

Introduction:

Au but de savoir la précision d'***ElEsim*** sur la simulation des différents circuits, et les allures des tensions et des courants qui lui donne, nous allons fait dans ce chapitre une validation des résultats sur les quatre types des convertisseurs, alimentant plusieurs types de charges.

Une comparaison entre les allures des tensions et des courants obtenus par ***ElEsim*** et celui obtenus par ***Simplorer*** et faite, pour voir la proche de ***ElEsim*** a ***Simplorer*** de côté de résolution des équations par simulink en matlab.

Une deuxième comparaison entre les calculs des puissances qui donne ***ElEsim***, et celui obtenus par ***Simplorer*** est aussi faite, pour voir la proche de ***ElEsim*** de ***Simplorer*** de côté de intégration numérique par la méthode de Simpson.

Dans la simulation des quatre types des convertisseurs, on prend un temps de simulation des signaux égale à 40ms (pour les charges R, RL, RLE, et RLE (t)), sachant que ***Simplorer*** utilise les unités [Volts] pour les tensions, [Ampère] pour les courants, et [s] pour le temps.

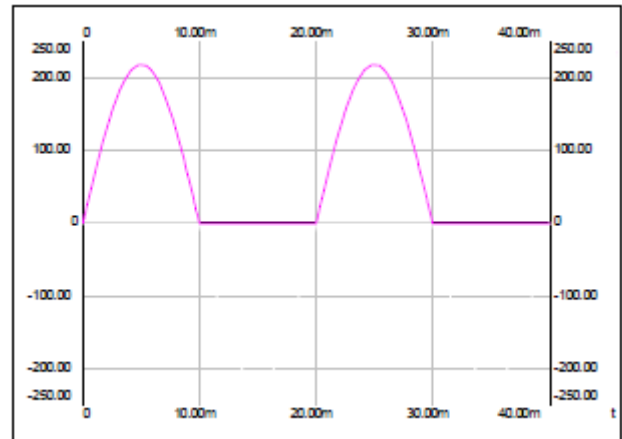
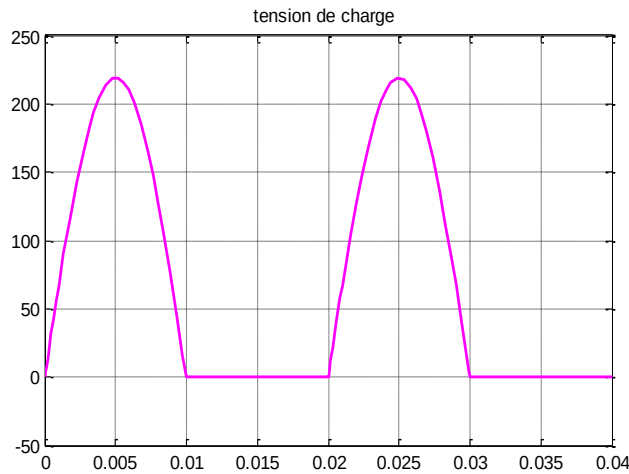
IV.1. Redressement monophasé simple à diode.

Charge R:

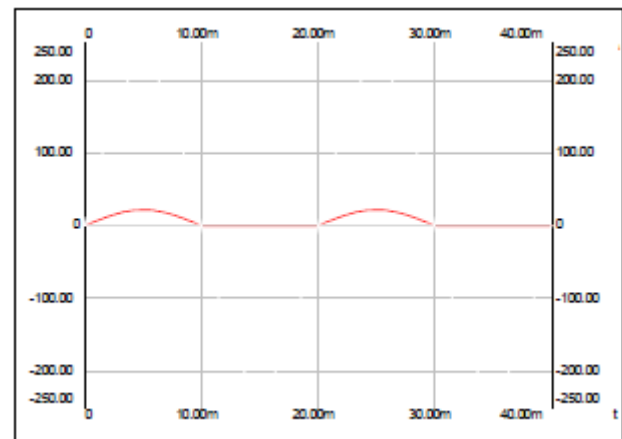
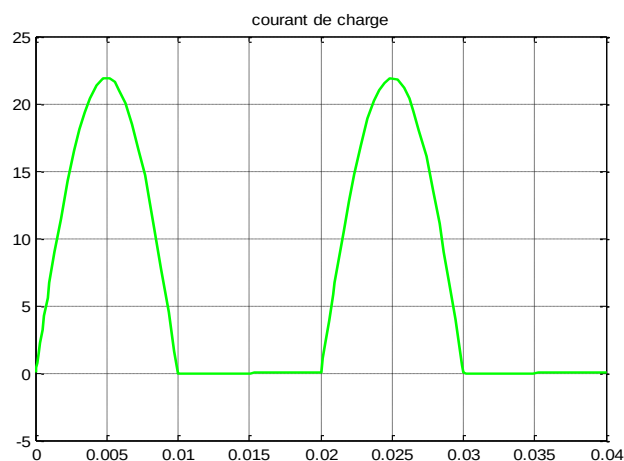
ELESIM

SIMPLORER

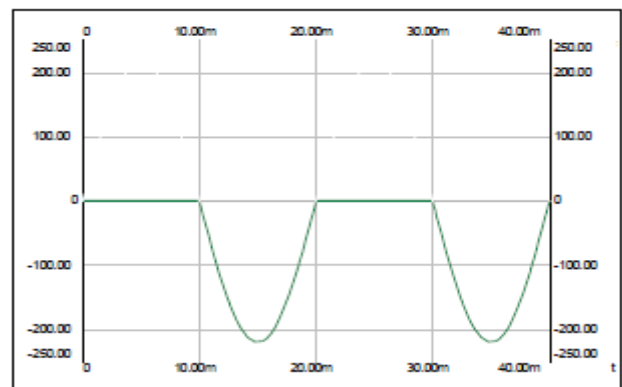
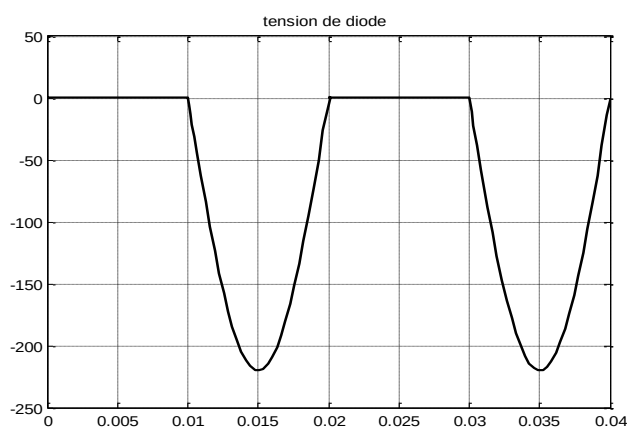
Tension redressée



Courant redressé



Tension inverse aux bornes de la diode



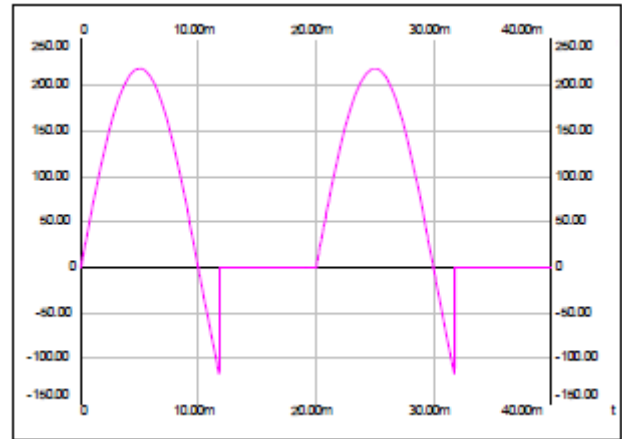
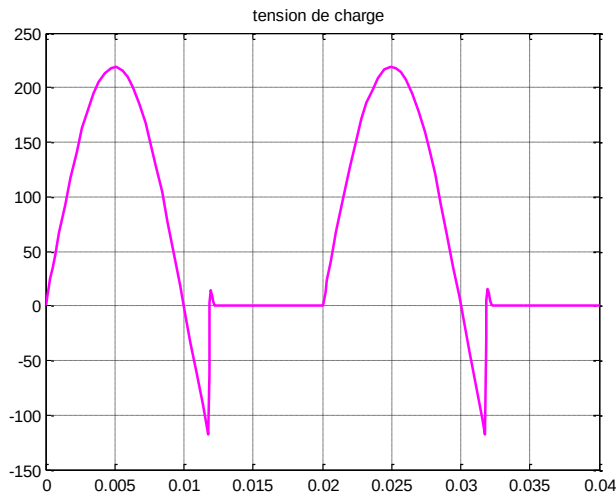
Figure(IV.1):Tension redressée, courant et tension inverse aux bornes de D
 $V_m=220V$, $R=10_\Omega$, $f=50Hz$, et $t=40ms$

Charge RL:

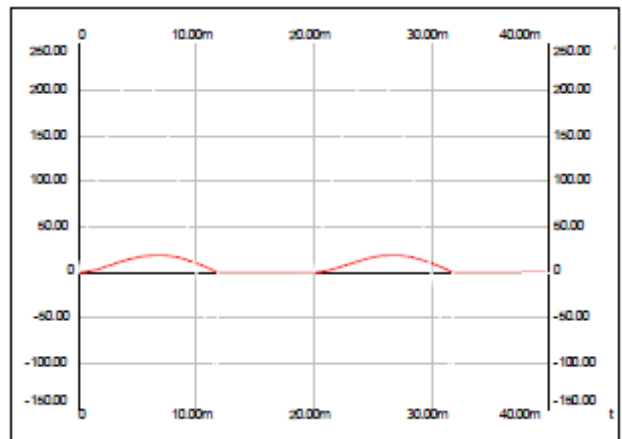
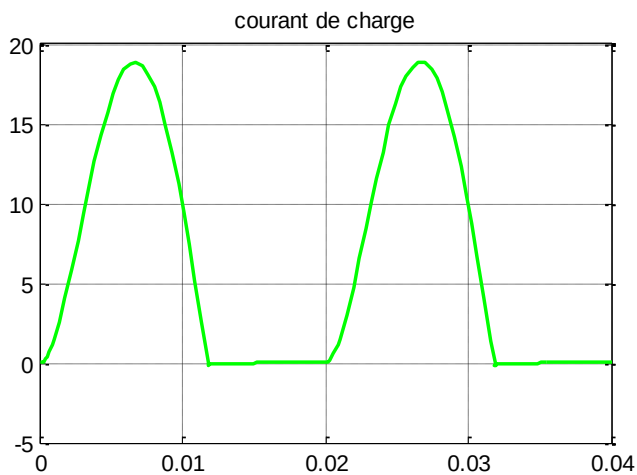
ELESIM

SIMPLORER

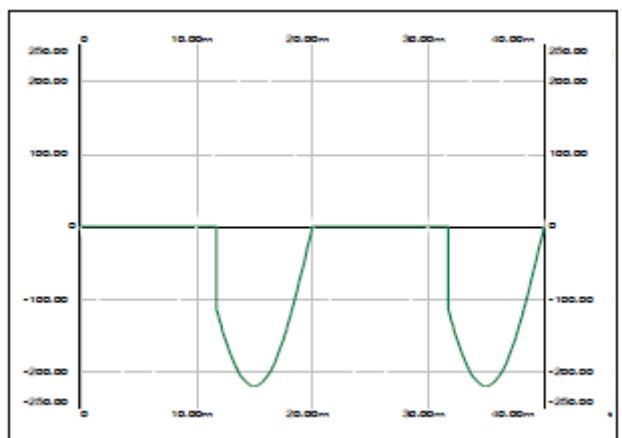
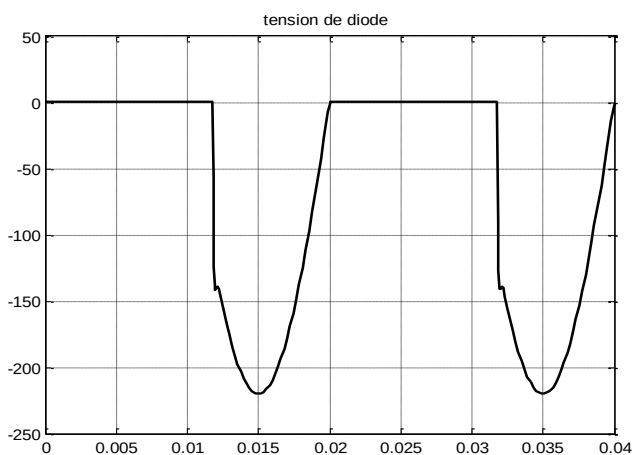
Tension redressée



Courant redressé

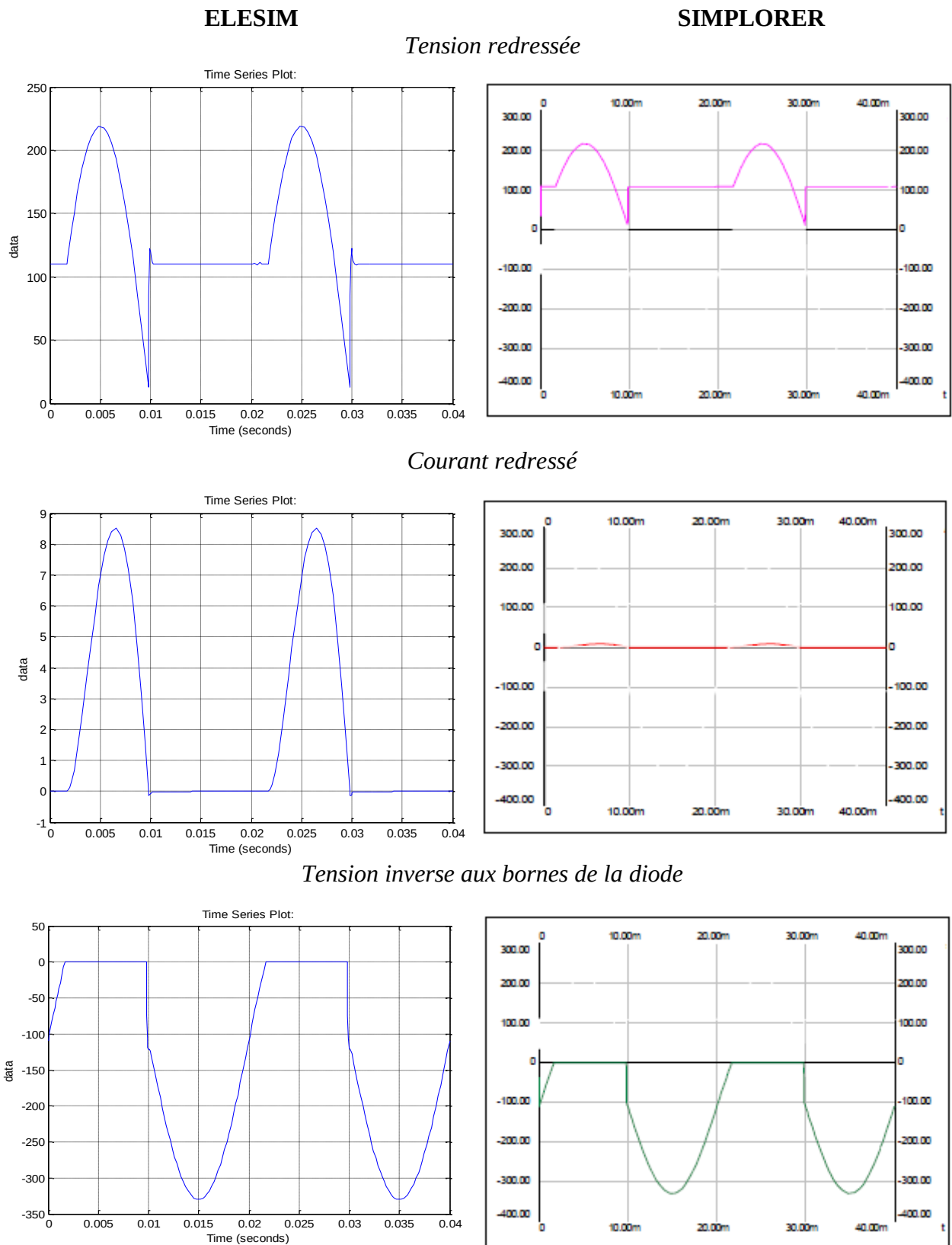


Tension inverse aux bornes de la diode



Figure(IV.2):*Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de D*
 $V_m=220V$, $R=10$, $L=20mH$, $f=50Hz$, et $t=40ms$.

Charge RLE:



Figure(IV.3):*Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de D*
 $V_m=220V$, $R=10\ \Omega$, $L=20mH$, $E=110v$, $f=50Hz$, et $t=40ms$.

IV.2. Interprétation des résultats:

Charge R:

La diode conduit un courant I_d dans l'intervalle $[0, \pi]$, lorsque la tension a ses bornes $(v_m \sin \omega t)$ est positive, donc la tension inverse aux bornes de la diode est nulle.

La diode cesse de conduire dans l'intervalle $[\pi, 2\pi]$ lorsque la tension a ses bornes devient négative, c'est-à-dire que le courant et la tension redressée sont nuls.

Charge RL:

La diode conduit un courant I_d dans l'intervalle $[0, \theta_{ex}]$, où la tension a ses bornes $(v_m \sin \omega t)$ est positive. Dans l'intervalle $[\pi, \theta_{ex}]$ la bobine décharge sa puissance électromagnétique emmagasinée dans la résistance jusqu'à où le courant soit nul, donc la tension inverse aux bornes de la diode devient négative.

Généralement l'angle de d'extinction θ_{ex} est compris entre π et $3/2 \pi$, et le courant devient lissé par rapport à la charge R.

Charge RLE:

La diode conduit un courant I_d dans l'intervalle $[0, \theta_{ex}]$, où la tension a ses bornes $(v_m \sin \omega t - E)$ est positive. Dans l'intervalle $[\pi, \theta_{ex}]$ la bobine décharge sa puissance électromagnétique emmagasinée dans la résistance jusqu'à où le courant soit nul et la tension redressée égale à E, donc la tension inverse aux bornes de la diode devient négative.

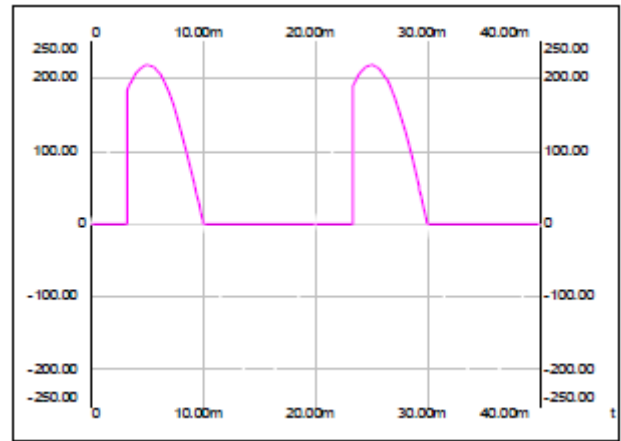
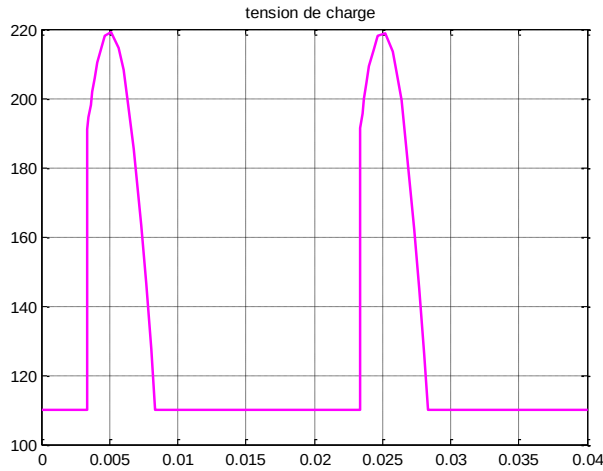
IV.3. Redressement monophasé simple à thyristor.

Charge R:

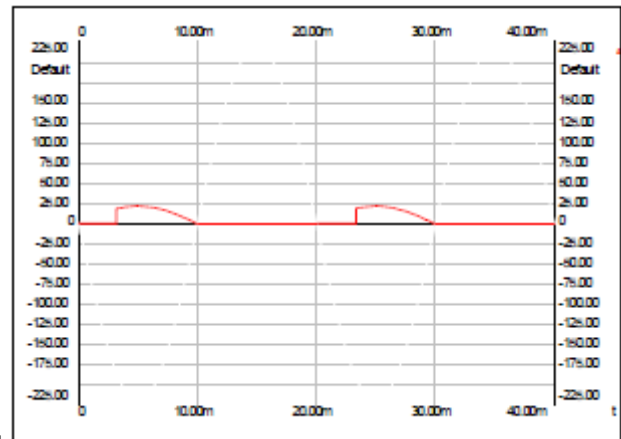
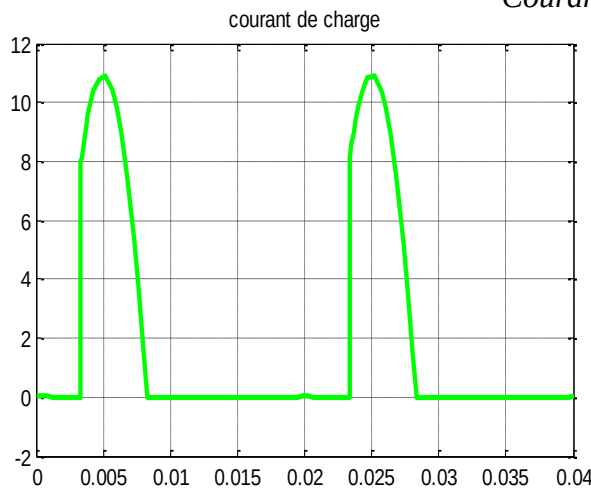
ELESIM

SIMPLORER

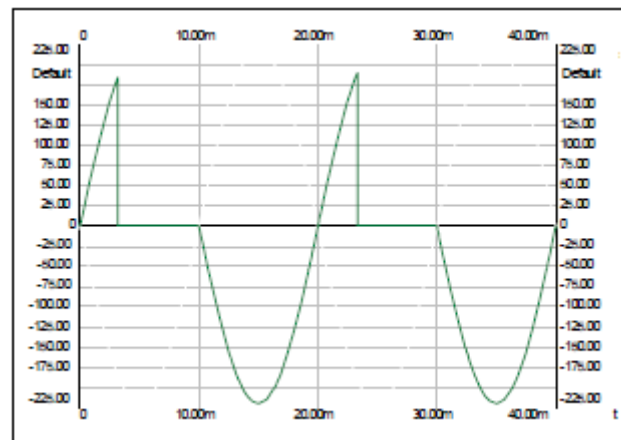
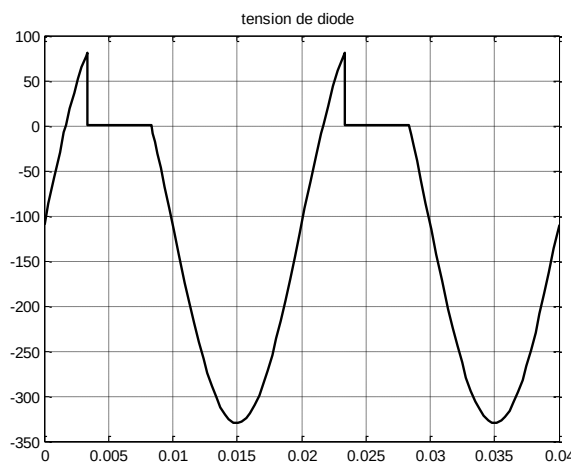
Tension redressée



Courant redressé



Tension inverse aux bornes du thyristor Th



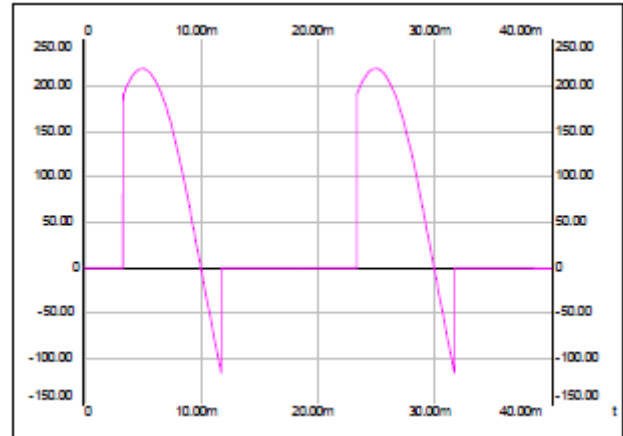
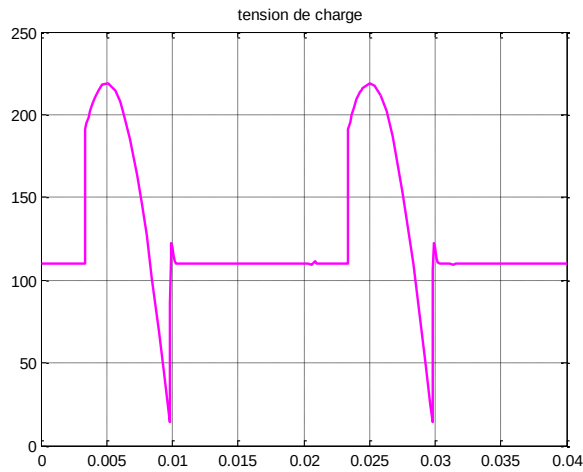
Figure(IV.4): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

Charge RL:

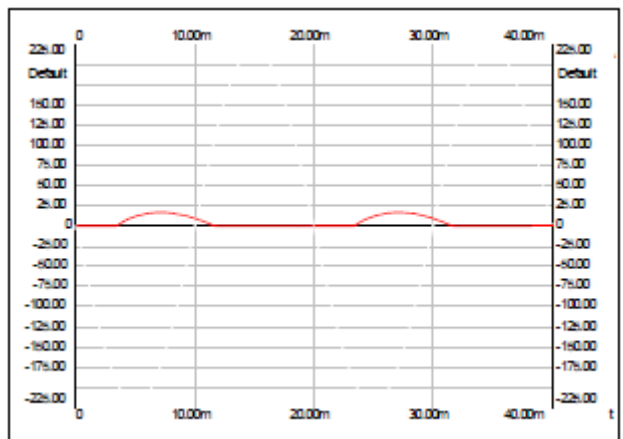
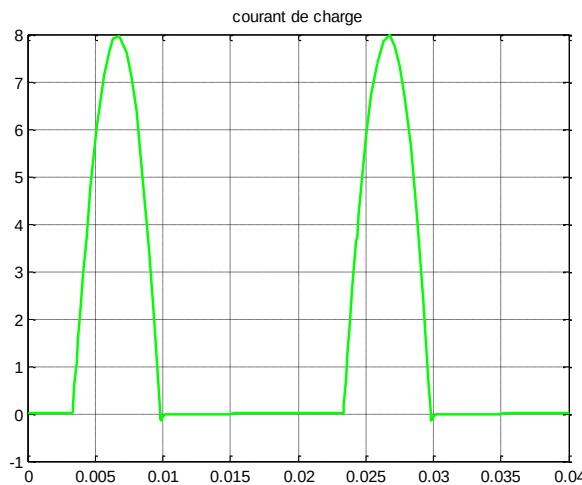
ELESIM

SIMPLORER

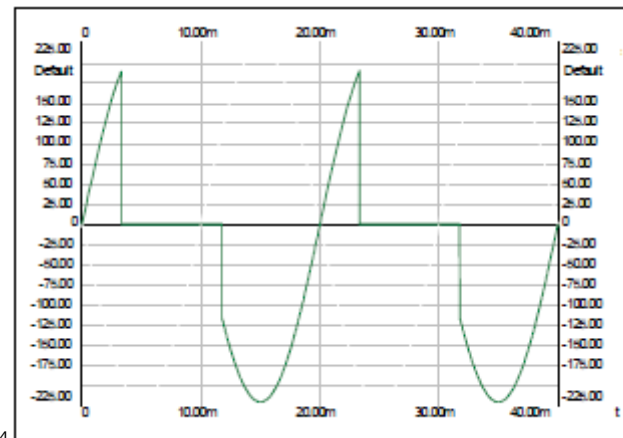
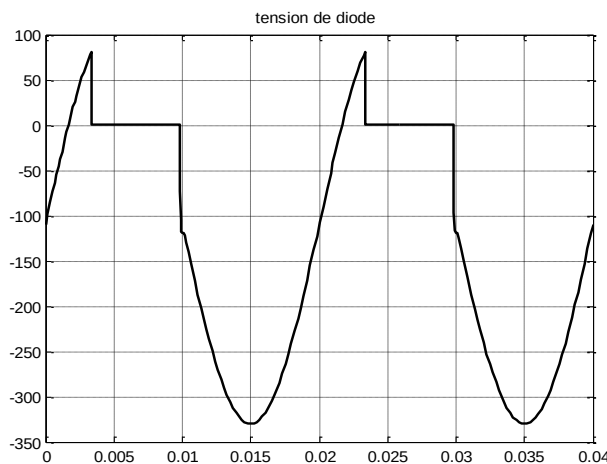
Tension redressée



Courant redressé



Tension inverse aux bornes du thyristor Th



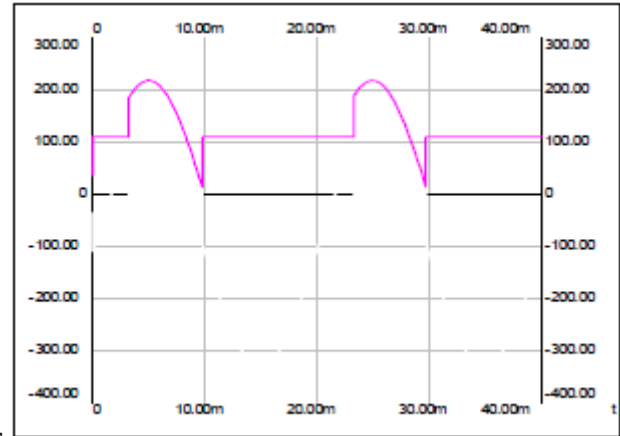
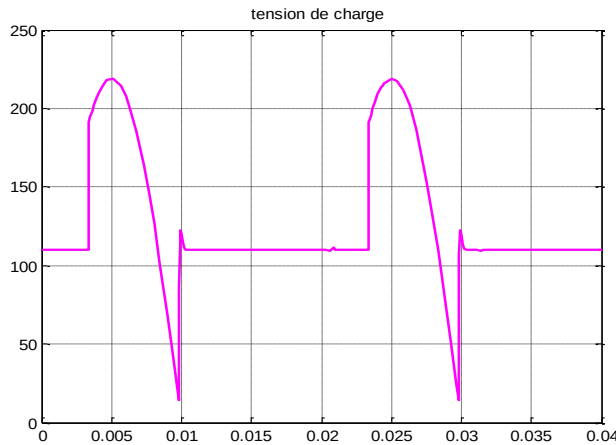
Figure(IV.5):Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

Charge RLE:

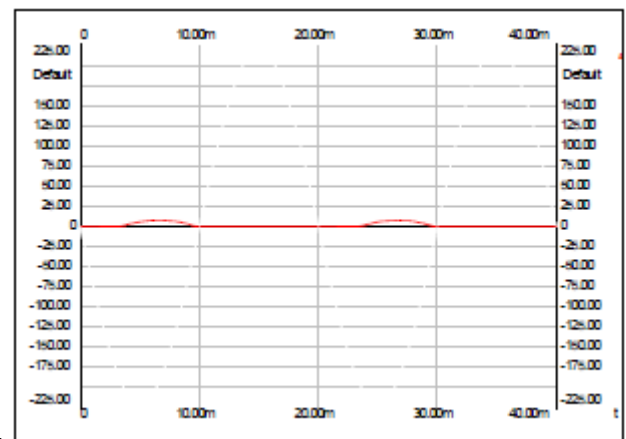
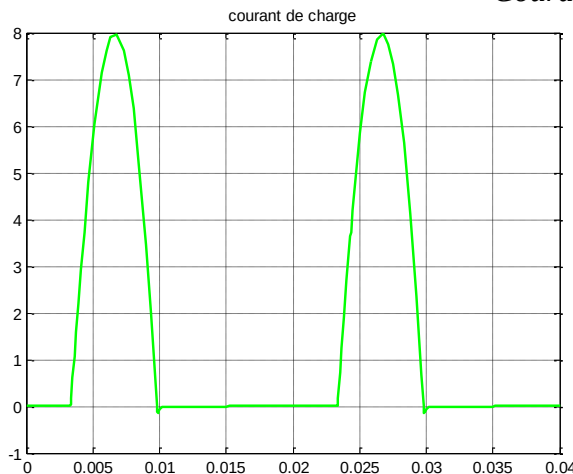
ELESIM

SIMPLORER

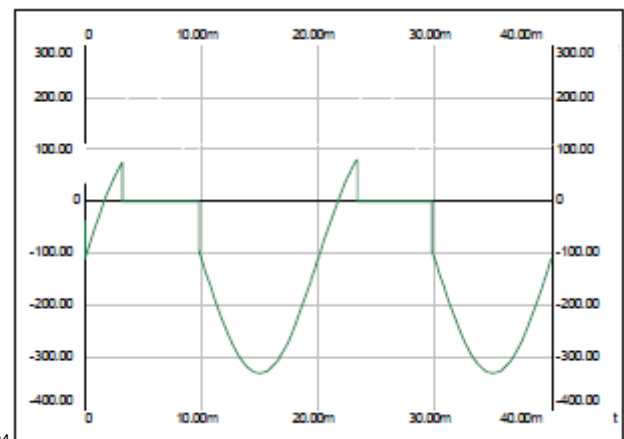
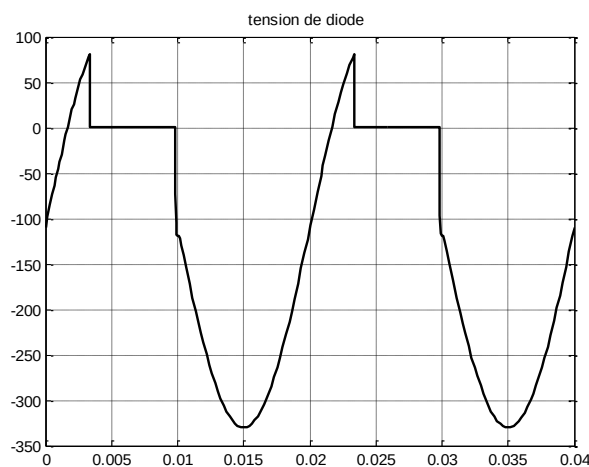
Tension redressée



Courant redressé



Tension inverse aux bornes du thyristor Th



Figure(IV.6):Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th

$V_m=220V$, $R=10$, $L=20mH$, $E=110v$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

IV.4. Interprétation des résultats:

Charge R:

Le thyristor conduit un courant I_d dans l'intervalle $[\alpha, \pi]$, lorsque il reçoit une impulsion où la tension a ses bornes ($v_m \sin \omega t$) est positive.

Le thyristor cesse de conduire dans l'intervalle $[\pi, 2\pi]$, lorsque la tension a ses bornes devient négative, c'est-à-dire que le courant et la tension redressée sont nuls.

Charge RL:

Le thyristor conduit un courant I_d dans l'intervalle $[\alpha_{ex}, \theta]$, lorsque il reçoit une impulsion où la tension a ses bornes ($v_m \sin \omega t$) est positive. Dans l'intervalle $[\pi, \theta_{ex}]$ la bobine décharge sa puissance dans la résistance jusqu'à où le courant soit nul.

Charge RLE:

Le thyristor conduit un courant I_d dans l'intervalle $[\alpha_{ex}, \theta]$, lorsque il reçoit une impulsion où la tension a ses bornes ($v_m \sin \omega t - E$) est positive.

Dans l'intervalle $[\pi, \theta_{ex}]$ la bobine décharge sa puissance jusqu'à où le courant soit nul, et la tension redressée devient égale à E , donc la tension inverse aux bornes de la diode devient négative.

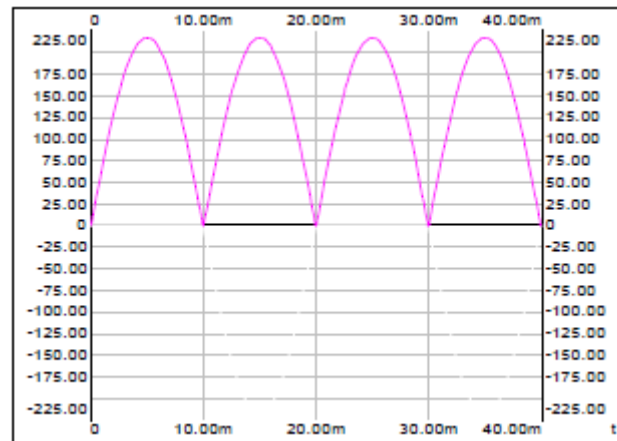
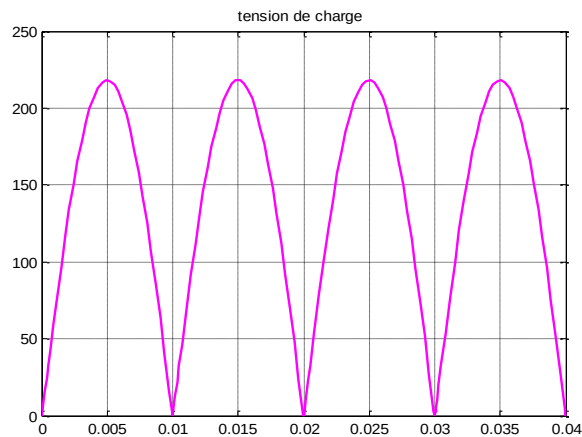
IV.5. Redressement monophasé en pont à diodes.

Charge R:

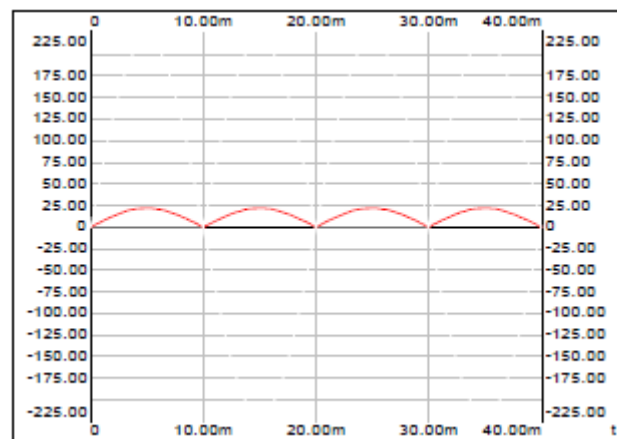
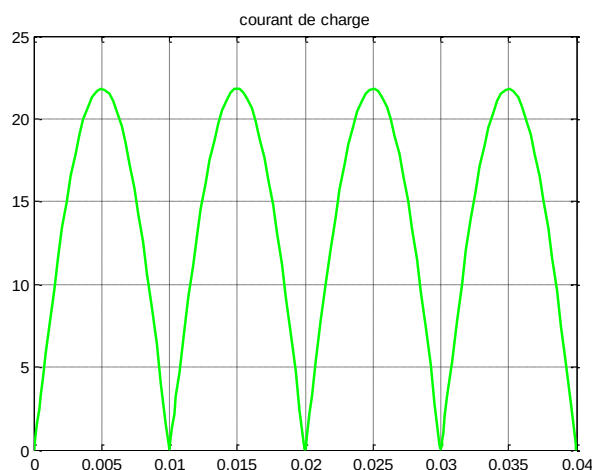
ELESIM

SIMPLORER

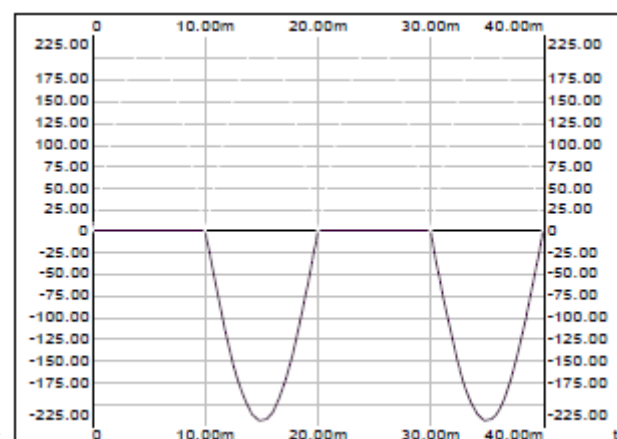
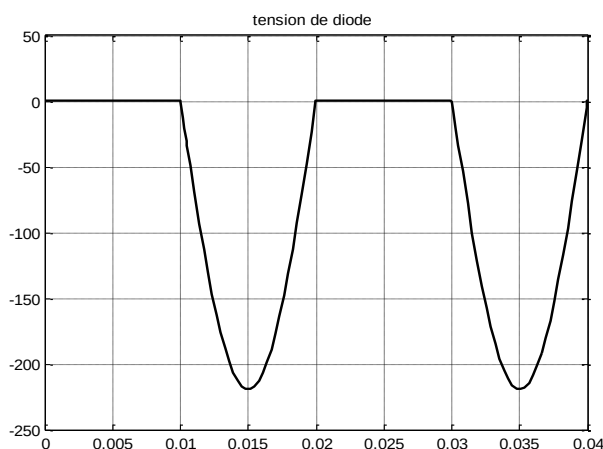
Tension redressée



Courant redressé



Tension inverse aux bornes de la diode D1



Figure(IV.7): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de D1

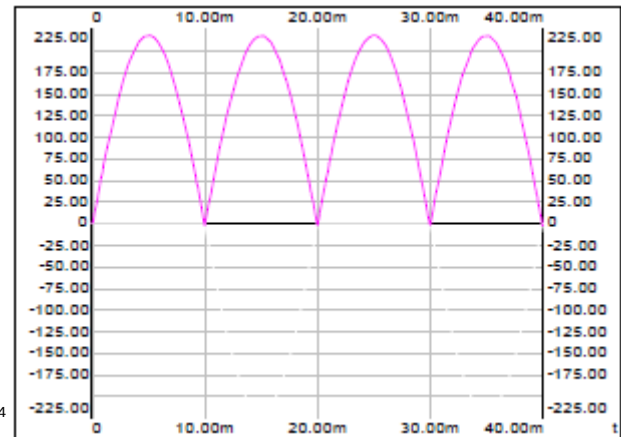
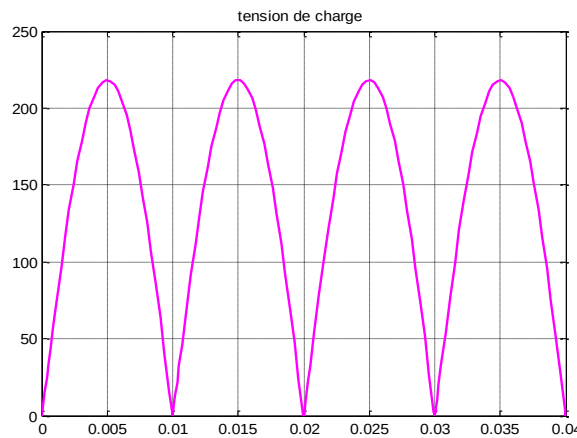
$V_m=220V$, $R=10\Omega$, $f=50Hz$, $t=40ms$.

Charge RL:

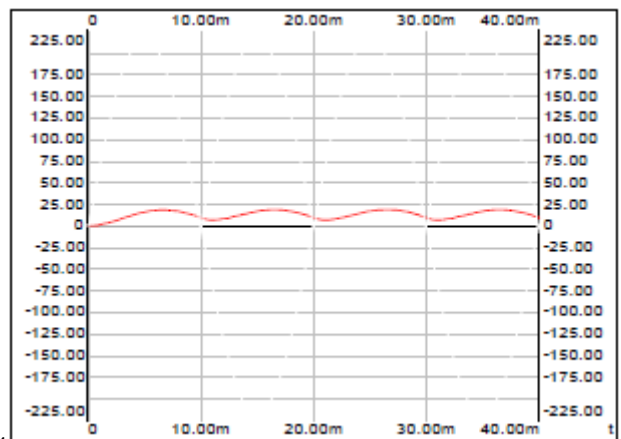
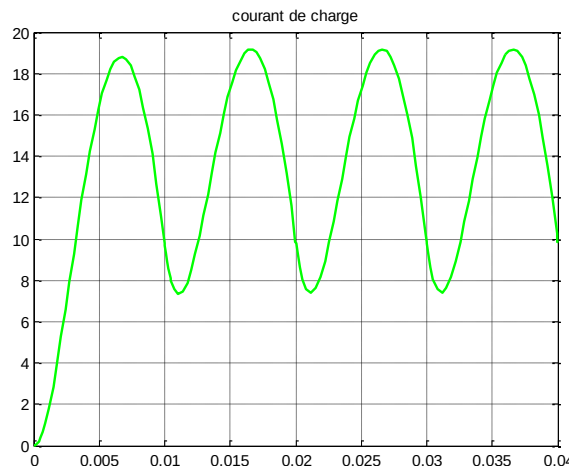
ELESIM

SIMPLORER

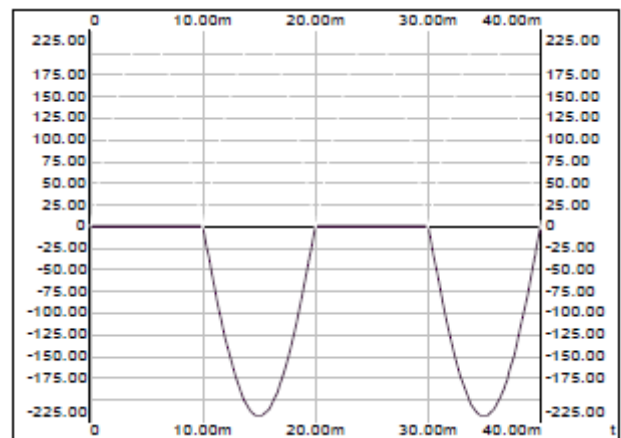
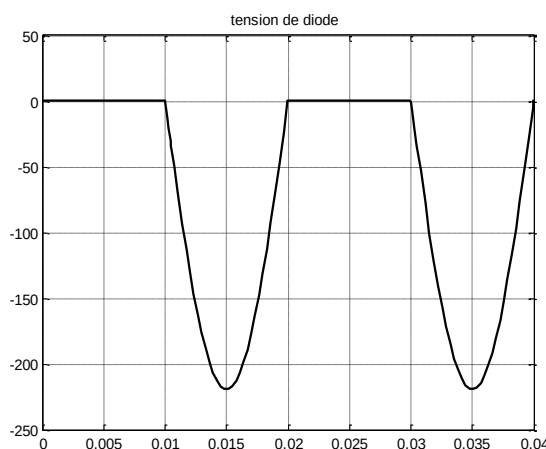
Tension redressée



Courant redressé

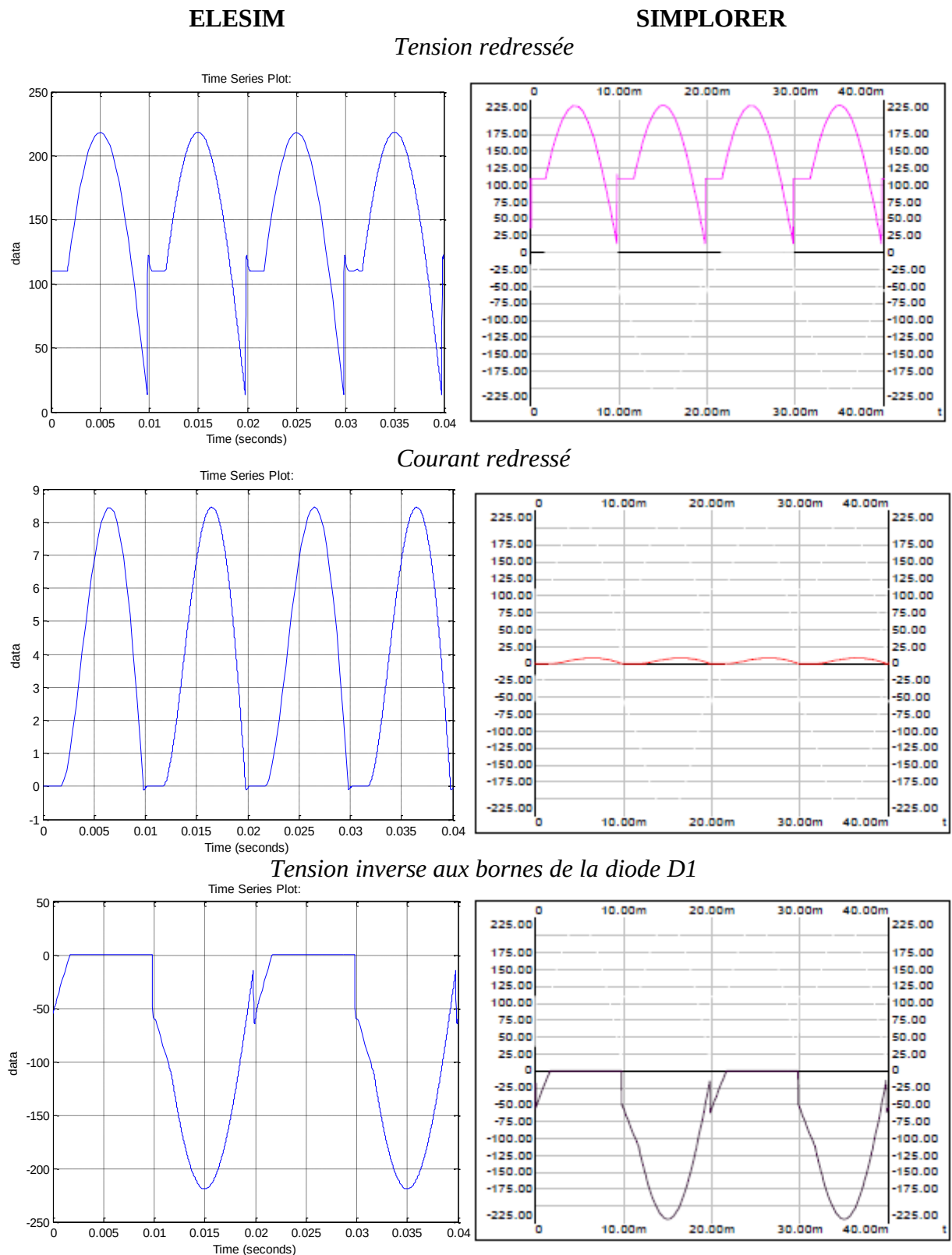


Tension inverse aux bornes de la diode D1



Figure(IV.8): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de D1
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, $t=40ms$.

Charge RLE:



Figure(IV.9):*Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de D1*
 $V_m=220V$, $R=10$, $L=20mH$, $E=110v$, $f=50Hz$, $t=40ms$.

IV.6. Interprétation des résultats:

Charge R:

La conduction du courant I_d dans l'intervalle $[0, \pi]$ se fait simultanément à l'aide des deux diodes D_1 et D_2 , lorsque la tension aux bornes de chaque diode $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive. Les deux diodes cessent de conduire dans l'intervalle $[\pi, 2\pi]$, qui entre les deux autres diodes D_1' et D_2' en conduction (conduction naturelle), où la tension aux bornes de chacun d'eux $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive, c'est-à-dire que le courant est nul dans les diodes D_1 et D_2 . Le courant ne s'annule que dans les moments de changements des fonctionnements des diodes (points de commutation).

Charge RL:

La conduction du courant I_d dans l'intervalle $[0, \pi]$ se fait simultanément à l'aide des deux diodes D_1 et D_2 , lorsque la tension aux bornes de chaque diode $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive. Les deux diodes cessent de conduire dans l'intervalle $[\pi, 2\pi]$, qui entre les deux autres diodes D_1' et D_2' en conduction, où la tension aux bornes de chacun d'eux $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive, se qui assure la continuité du courant dans la charge car la bobine se décharge pendant le changement des deux diodes, c'est-à-dire que le courant est nul dans les diodes D_1 et D_2 .

Charge RLE:

La conduction du courant I_d dans l'intervalle $[0, \pi]$ se fait simultanément à l'aide des deux diodes D_1 et D_2 . Les deux diodes cessent de conduire dans l'intervalle $[\pi, 2\pi]$, qui entre les deux autres diodes D_1' et D_2' en conduction, dans l'intervalle où le courant devient nul à cause de la présence de E la tension aux bornes de la charge devient égal à E.

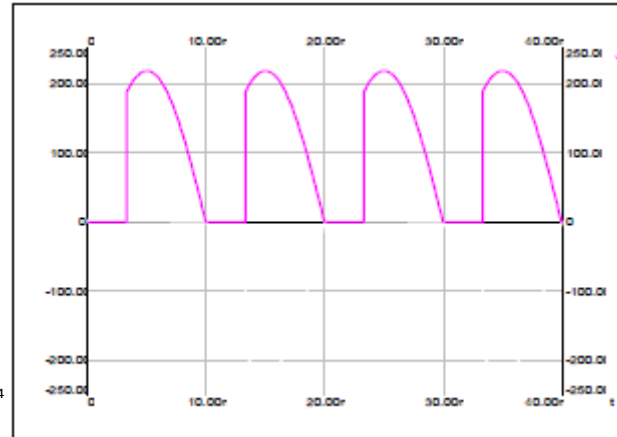
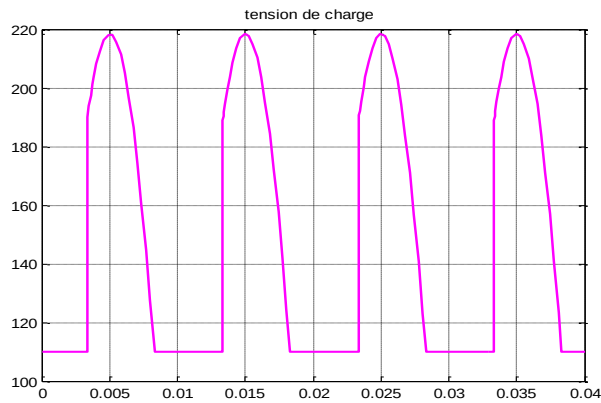
IV.7. Redressement monophasé en pont à thyristors.

Charge R:

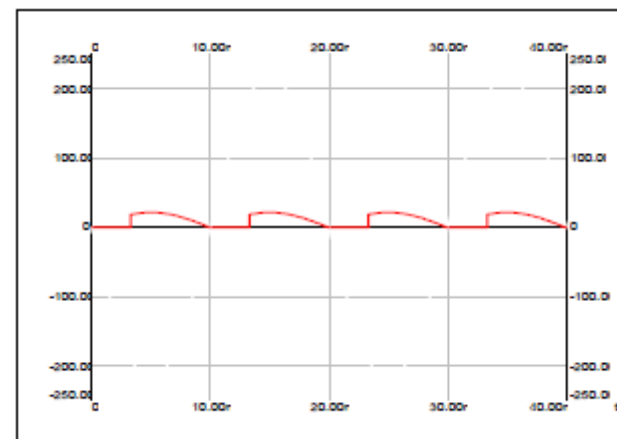
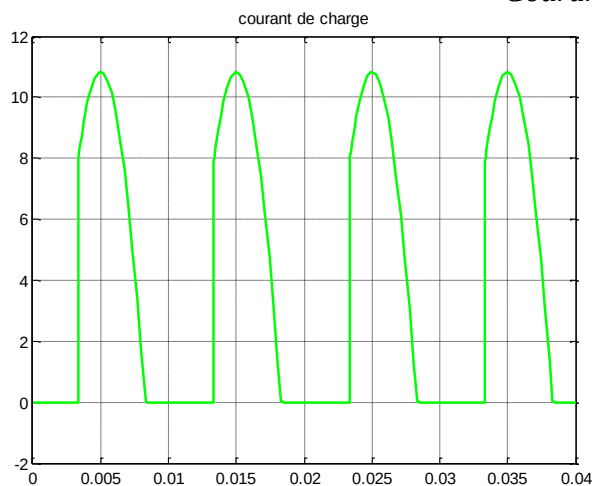
ELESIM

SIMPLORER

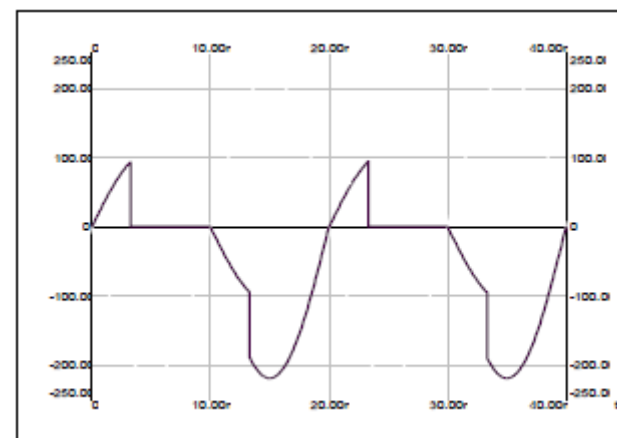
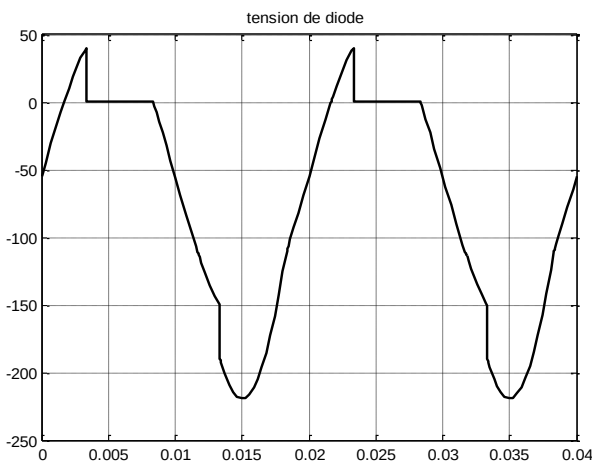
Tension redressée



Courant redressé

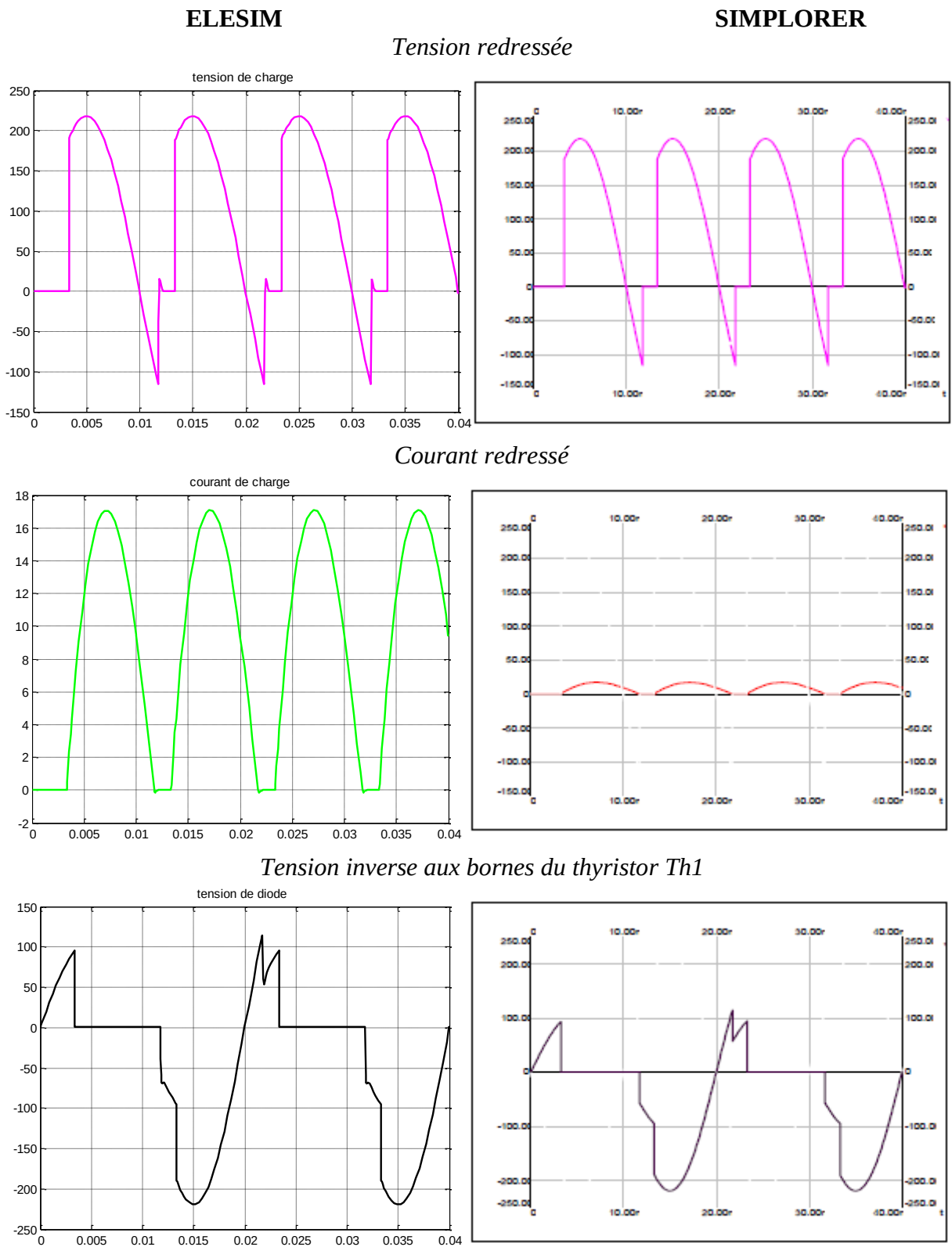


Tension inverse aux bornes du thyristor Th1



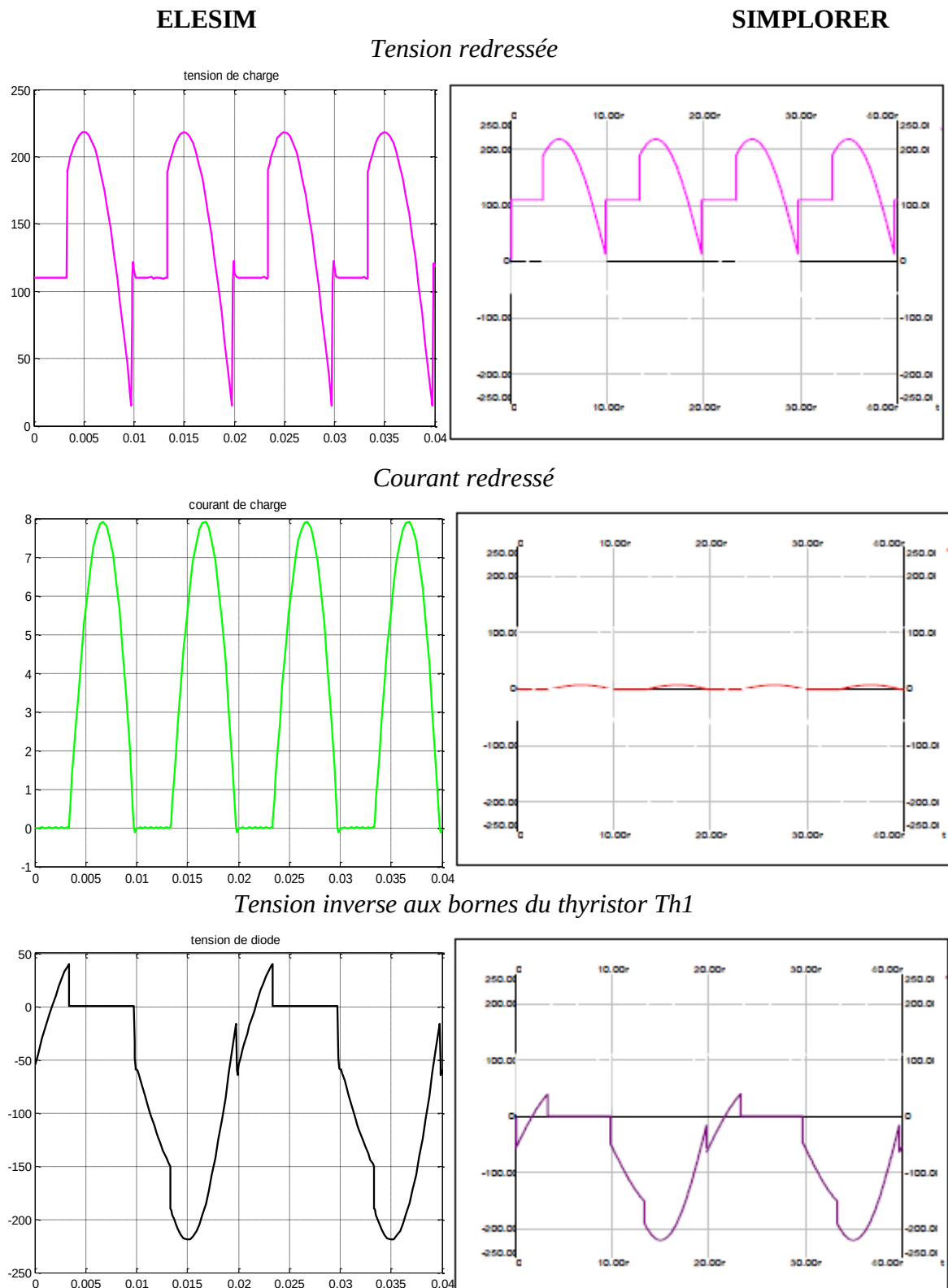
Figure(IV.10): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1
 $V_m=220V$, $R=10_\Omega$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

Charge RL:



Figure(IV.11): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

Charge RLE:



Figure(IV.12):*Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1*
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $L=20mH$, $E=110v$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

IV.8. Interprétation des résultats:

Charge R:

La conduction du courant I_d dans l'intervalle $[\alpha, \pi]$ se fait simultanément à l'aide des deux thyristors Th_1 et Th_2 , lorsque ils reçoient des impulsions où la tension aux bornes de chaque thyristor $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive.

Les deux thyristors cessent de conduire dans l'intervalle $[\pi, 2\pi + \alpha]$, qui entre les deux autres thyristors Th_1' et Th_2' en conduction, lorsque ils reçoient a leurs tour des impulsions où la tension aux bornes de chacun d'aux $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive, c'est-à-dire que le courant est nul dans les diodes D_1 et D_2 .

Charge RL:

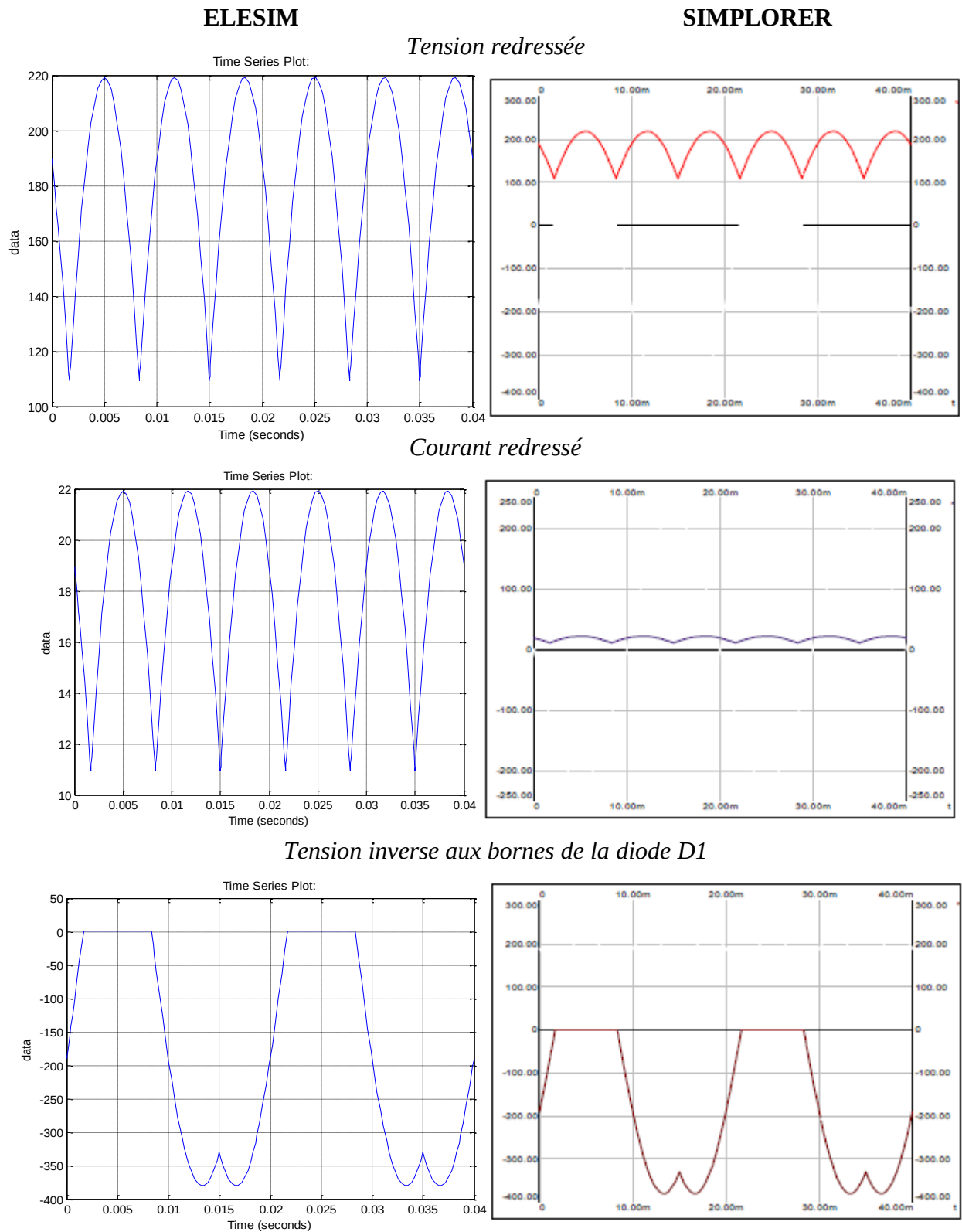
La conduction du courant I_d dans l'intervalle $[\alpha, \theta]$ se fait simultanément à l'aide des deux thyristors Th_1 et Th_2 , lorsque ils reçoient des impulsions où la tension aux bornes de chaque thyristor $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive. Les deux thyristors cessent de conduire dans l'intervalle $[\theta, 2\pi + \alpha]$, qui entre les deux autres thyristors Th_1' et Th_2' en conduction, lorsque ils reçoient des impulsions où la tension aux bornes de chacun d'aux $(v_m \sin \omega t)/2$ est positive.

Charge RLE:

La conduction du courant I_d dans l'intervalle $[\alpha, \theta]$ se fait simultanément à l'aide des deux thyristors Th_1 et Th_2 . Les deux diodes cessent de conduire dans l'intervalle $[\theta, 2\pi + \alpha]$, qui entre les deux autres thyristors D_1' et D_2' en conduction, dans l'intervalle où le courant devient nul a cause de la présence de E la tension aux bornes de la charge de vient égal a E.

IV.9. Redressement triphasé parallèle simple à diodes.

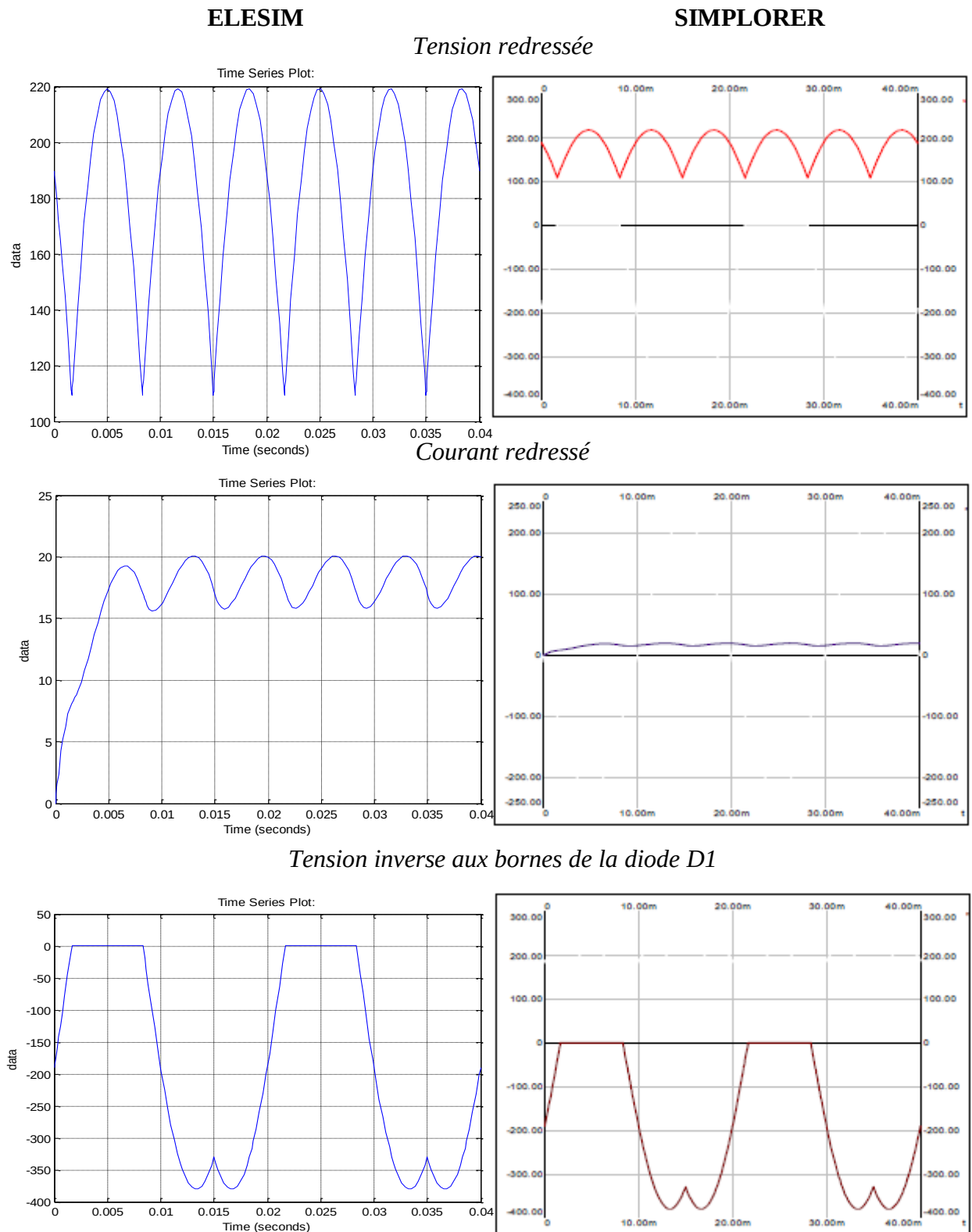
Charge R:



Figure(IV.13): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1

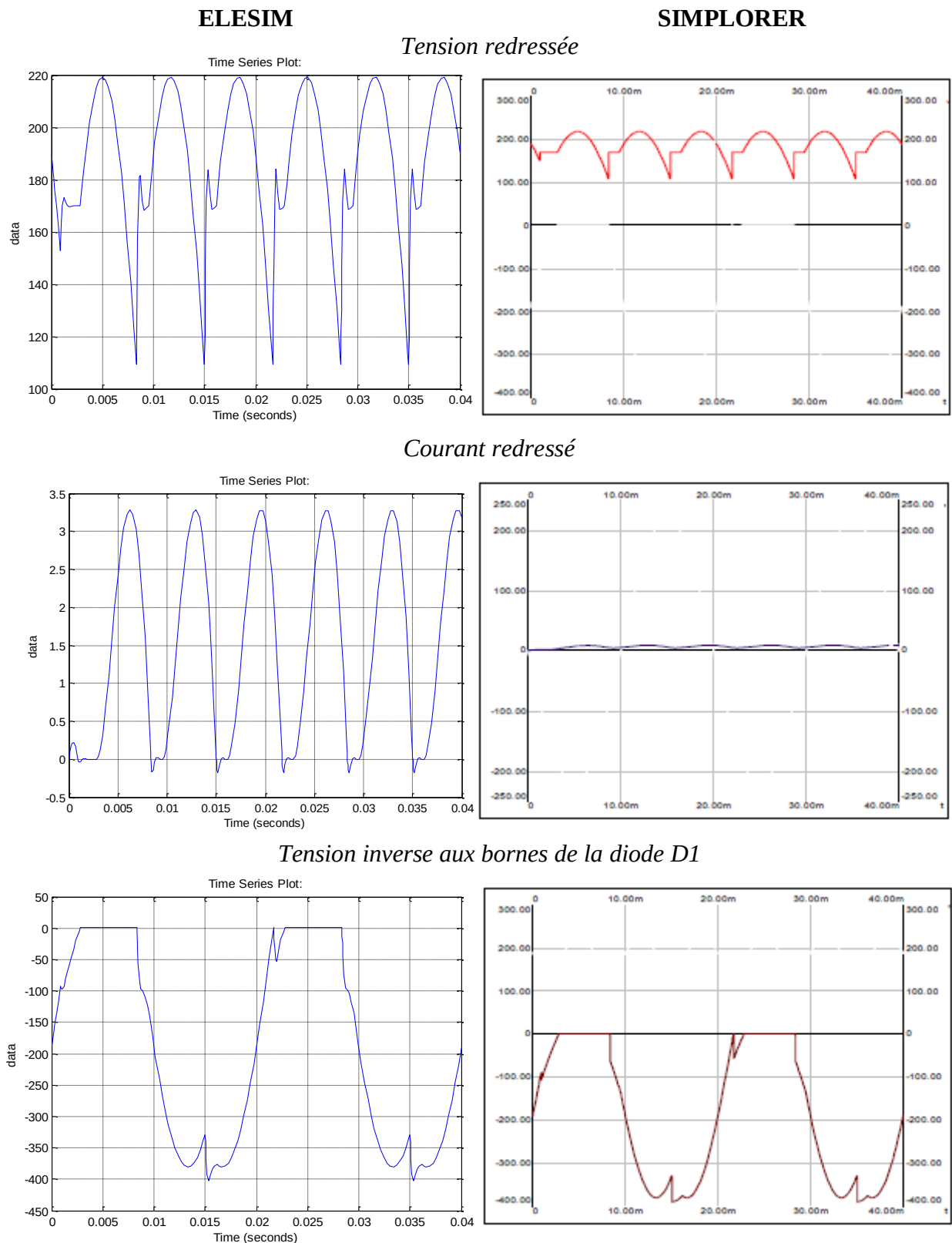
$$V_m=220V, R=10_, f=50Hz, t=40ms.$$

Charge RL:



Figure(IV.14): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1
 $V_m=220V$, $R=10_\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, $t=40ms$.

Charge RLE:



Figure(IV.15):*Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1*
 $V_m=220V$, $R=10_\Omega$, $L=20mH$, $E=170v$, $f=50Hz$, $t=40ms$.

IV.10. Interprétation des résultats:

Charge R:

Les trois diodes travaillent en alternance assurant un courant de charge I_d durant toute la période T , la diode passante est celle qui présente une tension plus élevée a ses bornes, les deux autres diodes sont bloquées (commutation naturelle), le courant ne s'annule pas et à des ondulations, car au point de commutation des diodes il existe toujours un courant lie a l'ancienne conduction.

La tension inverse aux bornes de la diode D_1 est nulle lorsqu'elle conduit, est égale à v_1-v_j lorsqu'elle ne conduit pas.

Charge RL:

Les trois diodes travaillent en alternance assurant un courant de charge I_d durant toute la période T , cette fois les trois diodes circule un courant I_d lissé (diminution des ondulations) a cause de la décharge de la bobine dans la charge.,

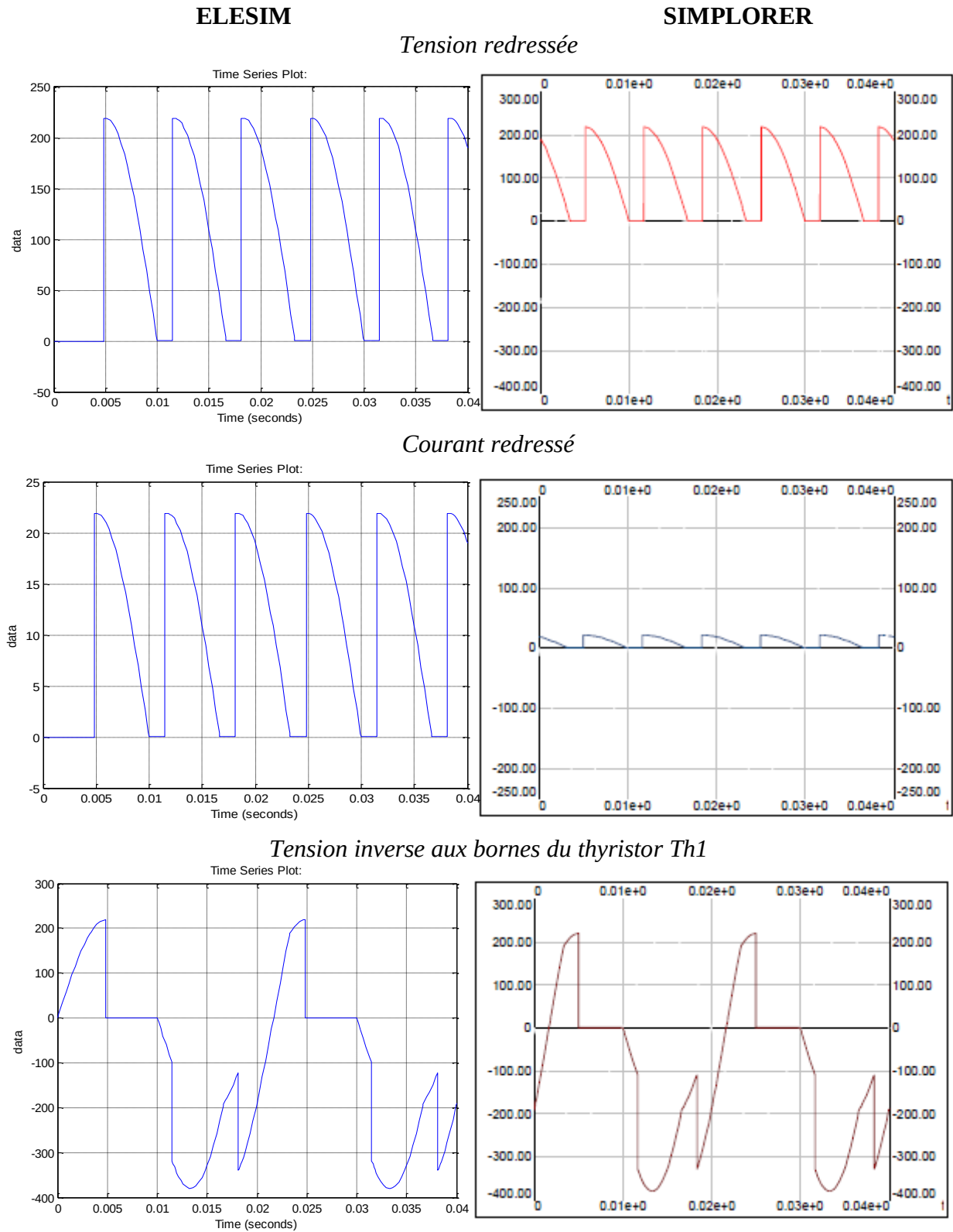
Charge RLE:

Le courant de charge I_d est déminé en amplitude a cause de la présence de la force électromotrice E , et la bobine ce décharge dans la résistance lorsque la tension de source égale a E , lorsque le décharge se termine la tension redressée devient égale à E .

La tension inverse aux bornes de la diode D_1 est nulle lorsqu'elle conduit, est égale à v_1-v_j lorsqu'elle ne conduit pas.

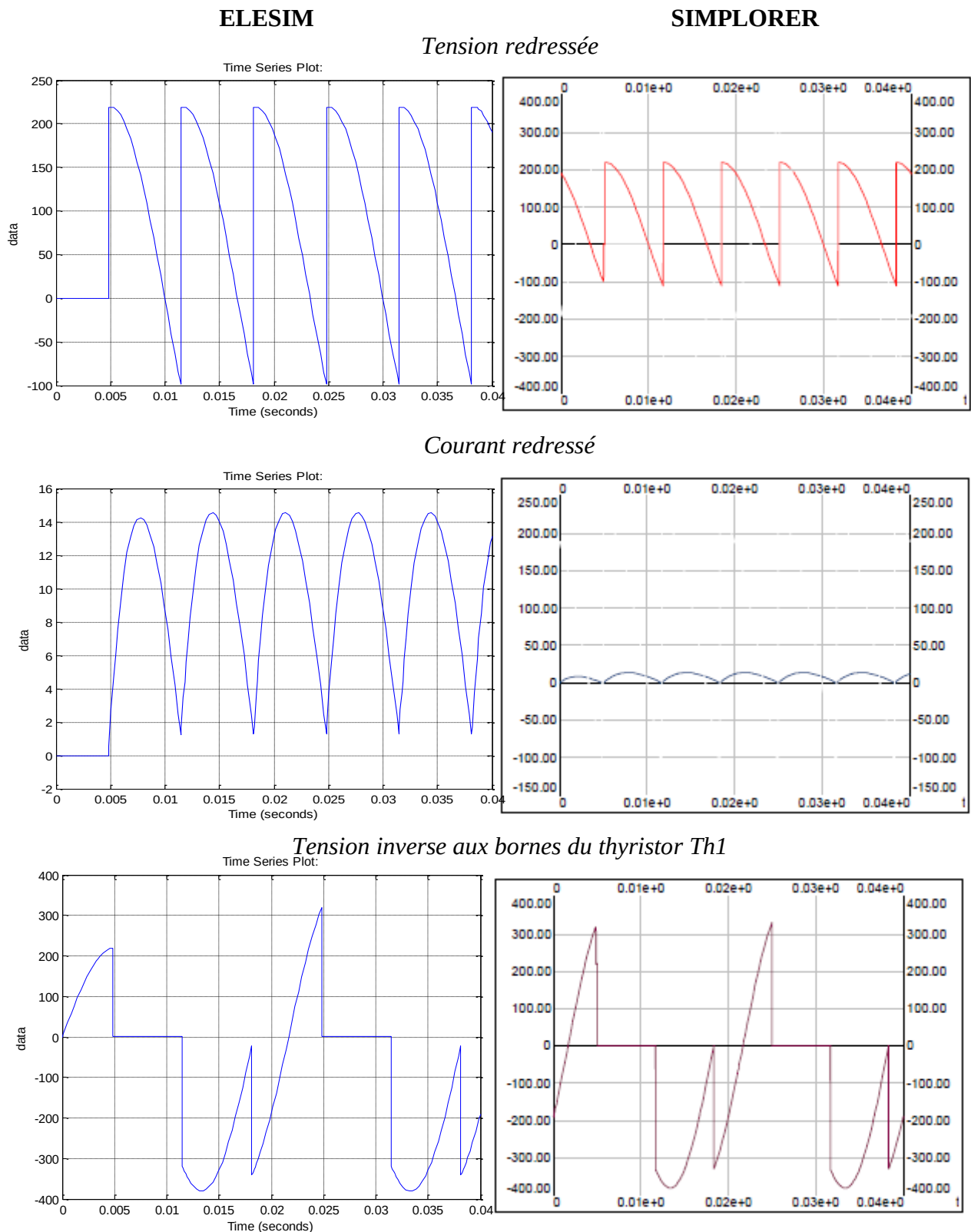
IV.11. Redressement triphasé parallèle simple à thyristors.

Charge R:



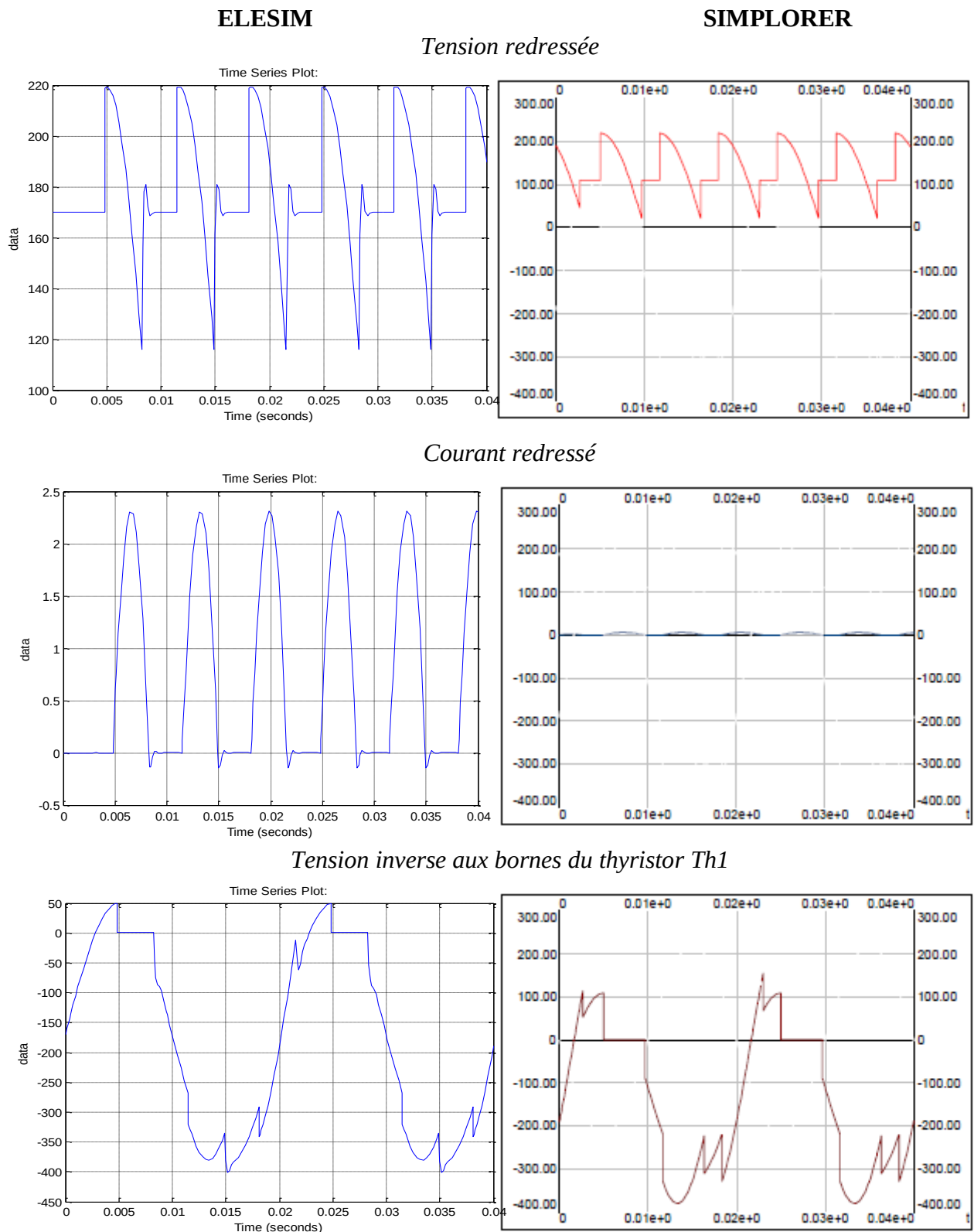
Figure(IV.16): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

Charge RL:



Figure(IV.17):Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1
 $V_m=220V$, $R=10_\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

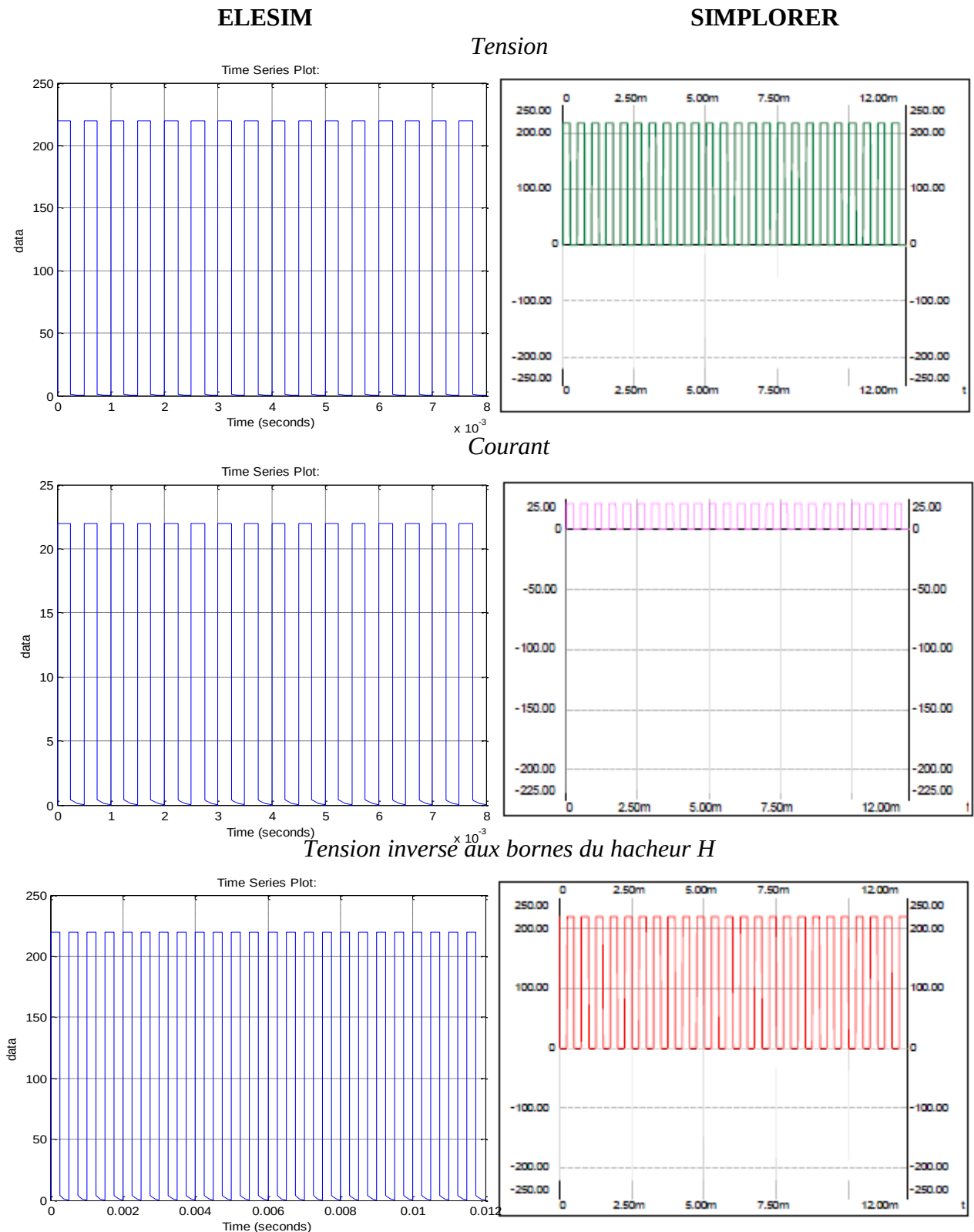
Charge RLE:



Figure(IV.18): Courant, tension redressée et tension inverse aux bornes de Th1
 $V_m=220V$, $R=10\ \Omega$, $L=20mH$, $E=170v$, $f=50Hz$, $t=40ms$, $\alpha=60^\circ$.

IV.12. Hacheur série:

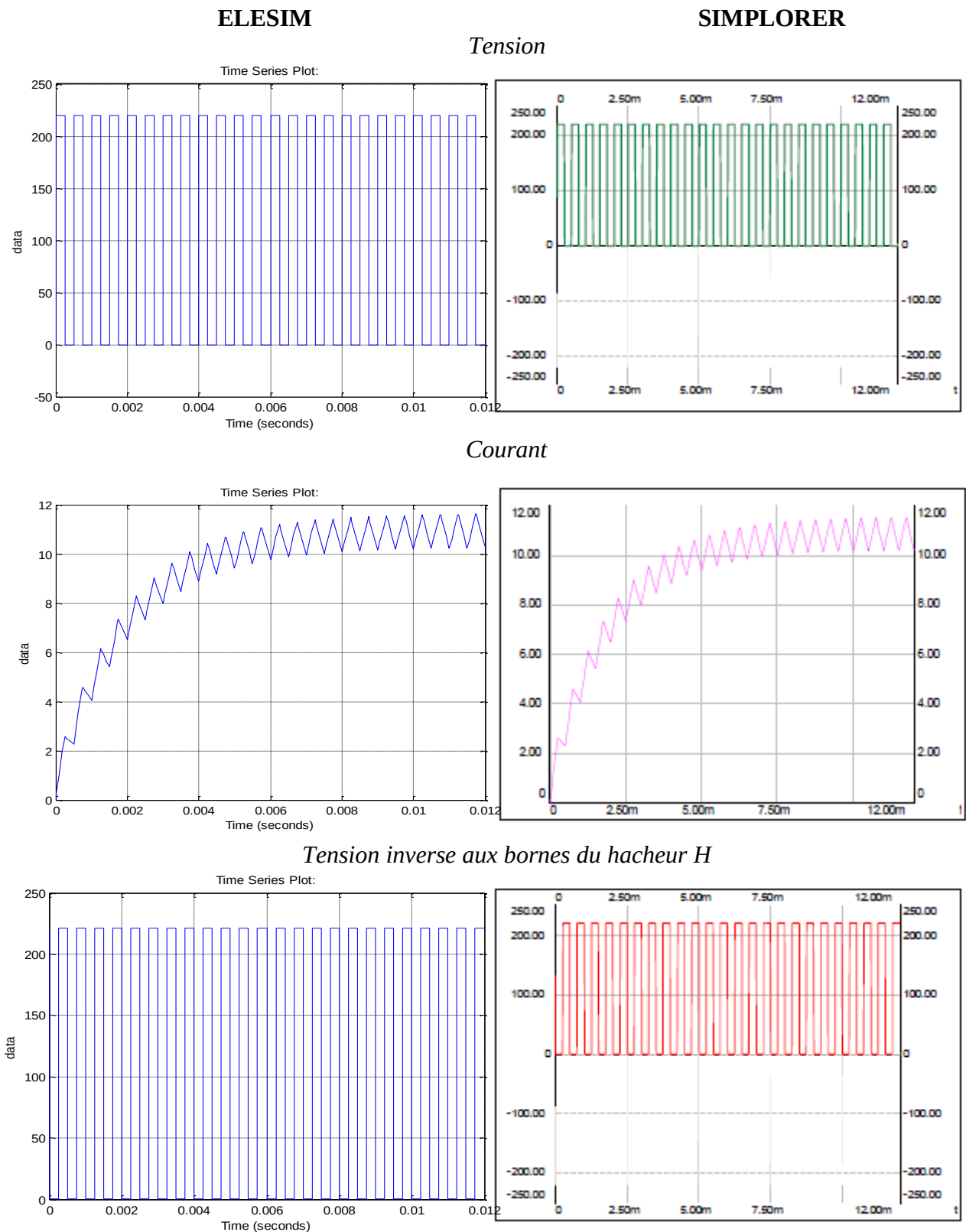
Charge R:



Figure(IV.19):Courant, et tension délivrée par un hacheur série.

$E_s=220V$, $R=10\Omega$, $f=2000Hz$, et $t=8ms$.

Charge RL:



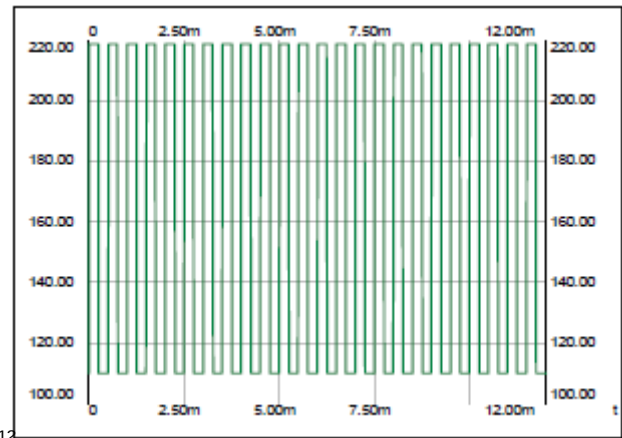
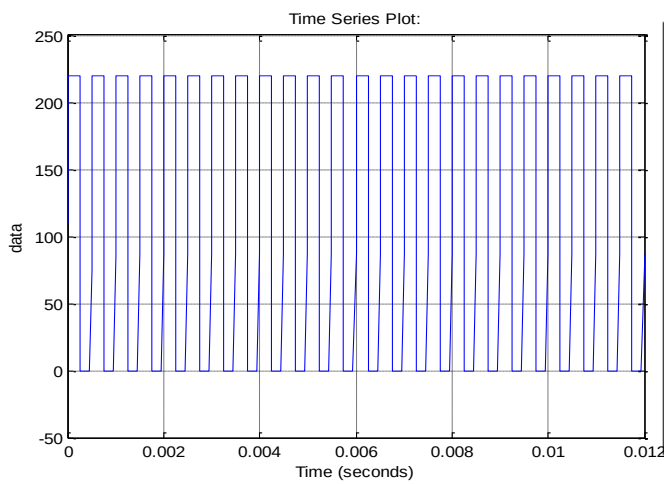
Figure(IV.20):*Courant, et tension délivrée par un hacheur série.*
 $E_s=220V$, $R=10_\Omega$, $L=20mH$, $f=2000Hz$, et $t=12ms$.

Charge RLE:

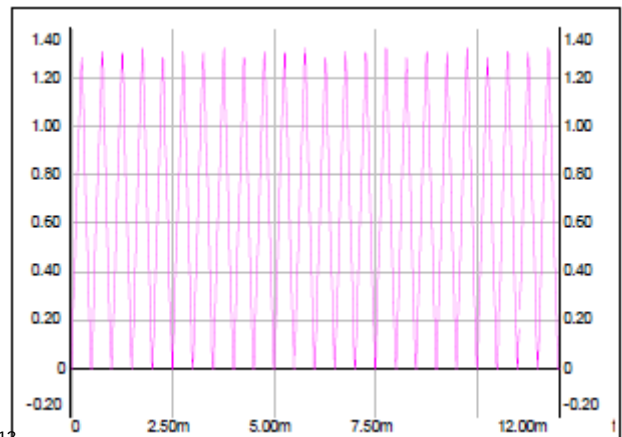
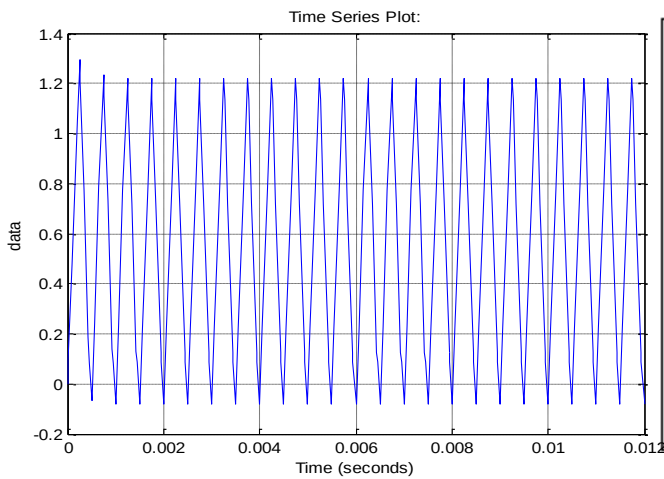
ELESIM

SIMPLORER

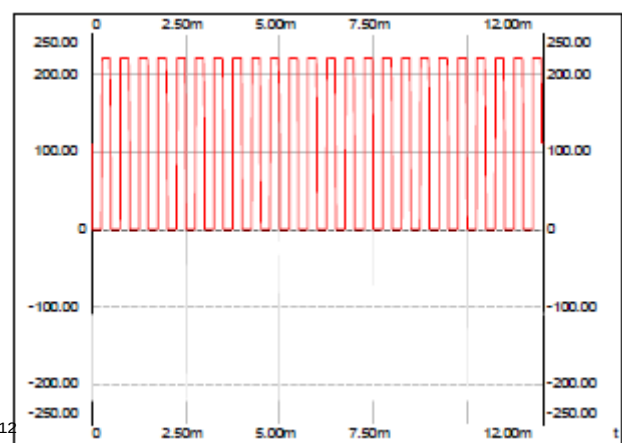
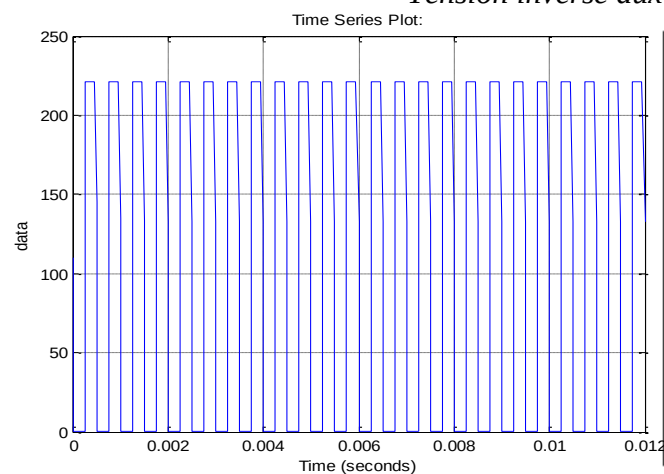
Tension



Courant



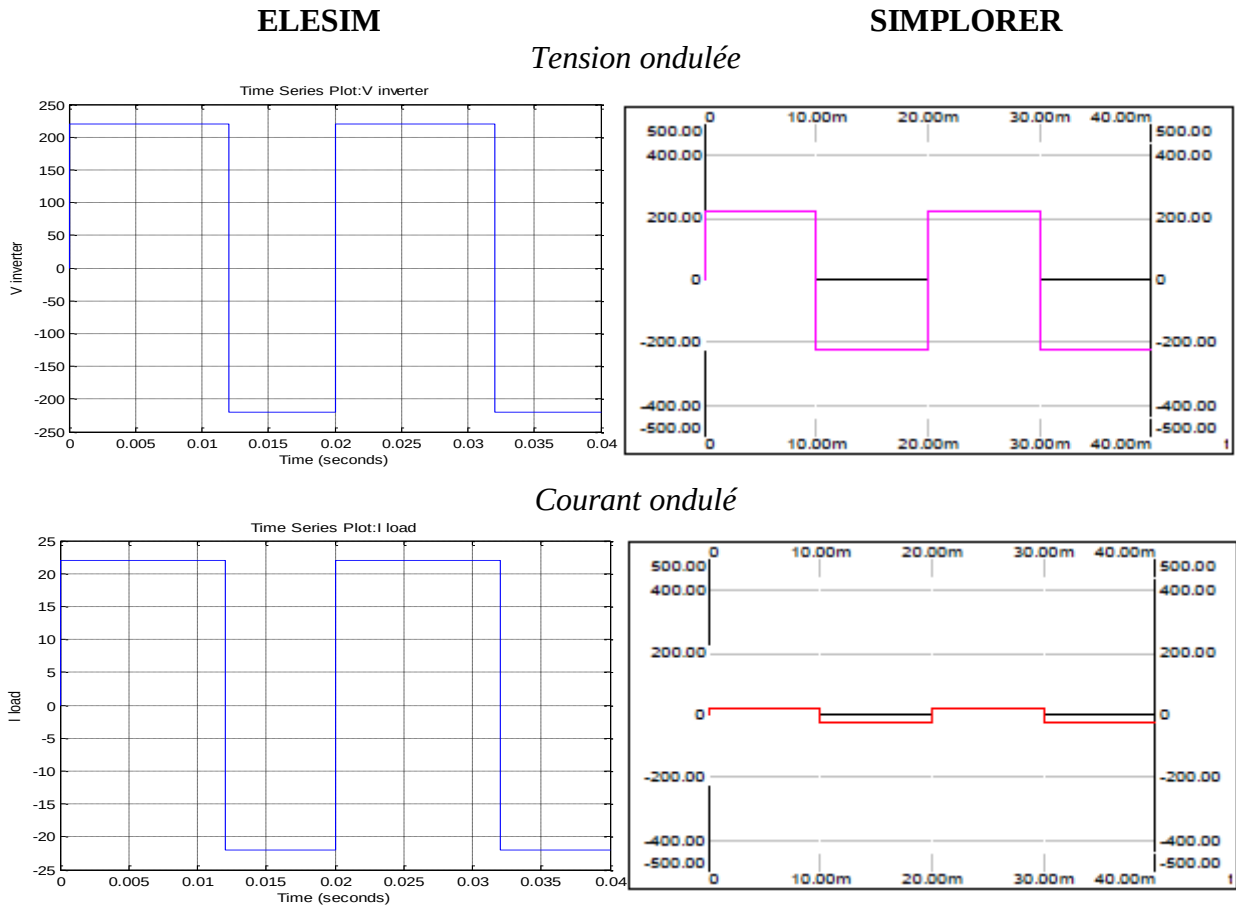
Tension inverse aux bornes du hacheur H



Figure(IV.21): Courant, et tension délivrée par un hacheur série.
 $E_s=220V$, $R=10\Omega$, $L=20mH$, $E=110v$, $f=2000Hz$, et $t=12ms$.

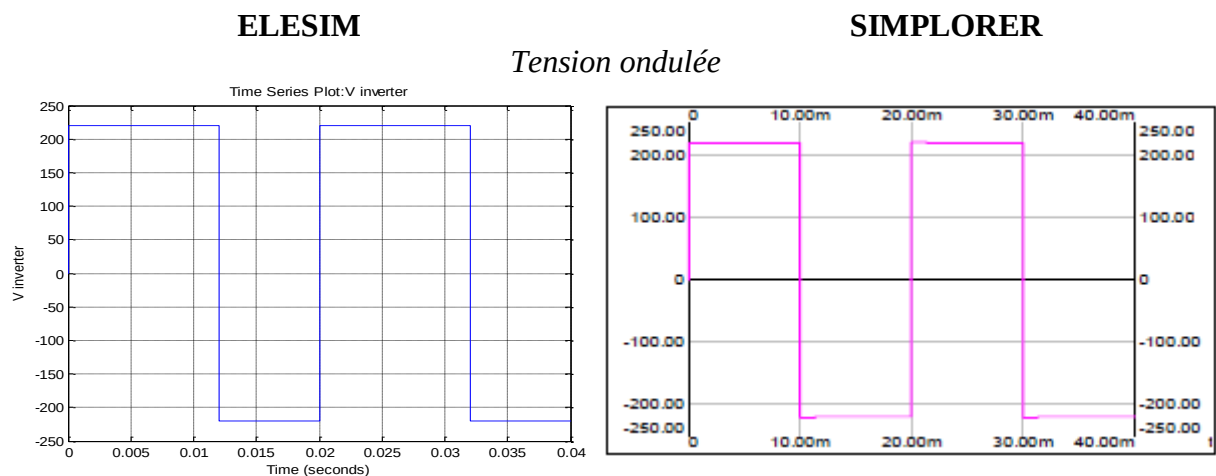
IV.13. Onduleur en demi- pont:

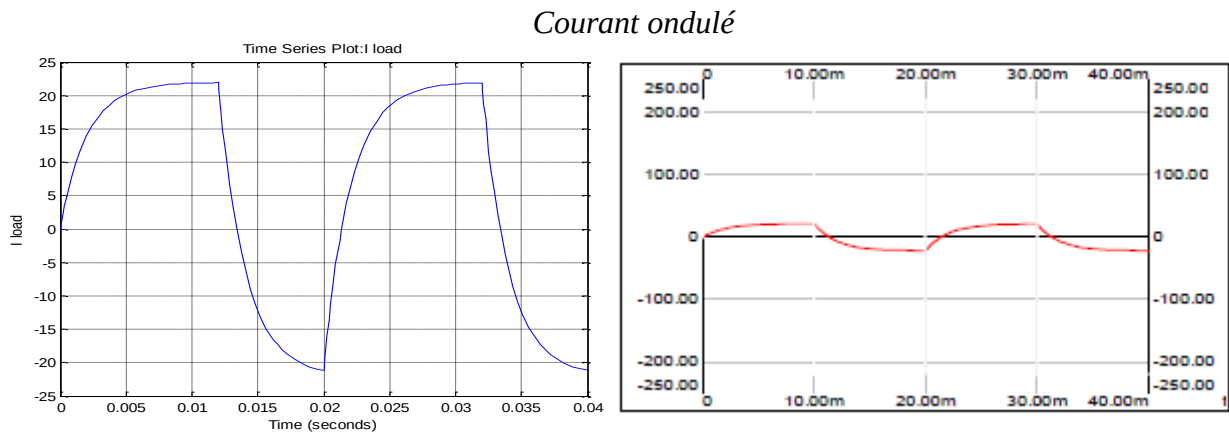
Charge R:



Figure(IV.22):*Courant, et tension ondulés,*
 $E_s=220V$, $R=10_\Omega$, et $f=50Hz$, et $t=40ms$.

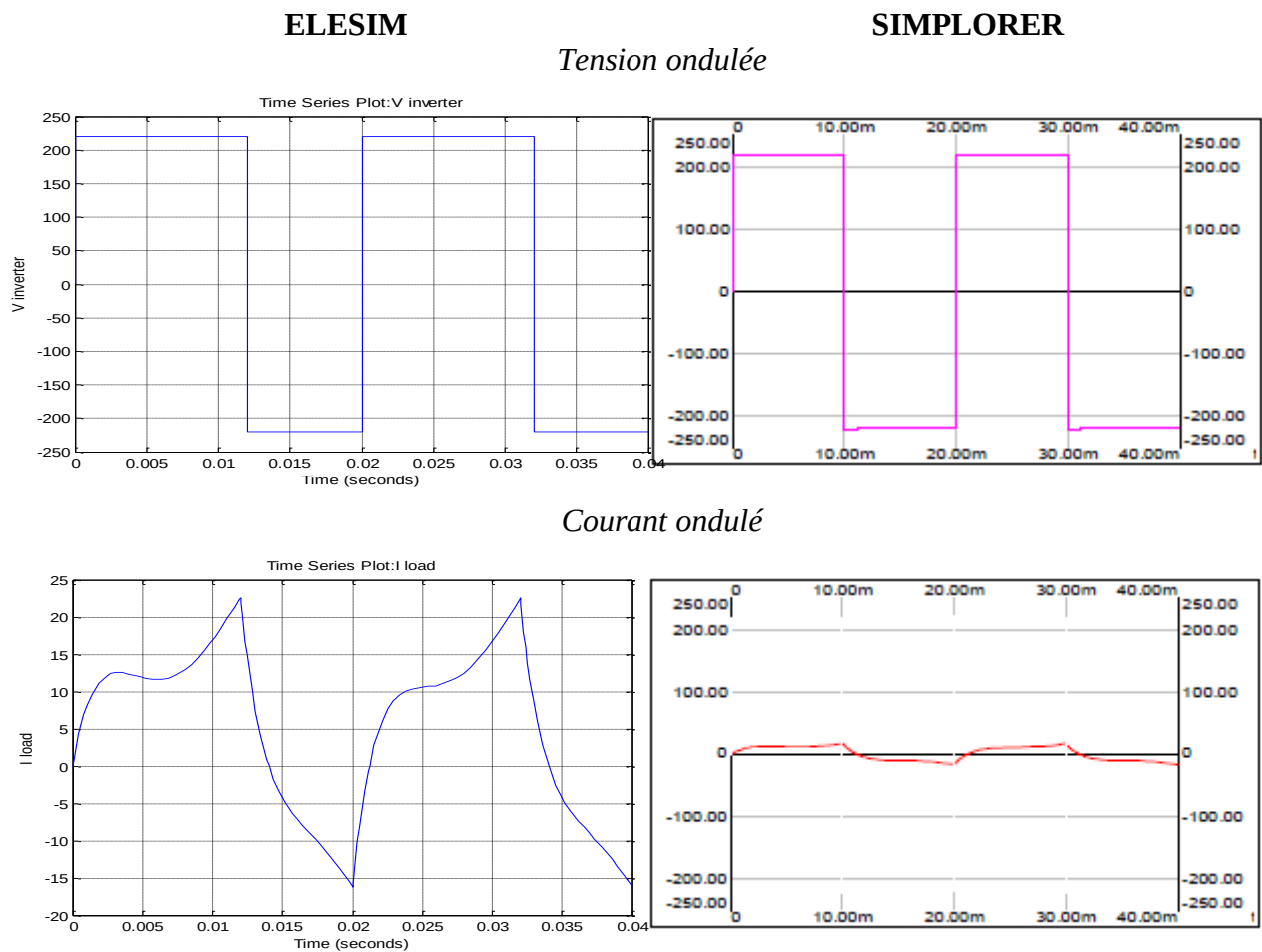
Charge RL:





Figure(IV.23):*Courant, et tension ondulés.*
 $E_s=110V$, $R=10_\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, et $t=40ms$.

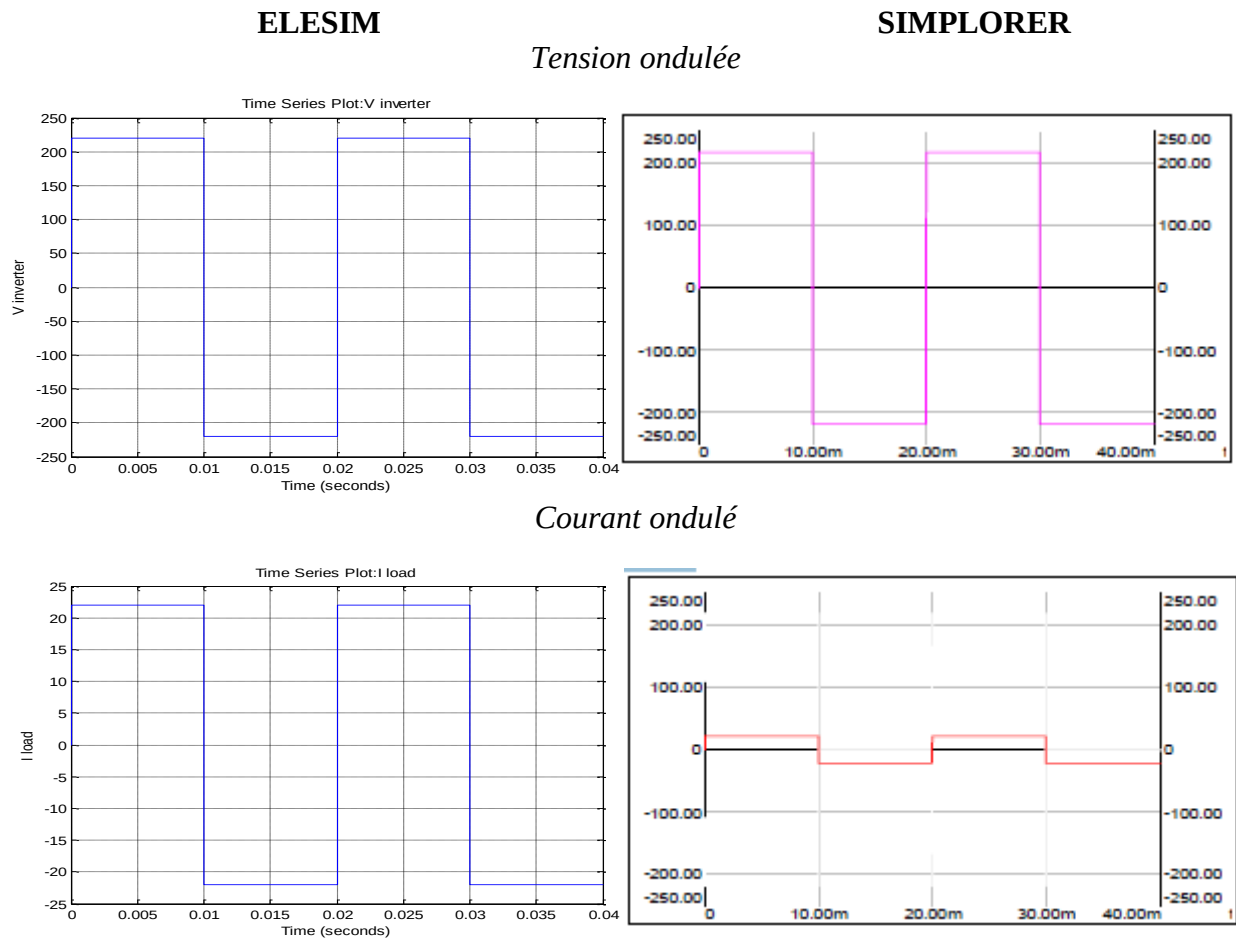
Charge RLE(t):



Figure(IV.24):*Courant, et tension ondulés.*
 $E_s=220V$, $R=10_\Omega$, $L=20mH$, $E=110\sin(100\pi t)$, $t=40ms$. et $f=50Hz$.

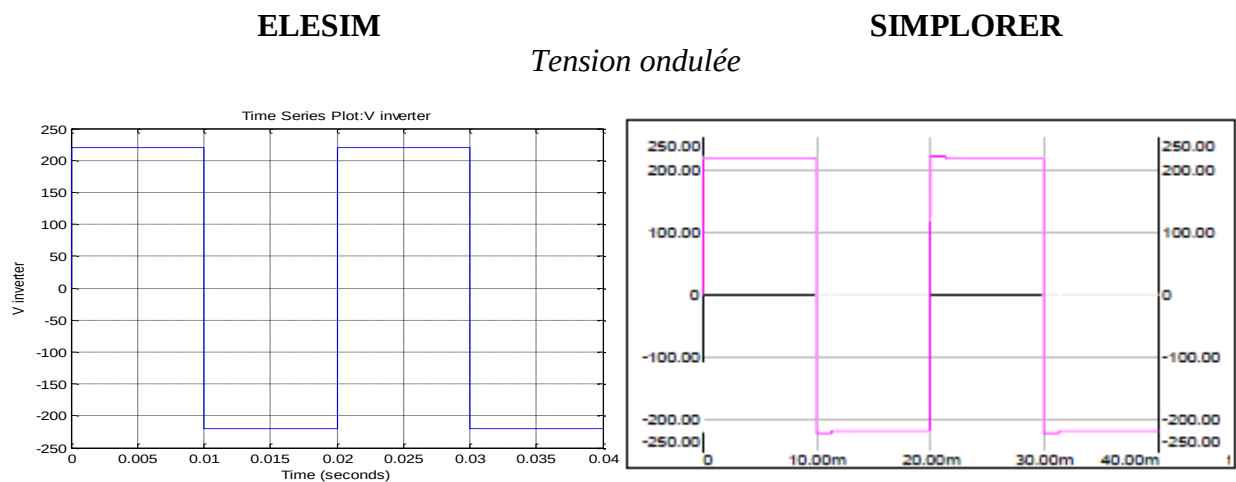
IV.14. Onduleur monophasé en pont:

Charge R:

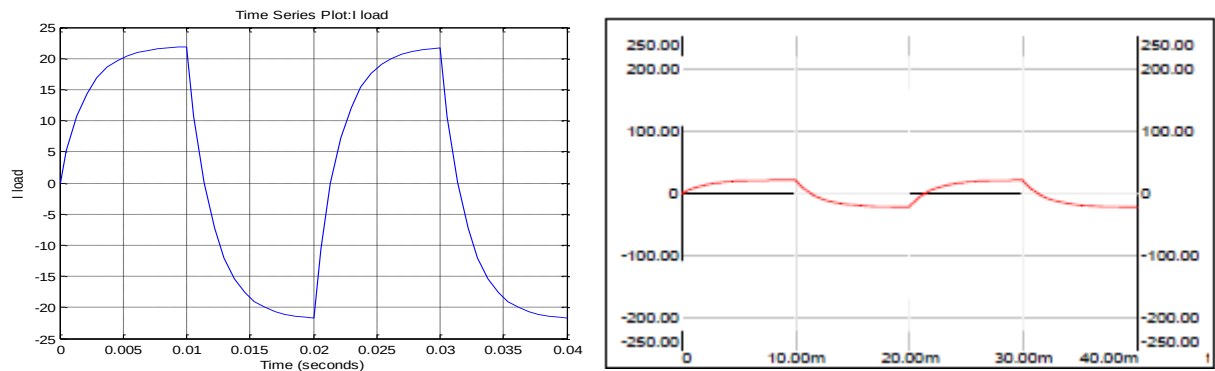


Figure(IV.25): Courant, et tension ondulés.
 $E_s=220V$, $R=10$, $f=50Hz$, et $t=40ms$.

Charge RL:



Courant ondulé



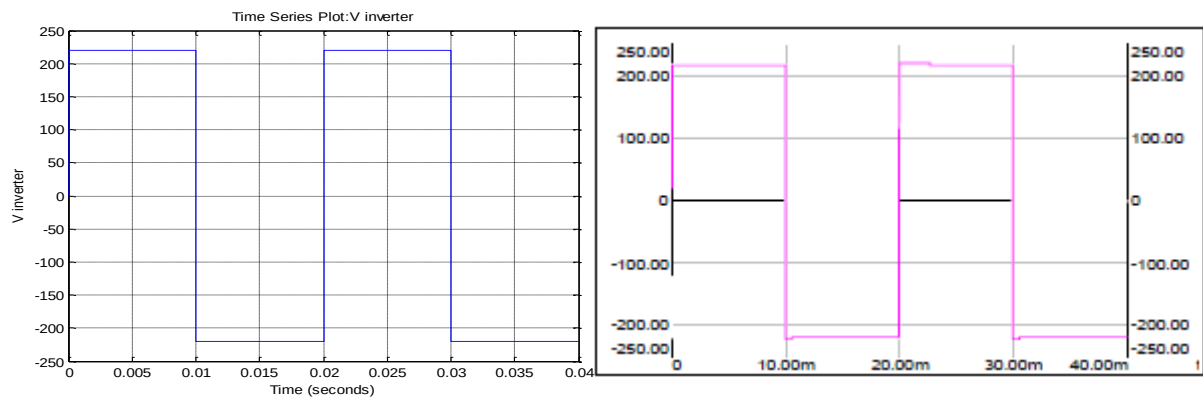
Figure(IV.26):*Courant, et tension ondulés.*
 $E_s=220V$, $R=10$, $L=20mH$, $t=40ms$. et $f=50Hz$.

Charge RLE(t):

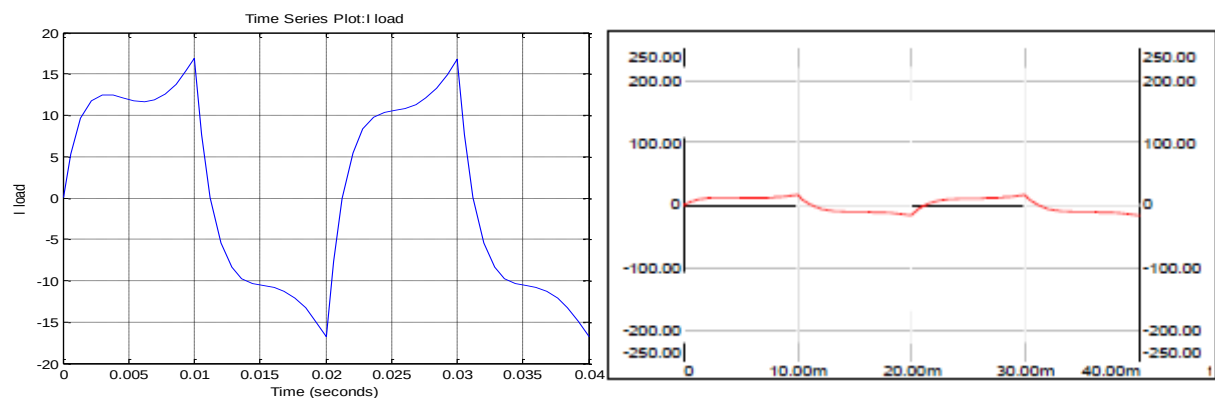
ELESIM

SIMPLORER

Tension ondulée



Courant ondulé



Figure(IV.27):*Courant, et tension ondulés.*
 $E_s=220V$, $R=10$, $L=20mH$, $E=110\sin(100\pi t)$, $t=40ms$. et $f=50Hz$.

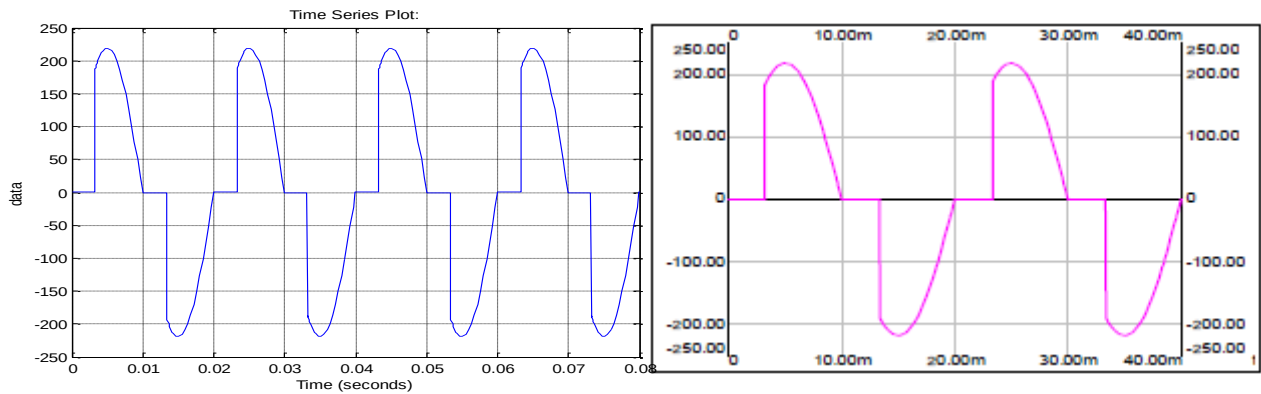
IV.16. Gradateur monophasé:

Charge R:

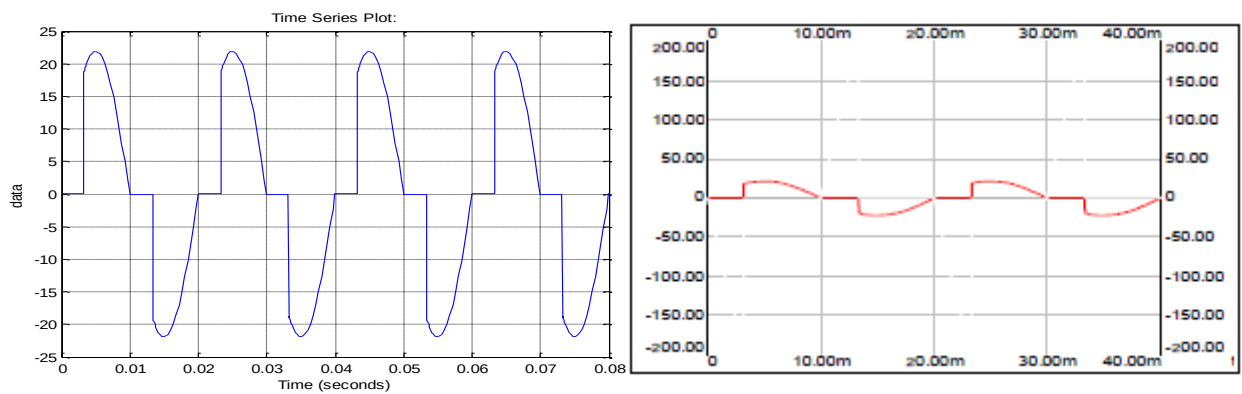
ELESIM

SIMPLORER

Tensions ondulé



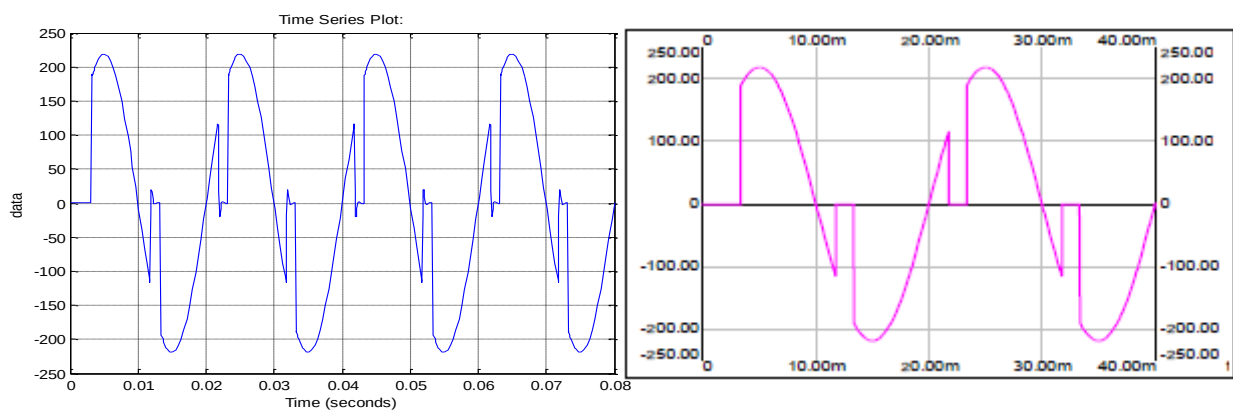
Courants ondulé



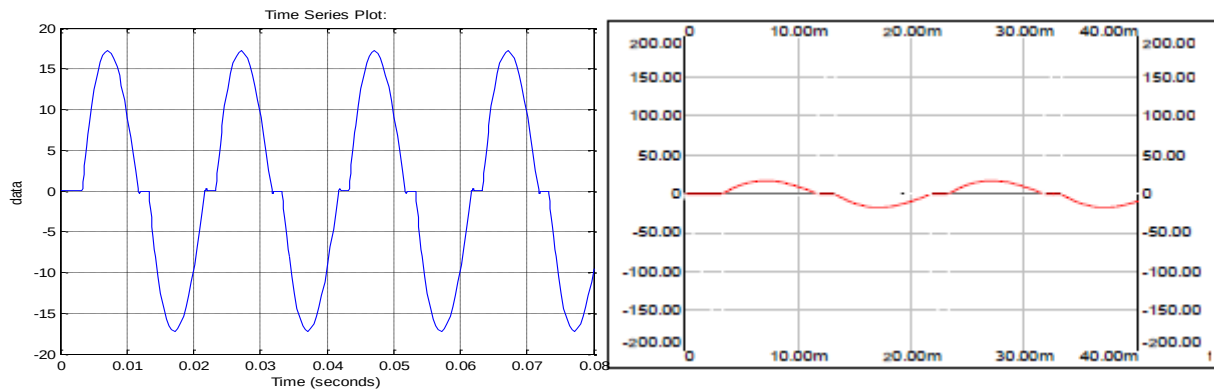
Figure(IV.31): Courant, et tension délivrés par un gradateur monophasé.
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $f=50Hz$, $t=40ms$, et $\alpha=60^\circ$.

Charge RL:

Tensions ondulé



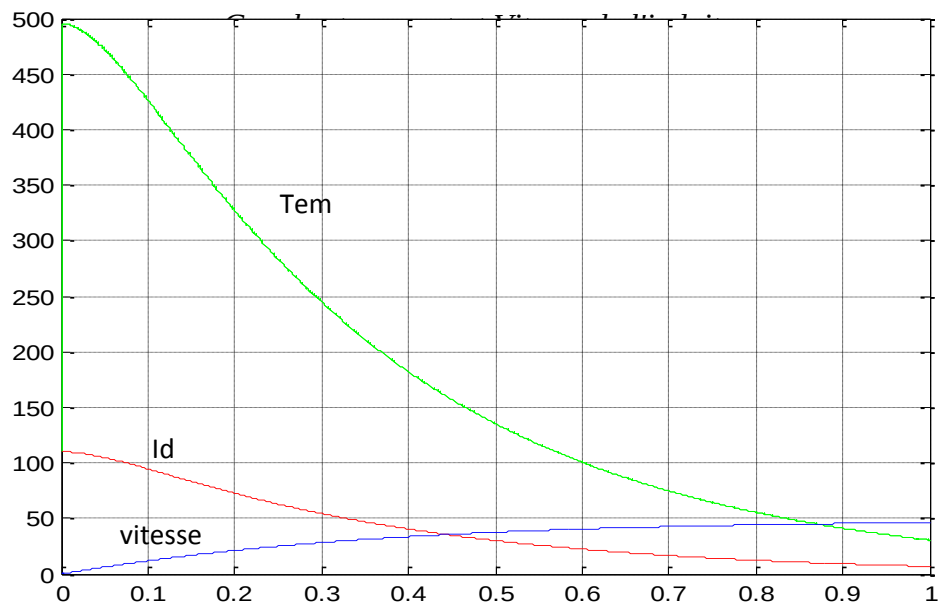
Courants ondulé



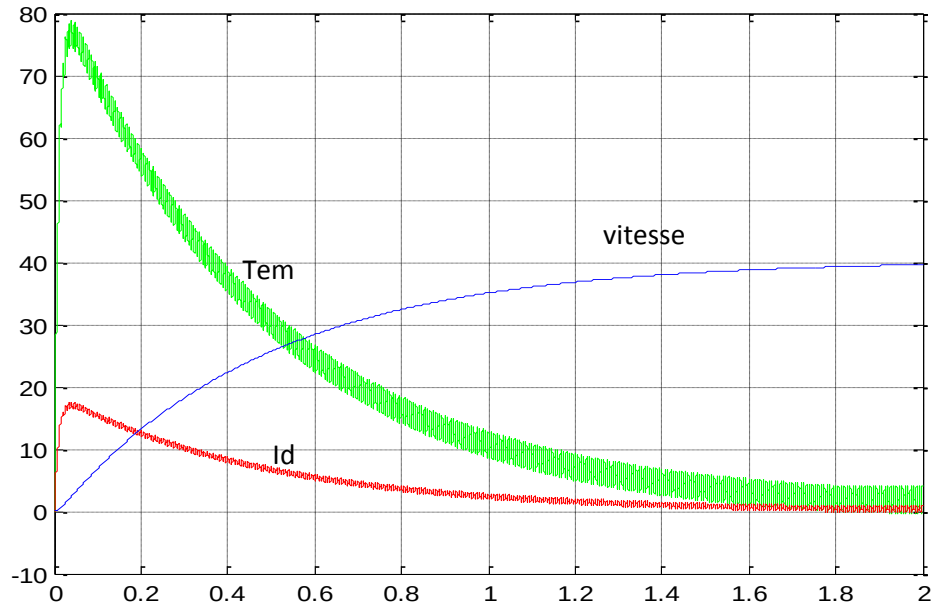
Figure(IV.32):*Courant, et tension délivrés par un gradateur monophasé.*
 $V_m=220V$, $R=10\Omega$, $L=20mH$, $f=50Hz$, $t=40ms$, et $\alpha=60^\circ$.

IV.17. Machine à courant continu:

- Alimentée par une tension continue :



Figure(IV.33):*Courant d'induit, tension d'induit, couple, et vitesse de MCC alimentée par une tension continue $v=220v$, $t=1s$.*



Figure(IV.34): Courant d'induit, tension d'induit, couple, et vitesse de MCC alimentée par un hacheur série, $f=2000\text{Hz}$, $\alpha =0.8$, et $t=2\text{s}$.

IV.18. Interprétation des résultats:

Le couple et le courant d'induit d'une part, et la vitesse de rotation de la machine d'une autre part sont proportionnel, qui vérifient les deux équations $kI_{em} =$, et $E = k \Omega$.

Au démarrage le couple est élevé qui demande un courant d'induit élevé pour vaincre l'inertie de la machine et le frottement, et la vitesse augmente progressivement sous forme d'un exponentiel. Au régime permanent le couple se stabilise à la valeur $u_{rf} T = T + T$.

L'alimentation de la MCC par un hacheur série provoque des ondulations au niveau du couple de la machine, cette ondulation est liée à l'ondulation du courant d'induit (exponentiel croissant et décroissant). Les amplitudes des ondulations pour le hacheur série sont liés au rapport cyclique du hacheur série.

Dans les deux types d'alimentations le régime permanent est atteint pour l'alimentation en tension continue, et puis par le hacheur série.