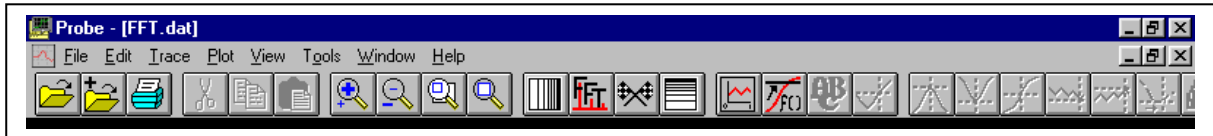


## VIII FFT

**PROBE** possède une option **FOURIER** qui effectue une FFT sur la courbe visualisée après une analyse transitoire . Cette option ne peut donc être choisie qu'après avoir visualisé l'évolution du signal dont on veut effectuer la transformée .



Il suffit lorsque la courbe est tracée d'activer l'icône FFT placée au centre de la barre des tâches de PROBE .

Une nouvelle courbe apparaît à l'écran avec pour abscisse des fréquences et pour ordonnée l'amplitude .

L'interprétation des résultats nécessite un peu de réflexion .

Une FFT est toujours effectuée sur des échantillons régulièrement espacés dont le nombre est une puissance exacte de deux ,avec ici un maximum 1024 .Or l'analyse transitoire délivre un nombre de points qui dépend de la façon dont s'est déroulé le calcul .L'opérateur peut seulement imposer un nombre minimum de points en utilisant l'attribut **Step Ceiling** de la commande TRANS .

A partir du nombre de points fournis par l'analyse , le logiciel FFT choisit une puissance de 2 proche (inférieure ou supérieure ) et par interpolation linéaire entre les points disponibles construit un tableau de valeurs régulièrement espacées .Ce calcul introduit des erreurs d'arrondi qui peuvent se traduire par un bruit sur le résultat .

**Conformément à la théorie de la FFT :**

**la définition fréquentielle du spectre obtenu est l'inverse de la durée totale du signal**

**la limite supérieure d'analyse est la moitié de l'inverse de l'écart temporel entre les échantillons utilisés.**

Considérons par exemple un signal carré périodique d'amplitude 1V de rapport cyclique  $\frac{1}{2}$  et de période 100uS (ce sera l'exemple que nous choisirons car sa transformée de Fourier est bien connue ) ,il est défini par :

PULSE (0 1 0 1nS 1nS 50uS 100uS ) On notera les temps de montée et de descente 1nS .

Effectuons une analyse .TRAN de durée 500uS avec un intervalle de calcul maximal de 1uS :(Step Ceiling=1uS)

Environ 500 points sont calculés par l'analyse ,le logiciel choisit la puissance de deux voisine en tenant compte de la régularité du signal , ici 1024 .Il recalcule les 1024 valeurs du signal répartis sur la durée totale 500uS ,soit un intervalle de  $500u/1024=0,488uS$  La durée totale d'analyse est la moitié de l'inverse de ce chiffre soit 1Mhz .L'axe des fréquences sera donc gradué de 0 à 1MHz .

*Attention le nombre de points dont dispose PROBE n'est pas toujours connu exactement car le pas de calcul est déterminé par des critères de convergence, et*

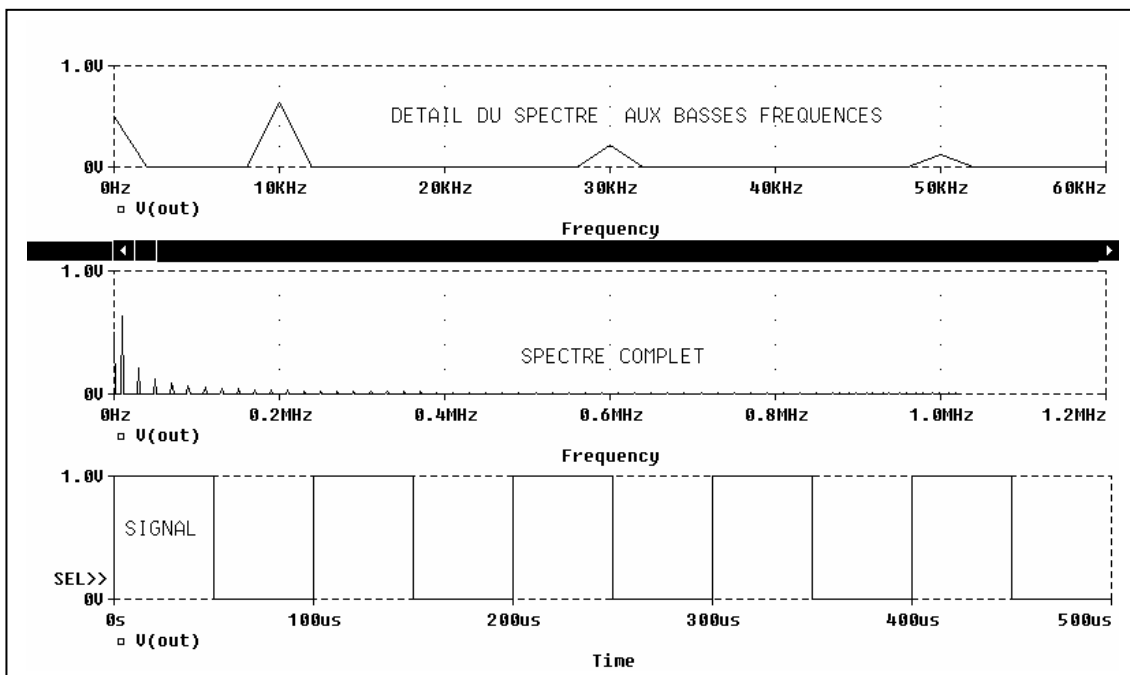
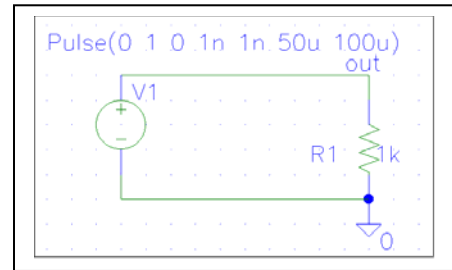
pas seulement par le dernier paramètre de la commande TRAN . La graduation sur l'axe des fréquences n'est donc pas toujours prévisible .

D'autre part le signal ayant une durée totale de 500uS la définition sur l'axe des fréquences est de  $(1/500\mu) = 2\text{kHz}$  les raies ont donc une largeur de 4kHz.

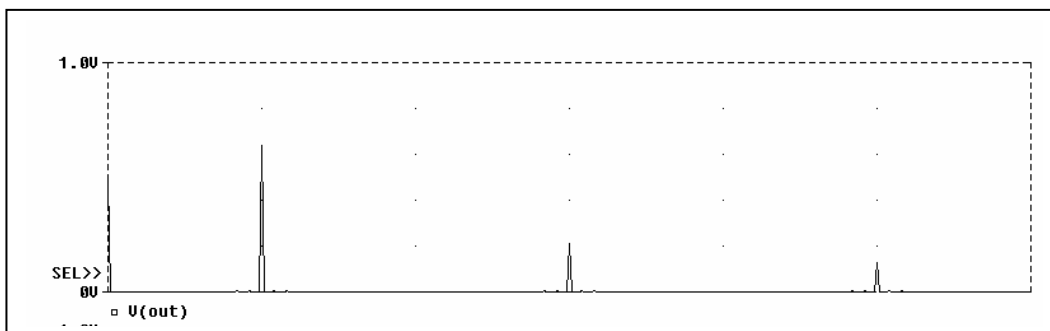
Ces résultats sont visualisés ci dessous.

Note : Pour tracer les deux graphiques supérieurs qui n'ont pas la même échelle de temps on a utilisé la commande de désynchronisation dans plot.

La largeur des raies étant inversement proportionnelle à la durée d'analyse, il faut travailler avec une durée la plus grande possible.



Le spectre suivant est obtenu avec le même signal mais en effectuant une analyse sur 50 périodes au lieu de 5 (Durée 5mS) et un nombre de points semblable (Step Ceiling=10uS). On notera la finesse des raies à 10 30 et 50kHz .



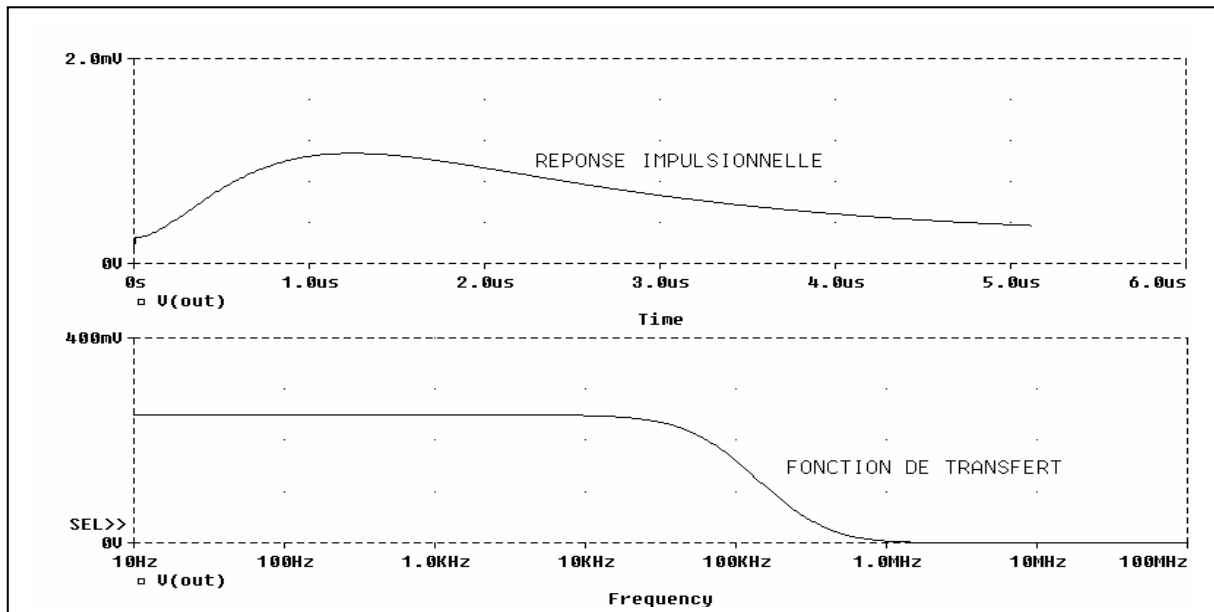
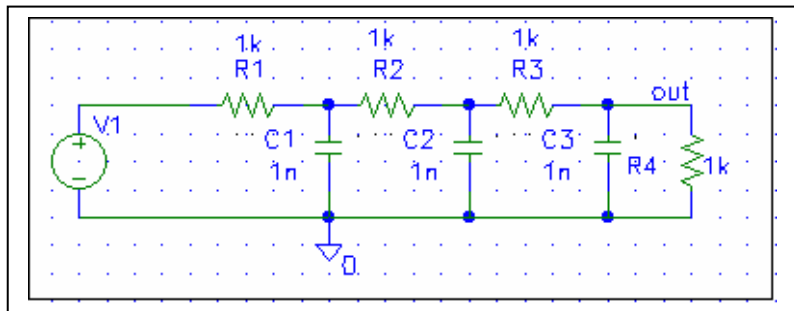
### Transformée inverse .

Si la FFT est effectuée à partir d'une fonction du temps on obtient un spectre fonction de  $f$  , mais si inversement le tracé de départ est fonction de  $f$  c'est une FFT inverse qui est lancée et le résultat est une fonction de  $t$  .

Par exemple en effectuant une FFT de la courbe de réponse en fréquence d'un filtre .on obtient sa une réponse impulsionnelle . Attention là encore aux limitations ; la précision temporelle est l'inverse de l'étendue fréquentielle sur laquelle est définie la fonction de transfert de départ . ( Bien que la fonction de transfert  $V(out)/V(in)$  soit affichée à l'écran en amplitude, le calcul est effectué en valeurs complexes et la réponse impulsionnelle calculée par FFT est exacte )

Soit ci contre un filtre RC passe bas d'ordre 3 dont nous avons par une analyse AC tracé la courbe de gain ,c'est à dire la fonction de transfert .

Nous avons ensuite effectué une FFT à partir de cette courbe ce qui donne la réponse impulsionnelle .



On peut comparer ce résultat à un tracé direct de la réponse impulsionnelle obtenue en injectant à l'entrée du filtre une impulsion de 10nS de large . La différence autour de  $t=0$  est due au fait que l'analyse AC est limitée à 100Mhz ,l'évolution en dessous de quelques dizaines de nS ne peut donc pas être calculée.

