TIPE 2017

BAILLY

Thème : Optimalité : choix, contraintes, hasard

Sujet : Les courants porteurs en ligne (CPL)

Problématique : La technologie CPL connaît différents modes fonctionnement selon les besoins, mais le principe général est de superposer le réseau informatique au réseau électrique de 50Hz à une fréquence élevée. Comment optimiser cette transmission du signal ?

INTRODUCTION

Les moyens de connexion majoritaires actuels sont :

-Par câbles

-Par Wi-Fi

Ils présentent des inconvénients :

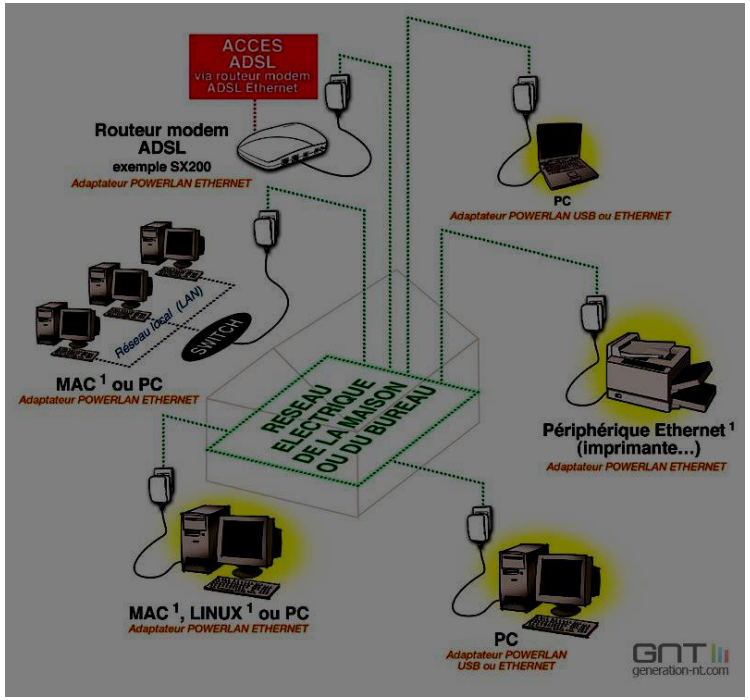
-Encombrement

-Perte de qualité de signal

Les CPL permettent donc d'optimiser la connexion filaire.

Principe de fonctionnement :

Mise en place d'un réseau informatique sur le réseau électrique par superposition de signaux à 30MHz surle réseau électrique à 50Hz.



- Deux types d’architectures :
- INDOOR
- OUTDOOR

- Deux types de CPL :
- Le haut débit : 2MHz – 30MHz, modulations multiporteuses de type OFDM
- Le bas débit : 3KHz – 150KHz, modulations de fréquence

Dans toute la suite on note :
La porteuse : $u_p(t)=A_p\cos(2\pi f_p t)$
Le signal modulant : $u_m(t)=A_m\cos(2\pi f_m t)$
Le signal modulé : $u(t)$

CPL haut débit

Modulation de type OFDM
(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Signal réparti sur plusieurs sous porteuses
de fréquence proche, mais n'interférant pas
entres elles car elles sont orthogonales.

CPL bas débit

Modulation de phase si : $u(t)= A_p\cos(2\pi f_p t+2\pi k u_m(t))$

CPL bas débit

Modulation de fréquence si : $u(t)=A_p\cos(2\pi f_p t + 2\pi k \int u_m(t)dt)$

C'est-à-dire : $u(t)=A_p\cos(2\pi f_p t + B\sin(2\pi f_m t))$

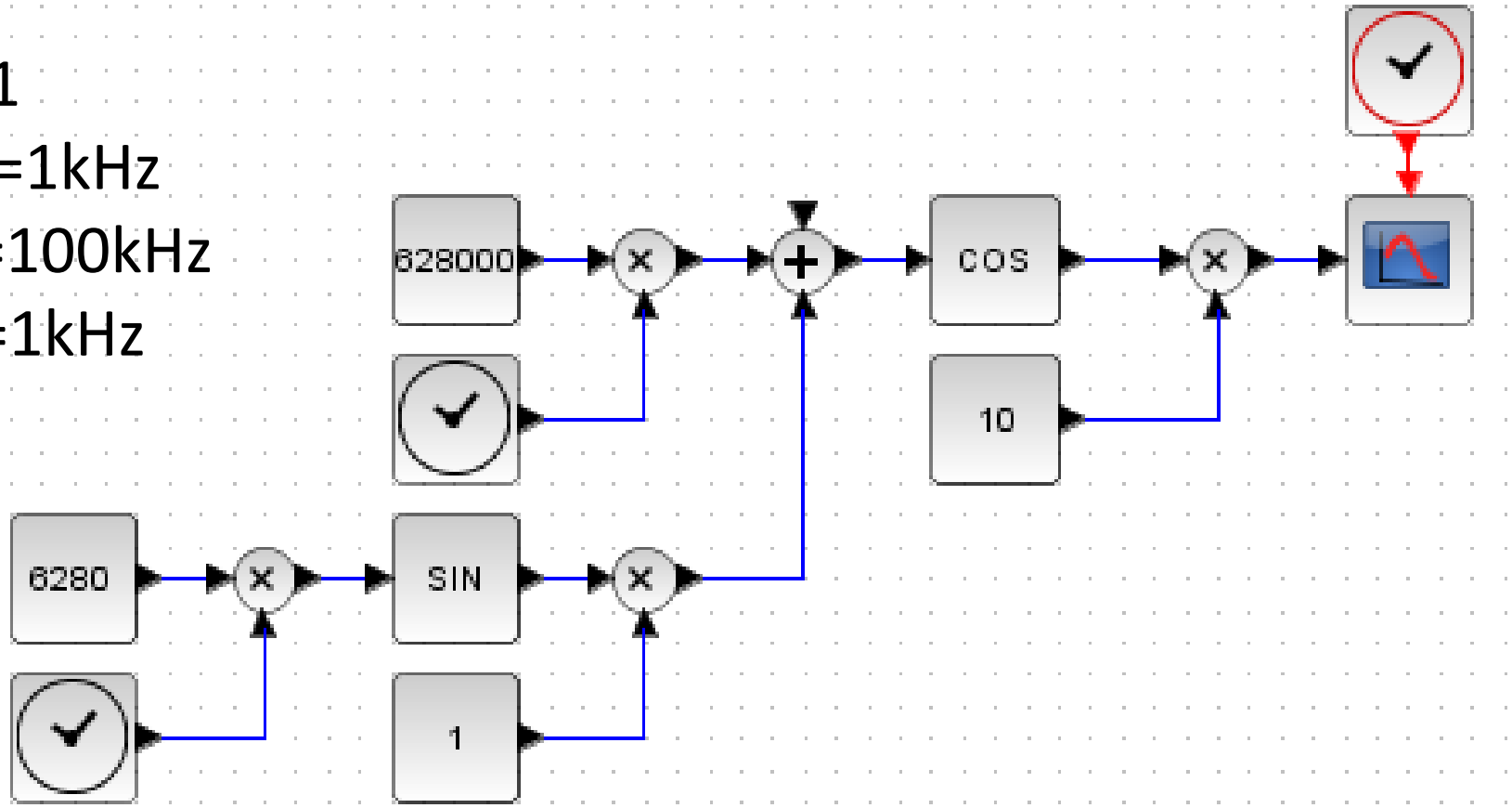
Avec $B=\Delta f/f_m$ l'indice de modulation

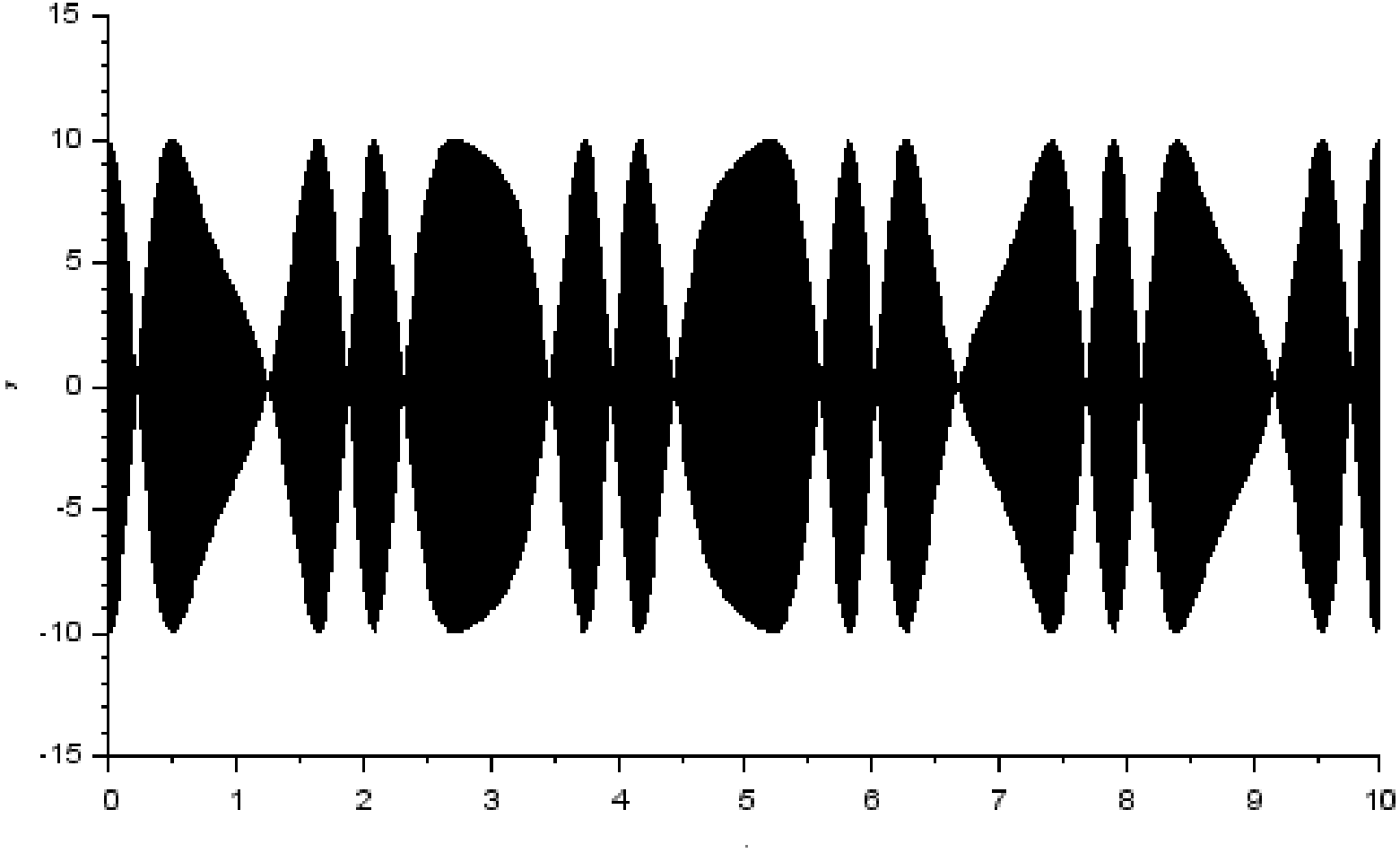
B=1

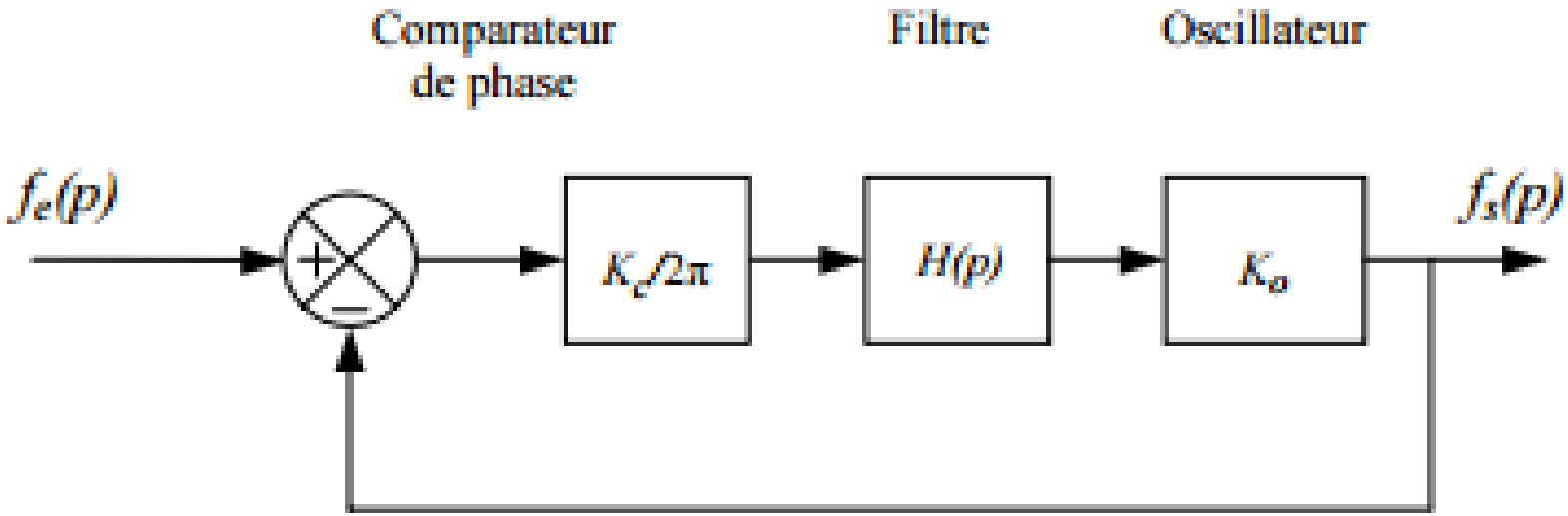
fm=1kHz

fp=100kHz

Δf=1kHz




15
10
5
0
-5
-10
-15
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10


Comparateur
de phase
Filtre
Oscillateur
$f_e(p)$
+
−
$K_c/2\pi$
$H(p)$
K_o
$f_s(p)$

CPL bas débit

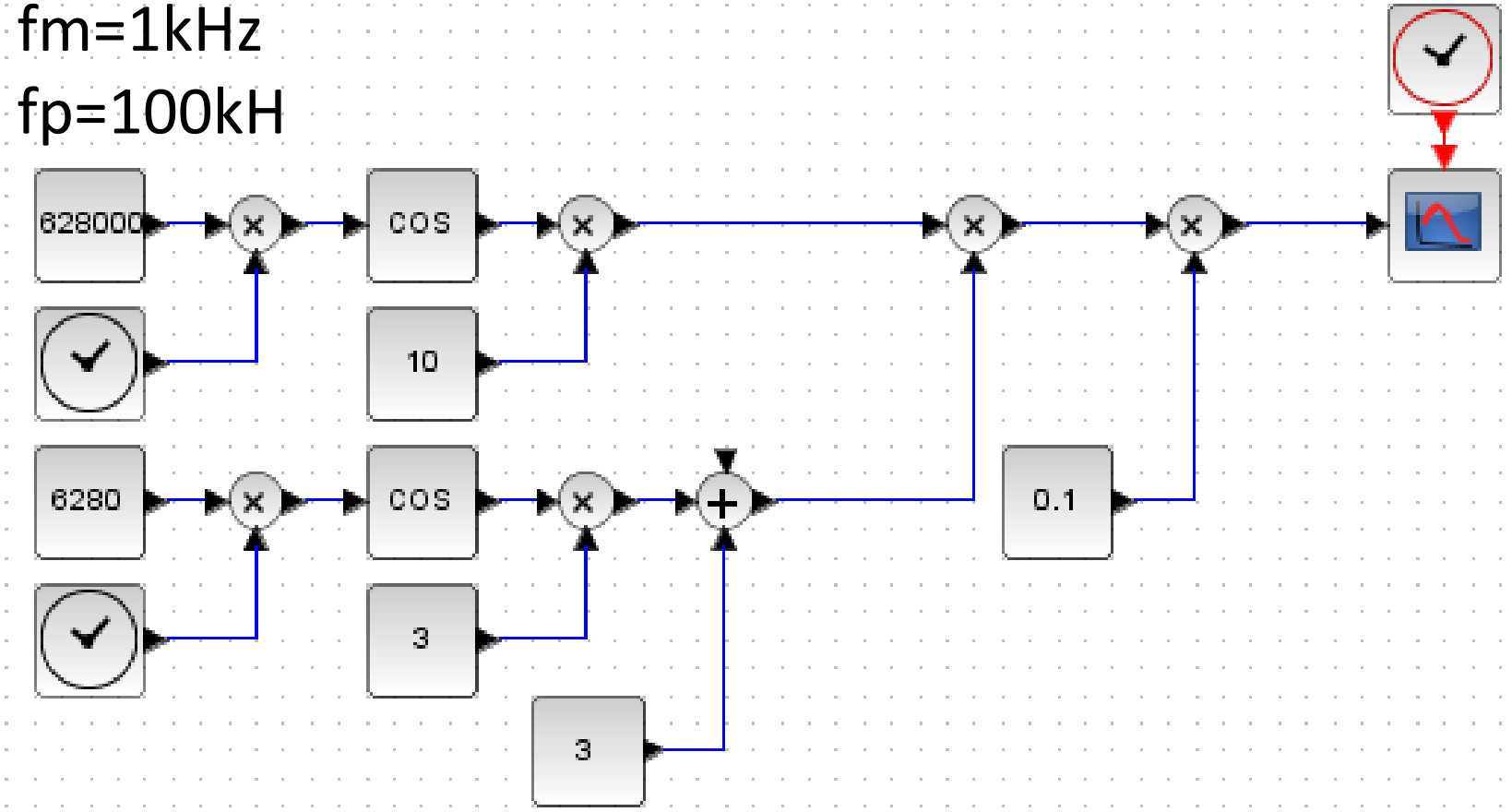
Modulation d'amplitude si : $u(t)=ku_p(t)u_m(t)$

Ou encore : $ku_p(t)[u_m(t)+A_0]$

Contrôle de la qualité de la modulation avec l'indice de modulation $m=A_m/A_0$

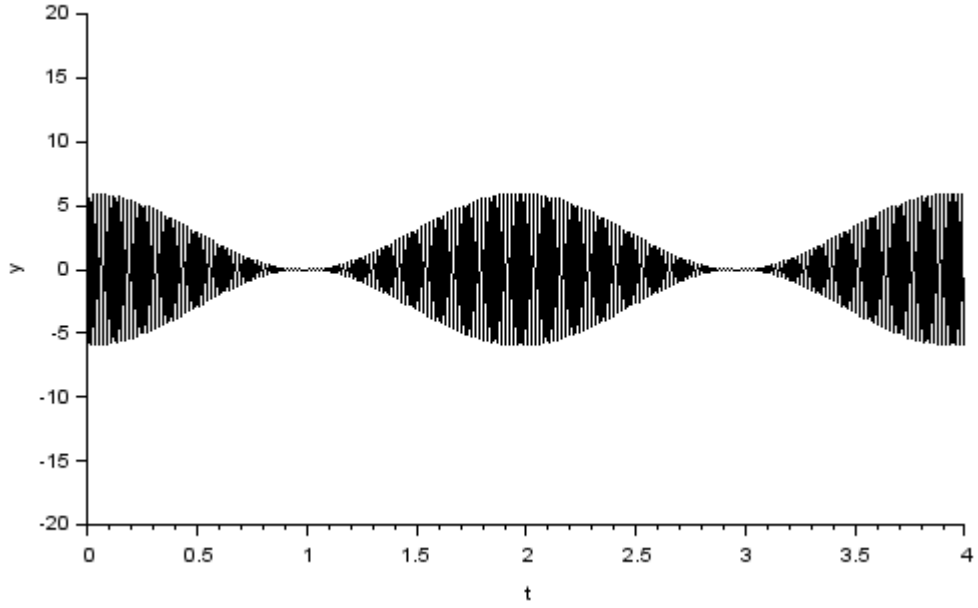
fm=1kHz

fp=100kH

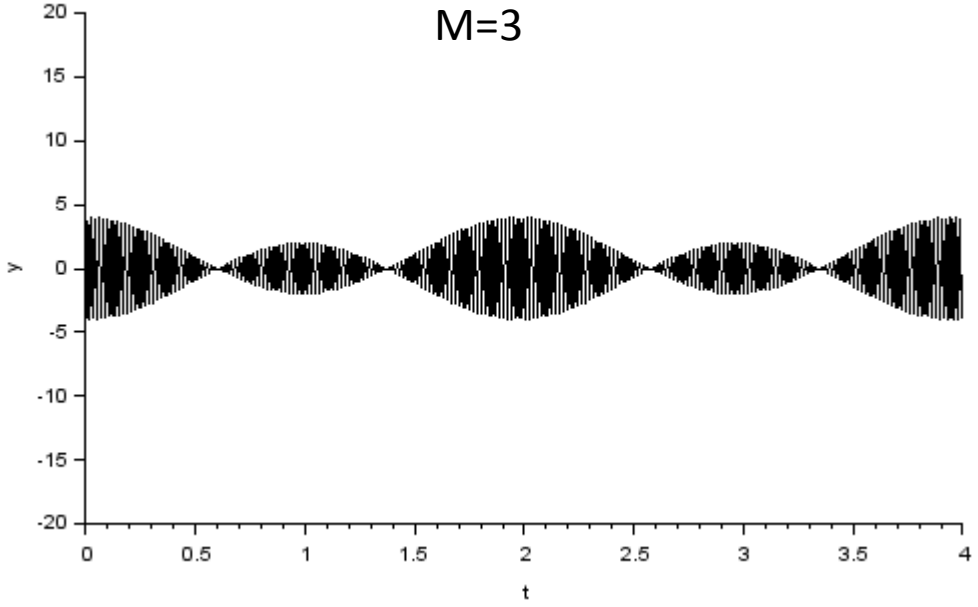


Modulation de qualité si m<=1

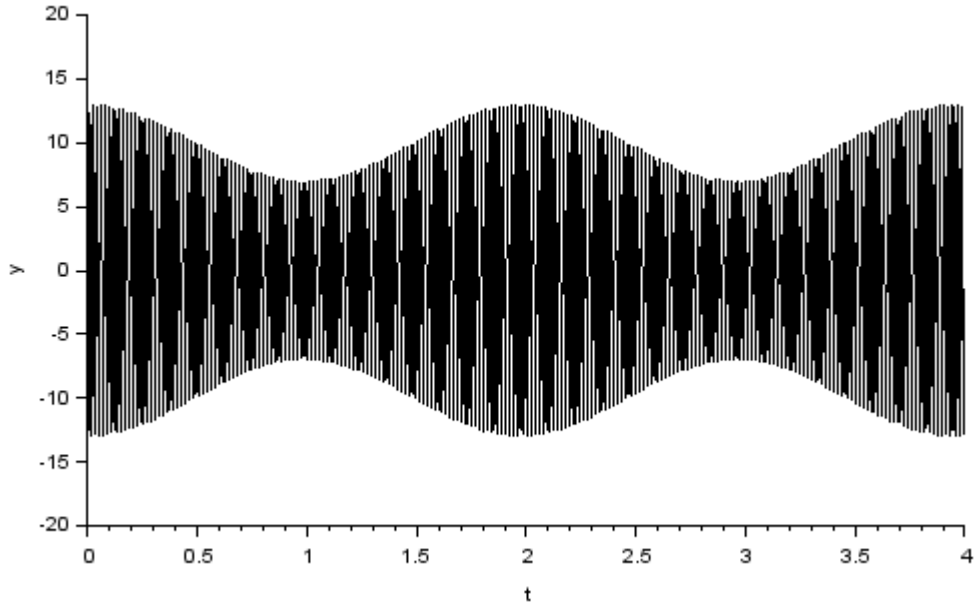
M=1

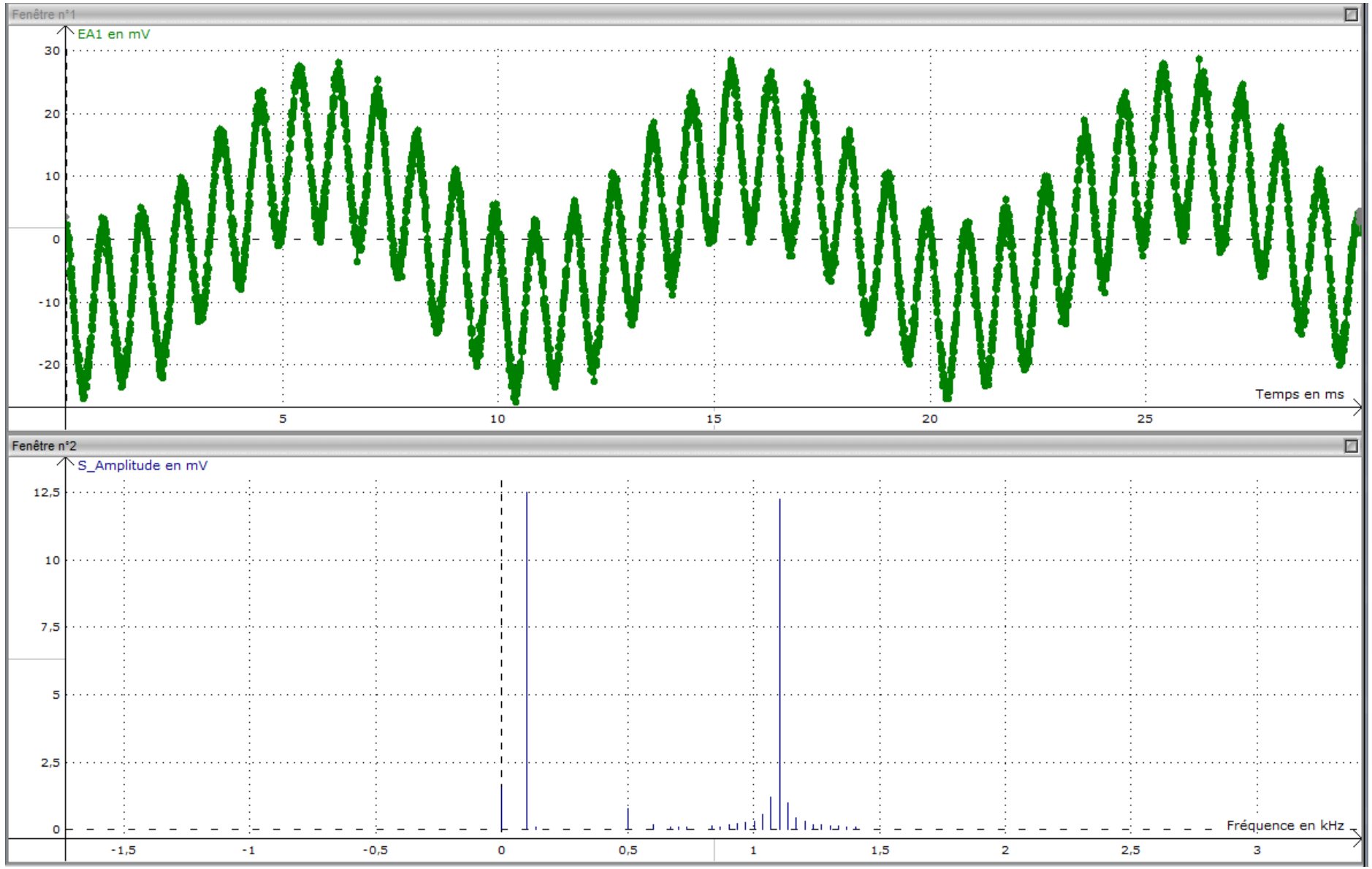


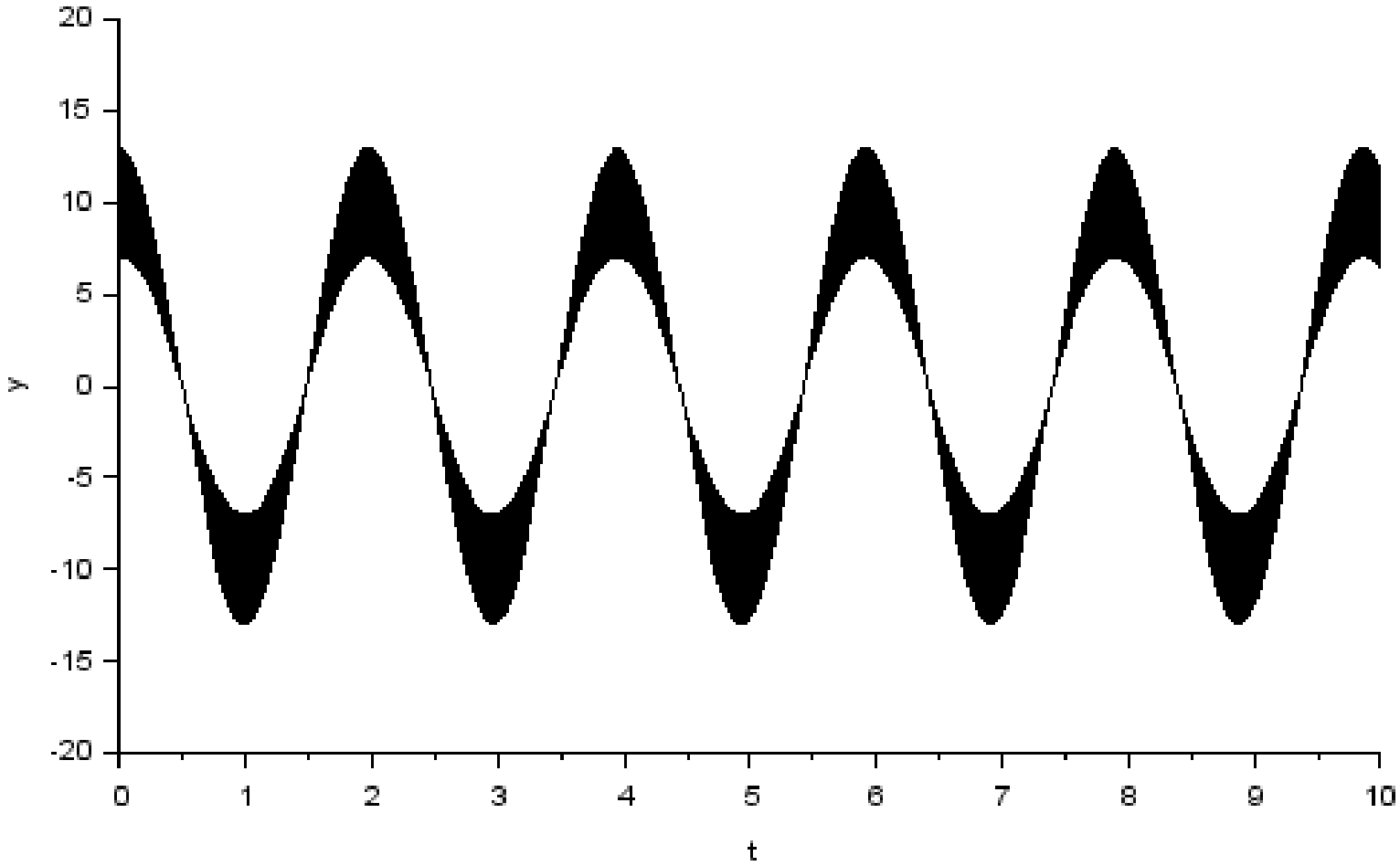
M=3

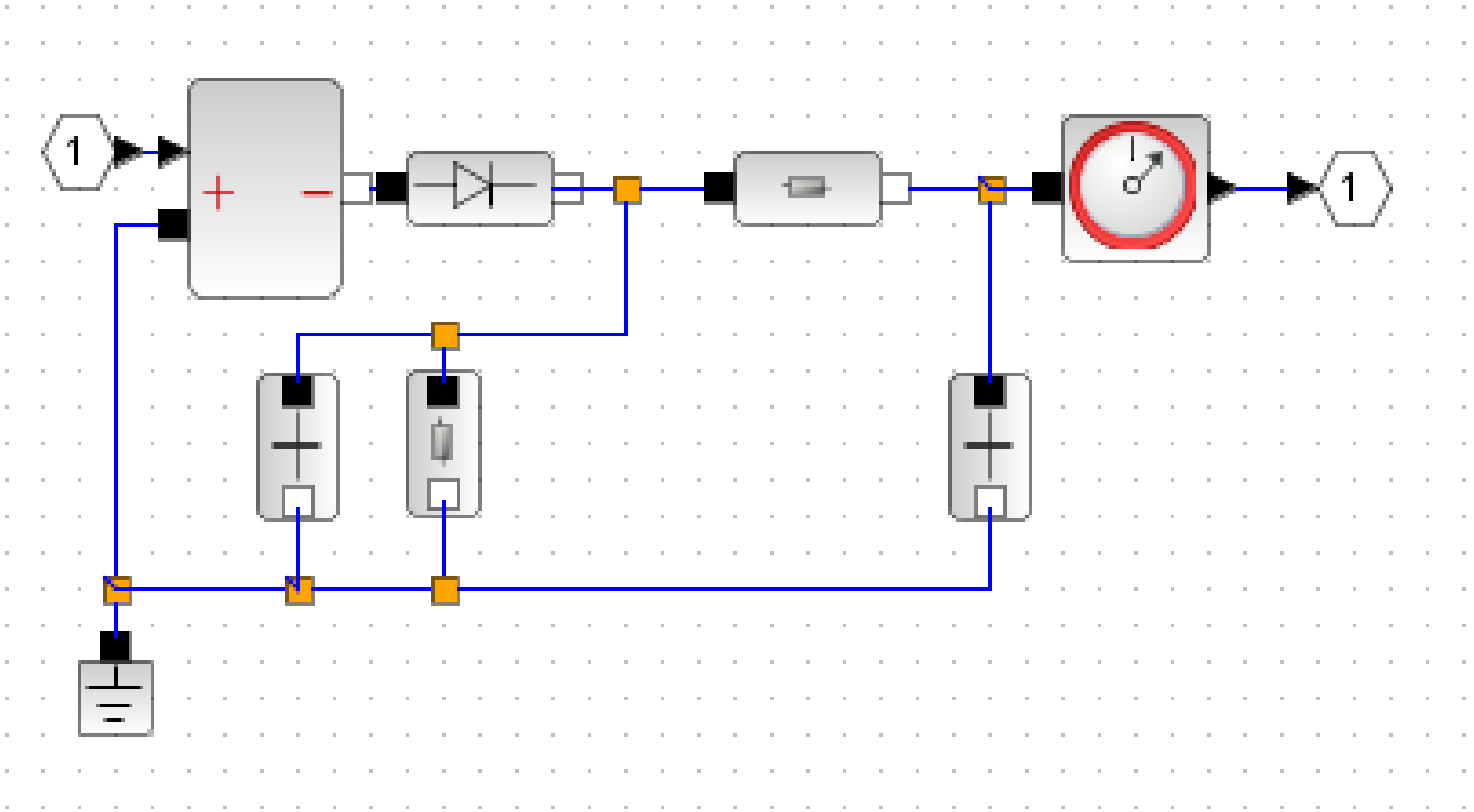


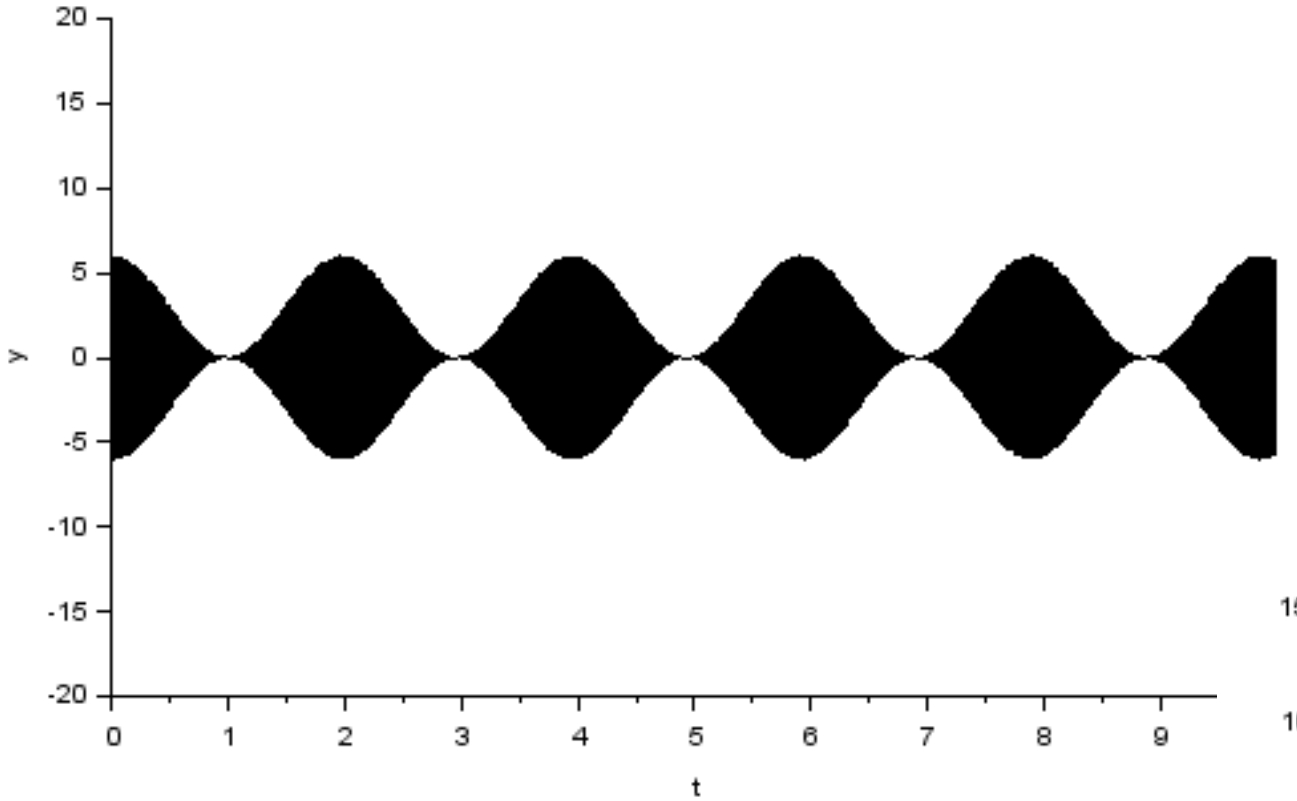
M=3/10

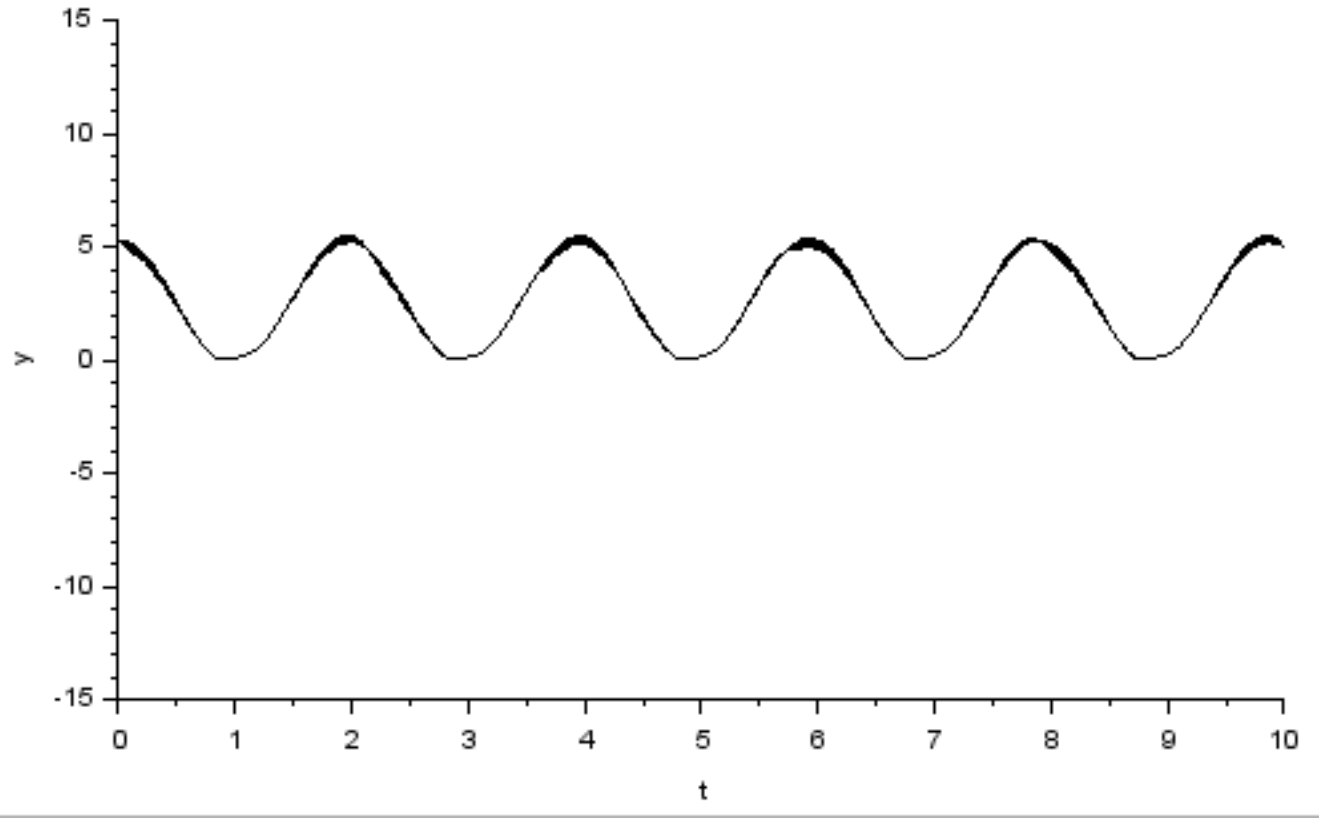


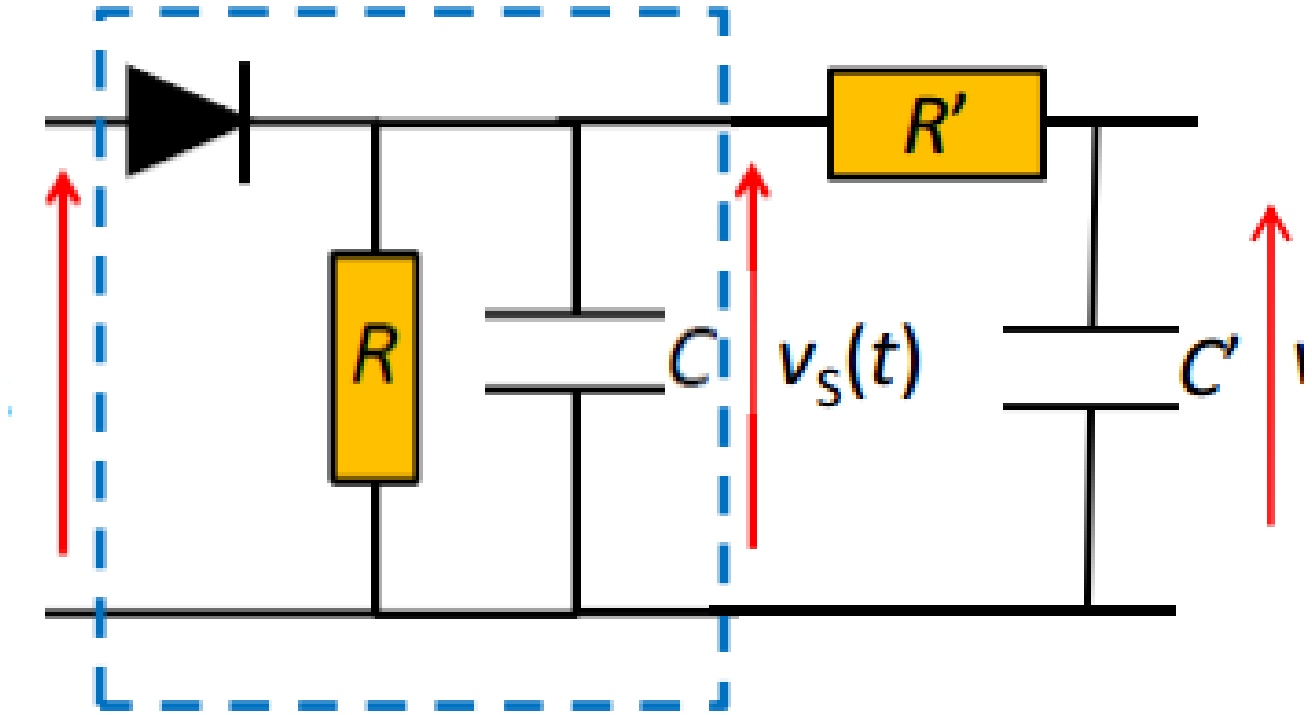

Fenêtre n°1
EA1 en mV
30
20
10
0
-10
-20
5
10
15
20
25
Temps en ms
Fenêtre n°2
S_Amplitude en mV
12,5
10
7,5
5
2,5
0
-1,5
-1
-0,5
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
Fréquence en kHz

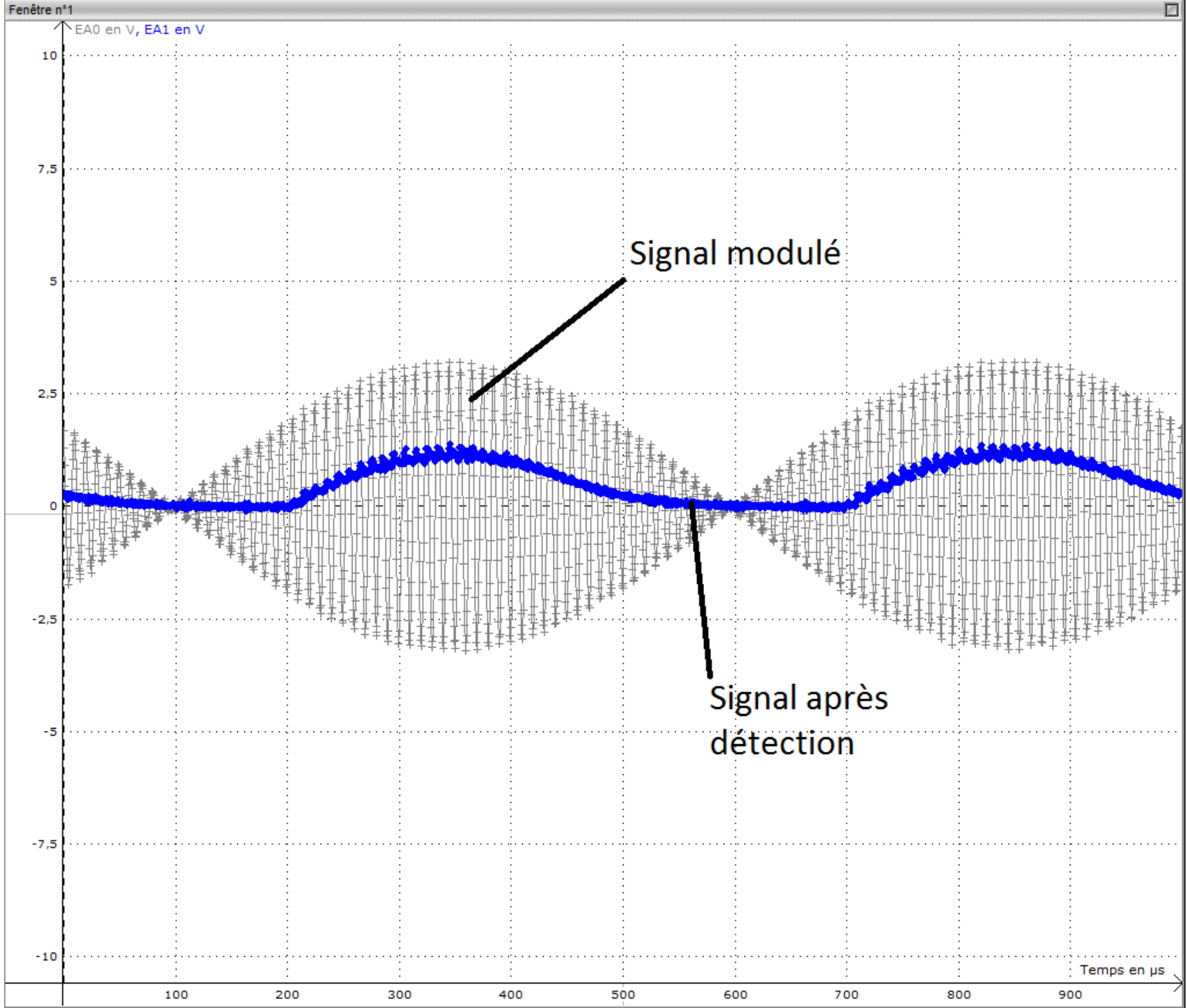

20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
y
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
t

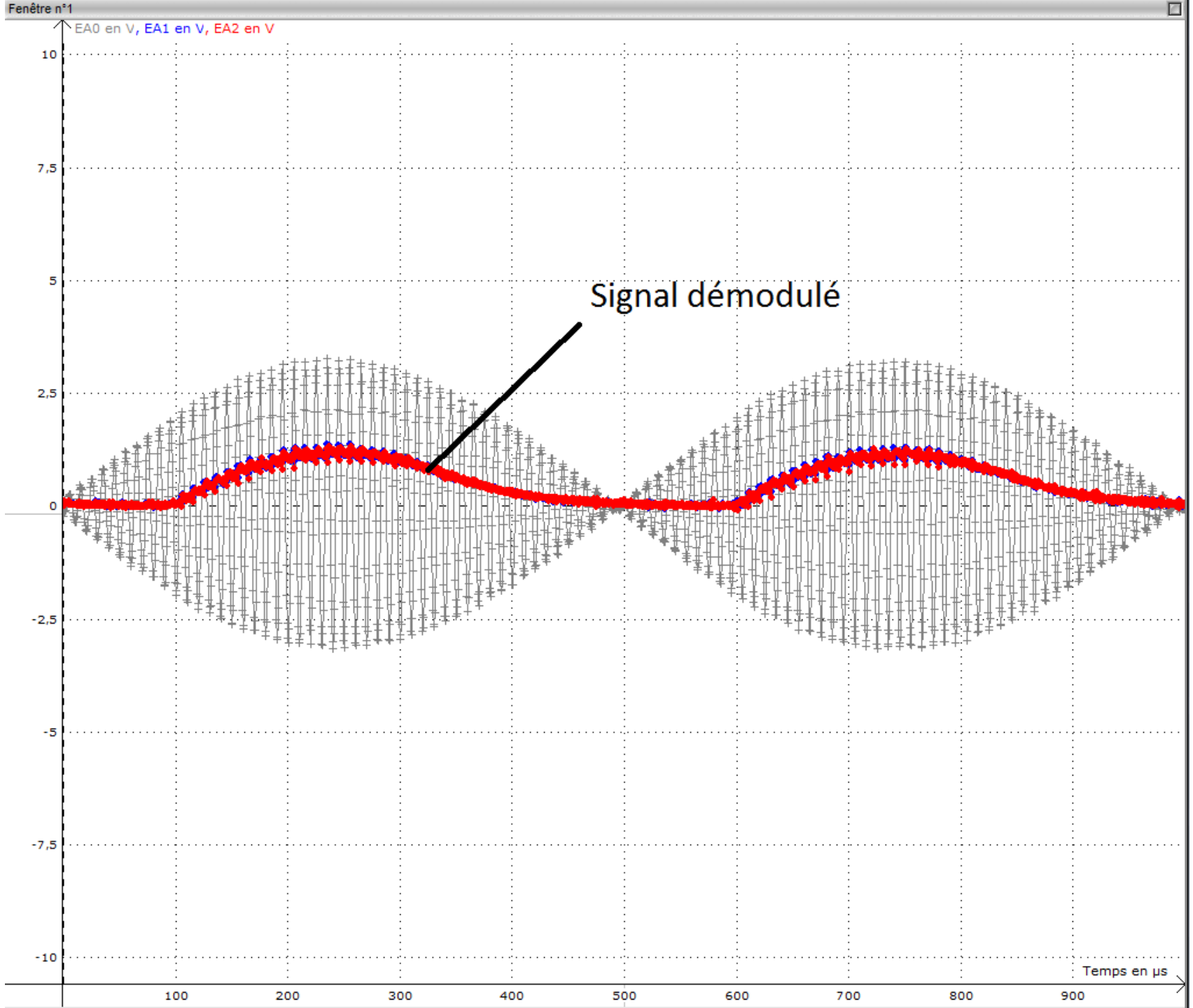

1
+
−
1

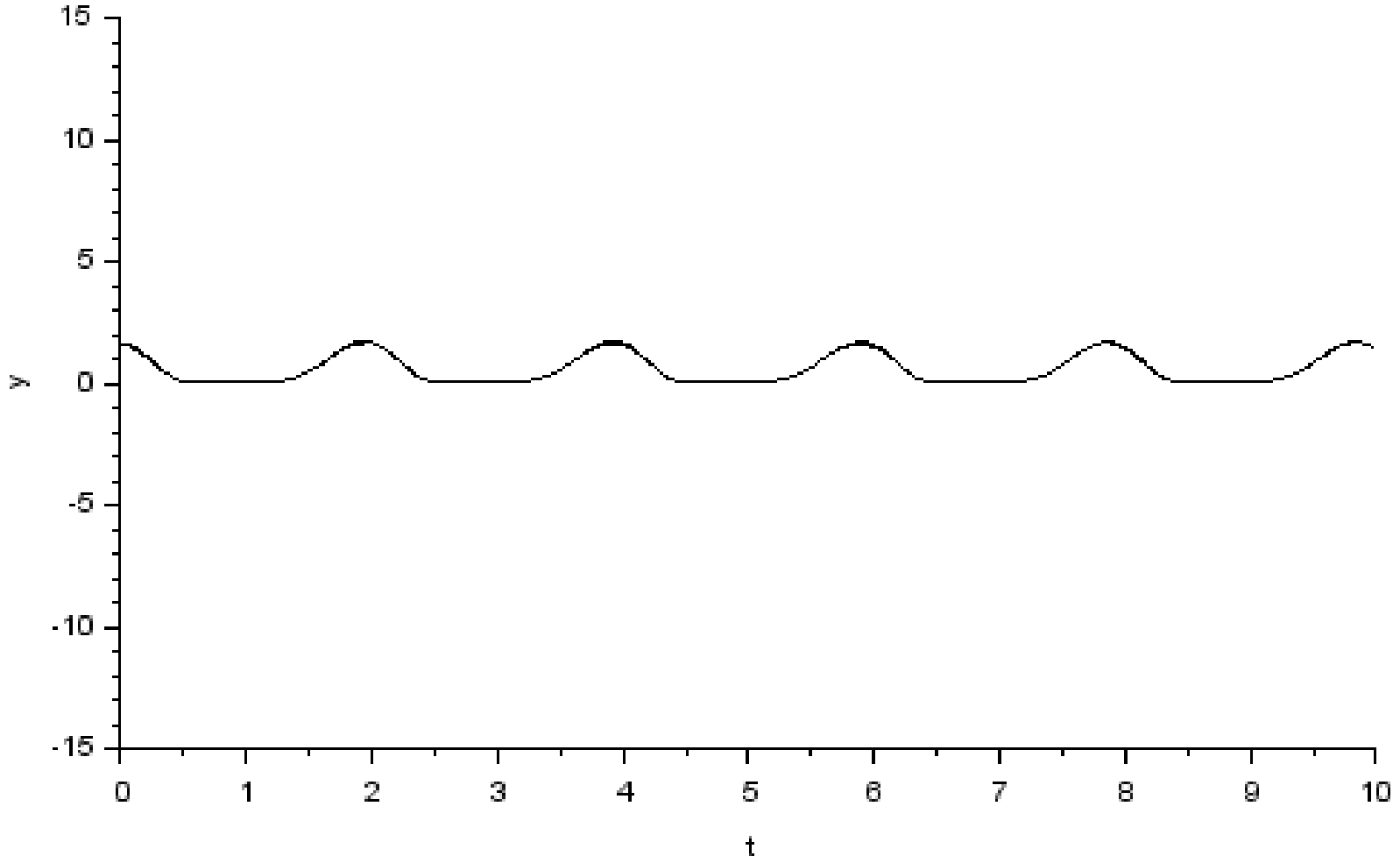

20
15
10
5
0
-5
-10
-15
-20
y
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
t


15
10
5
0
-5
-10
-15
y
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
t


R'
R
C
$v_s(t)$
C'


Fenêtre n°1
EA0 en V, EA1 en V
10
7,5
5
2,5
0
-2,5
-5
-7,5
-10
100
200
300
400
500
600
700
800
900
Temps en µs
Signal modulé
Signal après détection


Fenêtre n°1
EA0 en V, EA1 en V, EA2 en V
10
7,5
5
2,5
0
-2,5
-5
-7,5
-10
Signal démodulé
Temps en µs
100
200
300
400
500
600
700
800
900


15
10
5
0
-5
-10
-15
y
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
t

Redondance

Envoi d’un surplus d’informations pour en limiter la perte à cause du bruit ou de la perte d’énergie du signal.

Conclusion

-Les CPL sont toujours viables

-Des techniques sont mises en place pour optimiser la transmission d’informations (choix de la modulation, OFDM, redondance…)