

LE LOGICIEL DE SIMULATION PSIM

PSIM est un logiciel de simulation pour l'électrotechnique et l'électronique de puissance. Il est constitué de deux programmes :

- PSIM : Dessin du schéma et simulation (Calcul des variables) ;
- SIMVIEW : Tracé des courbes.

L'objectif de cette présentation est d'apprendre à utiliser le logiciel PSIM à partir de 4 exemples de difficulté progressive. Le lecteur pourra ainsi acquérir les bases de l'utilisation du logiciel et découvrir quelques possibilités d'exploitation dans le cadre de manipulations d'électrotechnique ou d'électronique de puissance.

La simulation d'un circuit peut se décomposer en 4 étapes :

- Dessin du schéma de montage ;
- Entrée des valeurs des éléments du montage et des paramètres de simulation ;
- Calcul ;
- Exploitation.

1. LES QUATRE ETAPES

1.1. Dessin du schéma de montage



Dès le lancement du logiciel PSIM, il apparaît une fenêtre comportant une page vierge sur laquelle le schéma du montage à étudier doit être représenté. Le schéma se dessine à l'aide de la souris. Les différents composants disponibles sont rangés dans des bibliothèques accessibles en choisissant « Elements » dans la barre de menu principale.

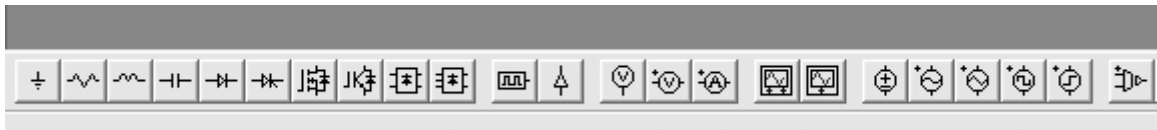


1.1.1. Contenu des bibliothèques

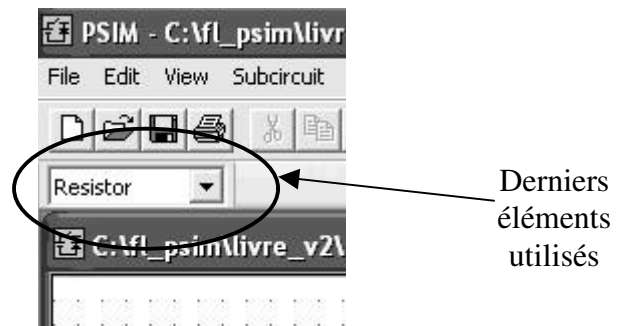
Les éléments disponibles sont répartis en 5 groupes :


- Power : R, L, C, interrupteurs, transformateurs et moteurs ;
- Control : Filtres, fonctions analogiques et logiques ... ;
- Other : Commande des interrupteurs, capteurs, sondes de courant et de tension ;
- Sources : Sources de courant, de tension ;
- Symbol : Flèche.

Les éléments les plus courants sont directement accessibles à partir des icônes situées en bas de l'écran.



Les derniers éléments utilisés sont également disponibles à partir de la deuxième barre d'outils supérieure.



On peut enfin retrouver les éléments en utilisant l'outil de recherche à l'intérieur de la bibliothèque  (Library Browser).

1.1.2. Sélection et placement

Pour sélectionner un composant, il suffit de cliquer sur l'icône en bas de l'écran ou de prendre ce composant dans la bibliothèque « Elements ». On dépose ensuite l'élément à l'endroit souhaité grâce à la souris.

Pour choisir l'orientation du composant, 2 méthodes sont possibles :

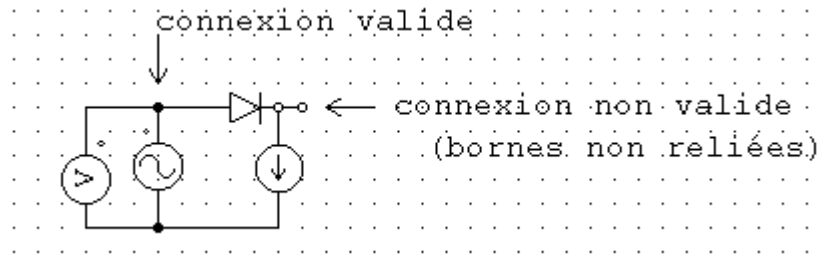
- Avant de placer le composant, un clic sur le bouton droit de la souris provoque la rotation de l'élément ;
- Si le composant est déjà placé, il faut sélectionner le composant (simple clic) ; il apparaît alors un cadre autour du composant. L'orientation de l'élément peut alors être modifiée à partir du menu « Edit », « Rotate » (rotation à gauche de 90°) ou « Flip » (retournement).

1.1.3. Connexion des composants

Les liaisons électriques entre les composants s'effectuent également à la souris après avoir choisi l'outil de connexion « Wire ».



Une connexion valide entre plusieurs composants est matérialisée par un point sombre. Un cercle blanc correspond à une borne non reliée.



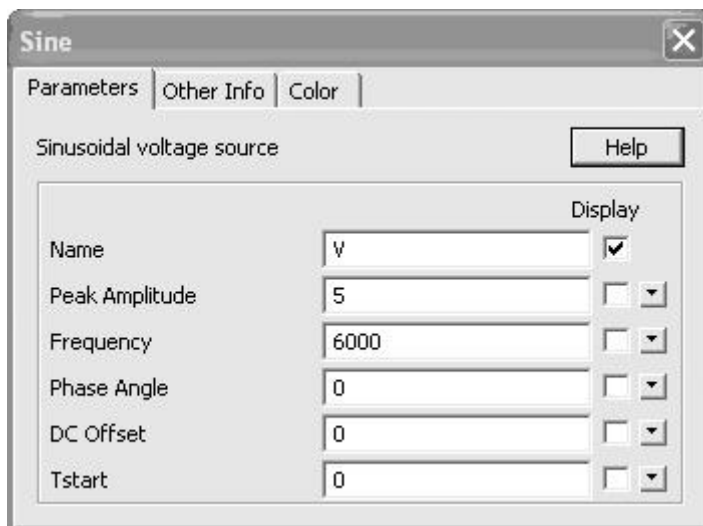
Pour effacer un composant ou une connexion, on le sélectionne (outil « select »)



puis on appuie sur « Suppr ».

1.2. Valeurs numériques et paramètres de simulation

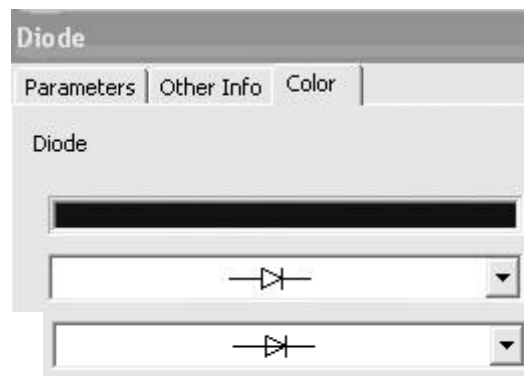
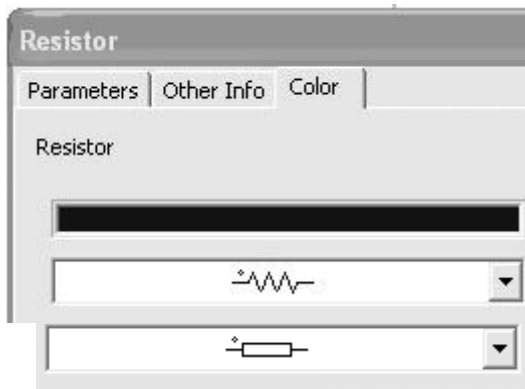
1.2.1. Valeurs numériques des éléments



Pour entrer les valeurs numériques, double-cliquer sur chaque composant et entrer les valeurs souhaitées dans les cases prévues à cet effet.

Il est possible de modifier le nom du composant et d'afficher son nom sur le schéma : case « Display » cochée.

L'onglet « Other info » donne une description succincte du composant et l'onglet « color » permet de modifier la couleur du symbole sur le schéma et pour quelques composants le symbole du composant. Pour la résistance et la diode, deux symboles sont proposés :



1.2.2. Paramètres de simulation

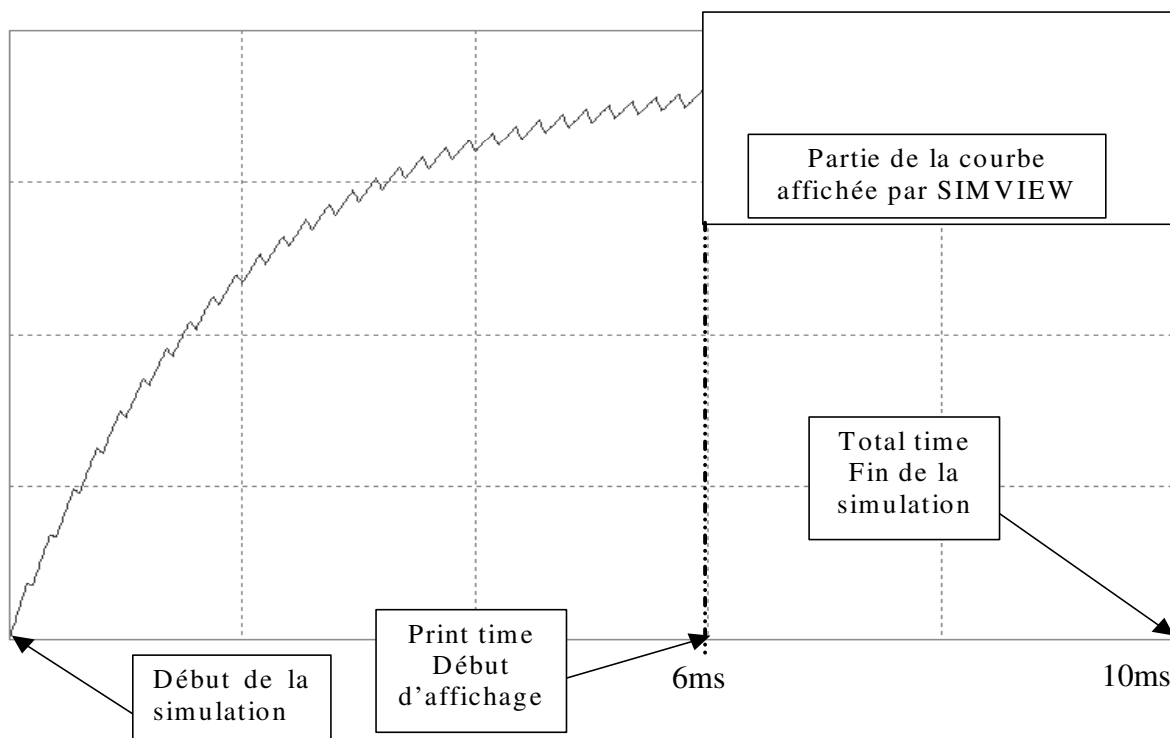
Avant de lancer la simulation, il est nécessaire de préciser la valeur des paramètres de simulation (Simulation Control). Les valeurs proposées par défaut sont généralement acceptables, mais peuvent conduire, dans certains cas, à des résultats imprécis ou des temps de calculs prohibitifs.

Dans le menu principal, choisir « Simulate », puis « Simulation Control ».



Les grandeurs à préciser sont :

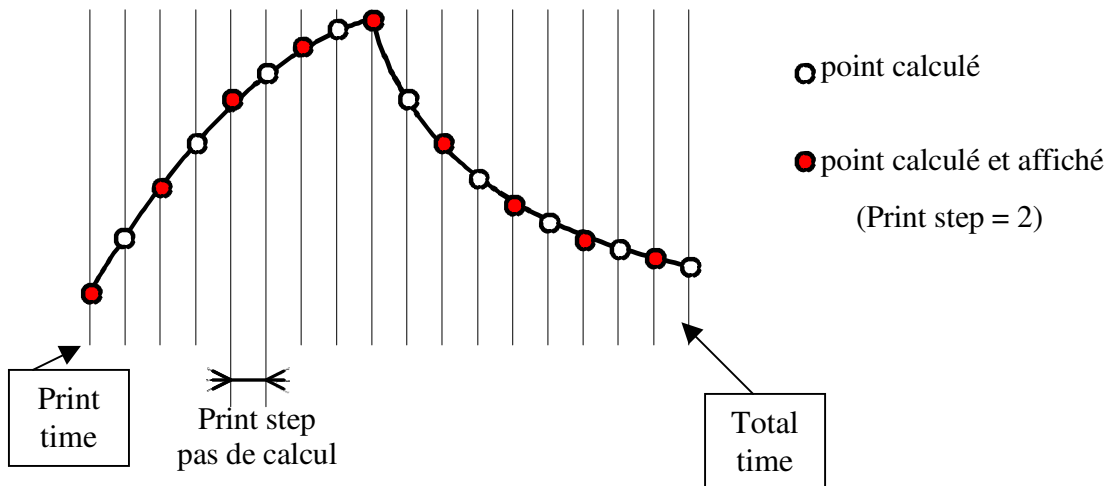
- le pas de calcul (Time Step) ;
- le temps total simulé (Total time) ;
- le début d'affichage des courbes (Print Time) ;
- le pas d'affichage (Print Step).



Le début de la simulation n'est pas paramétrable : cela correspond à $t = 0$ si les conditions initiales sont nulles (« Load flag » = 0). PSIM effectue les calculs en incrémentant le temps de la valeur du pas de calcul jusqu'à atteindre la valeur finale (total time).

Le logiciel de visualisation SIMVIEW affiche les courbes correspondant à une partie des points calculés, de « print time » (début d'affichage) à « total time » (temps total).

Dans l'intervalle [« print time » - « total time »], il est possible d'afficher partiellement les points calculés grâce au paramètre « Print Step » (pas d'affichage). La valeur entière « n » affectée au pas d'affichage permet d'afficher un point pour « n points » calculés. Cela permet d'obtenir un nombre de points affichés à l'écran inférieur à la limite imposée par la version de démonstration à 6000 points.



Afin de bien assimiler le paramétrage du « simulation control », deux exemples viennent illustrer la détermination des paramètres .

Exemple 1

Déterminer les paramètres de simulation pour représenter 2 périodes du courant en régime permanent dans une charge RL (20Ω , 40mH) alimentée par un tension en créneau de fréquence 5kHz de rapport cyclique $0,7$.

La constante de temps L/R vaut 2ms , le régime permanent est obtenu à partir de 20ms : on choisit donc $\text{Print time} = 20\text{ms}$.

A la fréquence $f = 5\text{kHz}$, 2 périodes ont une durée de $2T = 0,4\text{ms}$: on obtient donc $\text{Total time} = \text{Print time} + 2T = 20,4\text{ms}$

Pour obtenir une bonne précision, on choisit 1000 points par période. Le pas de calcul est

$$\text{donc : Print step} = \frac{T}{1000} = 0,2\mu\text{s}$$

2 périodes correspondent à 2000 points de calcul. La version de démonstration permet l'affichage de 6000 points : $\text{print step} = 1$ (affichage de tous les points calculés entre 20ms et $20,4\text{ms}$).

Exemple 2

Déterminer les paramètres de simulation pour représenter le courant de démarrage absorbé par une machine à courant continu alimentée par un hacheur de fréquence 2kHz . Caractéristiques de la machine à courant continu et de sa charge : moment d'inertie $J = 0,1\text{kg.m}^2$, résistance d'induit $R = 1\Omega$, constante de couple $K = 1\text{Nm/A}$.

La constante de temps vaut $\tau = \frac{JR}{K^2} = 0,1s$: Total time = $5\tau = 0,5s$

On veut le régime transitoire : Print time = 0s

On choisit 1000 points de calcul par période du hacheur : Print step = $\frac{T}{1000} = 0,5\mu s$

Au total, il y a 10^6 points de calcul ($\frac{\text{Total time}}{\text{Time step}}$). Pour ne pas dépasser les 6000 points autorisés, on affiche 1 point sur 200 : print step = 200.

1.3. Simulation : calcul des variables

La simulation (calcul des valeurs des variables à chaque instant) est obtenue en lançant PSIM d'une des manières suivantes :

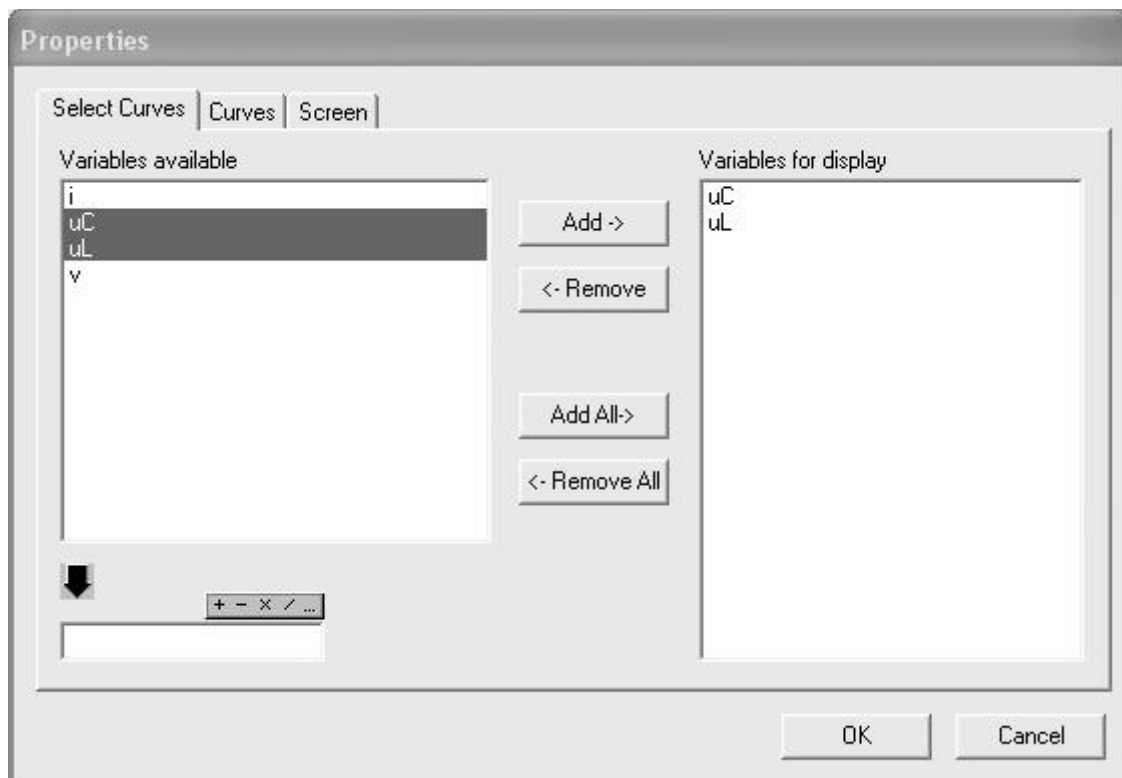
- à partir du menu principal : « Simulate » puis « Run PSIM » ;
- en appuyant sur « F8 » ;
- en cliquant sur l'icône PSIM 

Le logiciel signale alors d'éventuelles erreurs dans le schéma (bornes non reliées, valeurs numériques nulles (car non renseignées) ou incorrectes, dépassement des capacités de simulation (nombre de composants trop élevé)...) .

A la fin de la simulation, le tracé des courbes se fait grâce à SIMVIEW . Le lancement de ce logiciel est automatique si l'option « Auto-Run SIMVIEW » du menu « Options » est cochée.

1.4. Exploitation : SIMVIEW

Le logiciel SIMVIEW permet de tracer la représentation temporelle des résultats de la simulation.




Les courbes que l'on peut tracer sont celles qui ont été définies lors du tracé du schéma en plaçant des appareils de mesure (voltmètre, ampèremètre, tachymètre ...). Les variables correspondantes sont affichées dans le fenêtre « Variables available ».

Pour que les courbes soient tracées, il faut les faire apparaître dans la fenêtre « Variables for Display ».

L'onglet « Curves » permet de modifier le nom de la variable, la couleur et l'épaisseur de la courbe.

On accède par l'onglet « Screen » aux couleurs de la fenêtre d'affichage : axes, fond et grille.

Pour tracer des courbes dans plusieurs fenêtres, il faut créer une nouvelle fenêtre à partir du menu principal « Screen », « Add Screen » ou 

On peut ensuite modifier les échelles si nécessaire (« Axis »), modifier la zone d'affichage (zoom, décalage...), effectuer des mesures de temps, de valeur moyenne, efficace.. (« Measure »), calculer les harmoniques (« Options » « FFT ») ou modifier la variable en abscisse.

2. EXEMPLES

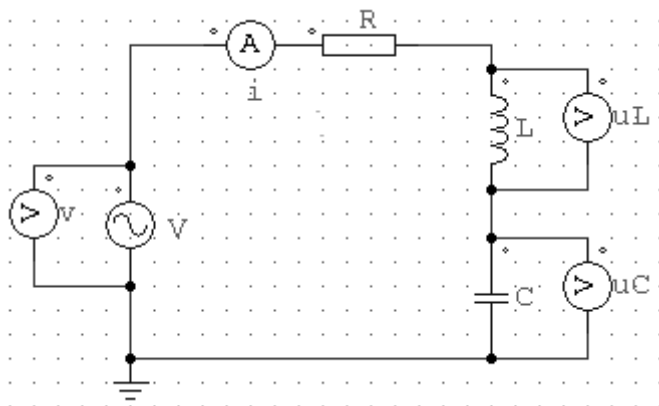
2.1. Circuit RLC série

2.1.1. Enoncé

a) Simuler le fonctionnement du circuit RLC série ci-contre, alimenté par une tension sinusoïdale avec les paramètres suivants :

$V_{\max} = 5V$, $R = 390\Omega$,
 $L = 40mH$, $C = 22nF$.

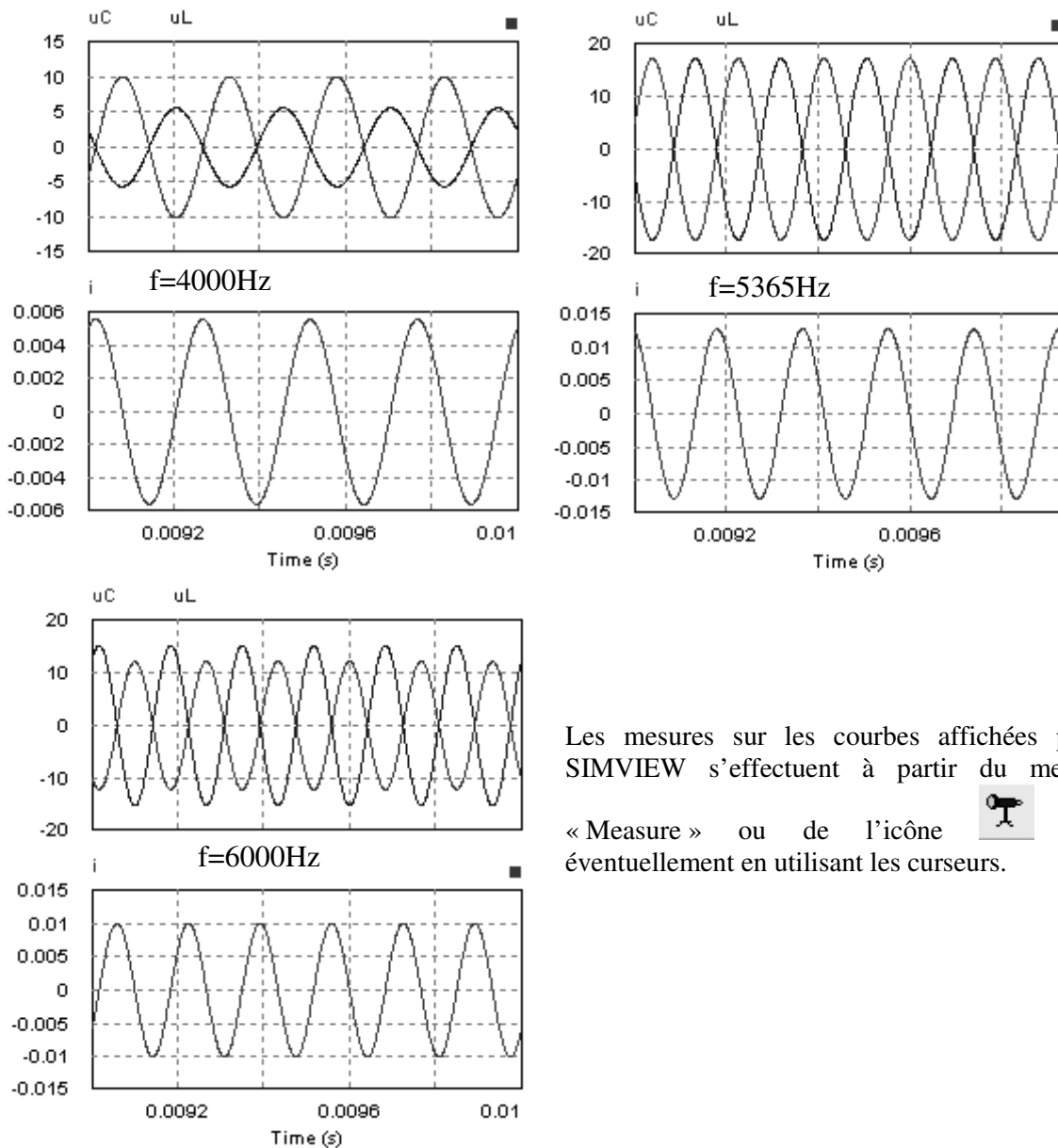
Paramètres de simulation :
pas de calcul $10^{-5}s$, temps total
10ms, début d'affichage 9ms, pas
d'affichage 1.




b) Pour $f = 4000Hz$, $f = f_0$ (fréquence de résonance) et $f = 6000Hz$:

- Visualiser les courbes $v(t)$, $i(t)$, $u_C(t)$ et $u_L(t)$.
- Mesurer les valeurs efficaces V_{eff} , $U_{C\text{eff}}$, $U_{L\text{eff}}$ et I_{eff} .
- Mesurer le déphasage de $i(t)$ par rapport à $v(t)$ (utiliser les curseurs).
- Tracer le diagramme de Fresnel.

2.1.2. Éléments de correction



Les mesures sur les courbes affichées par SIMVIEW s'effectuent à partir du menu « Mesure » ou de l'icône  et éventuellement en utilisant les curseurs.

Remarque 1 : Le choix du pas de calcul est important. Pour cet exemple, 10^{-5} s est acceptable lors de la mise au point, mais pour effectuer des mesures précises, une réduction du pas de calcul s'impose : 10^{-6} s. En effet, pour $f = 4000\text{Hz}$, $T = 250\mu\text{s}$, un pas de calcul de 10^{-5} s ne donne que 25 points par période.

Remarque 2 : Les « mesures des valeurs efficaces » sont calculées à partir de la courbe affichée à l'écran. Pour que les valeurs moyenne et efficace soient correctes, il faut un nombre entier de périodes à l'écran. Au niveau du choix des paramètres de simulation, il faut donc que :

$$\text{Total time} - \text{Print time} = n \cdot T \text{ avec } n \text{ entier.}$$

Dans l'exemple ci-dessus, $\text{Print time} = 9\text{ms}$, $(\text{Total time} - \text{Print time}) = 1\text{ms}$. Pour les fréquences 4000Hz et 6000Hz, cela conduit respectivement à 4 et 6 périodes à l'écran. Les mesures sont donc correctes. A la fréquence de résonance, pour obtenir des valeurs correctes, il faut un nombre entier de périodes. Si on souhaite obtenir 5 périodes, il faut que :

$$\text{Total time} = \text{print time} + 5/f_0 = 9,932\text{ms.}$$