

MODULATION D'AMPLITUDE

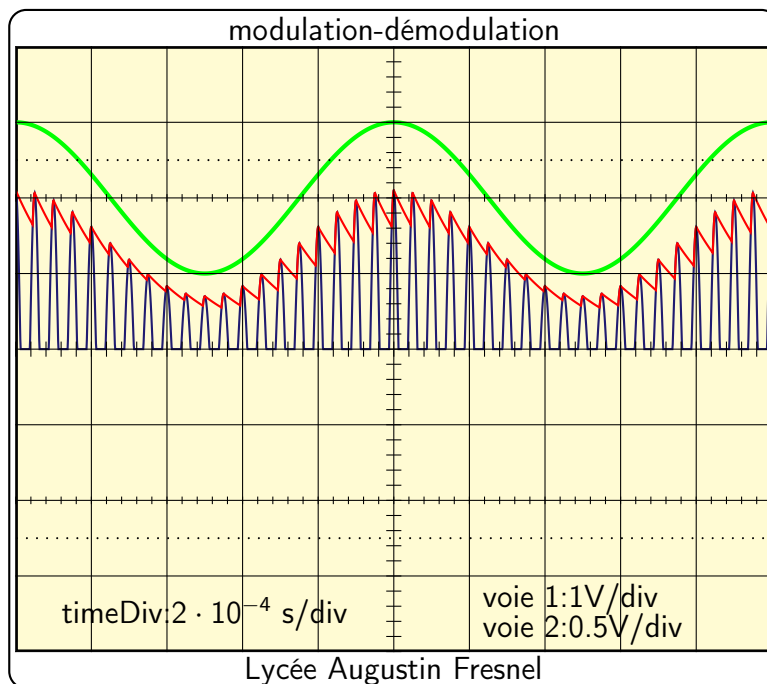
Résumé

'**pst-am**' permet la simulation de la modulation et de la démodulation d'amplitude des ondes hertziennes. On peut choisir tous les paramètres nécessaires à cette étude et tracer les courbes suivantes :

- signal modulant ;
- porteuse ;
- signal modulé ;
- signal redressé ;
- signal démodulé.

La commande s'écrit `\psAM[options]` et différentes options, dont une permettant d'afficher le tableau des valeurs, sont détaillées par la suite. Le titre a été directement écrit en postscript¹.

Manuel LUQUE



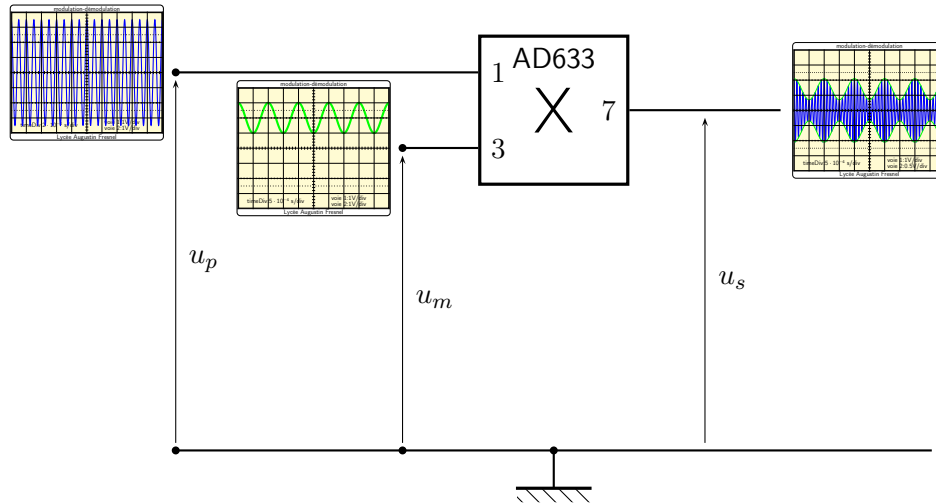
1. À partir d'une idée originale de P. Kleiweg et de discussions (fructueuses) avec des membres de la liste: <http://melusine.eu.org/cgi-bin/mailman/listinfo/syracuse>

Table des matières

1 Principe	3
1.1 Schéma de principe du montage de la modulation	3
1.2 Schéma de principe du montage de la démodulation	4
2 Les paramètres	5
3 Possibilité de tracer toutes les courbes en noir&blanc	6
4 Le dessin de l'enveloppe	7
5 Le signal redressé	8
6 Le signal démodulé	9
7 L'influence de R et C sur la qualité de la démodulation	11
8 Suppression de la composante continue	13
9 Le phénomène de surmodulation	14
10 Le mode XY	16
11 Deux autres exemples	18
12 Les styles	20

1 Principe

1.1 Schéma de principe du montage de la modulation



- l'onde **porteuse**, onde sinusoïdale de haute fréquence (H.F.) et d'amplitude constante. Elle est produite par l'oscillateur de l'émetteur :

$$u_p(t) = U_p \cos 2\pi F_p t$$

- le **signal modulant** (signal B.F. à transmettre), considéré comme une onde sinusoïdale de la forme :

$$u_m(t) = U_m \cos 2\pi F_m t + U_0$$

- Le premier terme $u_m(t) = U_m \cos 2\pi F_m t$ représente le signal à transmettre.
- U_0 est la tension de décalage ou *offset*.

Un circuit électronique, appelé **multiplieur**, donne en sortie une tension :

$$u_s(t) = k \times u_p(t) \times u_m(t)$$

La tension obtenue à la sortie est de la forme :

$$u_s = k \cdot U_p \cos 2\pi F_p t \cdot (U_m \cos 2\pi F_m t + U_0)$$

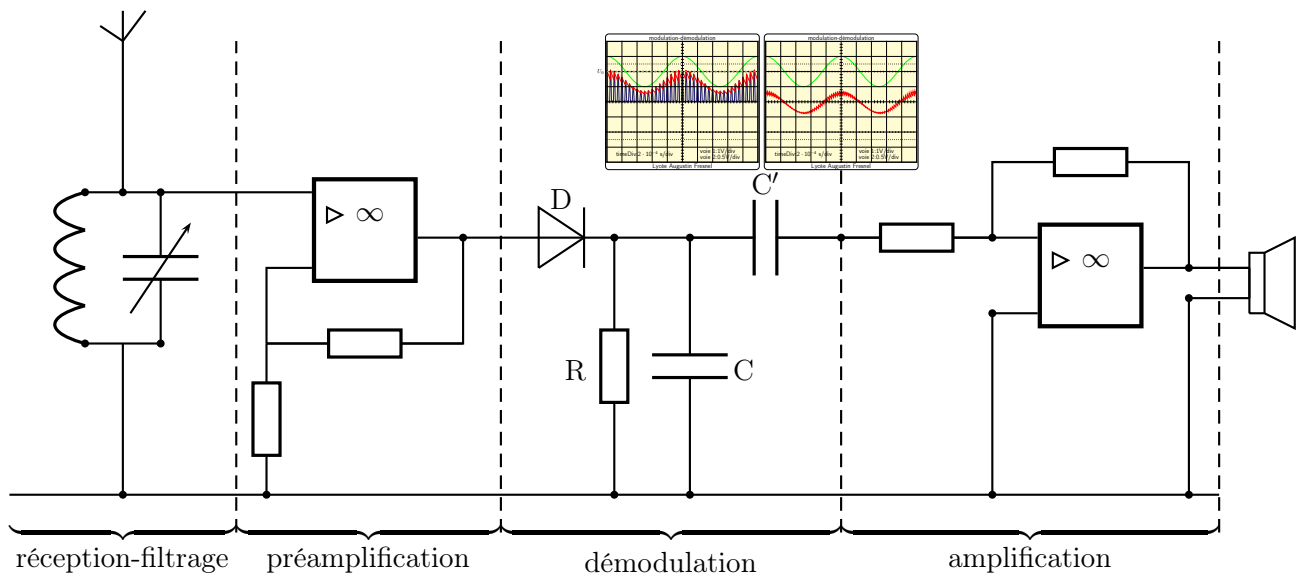
Cette expression est mise sous la forme :

$$u_s(t) = A(1 + m \cos 2\pi F_m t) \cos 2\pi F_p t$$

avec :

- $A = kU_0 \cdot U_p$;
- $m = \frac{U_m}{U_0}$: **taux de modulation**

1.2 Schéma de principe du montage de la démodulation

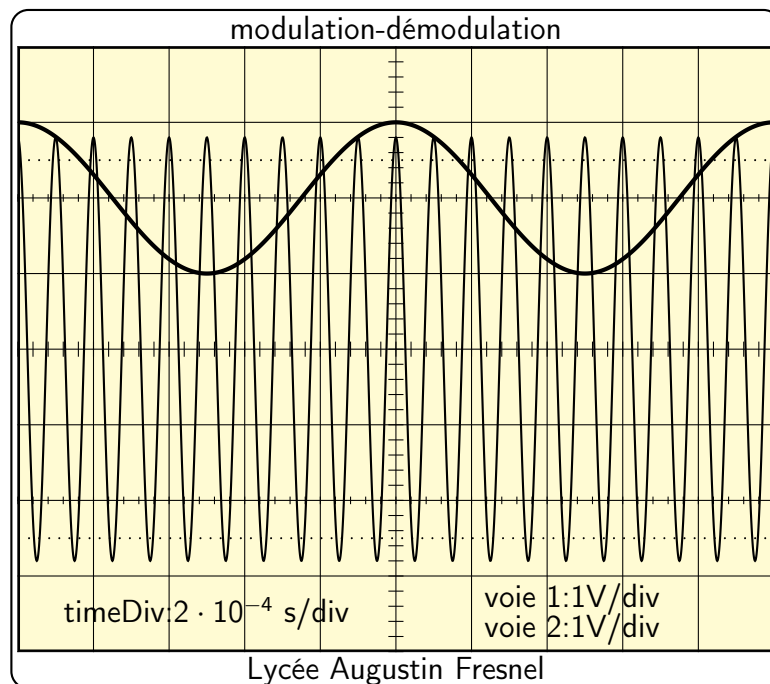


2 Les paramètres

Option	Type	Défaut	Description
Up	nombre	3.5	amplitude porteuse en volts
Um	nombre	1	amplitude signal modulant en V
Fp	nombre	2e4	fréquence de la porteuse en Hz
Fm	nombre	1e3	fréquence signal modulant(Hz)
U0	nombre	2	décalage(offset) en V
R	nombre	3.3e3	résistance en Ω
C	nombre	3.9e-8	capacité en F
timeDiv	nombre	2e-4	base de temps en s/div
voltDivY1	nombre	1	coefficient d'amplification voie 1 en V/div
voltDivY2	nombre	1	coefficient d'amplification voie 2 en V/div
SignalModulant	booléen	false	trace le signal modulant (voie 1)
SignalModule	booléen	false	trace le signal modulé (voie 2)
SignalPorteuse	booléen	false	trace le signal modulé (voie 2)
SignalRedresse	booléen	false	trace le signal redressé (voie 2)
SignalDemodule	booléen	false	trace le signal démodulé (voie 2)
XY	booléen	false	positionne l'écran en mode XY
traceU0	booléen	false	trace la ligne de décalage U_0
UM&Um	booléen	false	pour permettre le calcul de m
valeurs	booléen	false	affiche un tableau de toutes les valeurs
N&B	booléen	false	trace toutes les courbes en noir

3 Possibilité de tracer toutes les courbes en noir&blanc

Avec l'option **N&B**. Lorsqu'on souhaite afficher une courbe, il suffit de rajouter son nom dans la liste des options.

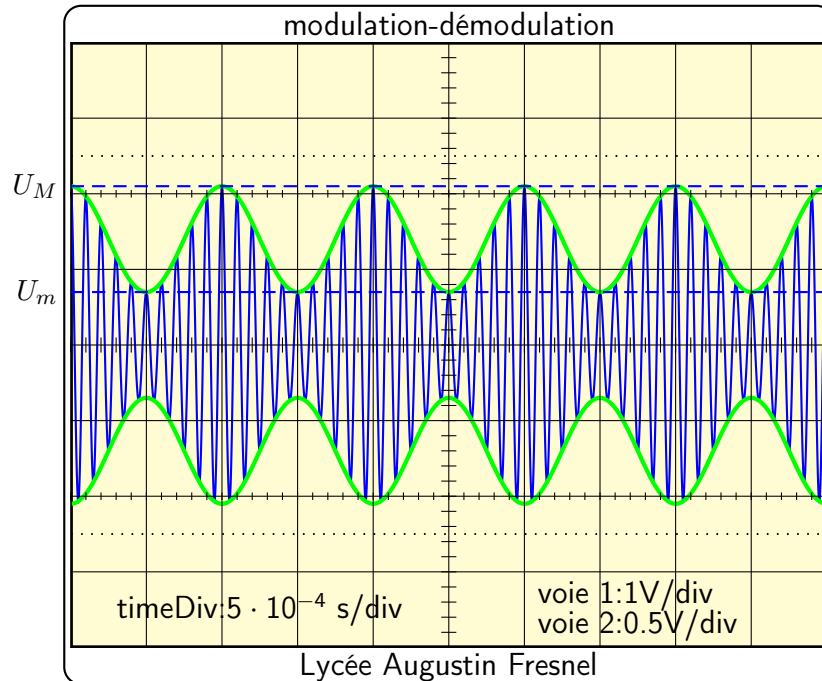


Amplitude porteuse	2,8 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$1 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	3 300 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\psAM[SignalModulant,SignalPorteuse,Up=2.8,frequencePorteuse=1e4,valeurs,N&B]
```

4 Le dessin de l'enveloppe

Avec l'option `enveloppe`.



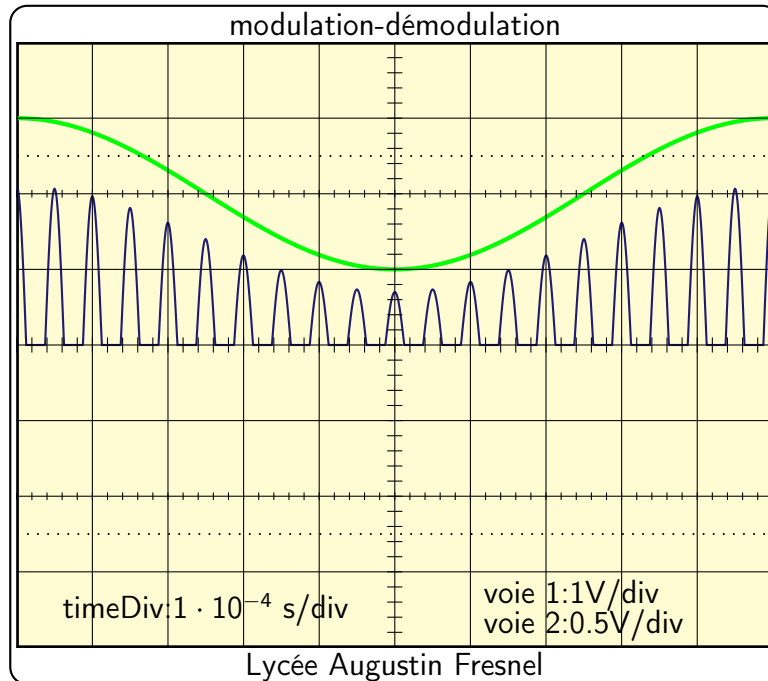
```
\psAM[SignalModule,enveloppe,frequencePorteuse=1e4,voltDivY2=0.5,timeDiv=5e-4]
```

L'option `UM&Um` permettra de déterminer facilement le taux de modulation.

```
\psAM[SignalModule,enveloppe,UM&Um]
```

5 Le signal redressé

Avec l'option **SignalRedresse**.

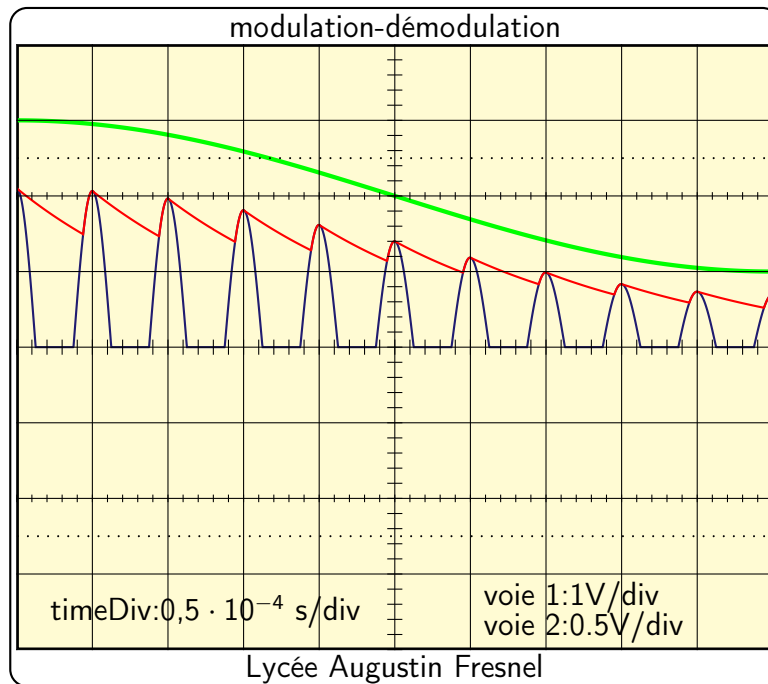


Amplitude porteuse	3,5 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$2 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	3 300 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\psAM[SignalModulant,timeDiv=1e-4,SignalRedresse,voltDivY2=0.5,valeurs]
```

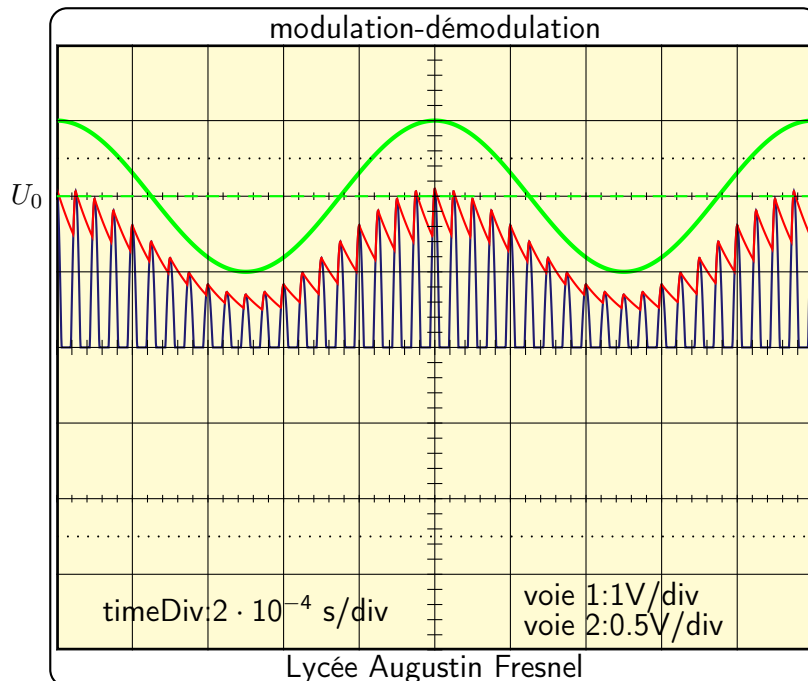

6 Le signal démodulé

Avec l'option **SignalDemodule** et, en exemple, deux possibilités en fonction du choix de la base de temps.



Amplitude porteuse	3,5 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$2 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	3 300 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\begin{center}
\psAM[SignalModulant,timeDiv=0.5e-4,SignalRedresse,SignalDemodule,valeurs]
```

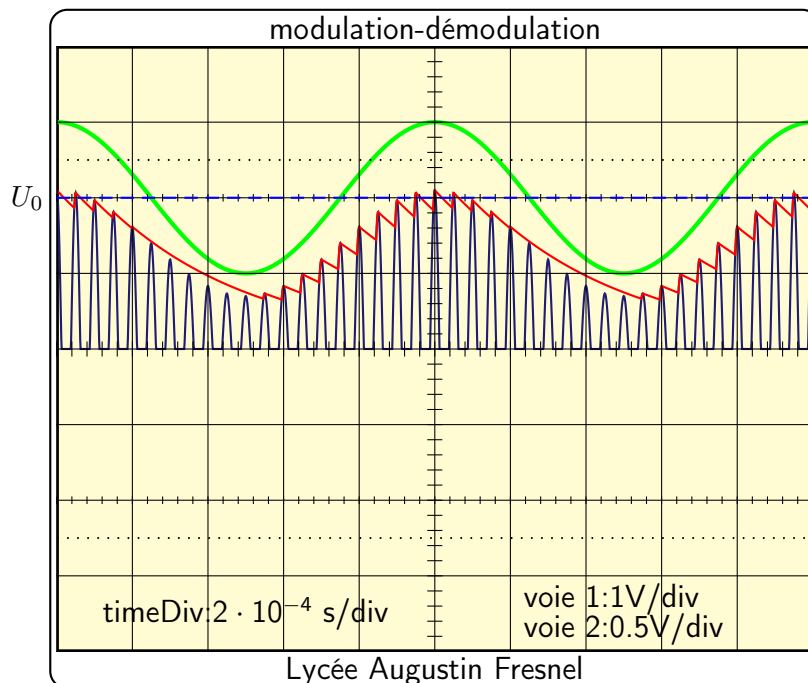


Amplitude porteuse	3,5 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$2 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	3 300 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\psAM[SignalModulant,SignalRedresse,SignalDemodule,timeDiv=2e-4,traceU0]
```

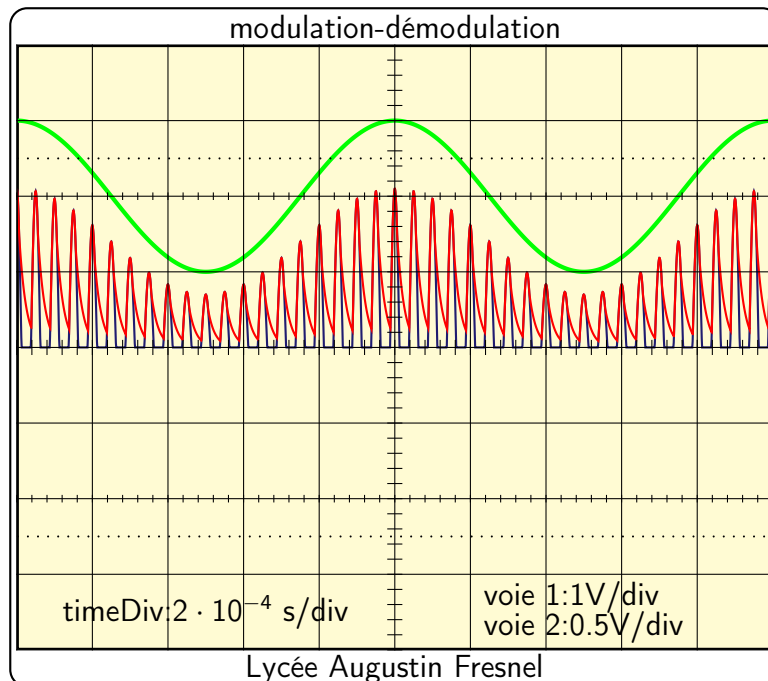
7 L'influence de R et C sur la qualité de la démodulation

Avec les paramètres **R** et **C**.



Amplitude porteuse	3,5 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$2 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	$1 \cdot 10^4 \Omega$
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

`\psAM[SignalModulant,SignalRedresse,SignalDemodule,R=1e4]`

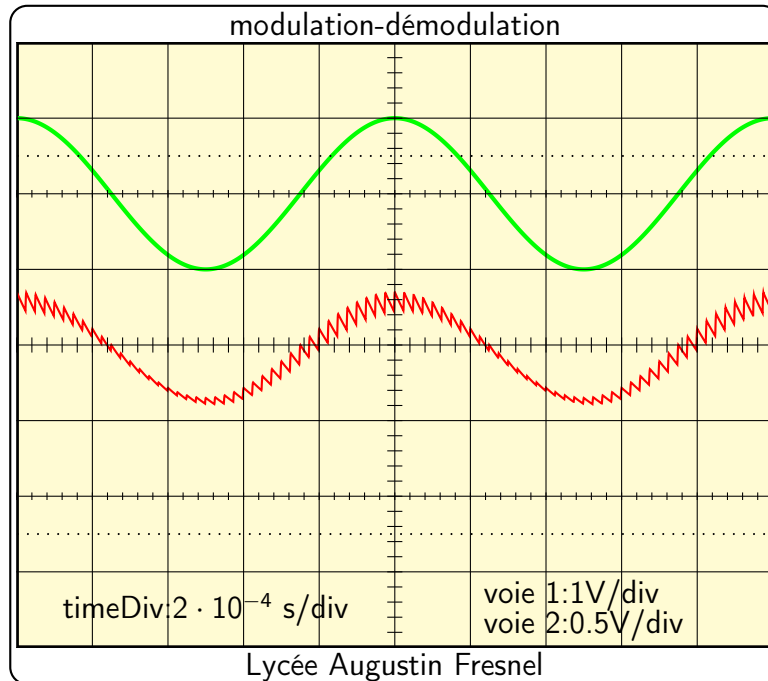


Amplitude porteuse	3,5 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$2 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	470 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

`\psAM[SignalModulant,SignalRedresse,SignalDemodule,R=470]`

8 Suppression de la composante continue

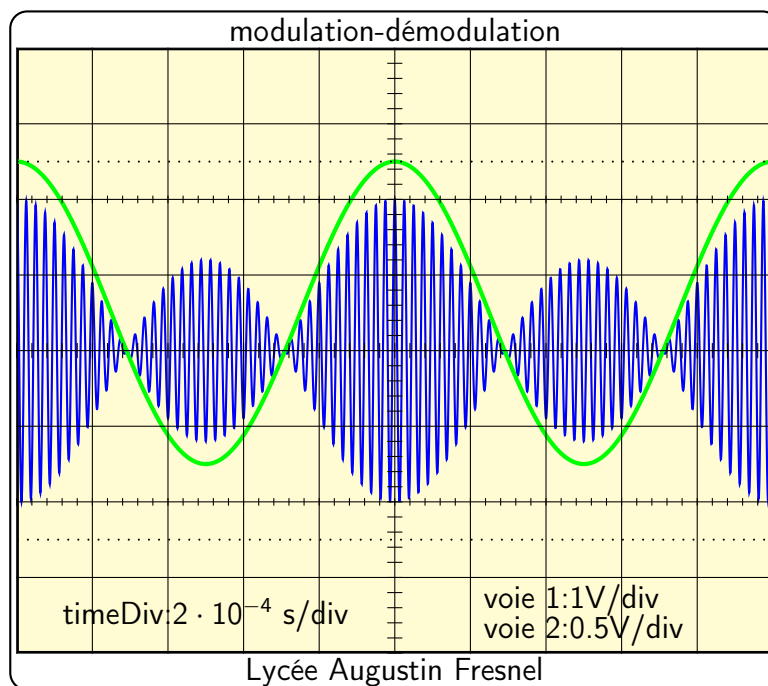
Avec l'option **SignalFinal**.



Amplitude porteuse	3,5 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$4 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	$4,7 \cdot 10^3 \Omega$
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

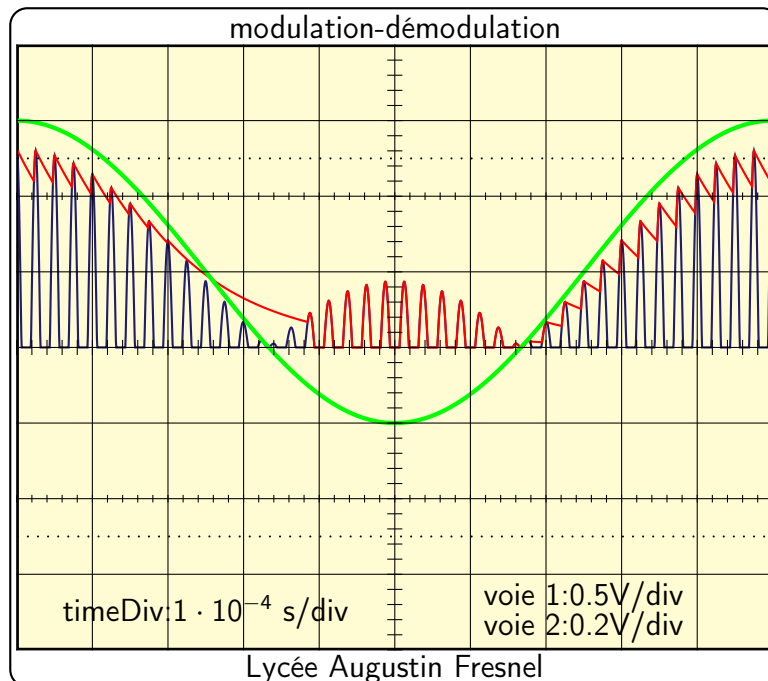
```
\psAM[SignalModulant,SignalFinal,timeDiv=2e-4,voltDivY2=0.5,%
frequencePorteuse=4e4,R=4.7e3]
```

9 Le phénomène de surmodulation



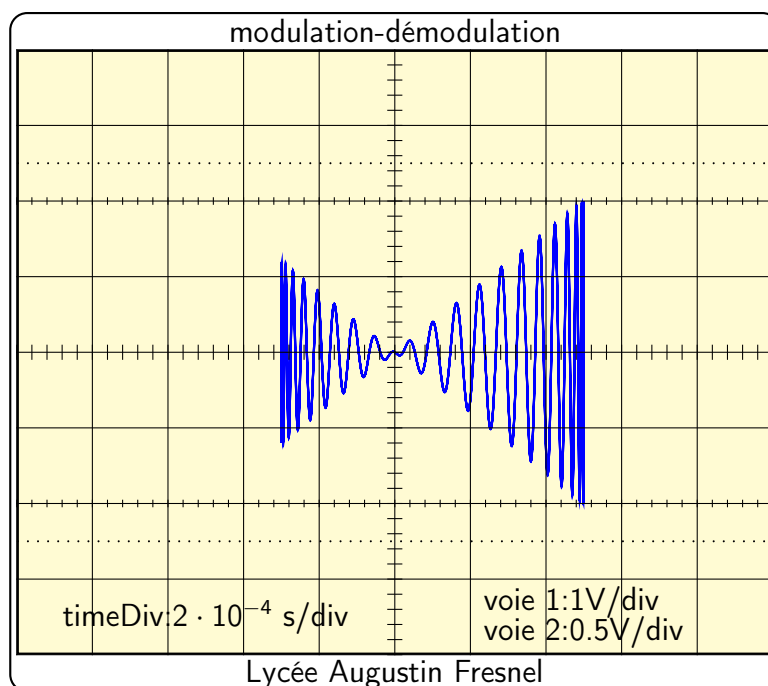
Amplitude porteuse	4 V
Amplitude audio	2 V
Fréquence porteuse	$4 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	0,5 V
R	3 300 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\psAM[SignalModulant,SignalModule,U0=0.5,frequencePorteuse=4e4,Up=4,Um=2]
```

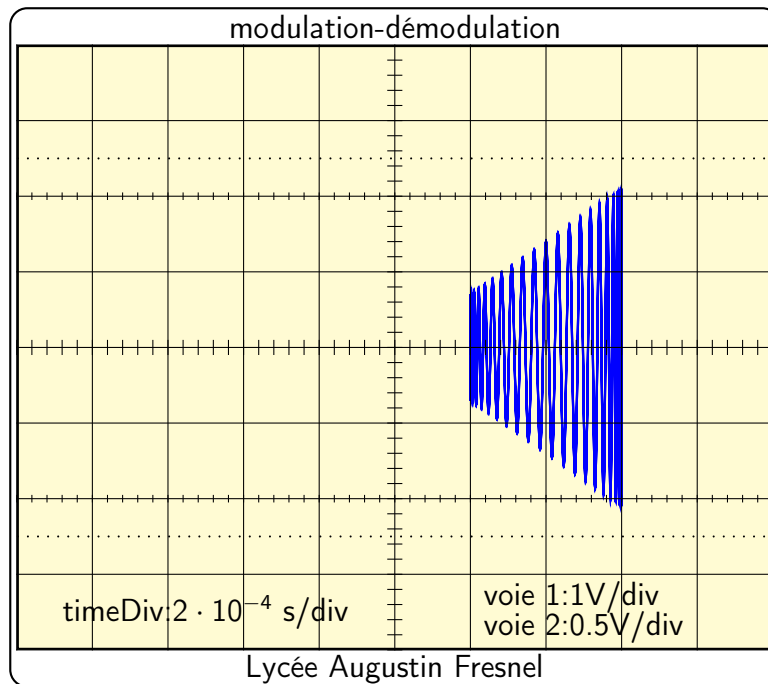


```
\psAM[SignalModulant,SignalRedresse,SignalDemodule,U0=0.5,%
frequencePorteuse=4e4,Up=4,Um=2,timeDiv=1e-4]
```

10 Le mode XY

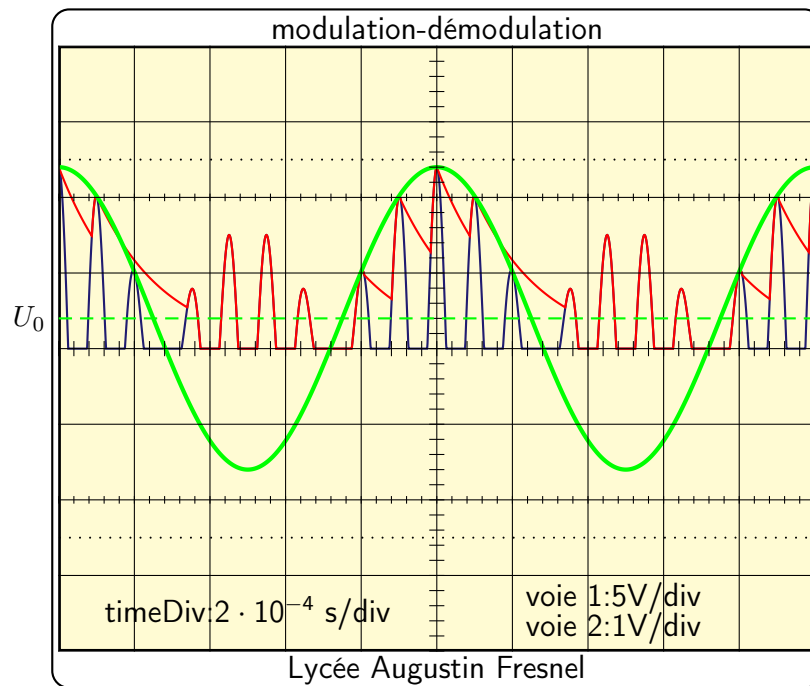


```
\psAM[XY,U0=0.5,frequencePorteuse=4e4,Up=4,Um=2,voltDivY2=0.5]
```

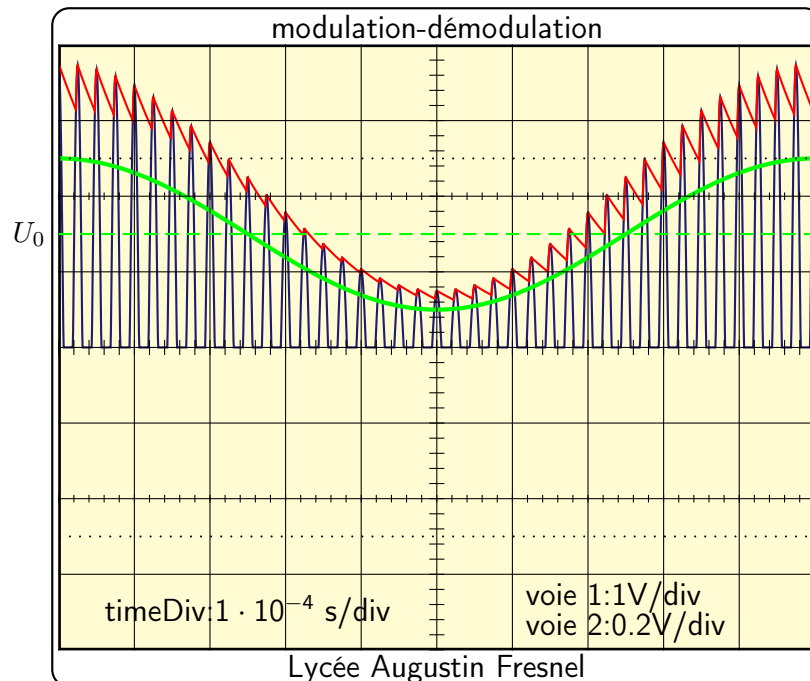
```
\psAM[XY,frequencePorteuse=4e4,voltDivY2=0.5,voltDivY1=1]
```

11 Deux autres exemples



Amplitude porteuse	2 V
Amplitude audio	10 V
Fréquence porteuse	$1 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	2 V
R	4700 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\psAM[SignalModulant,SignalRedresse,SignalDemodule,voltDivY2=1,voltDivY1=5,%
timeDiv=2e-4,U0=2,R=4700,frequencePorteuse=1e4,Up=2,Um=10,valeurs,traceU0]
```



Amplitude porteuse	3 V
Amplitude audio	1 V
Fréquence porteuse	$4 \cdot 10^4$ Hz
Fréquence audio	$1 \cdot 10^3$ Hz
Décalage(U_0)	1,5 V
R	3 300 Ω
C	$3,9 \cdot 10^{-8}$ F

```
\psAM[SignalModulant,SignalRedresse,SignalDemodule,timeDiv=1e-4,%
U0=1.5,frequencePorteuse=4e4,Up=3,voltDivY2=0.2,traceU0]
```

12 Les styles

À chaque courbe est associée un style, ce qui permet de les différencier.

```
\newpsstyle{signalModulant}{plotpoints=1000,linecolor=green,linewidth=2\pslinewidth}  
\newpsstyle{signalPorteuse}{plotpoints=2000,linecolor=blue}  
\newpsstyle{signalRedresse}{plotpoints=2000,linecolor=Bleu}  
\newpsstyle{signalDemodule}{plotpoints=4000,linecolor=red}  
\newpsstyle{signalModule}{plotpoints=4000,linecolor=blue}  
\newpsstyle{XY}{plotpoints=4000,linecolor=blue}
```

Le style du tracé d'une courbe pourra donc être modifié, simplement, en redéfinissant le `\newpsstyle` associé à la courbe avant son tracé.

De même, il sera possible de modifier l'allure de l'écran en redéfinissant les styles associés :

```
\newpsstyle{cadre}{framearc=0.05,linecolor=black}  
\newpsstyle{screen}{fillstyle=solid,fillcolor=yellow!70!white!30}
```