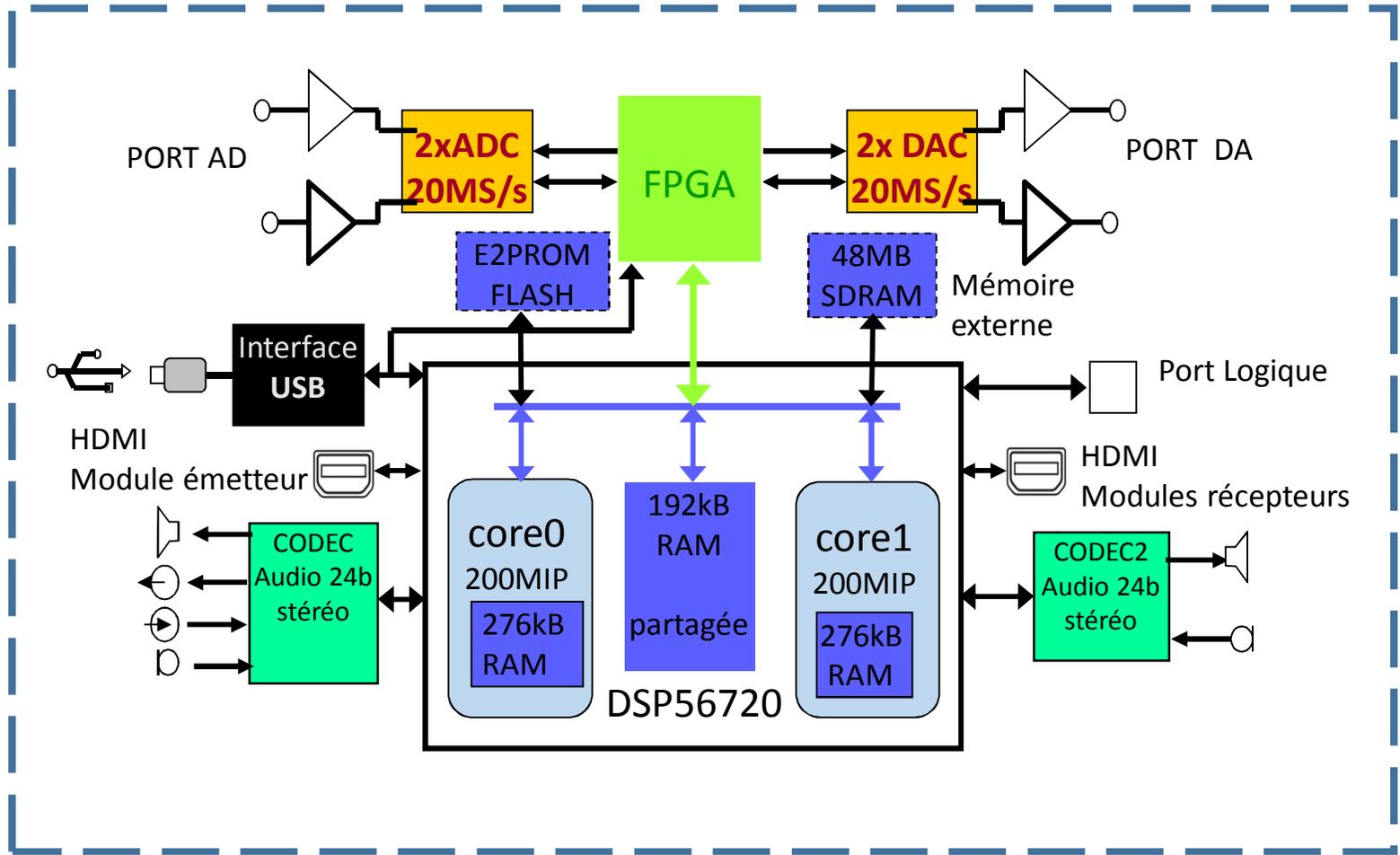


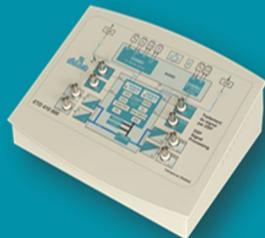
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Structure plateforme ETD410000





Plateforme DSP  
ETD 410 000

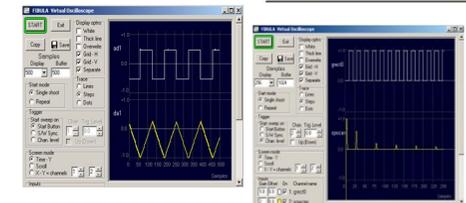
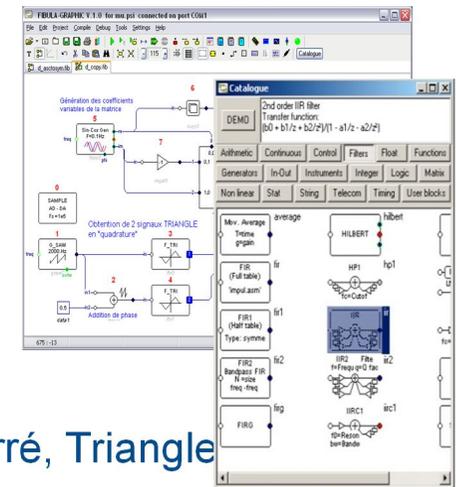


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## LOGICIEL FIBULA I

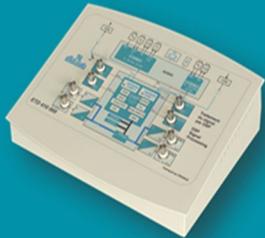
### Une interface logicielle graphique :

- Plus de 500 fonctions disponibles
- Création de fonctions propres à l'utilisateur
- Utilisation très intuitive
- Instrumentation embarquée
  - Oscilloscope
  - Analyseur FFT
  - Générateur de signaux (Sinus, Cosinus, Carré, Triangle)
- HyperTerminal intégré
- Plotter



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



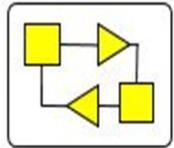
Plateforme DSP  
ETD 410 000



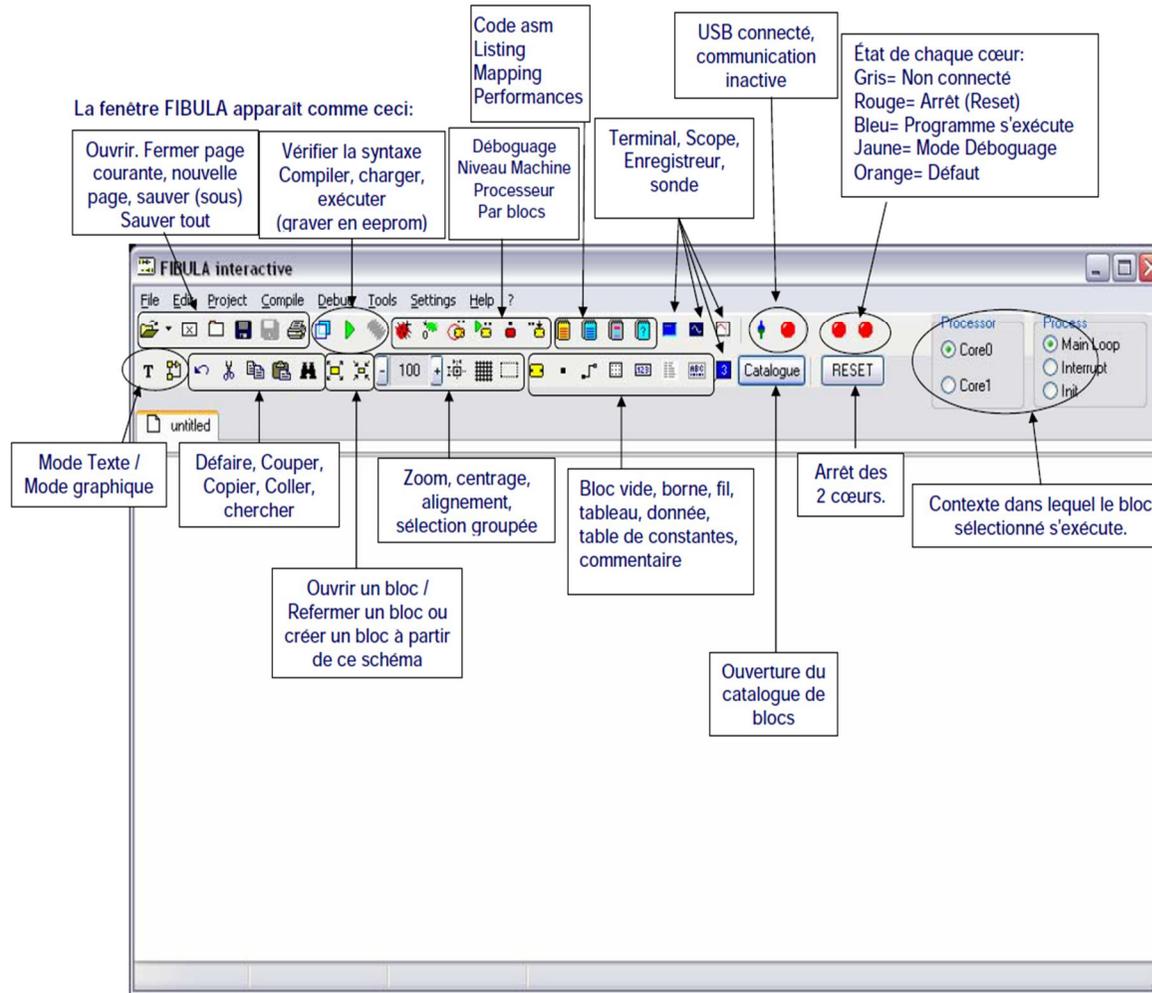
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## LOGICIEL FIBULA I

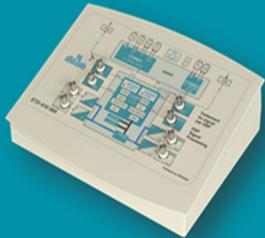


Fibula I



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



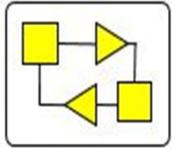
Plateforme DSP  
ETD 410 000



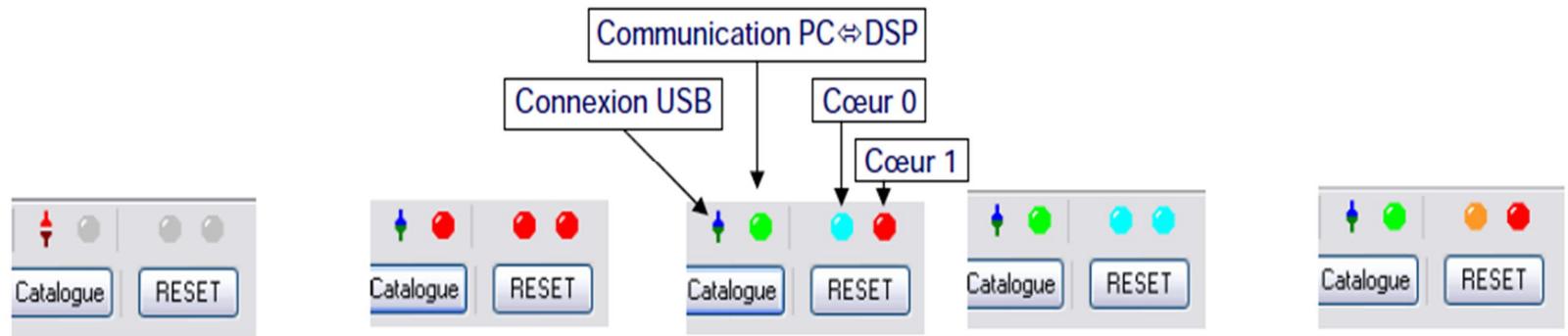
Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*



## Fonction Voyant



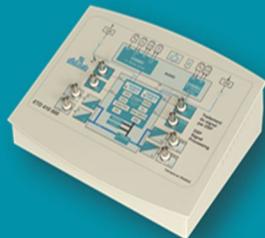
Fibula I





# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Les modules HF Software Defined Radio



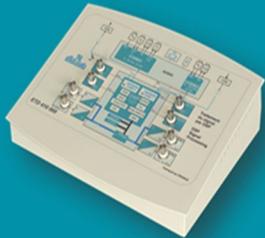
- Module émission SDR 27 MHz (modulateur IQ)
  - Fréquence de 27MHz (large bande)
- Modulations :
  - Analogique AM – FM
  - Numérique ASK, FSK, QAM



- Module réception SDR 27 MHz (modulateur IQ)
  - Sensibilité -90 dbm,
  - Transposition : mélangeur parfait
  - Démodulation IQ par DSP sous logiciel Fibula I
    - Analogique AM – FM
    - Numérique ASK, FSK, QAM

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

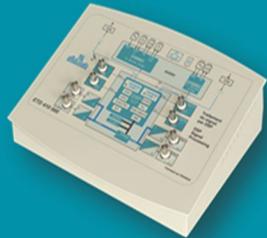
## Module VHF Software Defined Radio



- Module réception SDR de 88 à 108 MHz
  - Sensibilité -90 dbm,
  - Transposition : mélangeur parfait
  - Démodulation IQ par DSP sous logiciel Fibula I
    - Analogique AM – FM
    - Numérique ASK, FSK, QAM
  - Décodage RDS

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

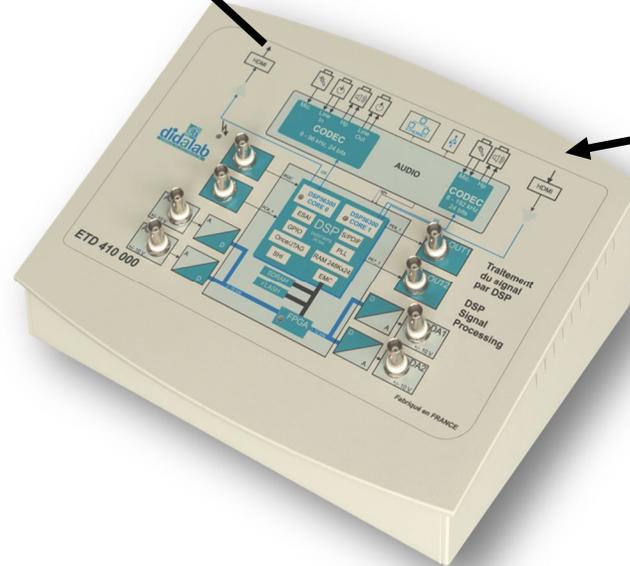


## Montage matériels SDR 27MHz (1)

Emission

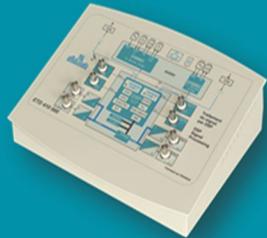


Réception



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

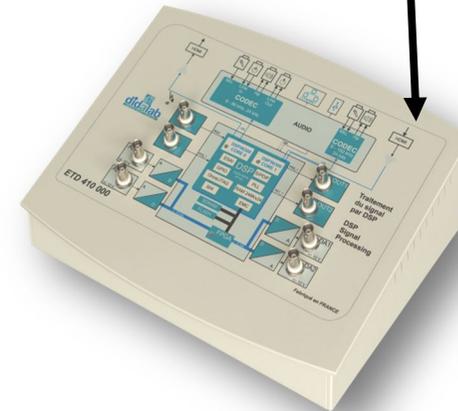
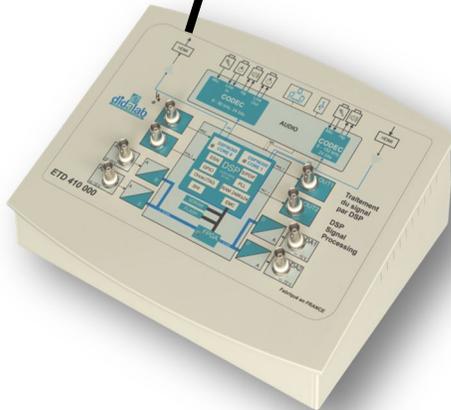


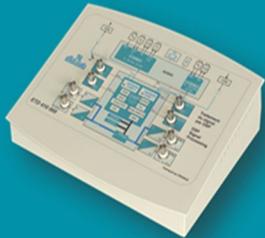
## – Montage matériels SDR 27MHz (2)

Emission



Réception





Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*

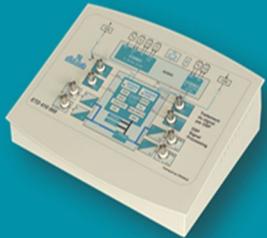
## Sujets Etudiés

### Théorie du signal :

- Echantillonnage (Shannon)
- Quantification (Erreur de quantification)
- Analyse spectrale
- Filtrage numérique

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



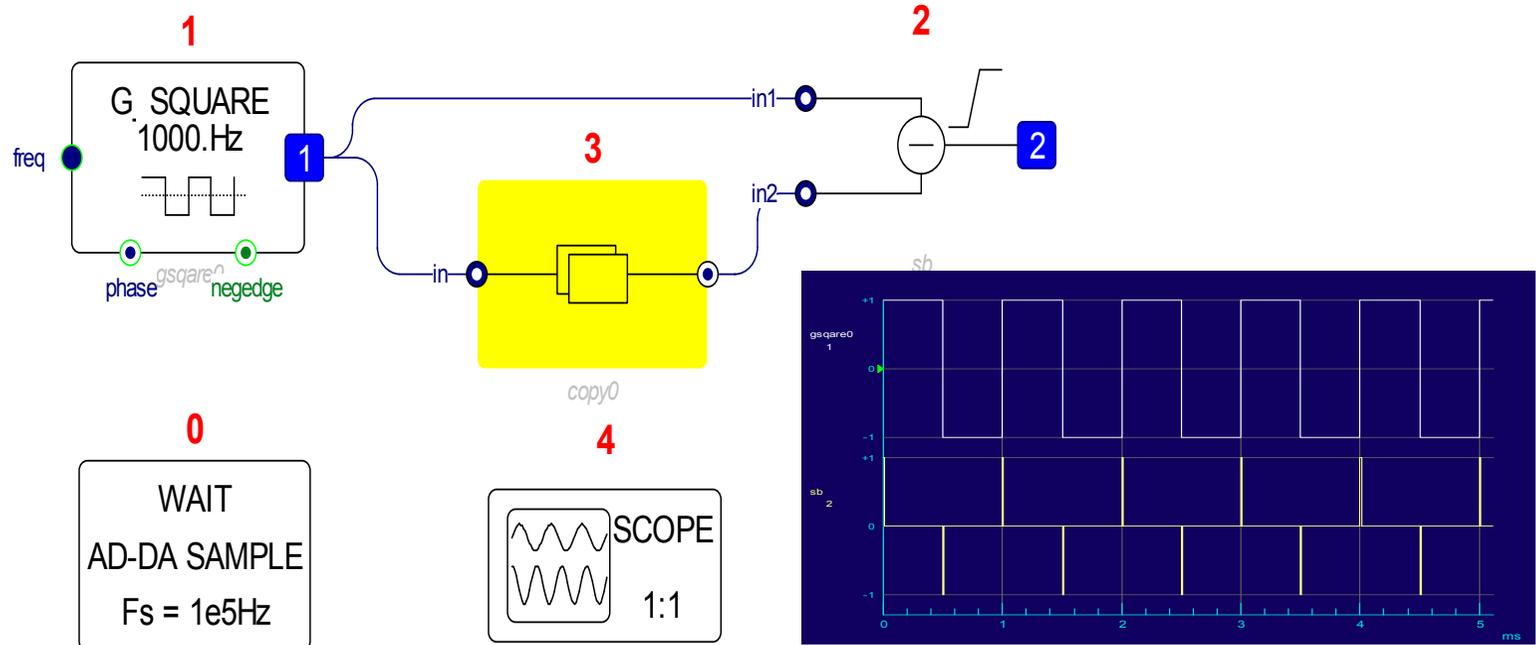
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Ordre des blocs

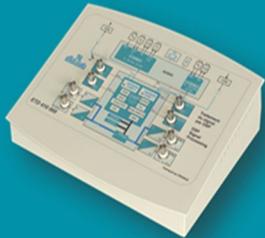


Si le bloc **copy** était exécuté en 2 et **subs** en 3, le signal 2 vaudrait 0.  
En exécutant **copy** après **subs**, on obtient une pseudo dérivée:

$$y_k = \text{Sat}(x_k - x_{k-1})$$

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

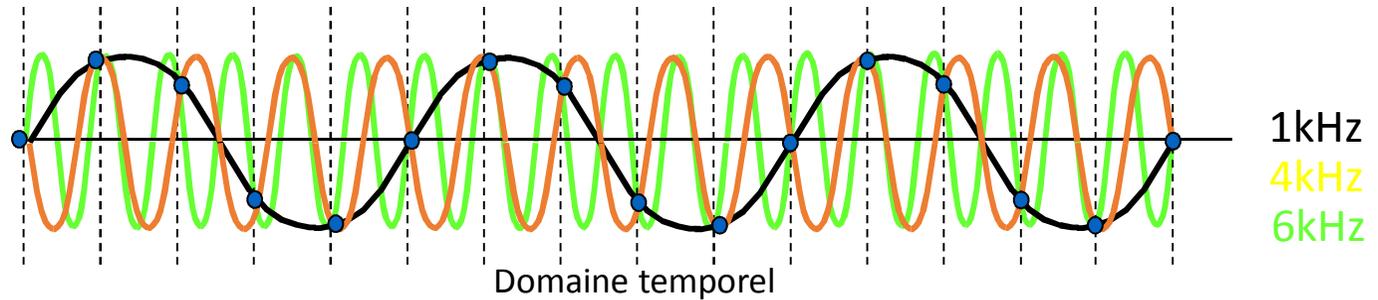


Plateforme DSP  
ETD 410 000

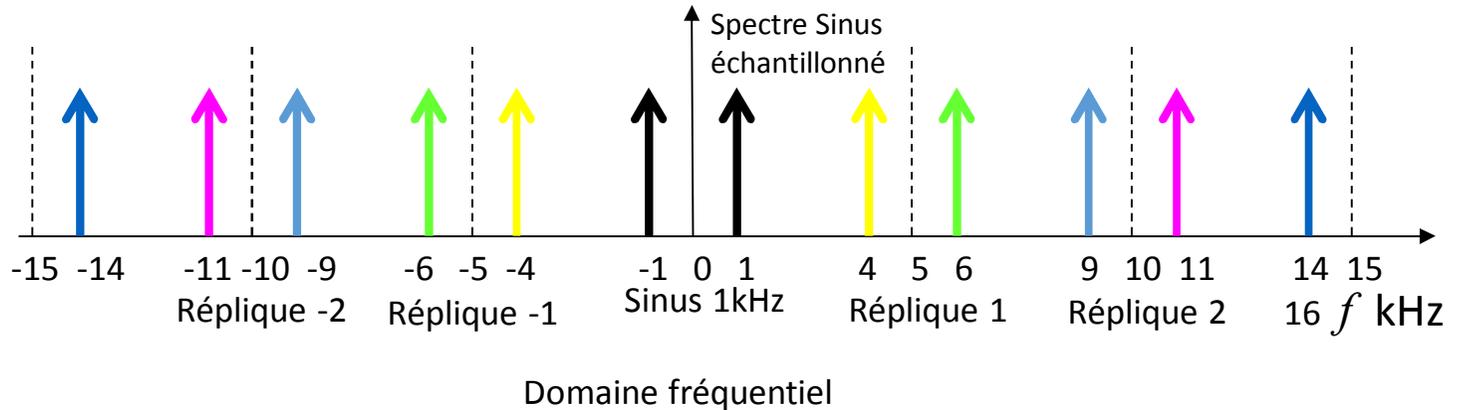


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Échantillonnage d'une sinusoïde de 1kHz à $F_e = 5\text{kHz}$

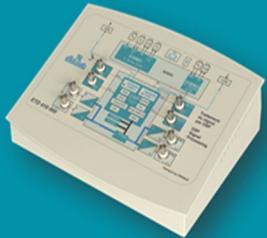


Les échantillons du sinus à 1kHz sont les mêmes que ceux  
d'un sinus à 4kHz ou à 6kHz ou à 9kHz ou 11kHz etc. ...



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

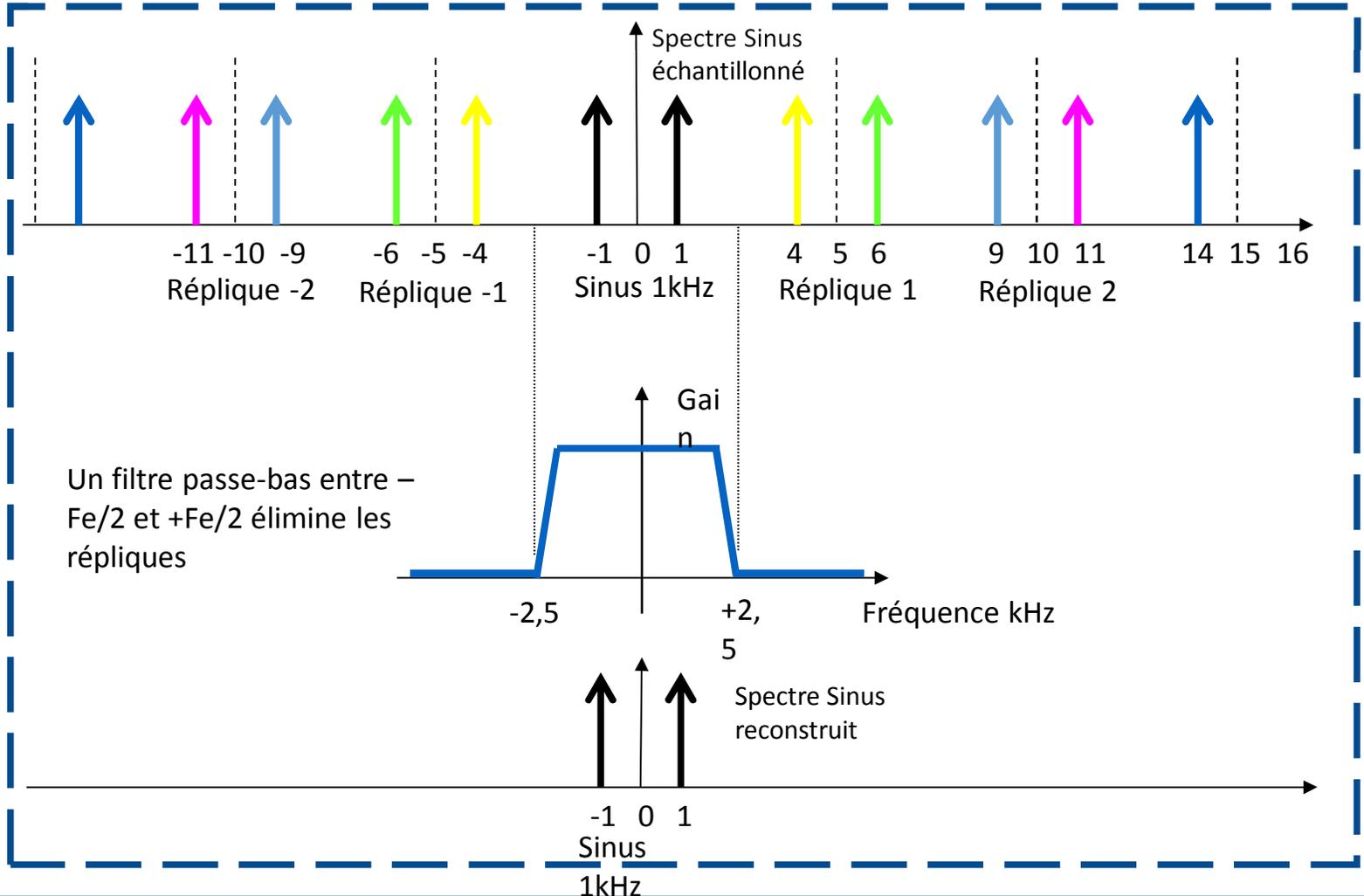


Plateforme DSP  
ETD 410 000



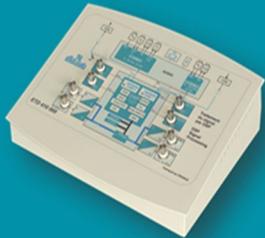
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Échantillonnage d'une sinusoïde de 1kHz à $F_e = 5\text{kHz}$



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



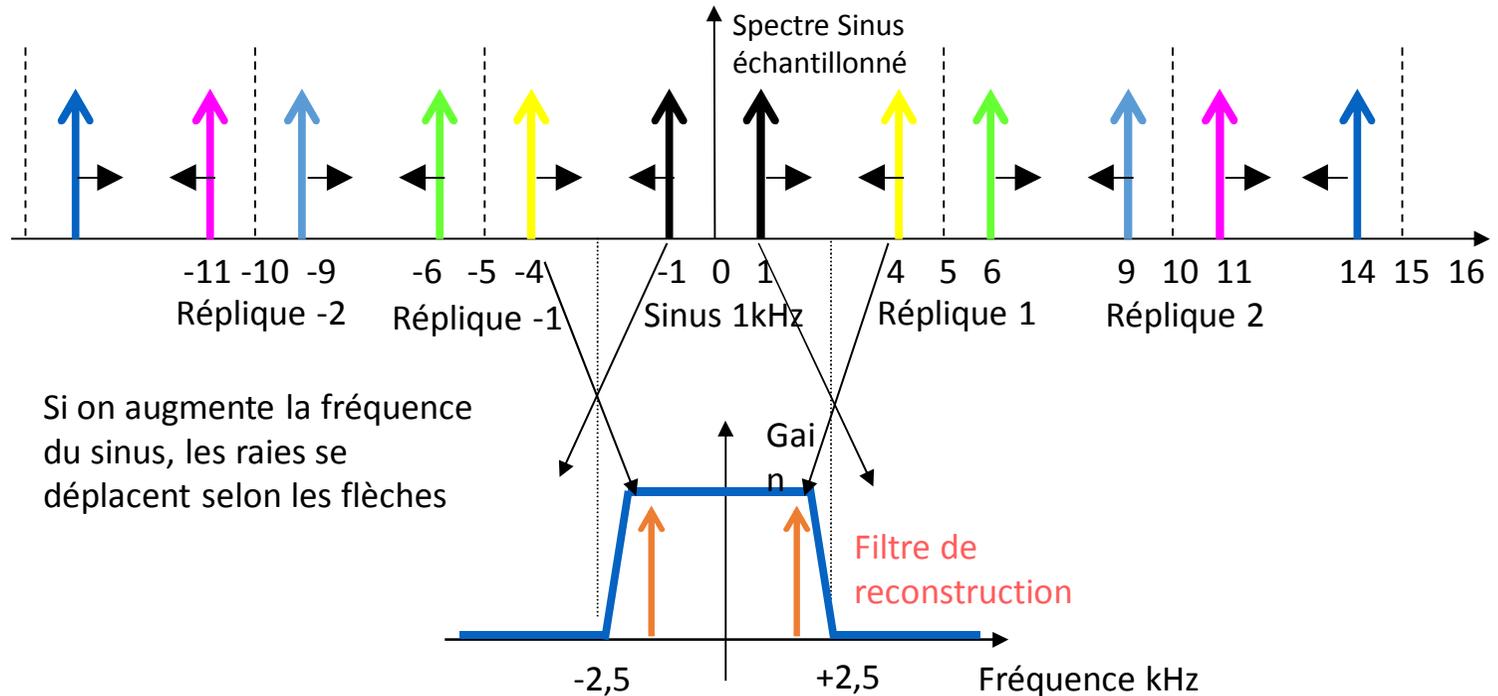
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Échantillonnage d'une sinusoïde de 1kHz à $F_e = 5\text{kHz}$



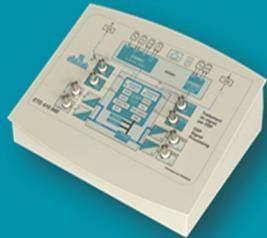
Si on augmente la fréquence  
du sinus, les raies se  
déplacent selon les flèches

Si la fréquence du sinus est > à  $F_e/2$  soit 2,5kHz, alors le  
filtre reconstruit le sinus à partir des raies jaunes

La fréquence reconstruite est fautive et vaut  $F_e - F_{\text{sinus}}$

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

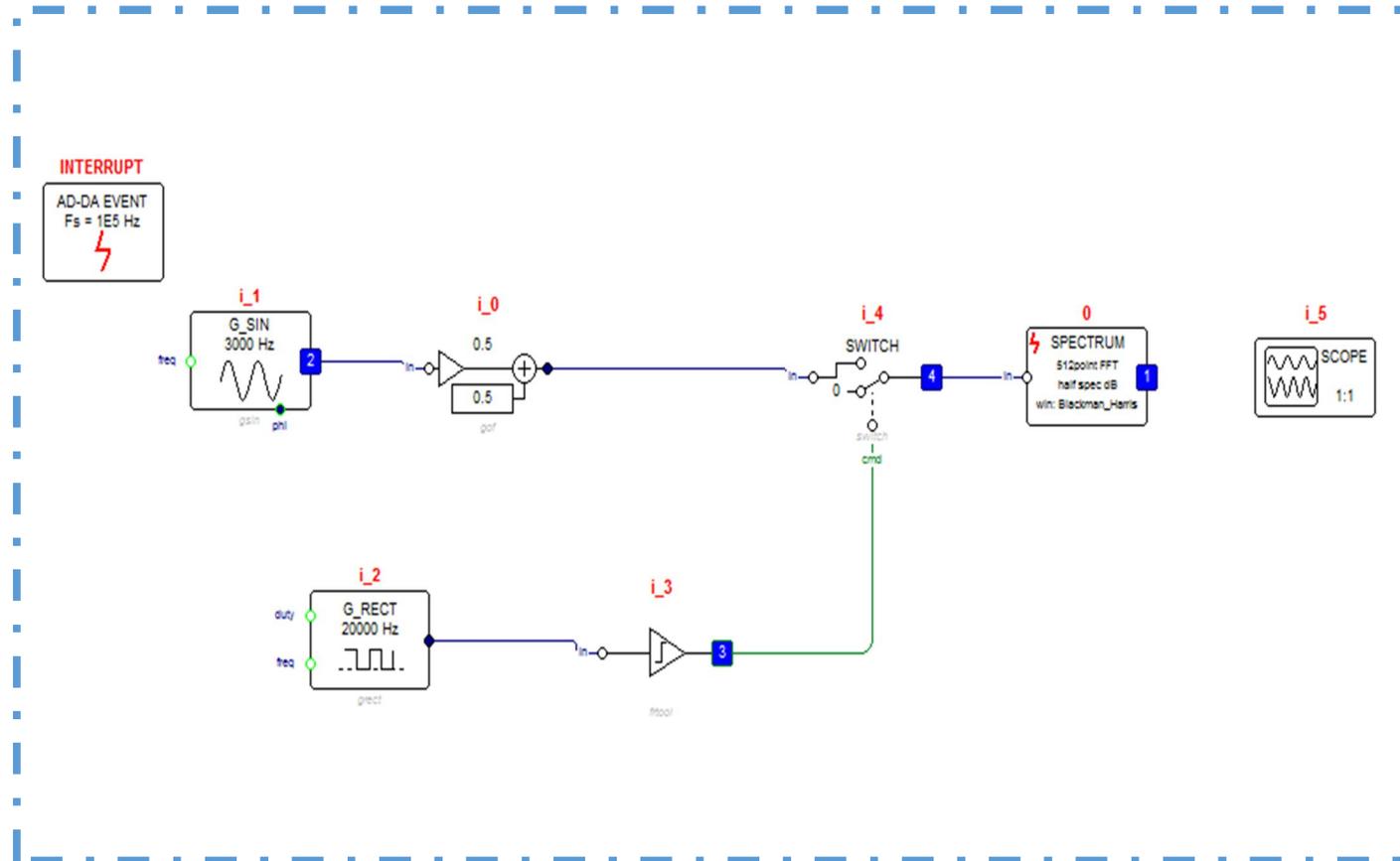


Plateforme DSP  
ETD 410 000



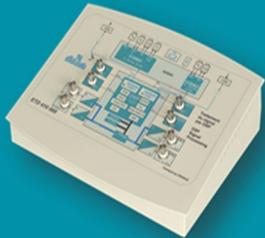
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Echantillonnage – Schéma du montage



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



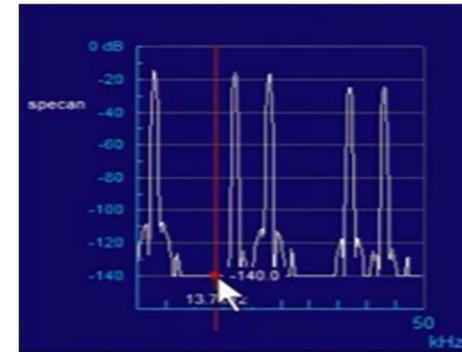
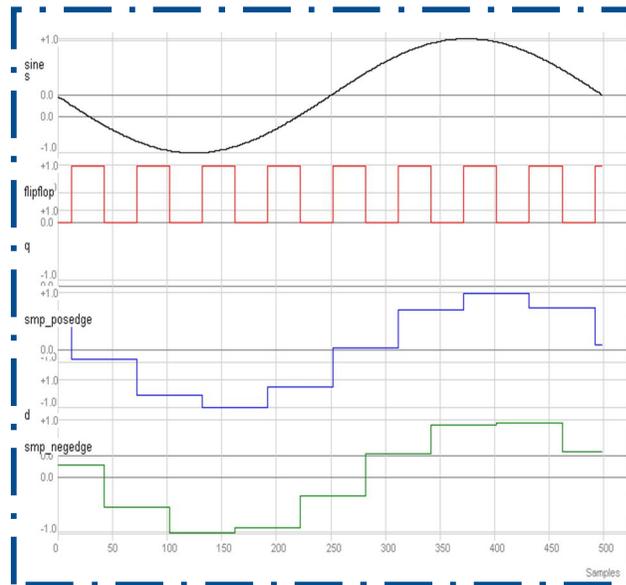
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Echantillonnage – $F_s > 2 f$



Spectre du signal  
échantillonné

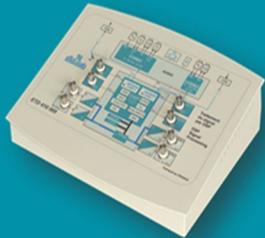
$F_s = 3.33 \text{ kHz}$

$f = 1 \text{ kHz}$

**Pas de repliement spectral**

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

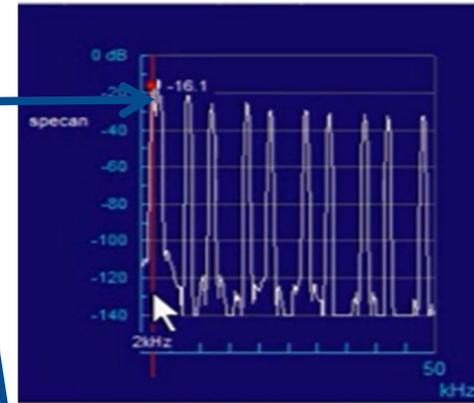
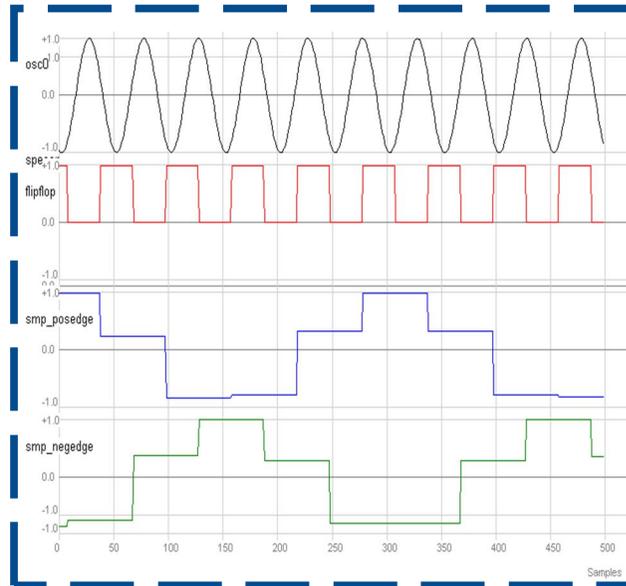


Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Exemple : Echantillonnage – $F_s < 2 f$



Spectre du signal échantillonné

$F_s = 3.33 \text{ kHz}$

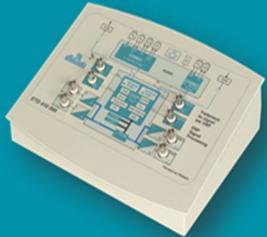
$f = 2 \text{ kHz}$

$F_s - f = 1,3 \text{ kHz} < 2 \text{ kHz} \Rightarrow$   
recouvrement

**Observation du repliement spectral**

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

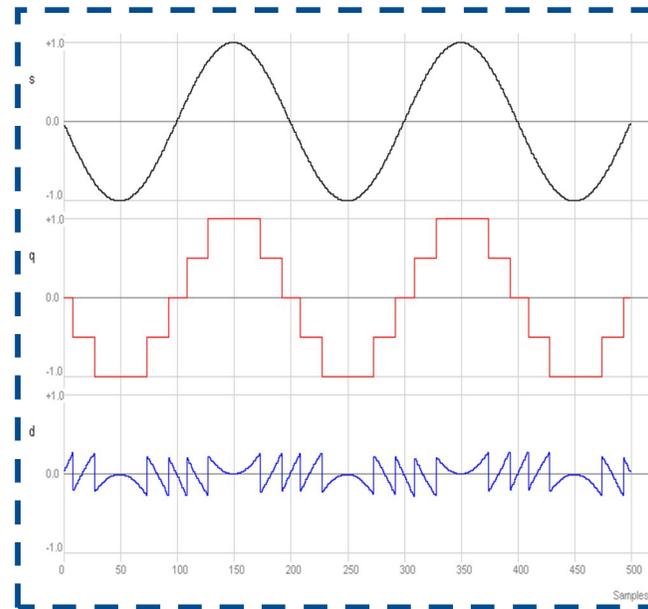


Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Quantification – Résultat sur oscilloscope embarqué



Signal d'entrée

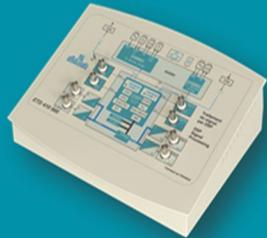
Signal quantifié

Bruit de quantification

Observation du bruit de quantification

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

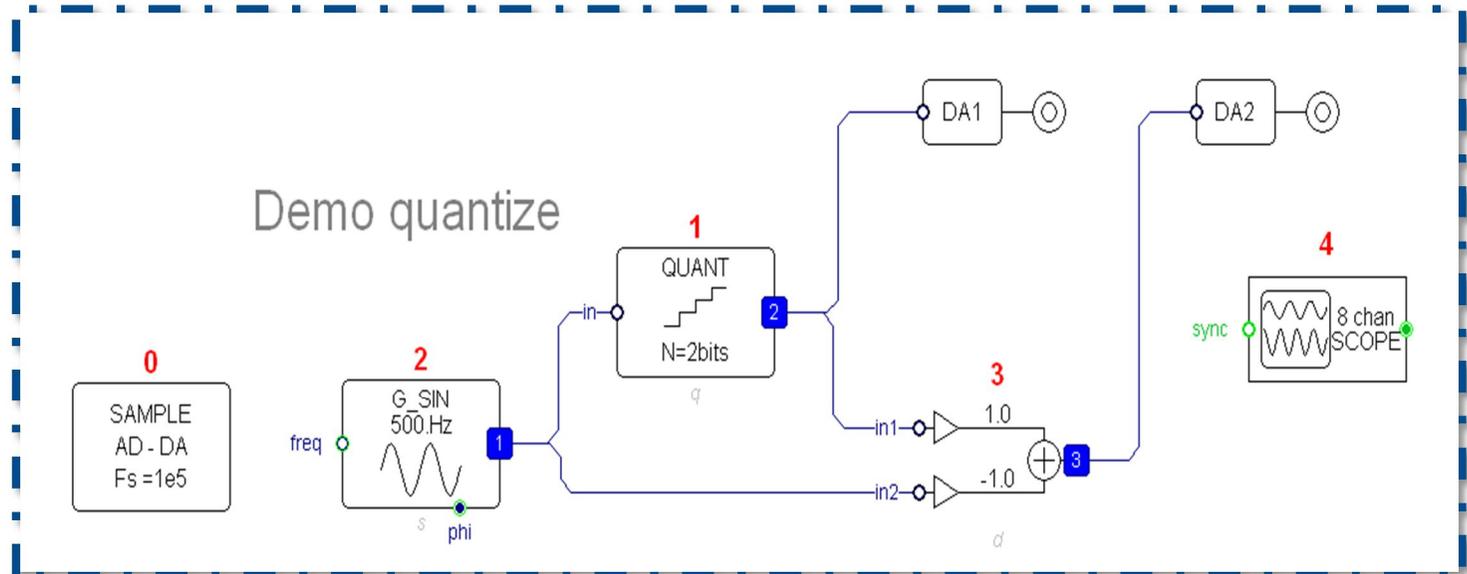


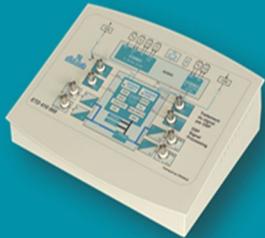
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Quantification – Schéma du montage





Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

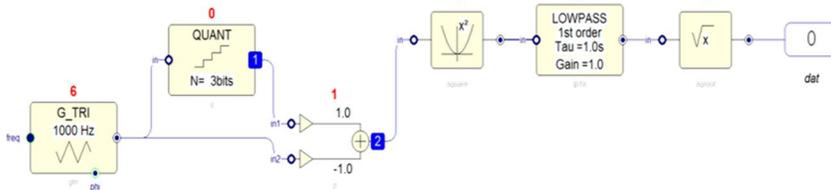
## Calcul Erreur de Quantification

$$\epsilon = \sqrt{\frac{Q^2}{12}}$$

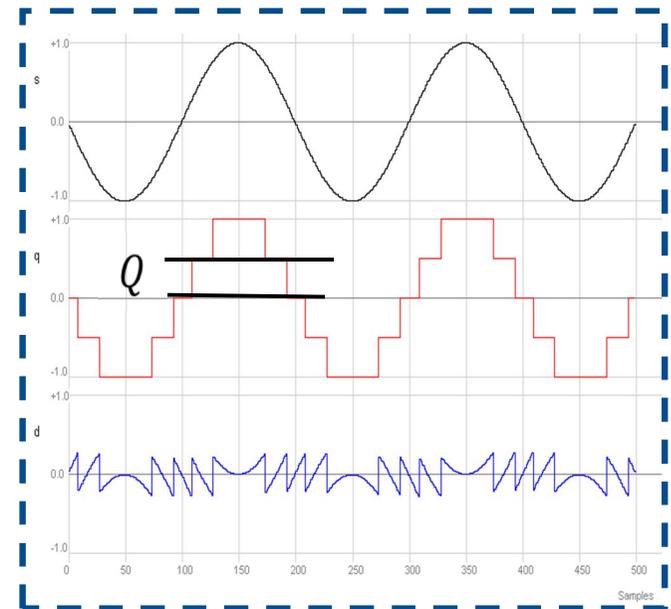
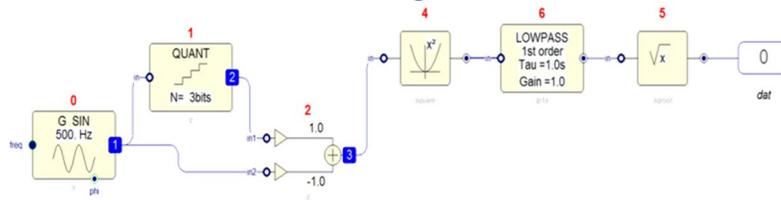
$\epsilon$  : Erreur de quantification

$Q$  : Quantum du signal quantifié

### Générateur Triangulaire

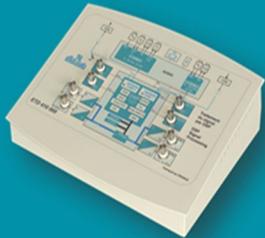


### Générateur Rectangulaire



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

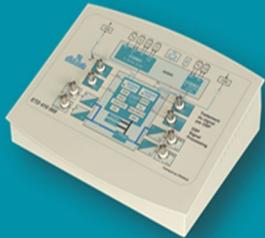


Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*





Plateforme DSP  
ETD 410 000

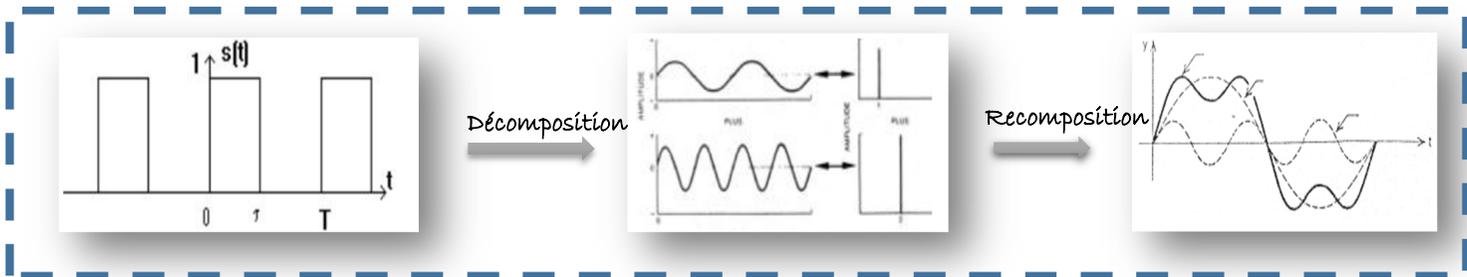


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Décomposition en série de Fourier

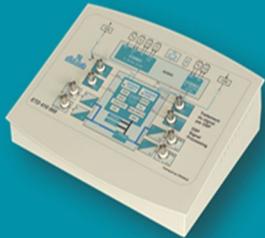
Dans la plupart des domaines de la physique, en électricité, optique, acoustique, thermique, mécanique, ... on a souvent affaire à des fonctions périodiques, mais de forme quelconque.

Nous allons montrer que sous certaines conditions, on peut considérer ces signaux comme la superposition de fonctions périodiques simples que sont les fonctions sinus et cosinus. Le signal apparaît alors comme la somme d'une série trigonométrique appelée **série de Fourier**.



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



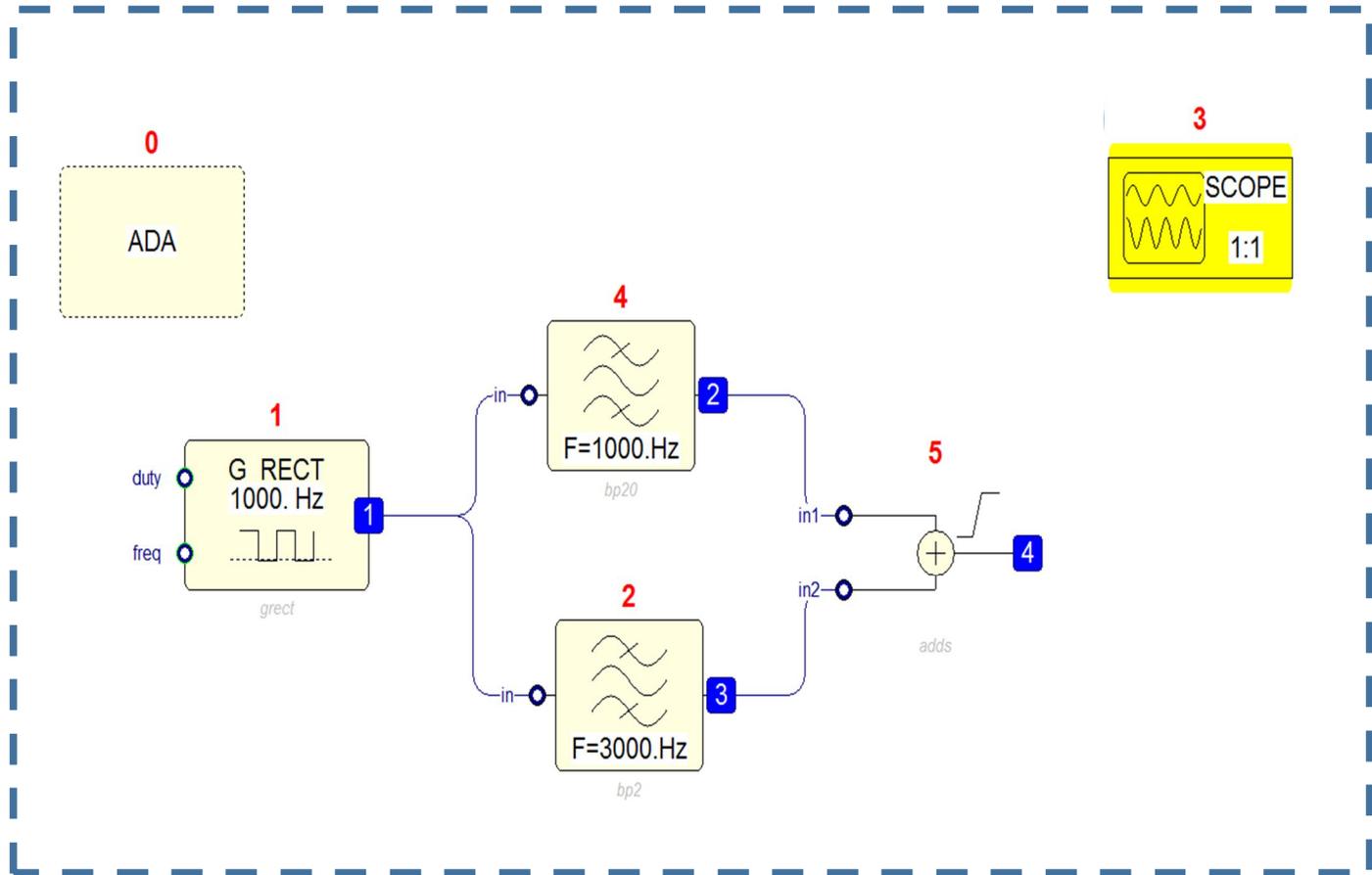
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

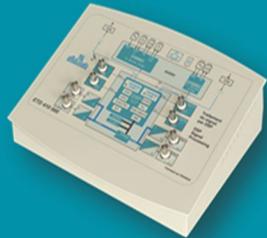


## Série de Fourier



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

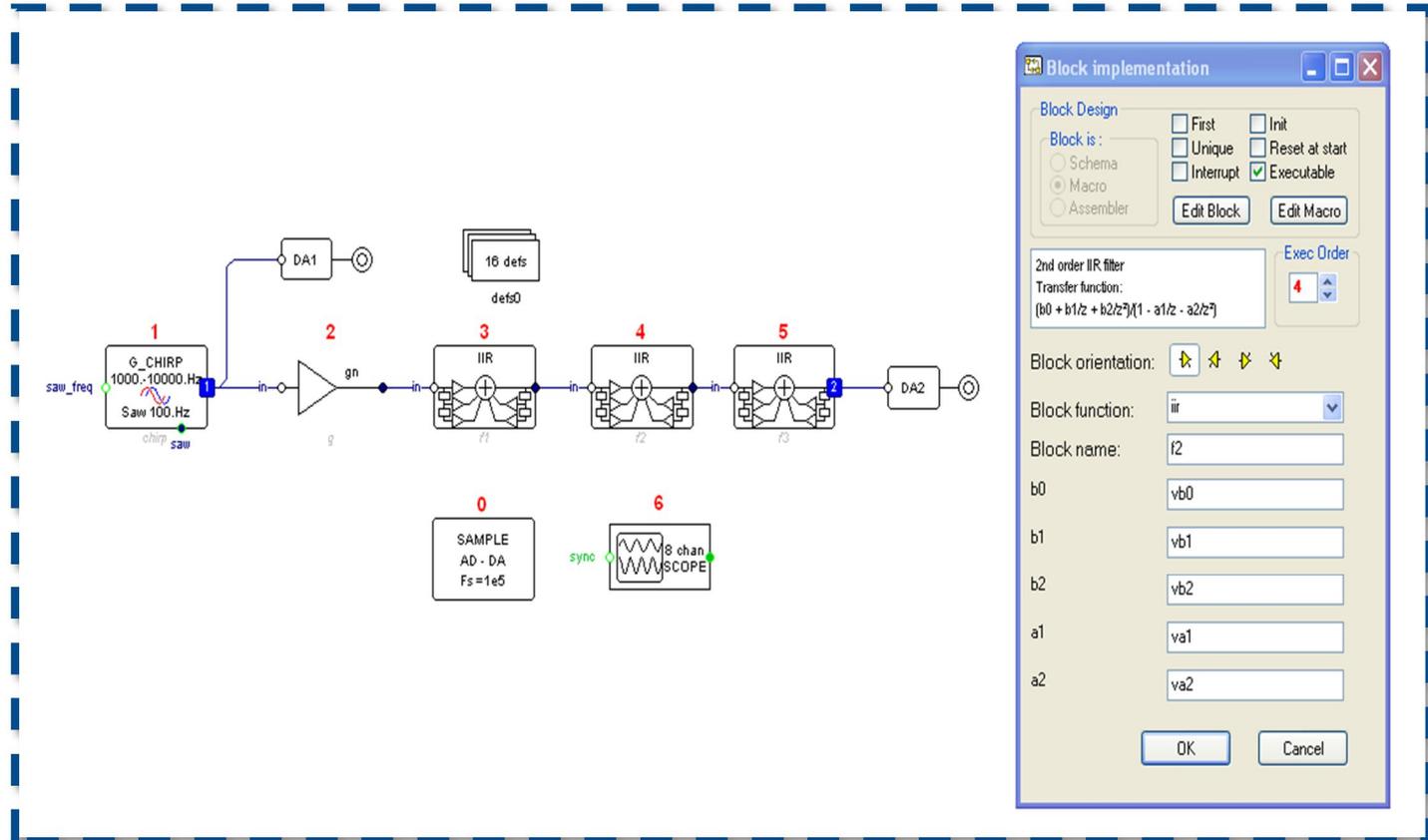


Plateforme DSP  
ETD 410 000



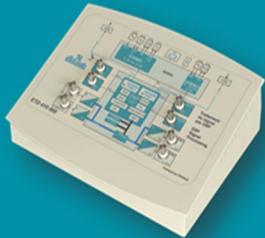
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Filtrage numérique – Schéma du montage



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

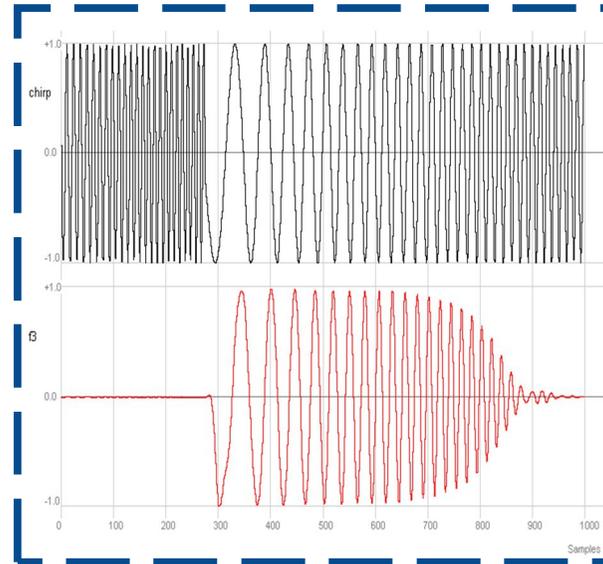


Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*

## Filtrage numérique – Résultat sur oscilloscope embarqué



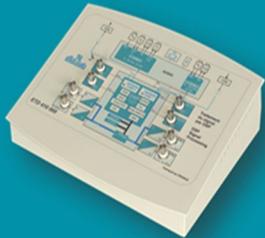
Signal d'entrée

Signal filtré

Observation de l'atténuation en fonction de la fréquence

# FIBULA interactive

Environnement de développement graphique et interactif



Plateforme DSP ETD 410 000



Modules HF Émission Réception  
Software Defined Radio



## Structure des TP

The screenshot displays the FIBULA interactive environment with several callouts explaining the project structure:

- Répertoire Principal**: Points to the main project directory.
- TP Niveau\_III\_IV importez du Cd-Rom..**: Points to the specific project level.
- Sélection du répertoire général Niveau\_III\_IV,**: Points to the selection of the general directory for the project level.
- Ajout du répertoire User\_data car des fonctions ; Semis-Flash, UPDOWNCOPT, GénévX, ... n'existaient pas dans Fibula, et ont du être créés spécifiquement pour l'étude des convertisseurs**: Explains the addition of the User\_data directory for specific functions not in the standard library.
- Etude des CNA\_CAN**: Points to the CNA\_CAN project name in the settings.
- Répertoire User\_data permettant le partage commun, de tout les block qui y sont présent, à tous les répertoires étant au même niveau d'arborescence..**: Explains the purpose of the User\_data directory for sharing blocks across levels.

**Project Settings** (visible in the screenshot):

- Folder for Projects: C:\ProgETD410\niveau\_III\_IV
- Use Personal Lib: C:\ProgETD410\niveau\_III\_IV\User\_data
- Use External Lib: C:\Documents and Settings\All Users\Documents\FIBULA\ExtLib
- PROJECT NAME: CNA\_CAN
- Target Options: Target 410014, Connected Module Nr 0, Core0 Core1
- Include S/W DSP56300 Debugger: Code without Debugger (selected)

**File Structure (Right Panel):**

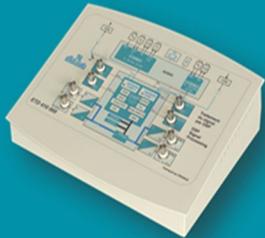
- ProgETD410
  - Figra
  - niveau\_III\_IV
    - All\_appli
    - Bode
    - CNA\_CAN
    - Blocklib
    - Lib
    - Programs
    - Filtre\_Univ
    - Filtres\_Anal
    - Fonctions\_L
    - User\_data
    - Blocklib
    - Catalogu
    - Demos
    - Lib

**File List (Right Panel):**

Nom
5order_lpf.fib
100.fib
and3e.fib
and4e.fib
and5e.fib
B_TYPE_D.fib
Bascul_rbsb.fib
Bascule_RS.fib
bode.fib
CAN_Flash6b.fib
cansemiflash.fib
CLK_symb.fib
cna6bits.fib
CNA-3BITS.fib
CNA_2BITS.fib
cna ia.fib

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

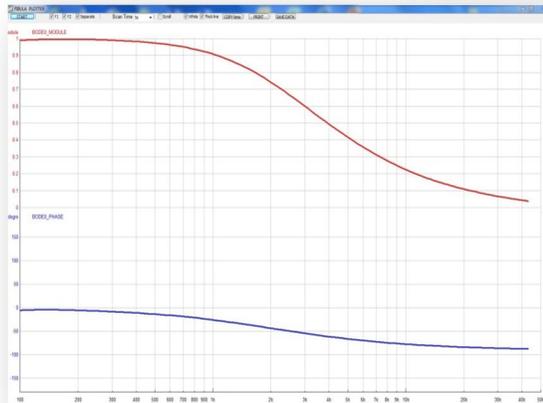
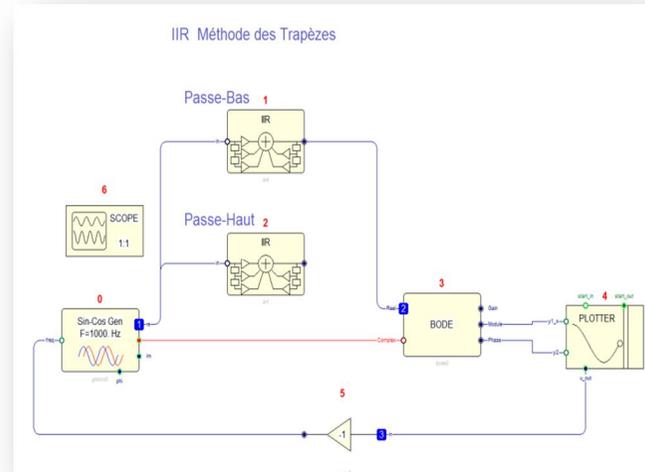


Plateforme DSP  
ETD 410 000

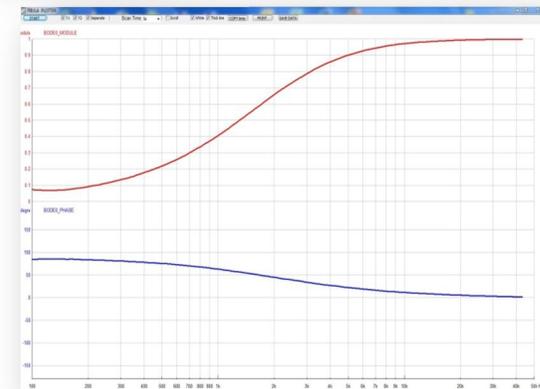


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Filtrage numérique – Diagramme de Bode



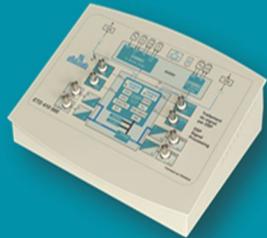
Passe Bas



Passe Haut

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



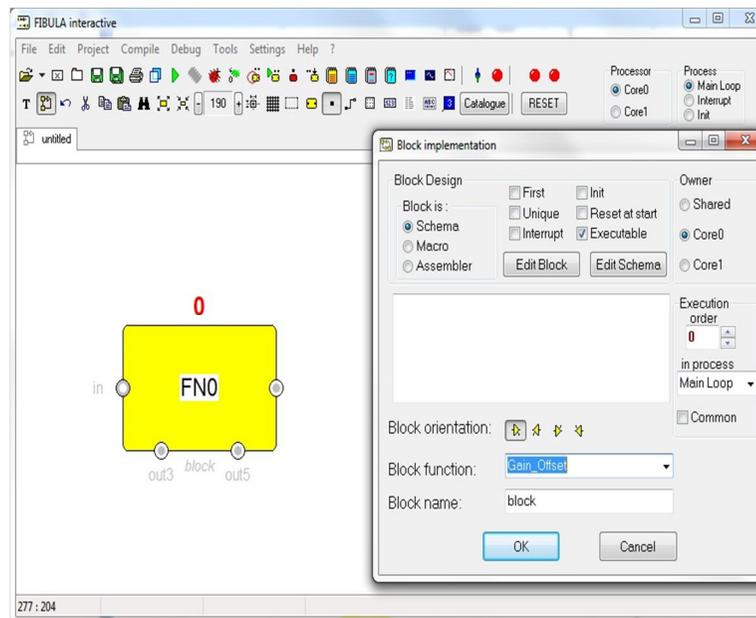
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

# Créer de nouveaux blocs

Cliquez sur l'icône 

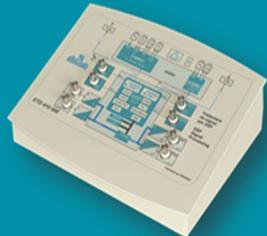
Avec l'icône , ajouter les entrées/sorties que vous souhaitez pour votre nouveau bloc

Faites un clic droit sur le block, attribuez un nom dans le champ « block function », et les options Schéma, Executable, Core0,



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



# Créer de nouveaux blocs

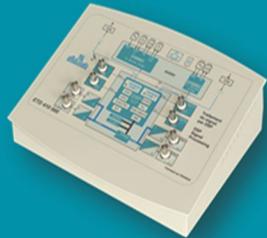
## Définition des entrées / sorties

The screenshot displays the FIBULA interactive development environment. The main workspace shows a block named 'GAIN\_OFFSET' with four pins: 'in' (circled in orange), 'out', 'in2', and 'in3'. A red '0' is positioned above the block. A 'Pin properties' dialog box is open, showing the configuration for the 'in' pin. The 'Data direction' is set to 'Input', 'Connection' is 'Required', and 'Data Type' is 'FRACT'. The 'Parent' is 'block', 'Pin Name' is 'in', and 'Data structure' is 'WORD'. The 'Options' section includes 'Memory Field', 'Fixed Address (hex)', and 'Message'.

417 : 339

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



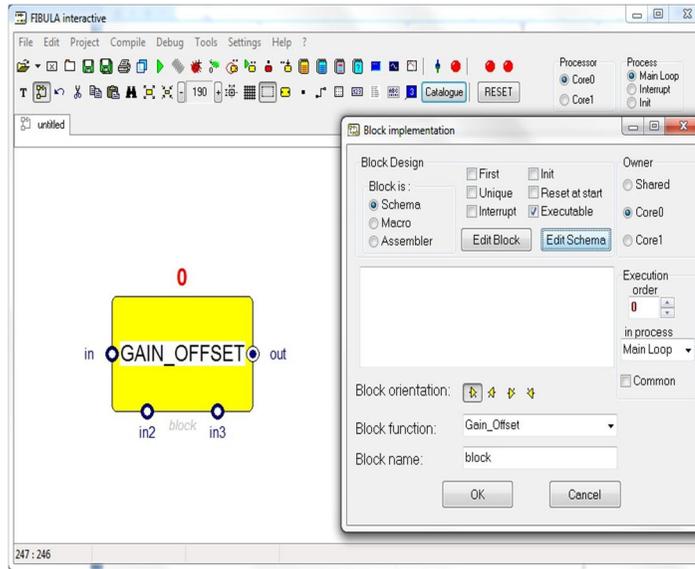
Plateforme DSP  
ETD 410 000



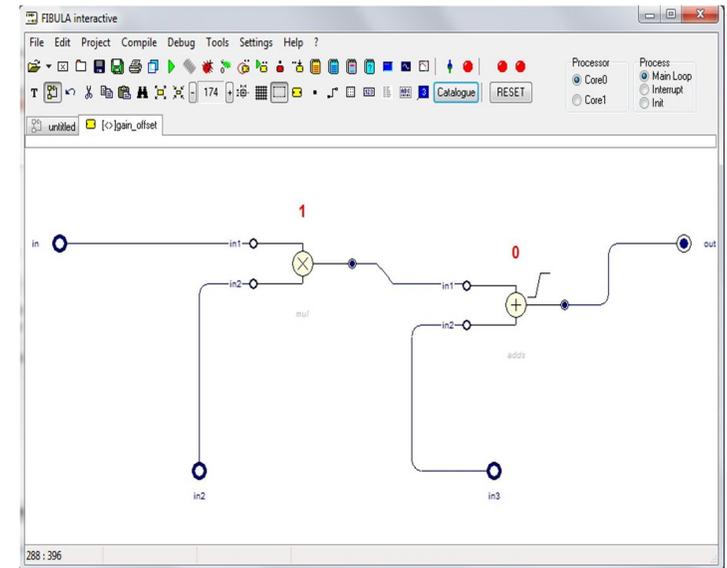
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

# Créer de nouveaux blocs

## Bloc externe

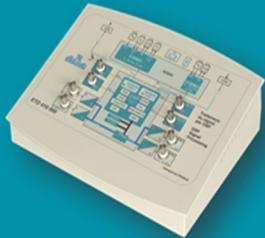


## Bloc Interne



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



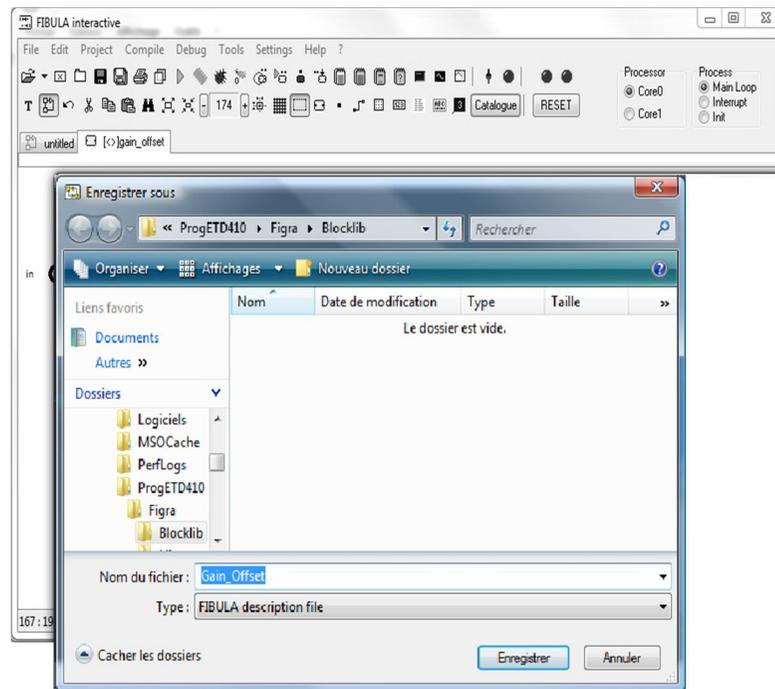
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

# Créer de nouveaux blocs

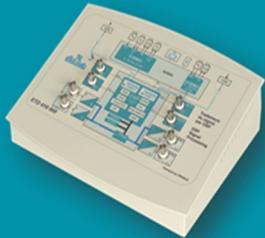
## Enregistrement



Pour enregistrer votre block, **Il faut être sur la structure interne**, et cliquez sur « File » puis « Save As ... » ,

FibulaG se place automatiquement dans le sous dossier Blocklib de votre répertoire personnel.

Vérifier que le nom du fichier est bien celui de votre block (Gain\_offset dans notre exemple), et cliquez sur « Enregistrer ».



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

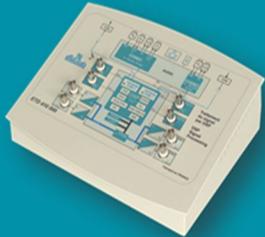
## Sujets étudiés

### Télécommunications : Bande de base

- **Codage de ligne**
  - NRZ, Manchester, AMI, ... etc.
- **Comparaison des spectres**
- **Chaîne de transmission complète**
  - *Émetteur, canal, récepteur*
  - *Canal idéal ou à bande limitée*
  - Adjonction de bruit Gaussien
  - ... etc.

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000

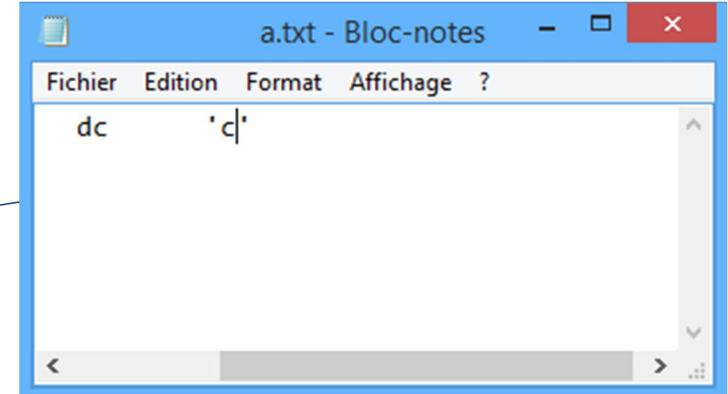
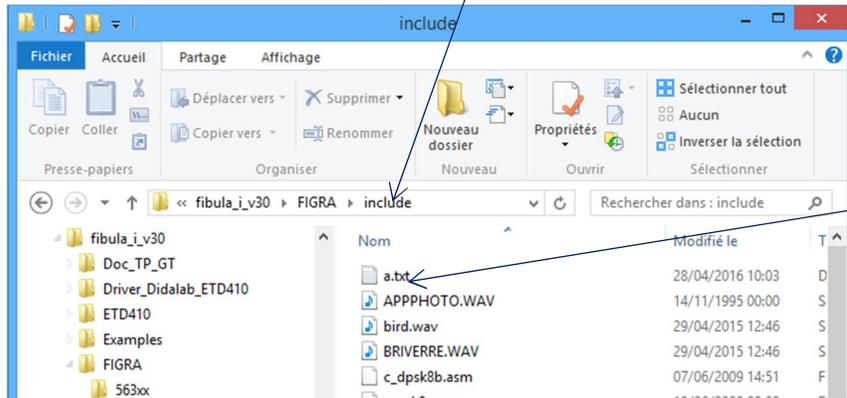


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

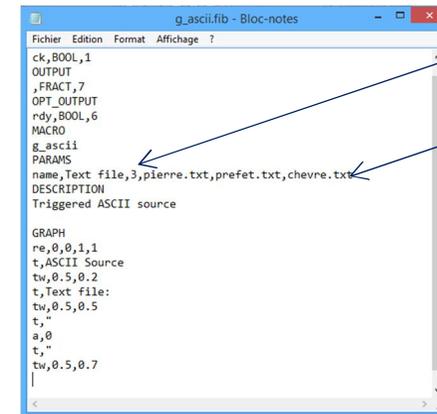
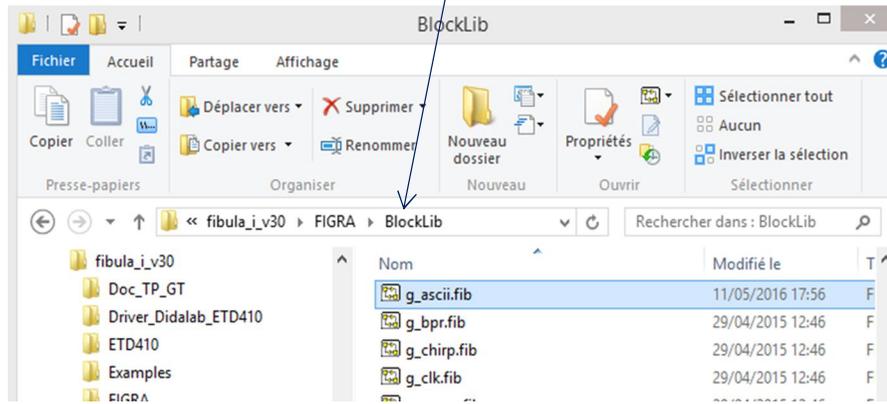


## Création d'un Nouveau Texte

Allez dans le répertoire **include** de Figma, ouvrir le fichier pierre.txt puis remplacer le contenu par la lettre **c** . Enregistrer le fichier sous le **nom a.txt**



Allez dans le répertoire **BlockLib** de Figma, ouvrir le fichier g\_scii.fib avec Bloc Notes

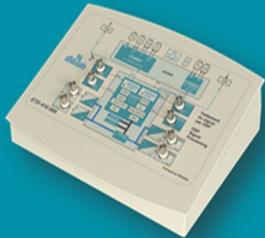


Mettre 4

Ajouter ,a.txt

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



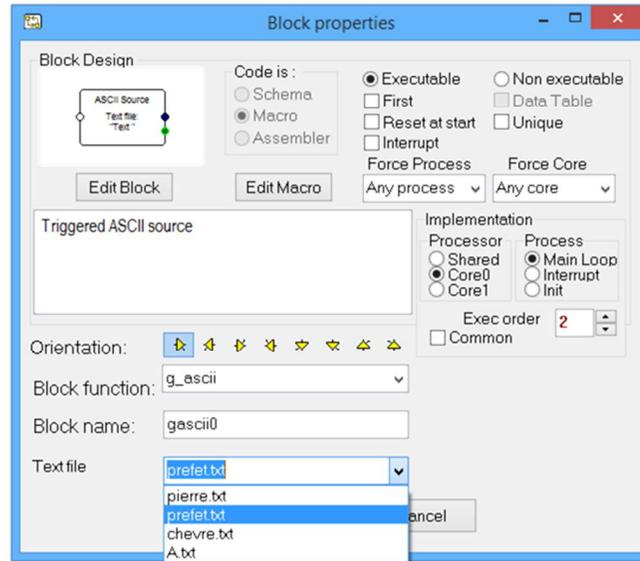
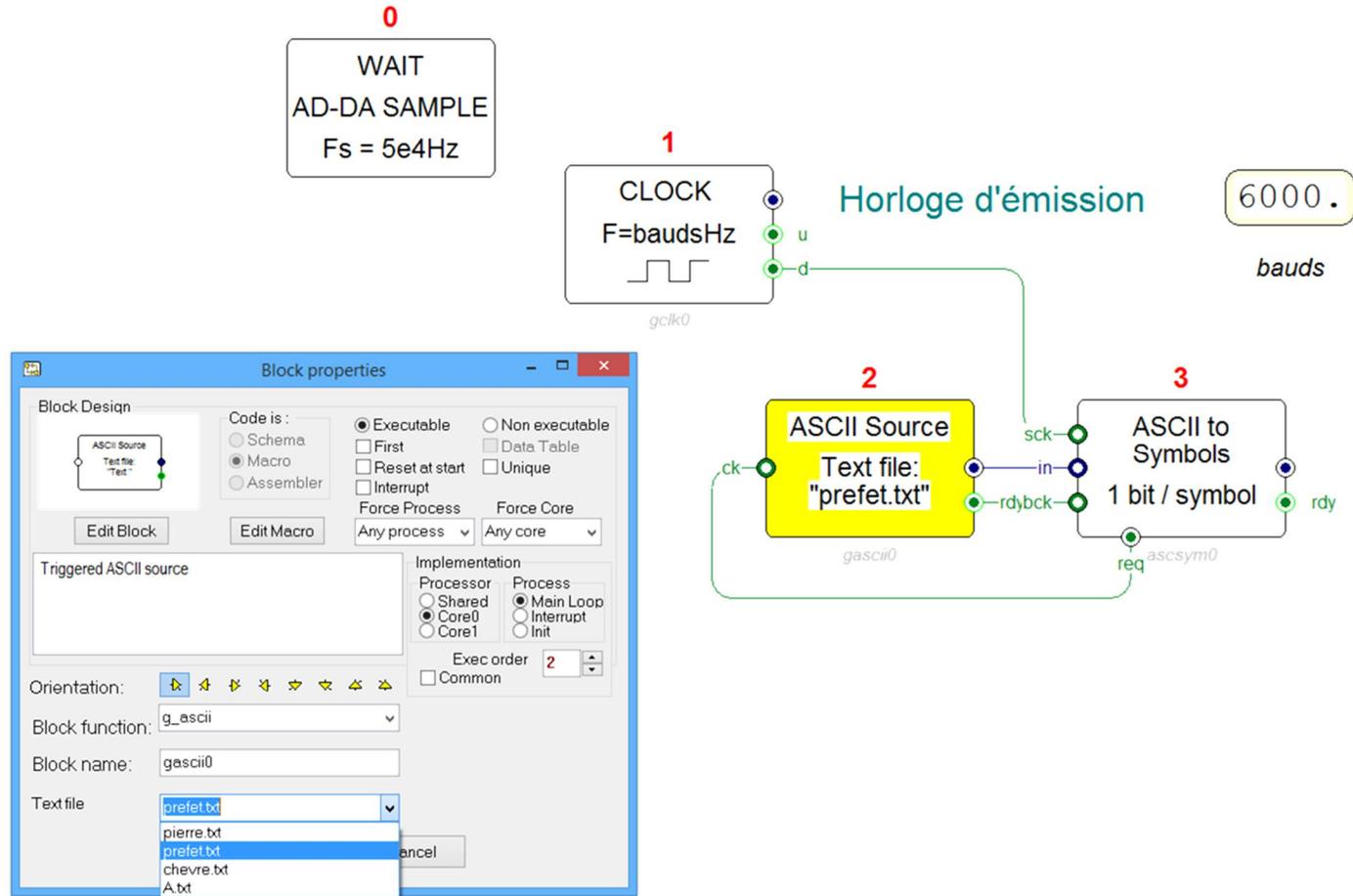
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

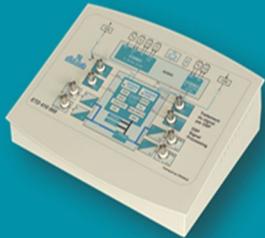


## Code ASCII / Bit par Symbol



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

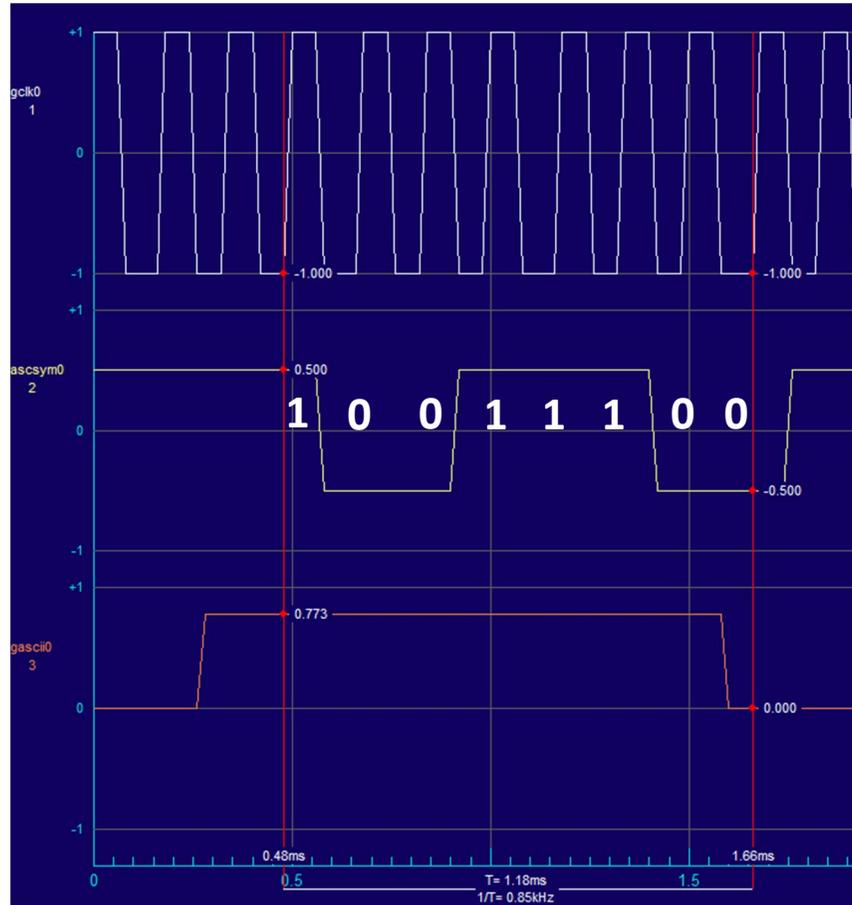


Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*

## Code ASCII / c en 1 Bit par Symbol



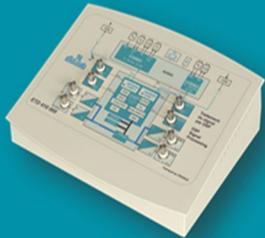
Horloge d'émission:  
8 clock pour  
1 caractère ASCII de 8 bits

Code ASCII lettre c  
c = # 63 = 0 1 1 0 0 0 1 1

Codage d'un Symbole en  
1,18ms

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



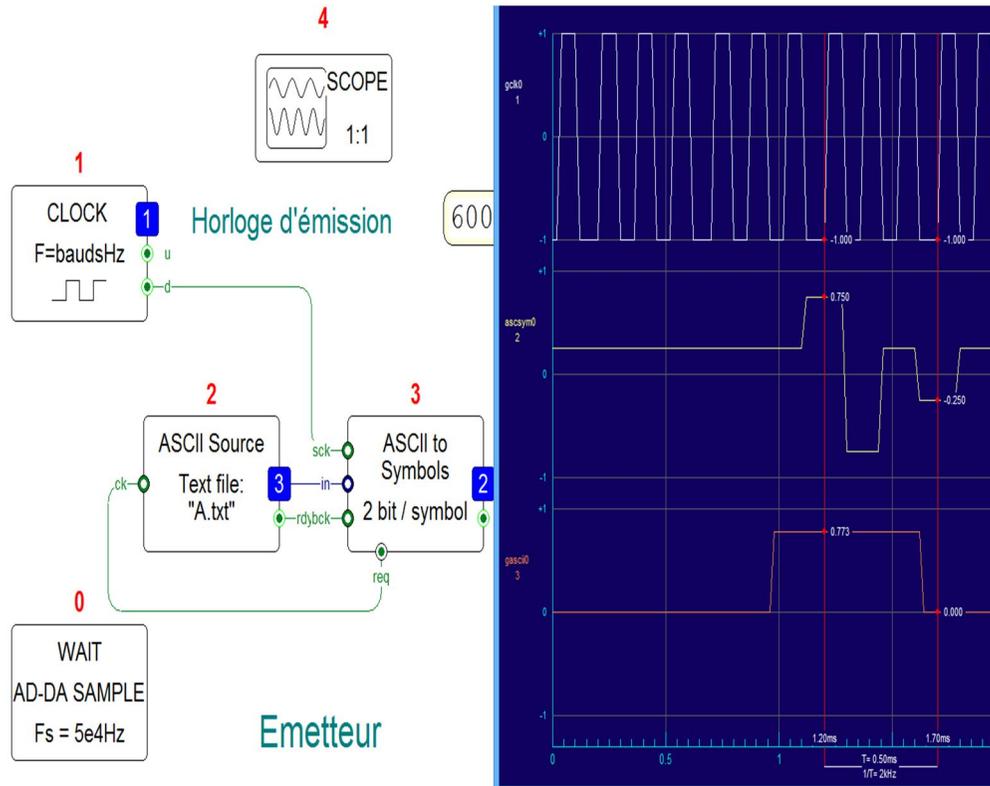
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



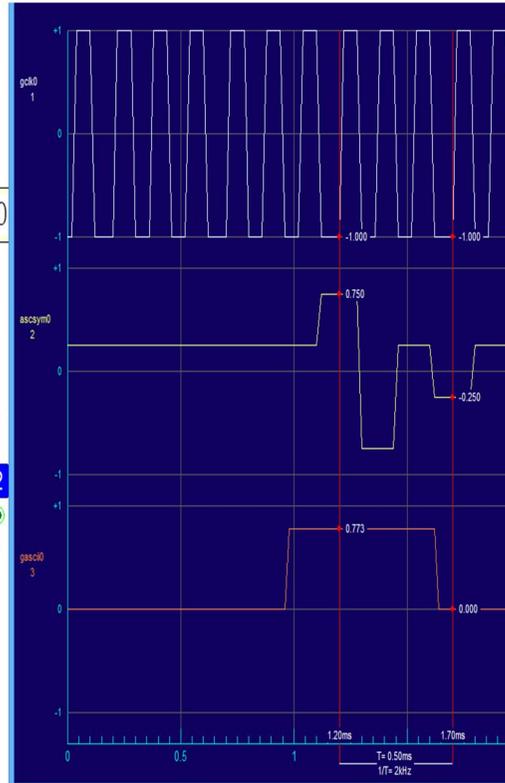
## Code ASCII / c en 2 Bit par Symbol



Horloge d'émission:  
4 clock pour  
1 caractère ASCII de 8 bits

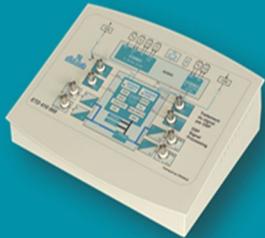
Code ASCII lettre c  
c = # 63 = 01 10 00 11  
Niveaux 0,75 -0,75 0,25 -0,25

Codage d'un Symbole en  
0,50ms



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



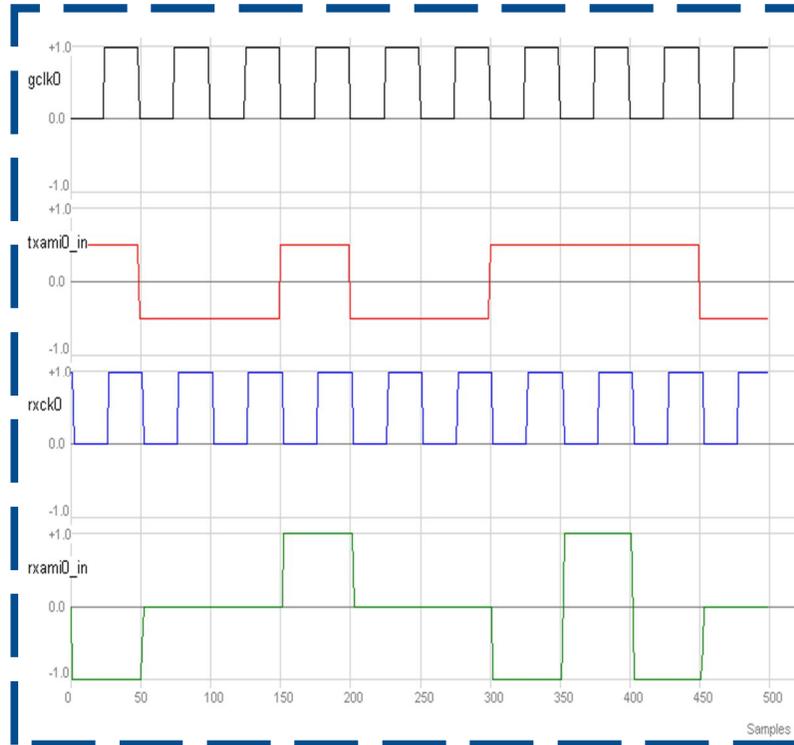
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Codage AMI – Canal idéal – Oscillogrammes



Horloge d'émission

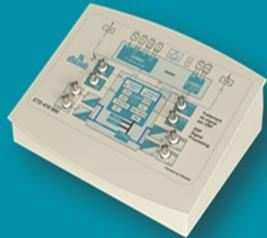
Flux à l'émission

Horloge de  
réception

Flux codé à la  
réception

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

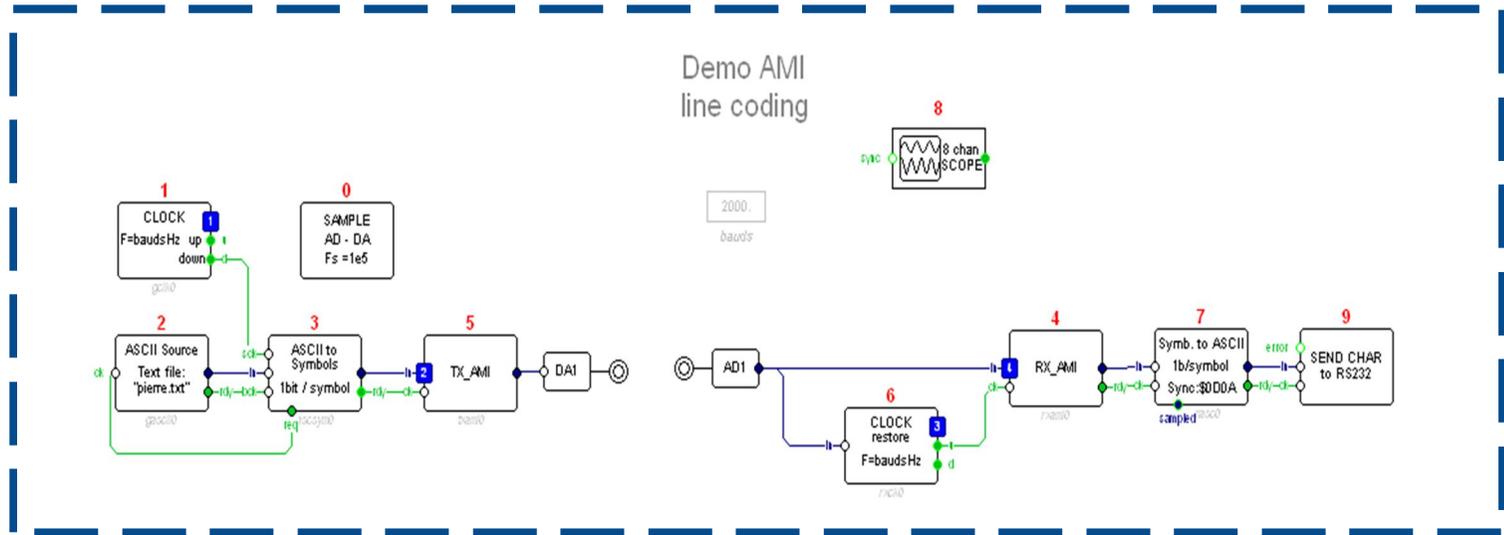


Plateforme DSP  
ETD 410 000



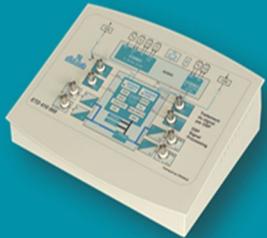
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Codage AMI – Canal idéal – Schéma du montage



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



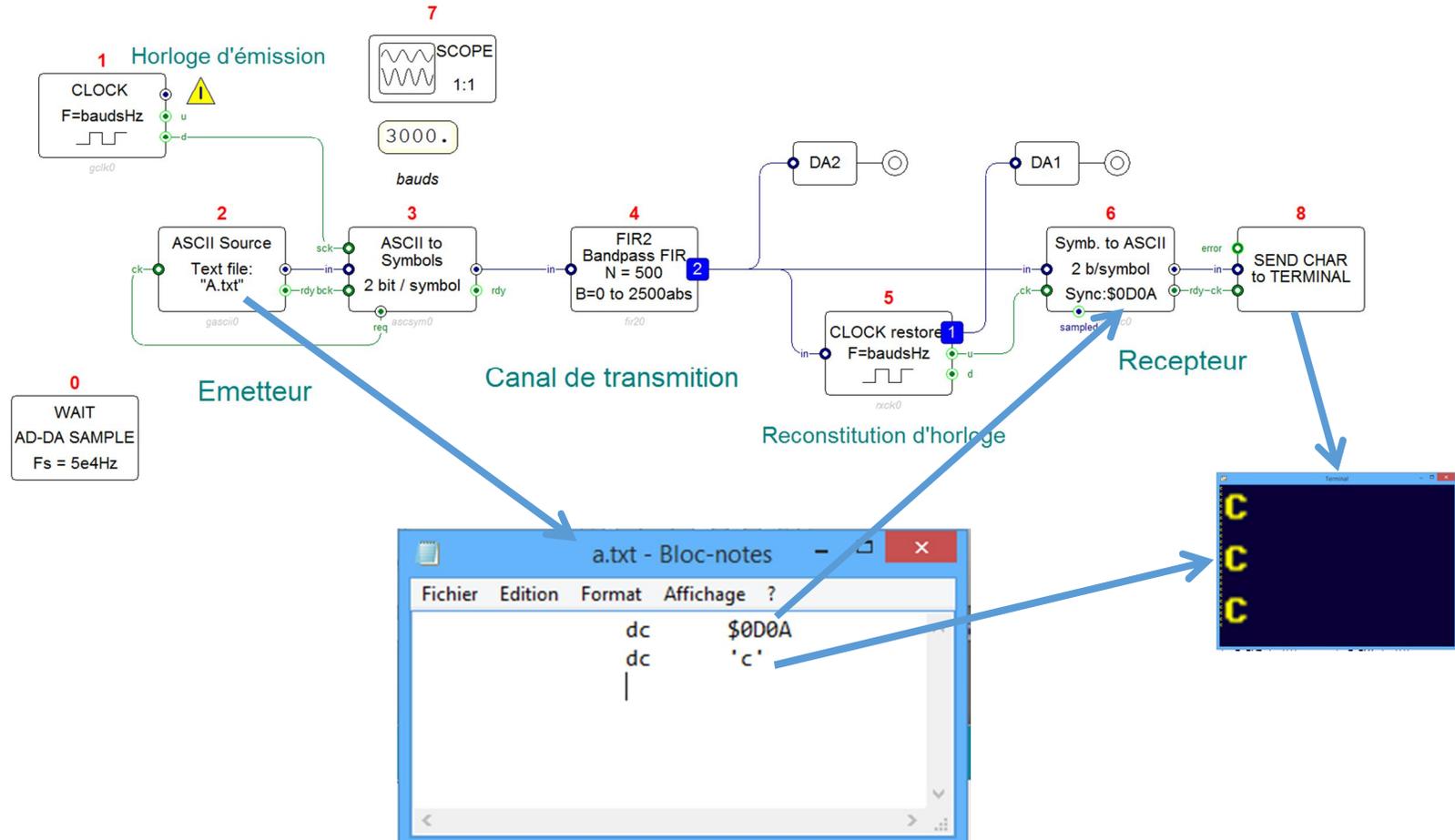
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



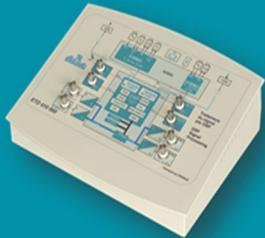
## Canal à bande limitée – Schéma



Modifier le contenu du fichier a.txt avec la ligne synchro définie dans le bloc **Symb/ASCII**

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



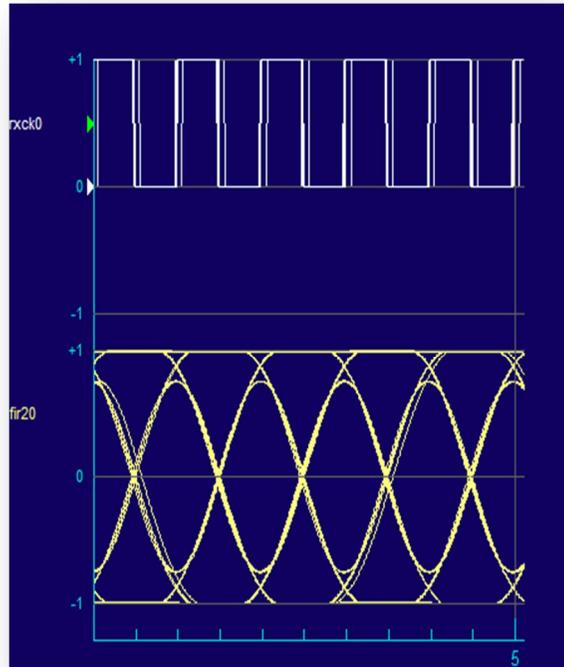
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Canal à bande limitée – Diagramme de l'œil

Flux à l'émission : 1000 Bauds – BP du canal : 10 – 500Hz

### Oscilloscope Virtuel



Horloge à la  
réception

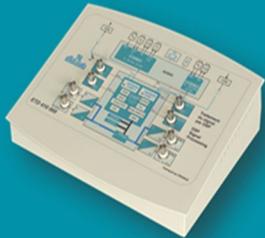
Diagramme de  
l'œil ouvert,  
réception possible

### Terminal

```
... Le sous-préfet regarda tristement sa serviette en cuir en goûtant  
il songe au fameux discours qu'il va falloir prononcer tout à l'heure  
devant les habitants de la Combe-aux-Fées:  
- Messieurs et chers administrés, ... Mais il a beau tortiller la langue  
de ses favoris et répéter vingt fois de suite:  
- Messieurs et chers administrés, ... La suite du discours ne vient pas  
Il fait si chaud dans cette calèche !... A perte de vue, la route de la  
Combe-aux-Fées poudroie sous le soleil du Midi.  
  
Alphonse Daudet Lettres de mon moulin.  
  
Le sous-préfet aux champs  
  
... Le sous-préfet est en tournée.  
... L'emperte majestueusement au concours régional de la Combe-aux-Fées
```

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



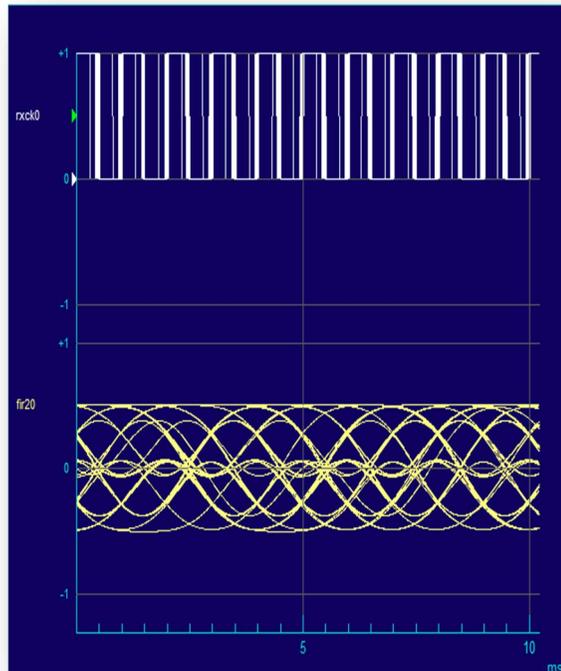
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Codage NRZ– Canal à bande limitée – Diagramme de l'œil

Flux à l'émission : 1000 Bauds – BP du canal : 10 – 350Hz

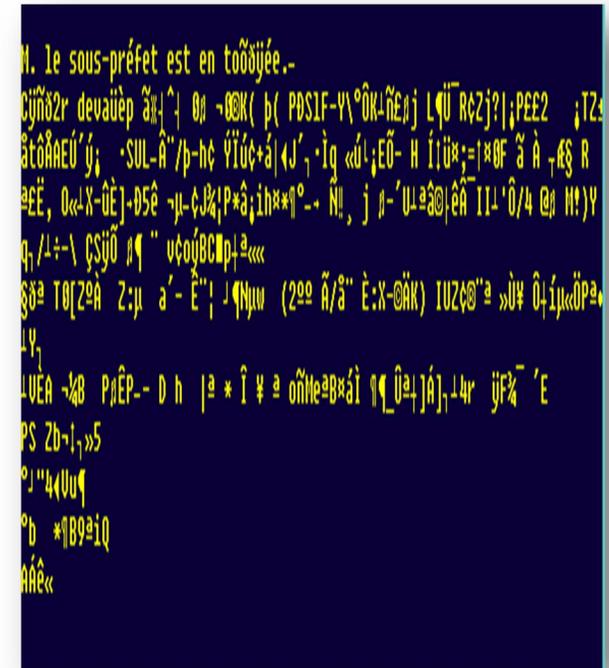
### Oscilloscope Virtuel



Horloge à la  
réception

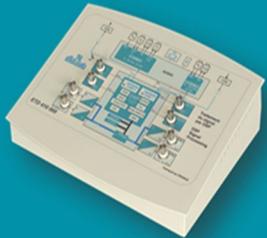
Diagramme de  
l'œil fermé,  
réception  
impossible

### Terminal



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



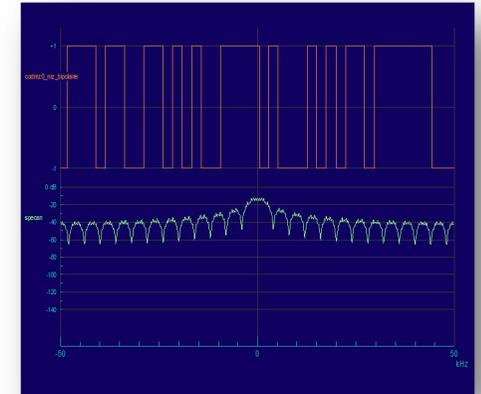
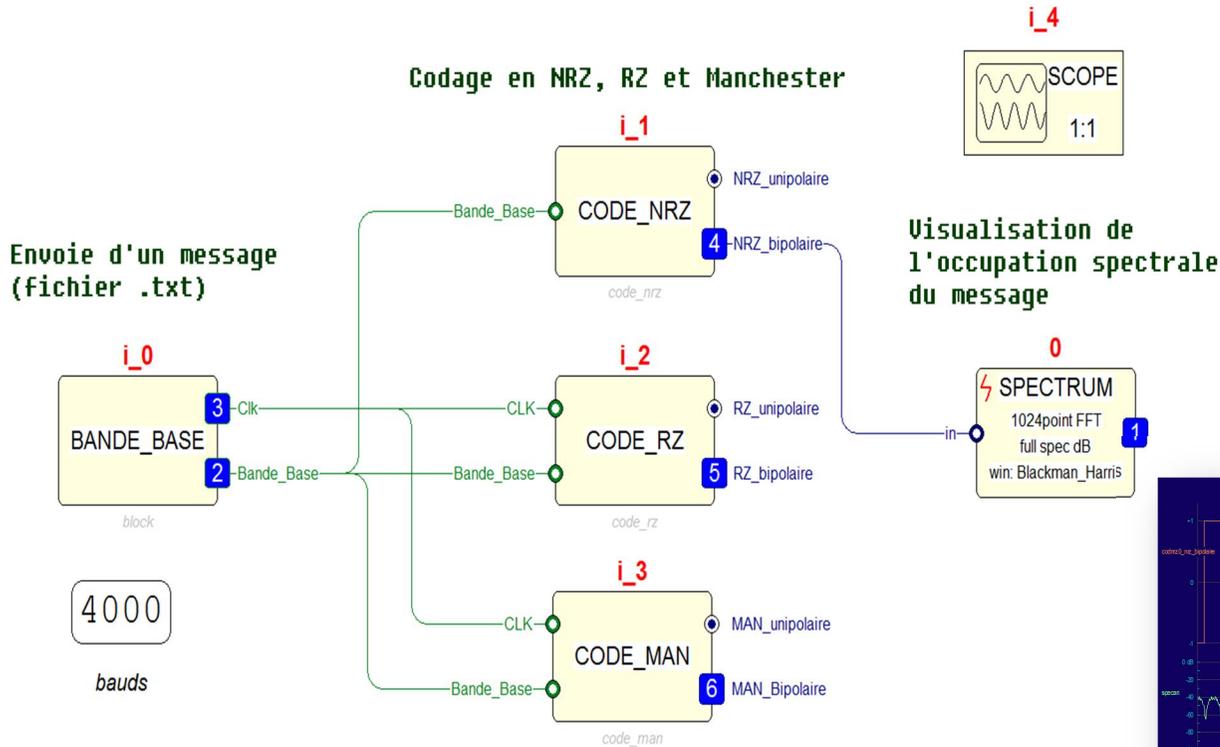
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

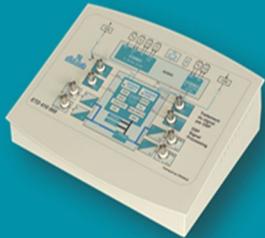


# Codage en Bande de Base NRZ - RZ - MAN

## Codage en Bande de Base

### Codage en NRZ, RZ et Manchester





Plateforme DSP  
ETD 410 000



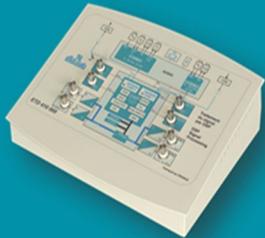
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Codage en Bande de Base NRZ - RZ – MAN Tableau Récapitulatif

Codage	Avantage	Inconvénients
NRZ	L'essentiel de l'énergie est compris dans une bande passante égale à $BP = 1/T_B = F_B$	L'amplitude du spectre est nulle à la fréquence $1/F_B$ d'où difficulté de récupération de la fréquence d'horloge de transmission du bit. Energie non nulle en continu (à la fréquence 0Hz).
RZ-50%	L'amplitude du spectre à la fréquence $1/F_B$ existe d'où la possibilité de récupérer la fréquence d'horloge de transmission du bit.	L'essentiel de l'énergie est compris dans une bande passante égale à $BP = 2/T_B = 2F_B$ donc plus large. Energie non nulle en continu (à la fréquence 0Hz).
MANCHESTER	Energie non nulle en continu (à la fréquence 0Hz). L'amplitude du spectre à la fréquence $1/F_B$ existe d'où la possibilité de récupérer la fréquence d'horloge de transmission du bit.	L'essentiel de l'énergie est compris dans une bande passante égale à $BP = 2/T_B = 2F_B$ donc plus large.

**FIBULA**  
**interactive**

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*



## Sujets étudiés

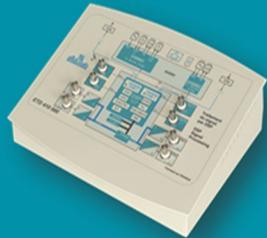
# Télécommunications :

## Modulations Analogiques

- Modulation AM
- Modulation FM

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

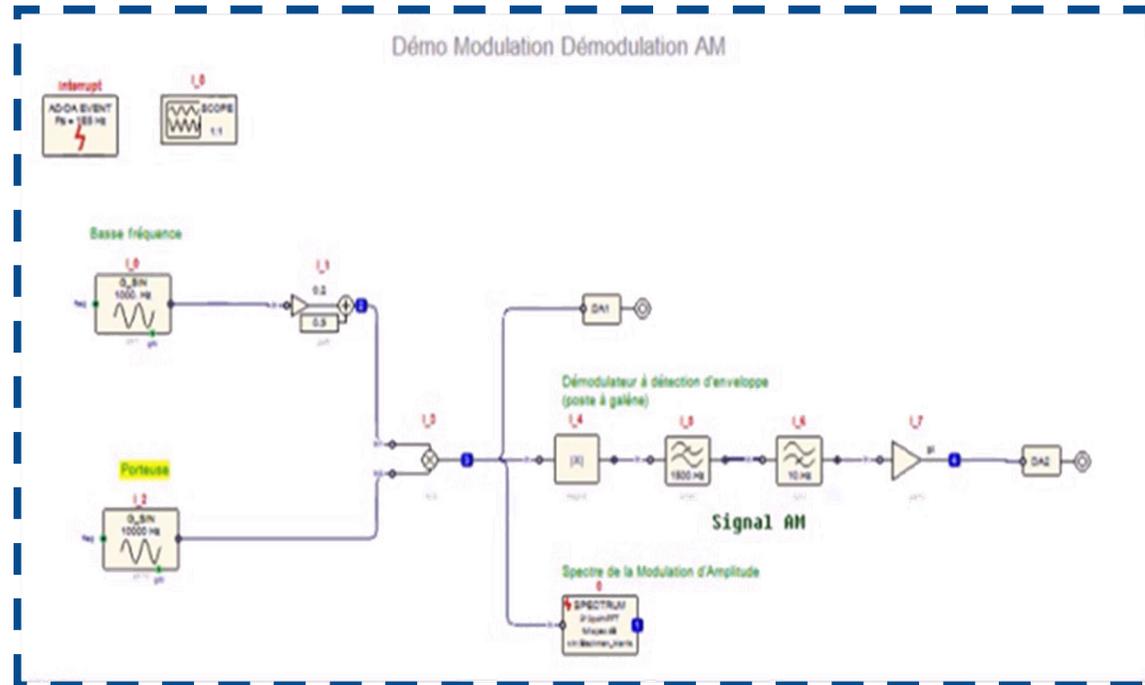


Plateforme DSP  
ETD 410 000



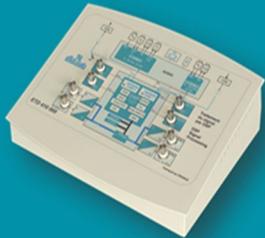
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Modulation AM – Schéma du montage Interne



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000

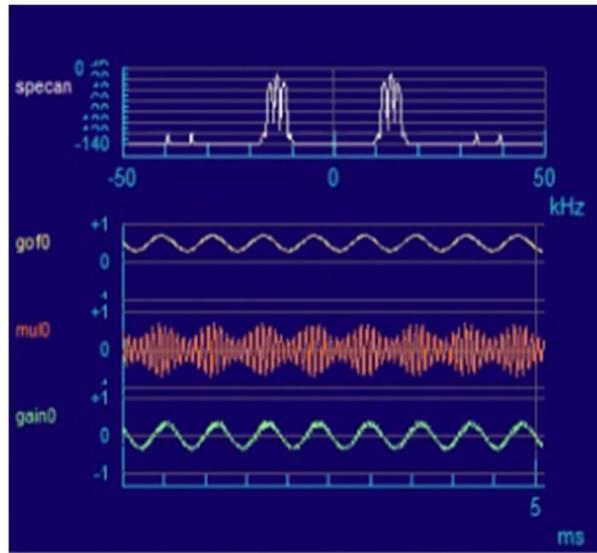


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Modulation AM – Scope

### Oscilloscope Virtuel



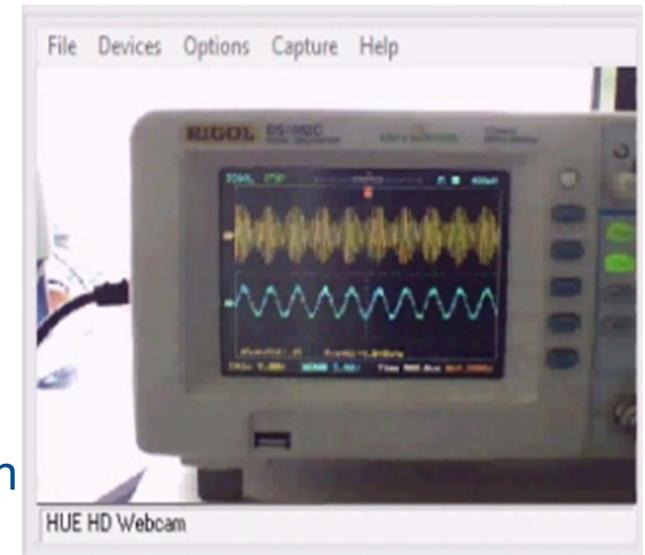
Spectre

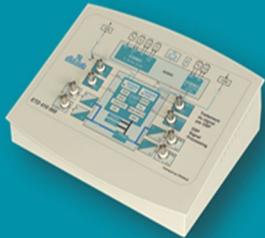
Flux à l'émission

Modulation

Flux à la réception

### Oscilloscope Réel





Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*

## Sujets étudiés

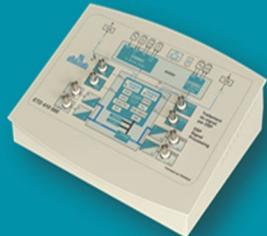
# Télécommunications :

## Modulations Numériques

- Modulateur I Q
- Modulation d'amplitude ASK
- Modulation de phase PSK
- Modulation en phase et en amplitude QAM
- Modulations de fréquence FSK,
- Modulation OFDM

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif

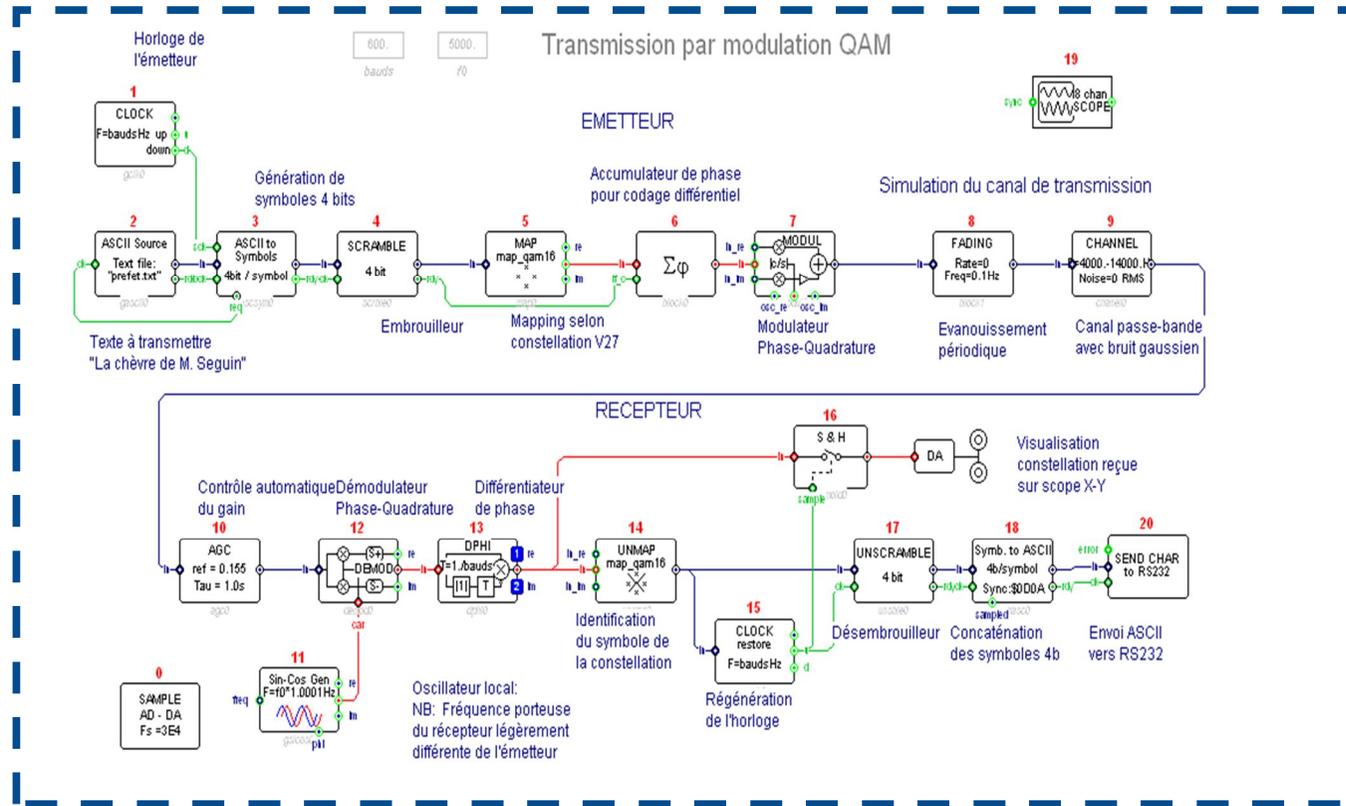


Plateforme DSP  
ETD 410 000



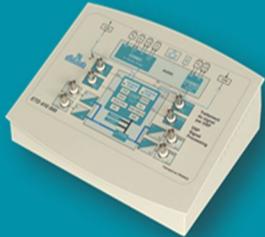
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

# Modulation QAM16 – Schéma du montage



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



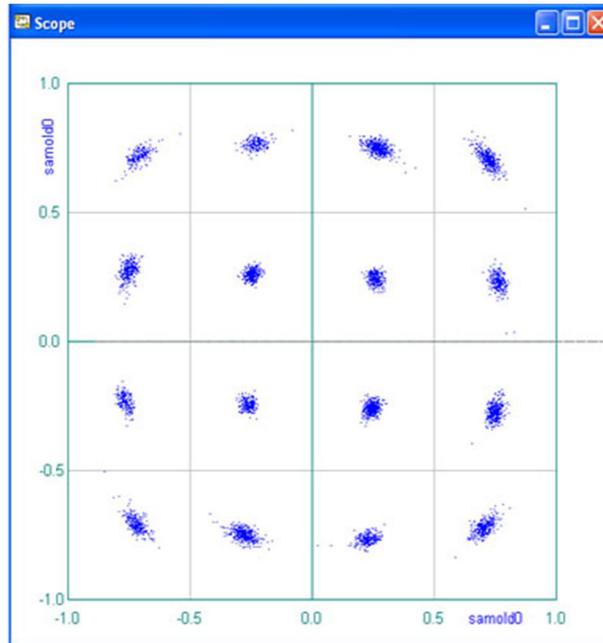
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



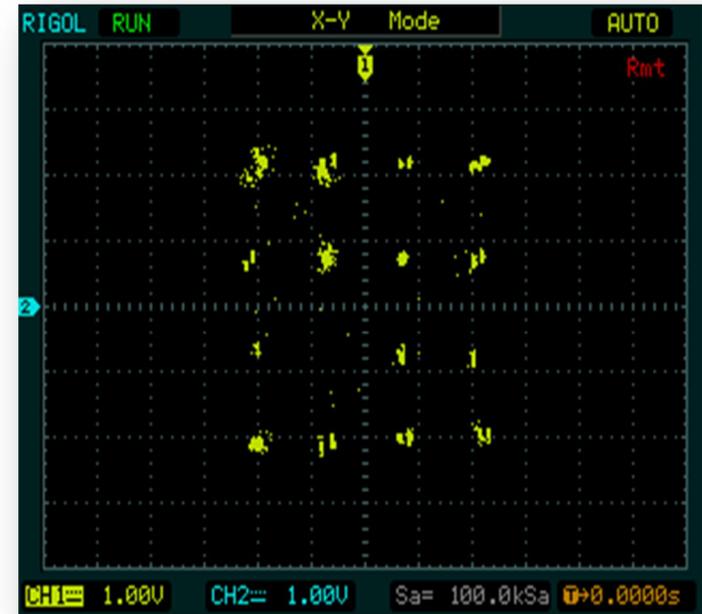
# Modulation QAM – canal idéal – Constellation

Canal sans bruit

Oscilloscope Virtuel

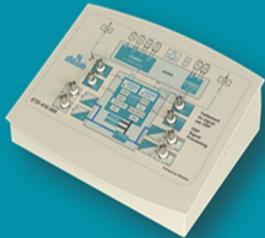


Oscilloscope Réel



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



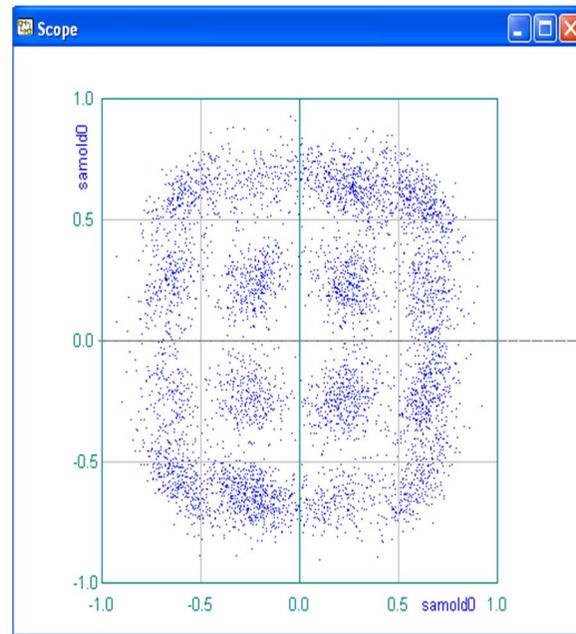
Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



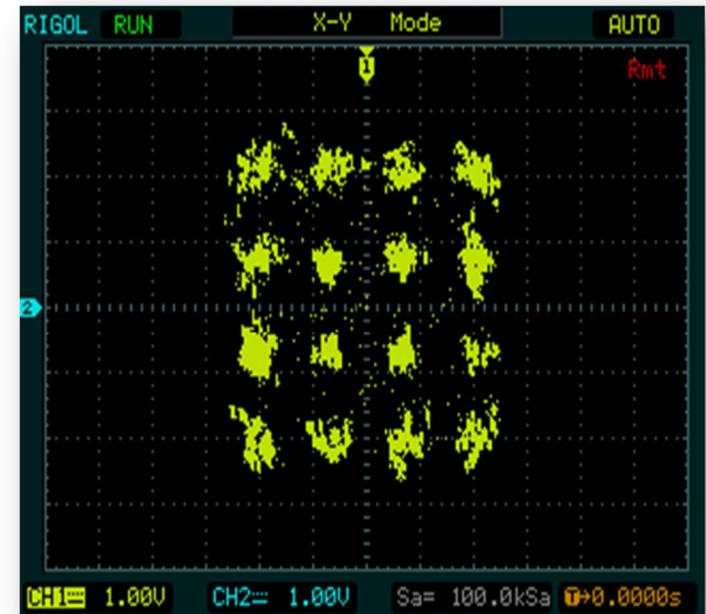
# Modulation QAM – canal bruité – Constellation

Adjonction d'un bruit Gaussien - écart type : 0.1 V

Oscilloscope Virtuel

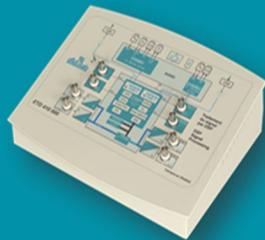


Oscilloscope Réel



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



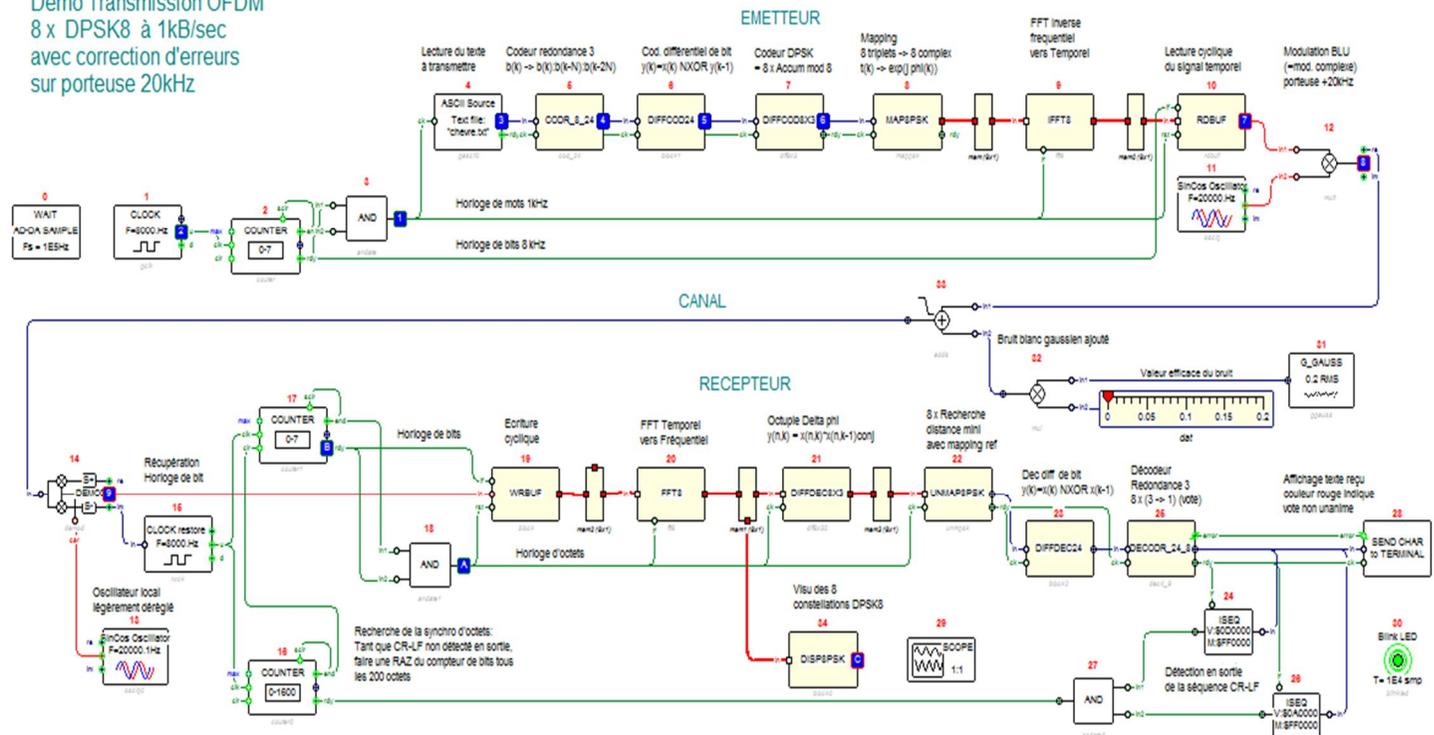
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

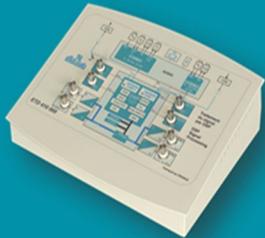
# Modulation OFDM – Schéma du montage

Démo Transmission OFDM  
8 x DPSK8 à 1kB/sec  
avec correction d'erreurs  
sur porteuse 20kHz



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000

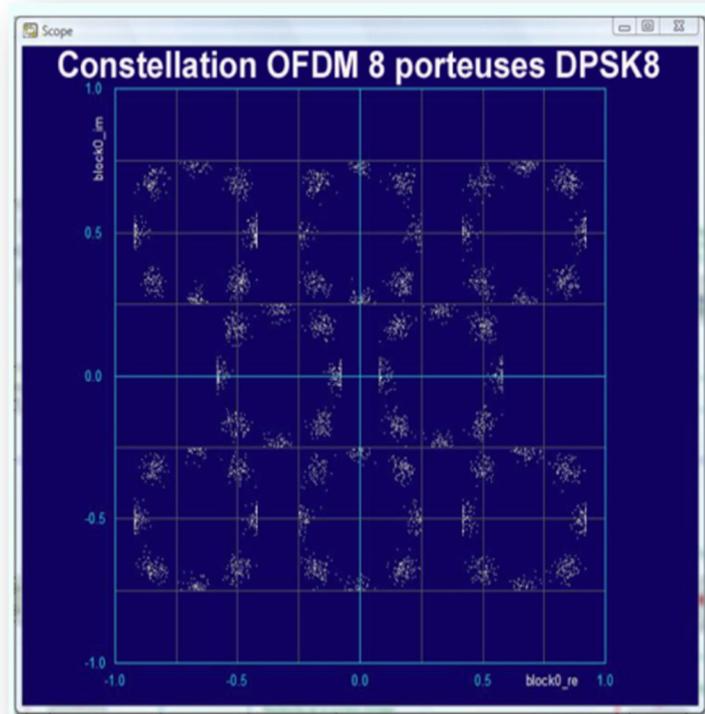


Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*



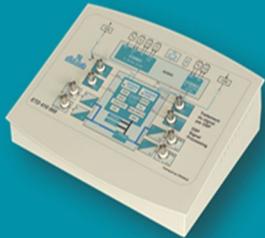
# Modulation QAM – canal bruité – Constellation

Oscilloscope Virtuel



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



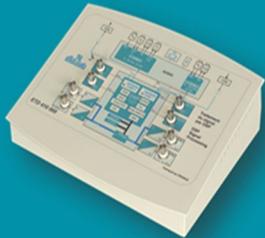
## Sujets étudiés

### CODEC

- Suppression d'écho
- Transposition
- Codeur Canal +

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



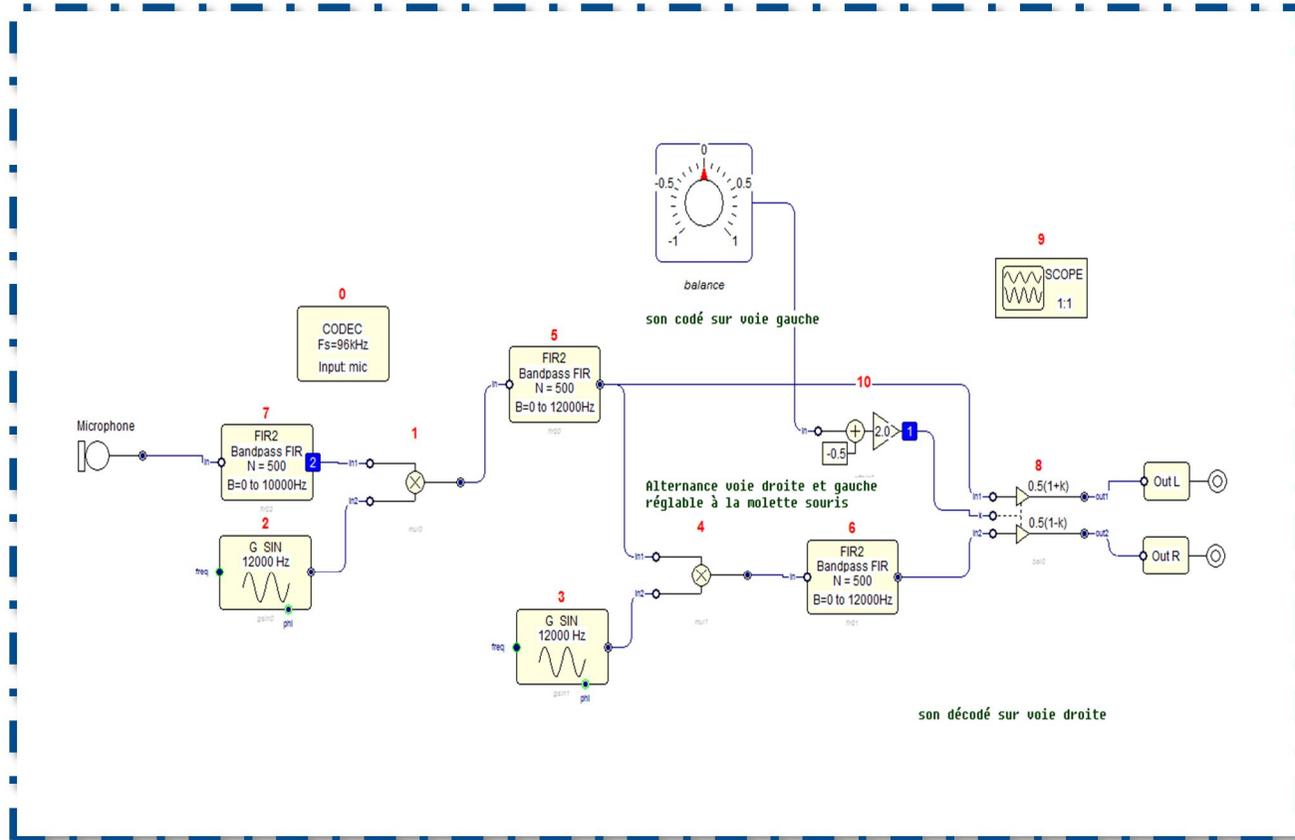
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

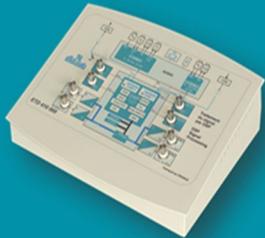


# Codeur C+



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



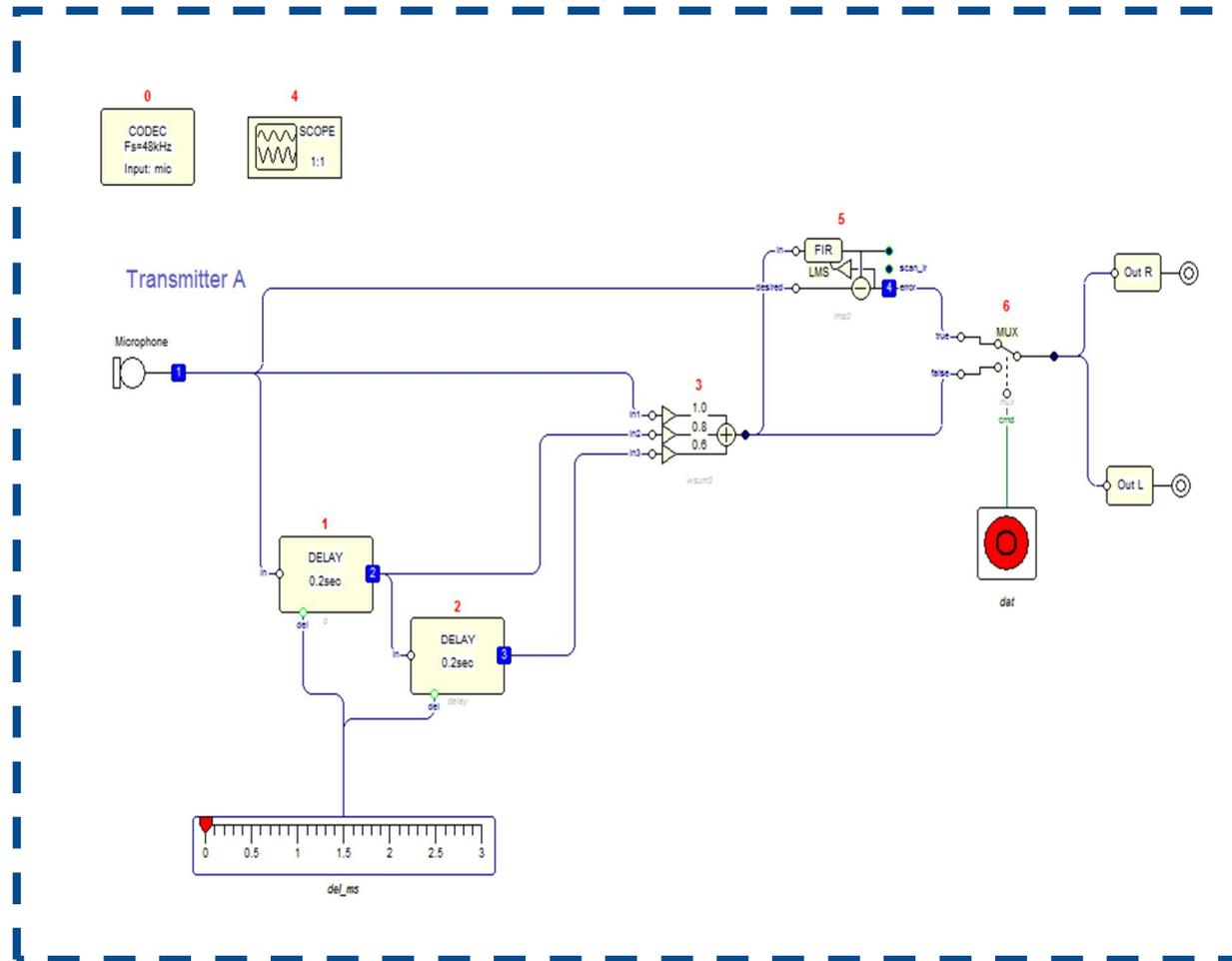
Plateforme DSP  
ETD 410 000

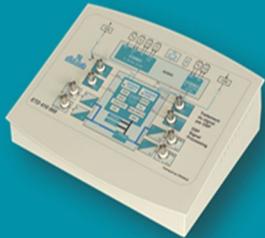


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



## Suppression Echo par filtre LMS





Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

## Sujets étudiés

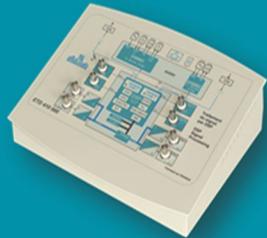
# Transmission Hertziennes

- Modulation AM FM
- Modulation ASK FSK



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



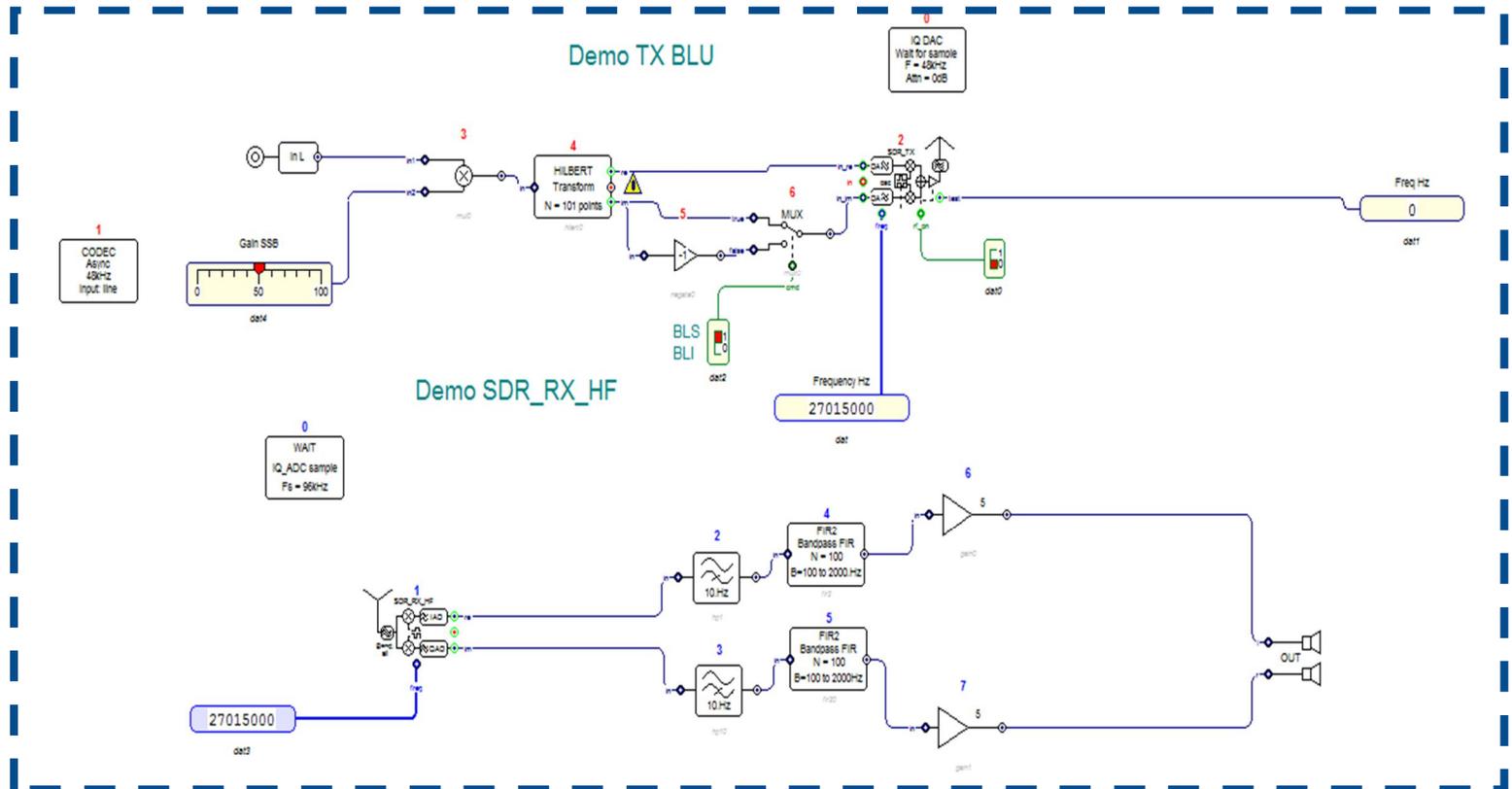
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

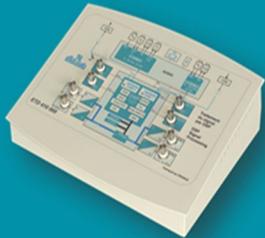


## Modulation AM -SDR



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



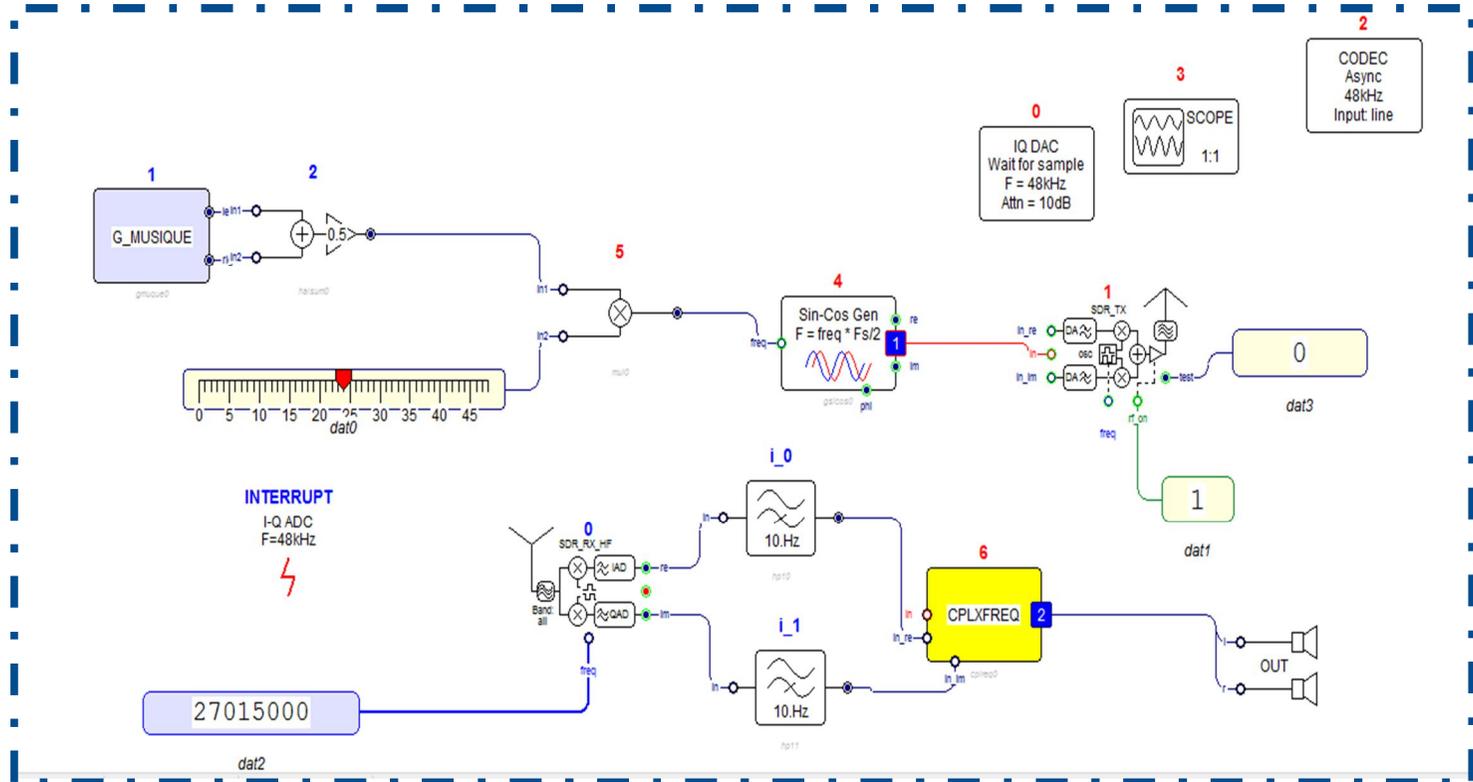
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

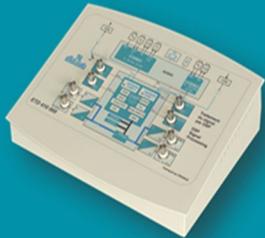


## Modulation FM -SDR



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000



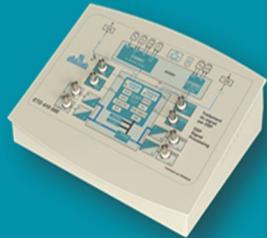
Modules HF Émission  
Réception  
*Software Defined Radio*



## Autres Exemples

# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



Plateforme DSP  
ETD 410 000

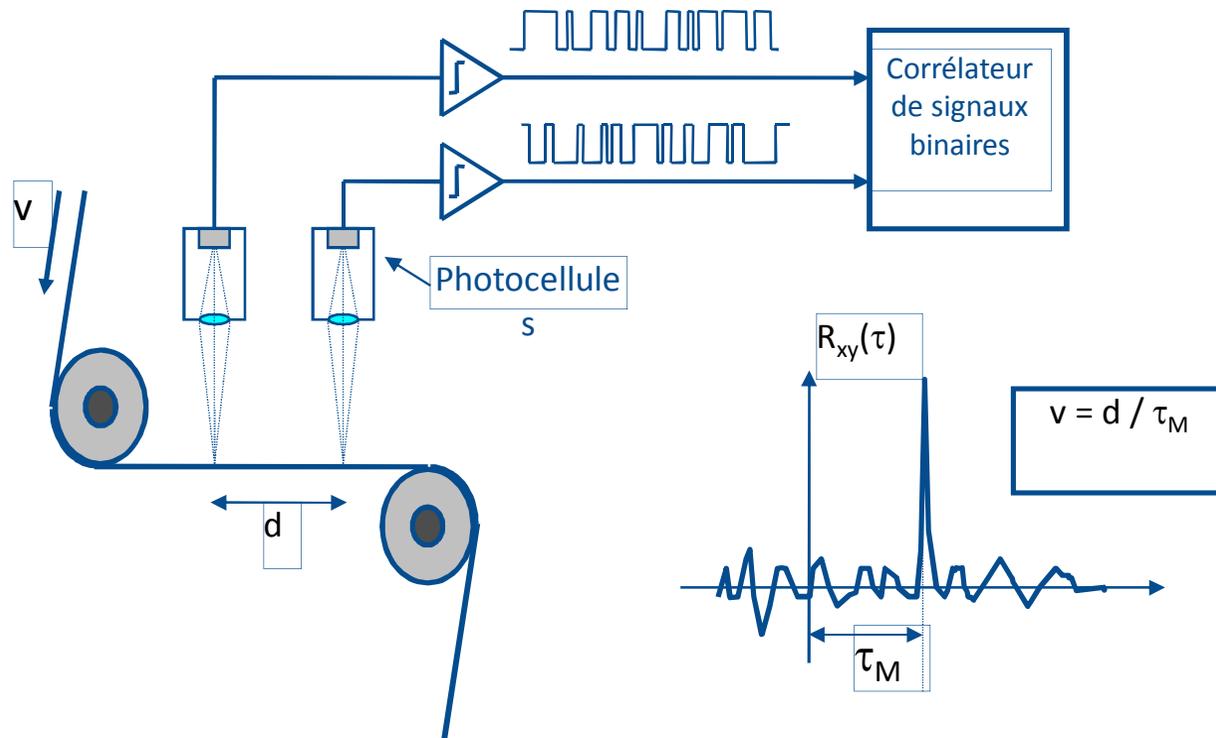


Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



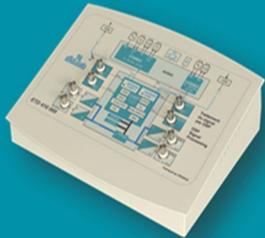
# Capteur de vitesse sans contact

## Capteur utilisé en papeterie



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



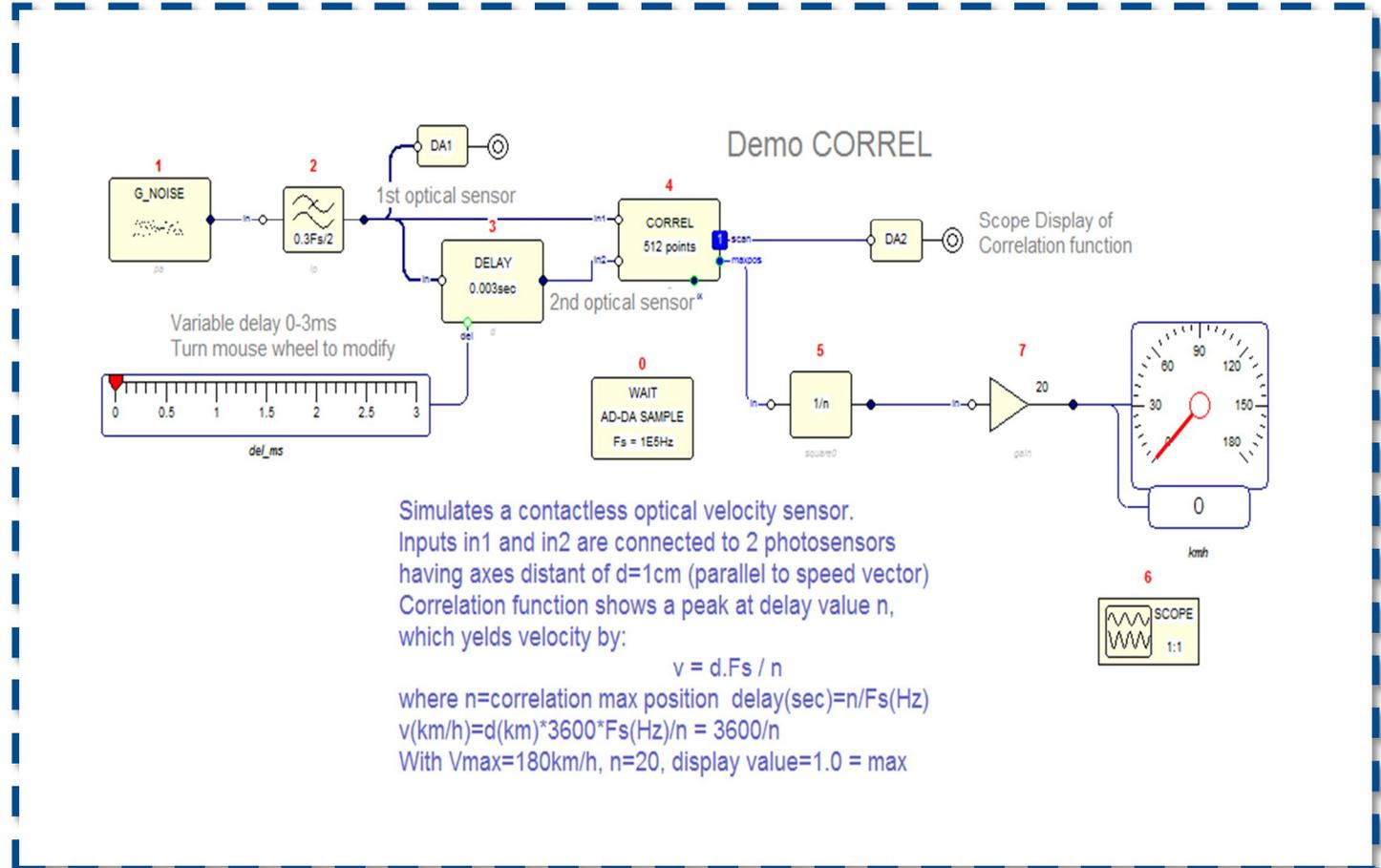
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio

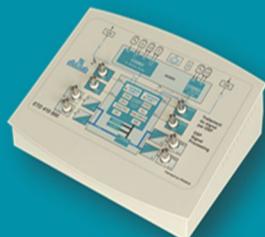


# Mise en œuvre sous Fibula I



# FIBULA interactive

Environnement  
de développement  
graphique et interactif



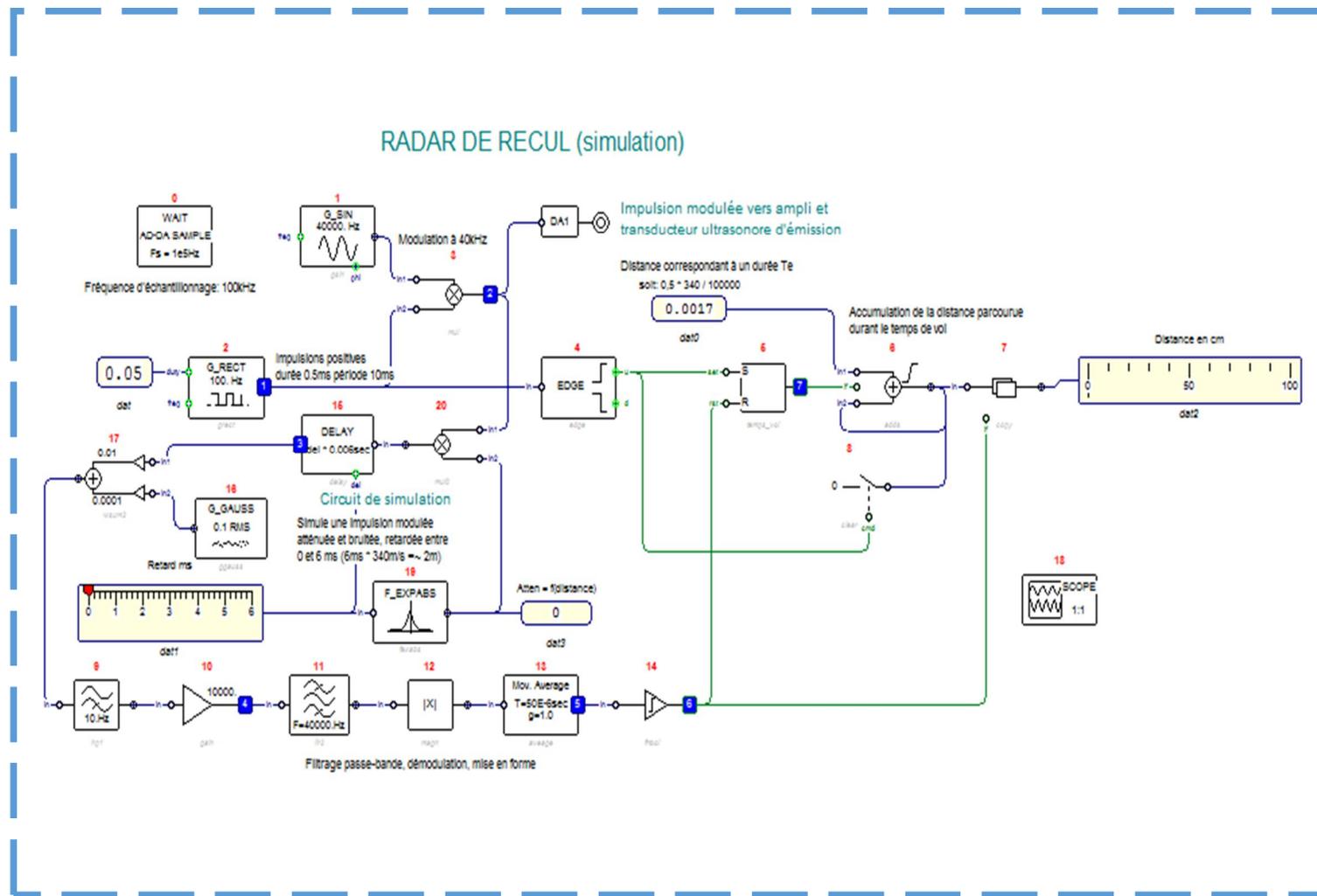
Plateforme DSP  
ETD 410 000



Modules HF Émission  
Réception  
Software Defined Radio



# Radar de recul







## didalab

Z.A. de la Clef Saint-Pierre  
5, rue du Groupe Manoukian  
78990 ELANCOURT

FRANCE



**(33) 1 30 66 08 88**

Du lundi au vendredi  
de 9 h à 12 h 30  
et de 14 h à 18 h



Fax: (33)1 30 66 72 20



**www.didalab.fr**

E-mail: [didalab@didalab.fr](mailto:didalab@didalab.fr)

