TP 5 : ENVORONNEMENT CODE COMPOSER STUDIO "CCS"

CONFIGURATION DE L'ENVIRONNEMENT CCS & UTILISATION DES DSP

Objectif : L'objectif essentiel de ce deuxième TP est toujours de se familiariser avec les outils Code Composer Studio v3.3 de Texas Instruments. Nous nous intéressons donc à l'utilisation de l'environnement CCS pour le développement d'un système DSP et l'analyse d'un programme et des résultats produits ; par simulation dans notre cas.

I- DSP et optimisation des calculs

Comme nous l'avons mentionné avant, le DSP (processeur de traitement numérique de signal) est un microprocesseur optimisé pour exécuter des applications de traitement numérique du signal (filtrage extraction de signaux,…etc.) le plus rapidement possible.

De nombreux algorithmes de traitement du signal ont besoin d'effectuer des multiplications suivies d'une addition. Les DSP accélèrent ce genre de calcul en fournissant des instructions capables de multiplier deux nombres et d'en additionner un troisième en une seule fois (fonction très utilisée des les calculs d'asservissement et de filtrage). L'instruction de ce type la plus connue est l'instruction Multiply And Accumulate (MAC).

La majorité des DSP calculent exclusivement avec des nombres entiers ; permettant une grande vitesse de traitement des données. Un additionneur entier est en effet beaucoup plus simple qu'un additionneur à virgule flottante. Cependant, certains DSP possèdent des unités de calcul en virgule flottante comme le TMS320C67x. Les instructions de manipulation de bit sont aussi très courantes. Par conséquent, pour plus d'efficacité dans certaines applications numériques, les DSP peuvent générer nativement un format de données spécial : les nombres flottants par blocs.

Les DSP sont aussi optimisés pour exécuter des boucles le plus rapidement possible. En effet, il n'est pas rare que les programmes du traitement du signal utilisent des boucles, notamment pour parcourir des tableaux. Accélérer ces boucles est donc un enjeu majeur de la conception des DSP (instructions spéciales, capables d'effectuer un test et un branchement en un seul cycle d'horloge). Ainsi, les DSP sont capables de gérer des boucles FOR en un seul cycle d'horloge,…etc. En plus, l'accès à la mémoire est aussi particulièrement optimisé sur les DSP (plusieurs accès mémoires simultanés).

II- Exercices : Les produits de convolution

Comme vous le savez, un récepteur numérique (élément final d'une liaison de télécommunication ou de radar) doit le plus souvent procéder au calcul de produits de convolution. Le calcul est plus ou moins complexe selon la méthode employée. Cette complexité peut se mesurer par deux grandeurs : le nombre d'opérations à effectuer et la quantité de mémoire nécessaire. Les opérations à effectuer sont des multiplications, des additions ou des soustractions.

A titre d'exemple, cet opérateur (produit de convolution) nous permet de calculer la valeur discrète d'un signal en sortie d'un filtre : on aura par exemple y[n] la sortie filtrée du signal d'origine x[n] par un filtre de réponse impulsionnelle h[n]. Son expression mathématique est la suivante : **$y[n] = x[n] * h[n] = \sum x[k]\, h[n-k]$**.

X[n] est de M points séquence, h[n] est de N points séquence, et y[n] est de (M+N-1) points séquence.

Exercice 1 : implémentation d'une **convolution linéaire**

Soit : x[n] = {1, 2, 3, 4} et h[n] = {4, 3, 2, 1}

M = 4 : taille de la séquence entière d'entrée des échantillons.

N = 4 : taille de la séquence impulsionnelle.

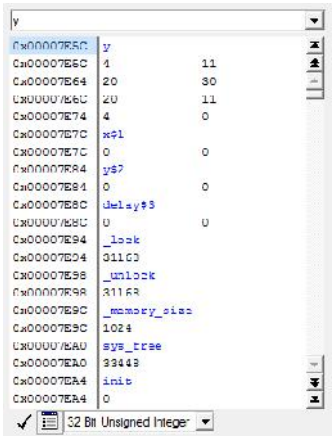
i = M + N – 1 = 7 : i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 (taille de la sortie y[i]).

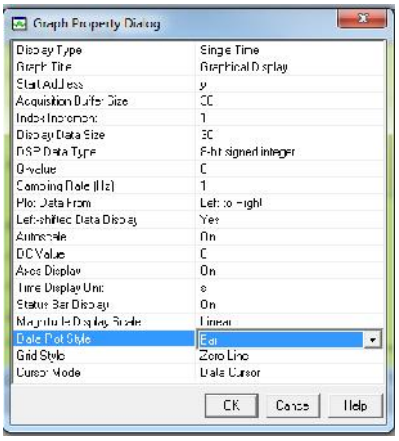
h[n] → / x[n] ↓	4	3	2	1
1	4	3	2	1
2	8	6	4	2
3	12	9	6	3
4	16	12	8	4

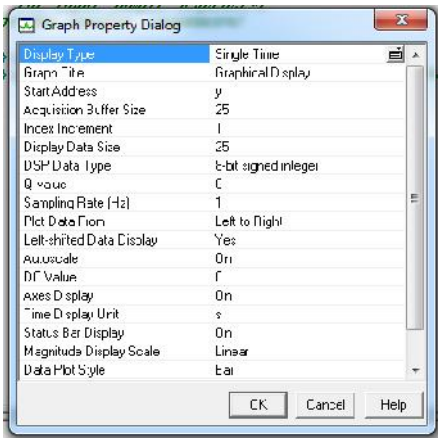
Théoriquement, nous obtenons : y[i] = {4, 11, 20, 30, 20, 11, 4}

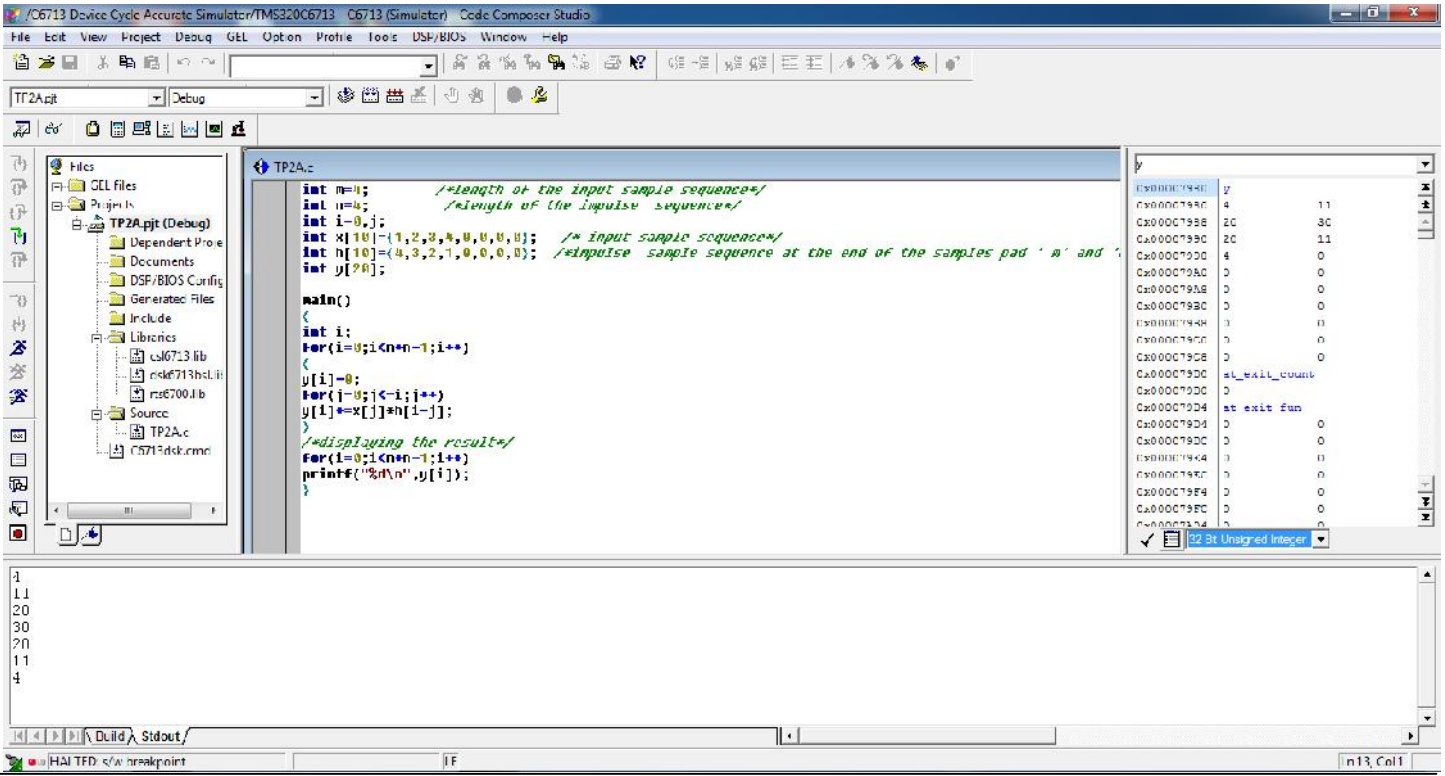
Vérifier ces résultats en utilisant CCS v3.3 (étapes mentionnées au TP précédent) et le programme ci-dessous.

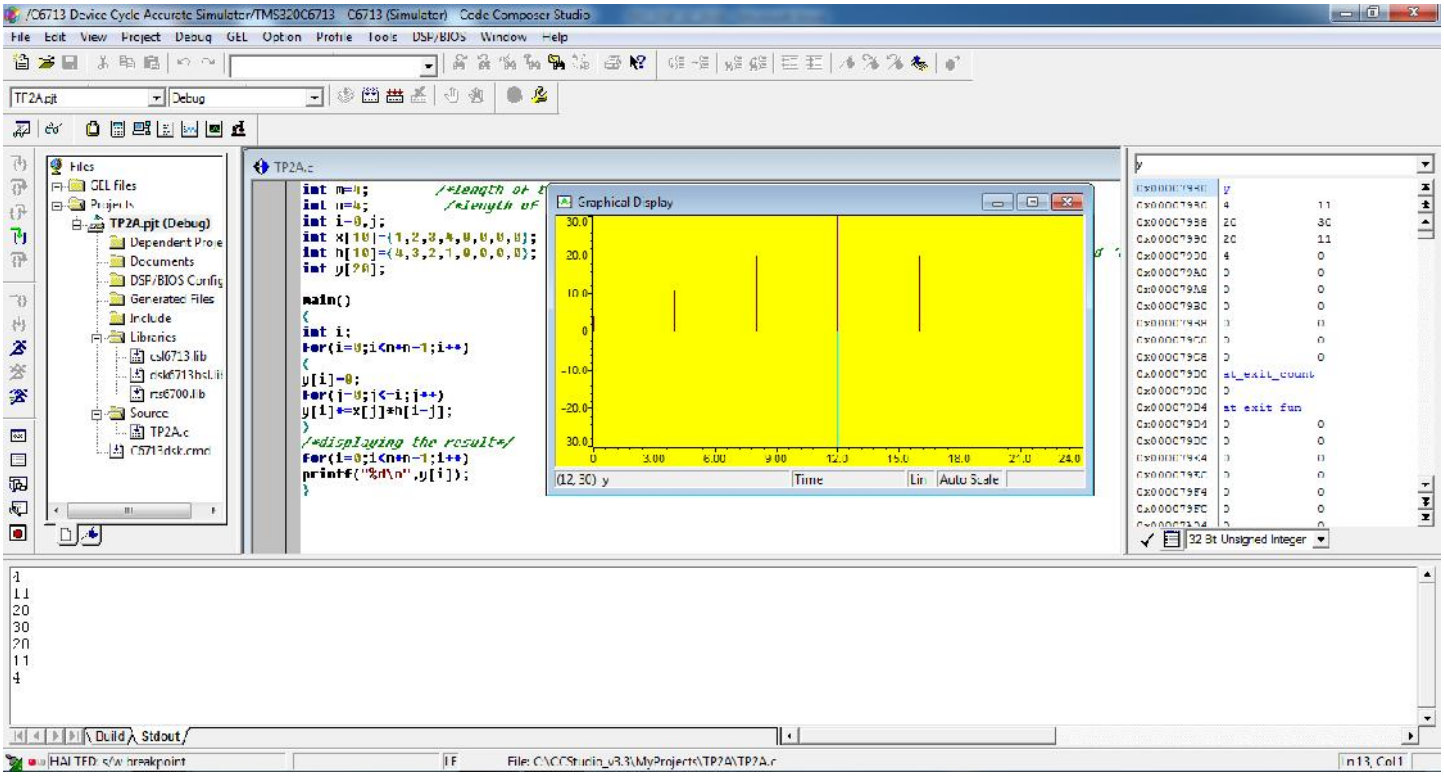
```
/* programmme pour implémenter une Convolution linéaire */
#include<stdio.h>
#include<math.h>
int m=4;        /*taille de la séquence d'entrée des échantillons*/
int n=4;        /*taille de la séquence impulsionnelle*/
int i=0,j;
int x[8]={1,2,3,4,0,0,0,0};   /* entrée de la séquence des échantillons*/
int h[8]={4,3,2,1,0,0,0,0};  /*séquence d'échantillons d'impulsion à la fin du tampon 'm' et 'n ' zéros*/
int y[8];

main()
{
int i;
for(i=0;i<m+n-1;i++)
{
y[i]=0;
for(j=0;j<=i;j++)
y[i]+=x[j]*h[i-j];
}
/*Affichage des résultats*/
for(i=0;i<m+n-1;i++)
printf("%d\n",y[i]);
}
```











Exercice 2 : implémentation d'une **convolution linéaire avec manipulation des données via adressage mémoire.**

Refaire l'exemple précédent en utilisant la méthode de manipulation des données via mémoire (programme ci-dessous).

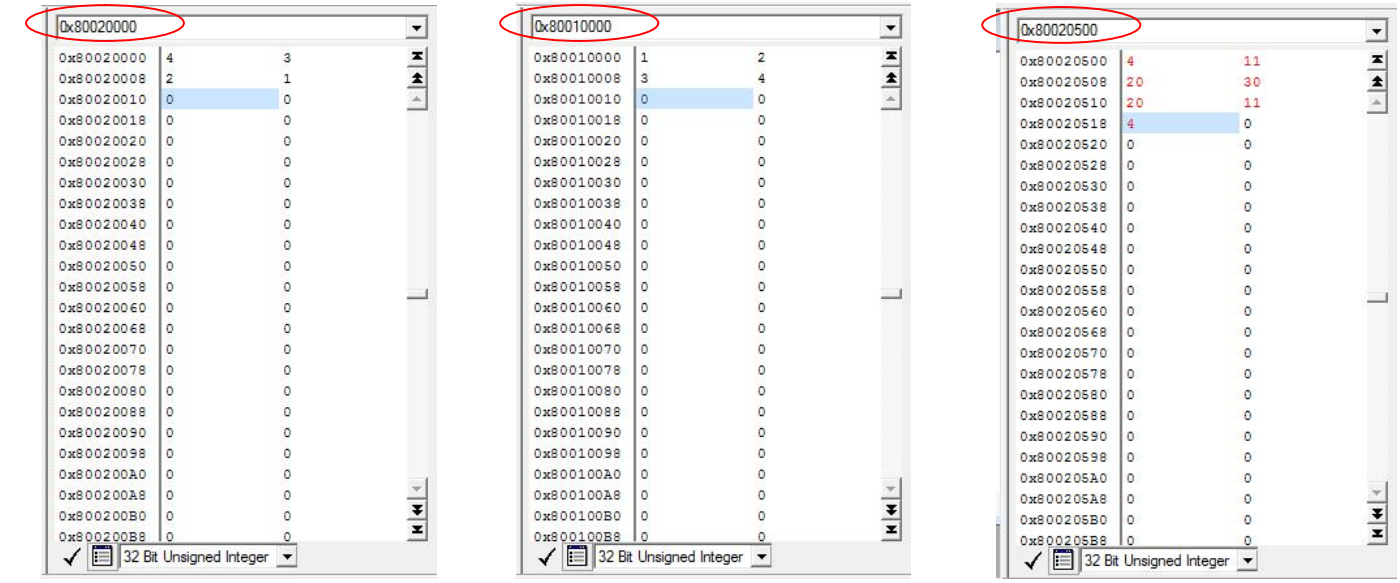
```
#include<stdio.h>
#include<math.h>

#define xn 4
#define hn 4
void main()
{
	int *x,*h,*y,i,n,k;

	x = (int *)0x80010000;
	h = (int *)0x80020000;
	y = (int *)0x80020500;

	for(i=0;i<(xn+hn-1);i++)
	{
		y[i]=0;
		x[xn+i]=0;
		h[hn+i]=0;
	}

	for(n=0;n<(xn+hn-1);n++)
	{
		for(k=0;k<=n;k++)
		 {
		   y[n] = (y[n]) + ((x[k])*(h[n-k]));
		 }
	}
}
```

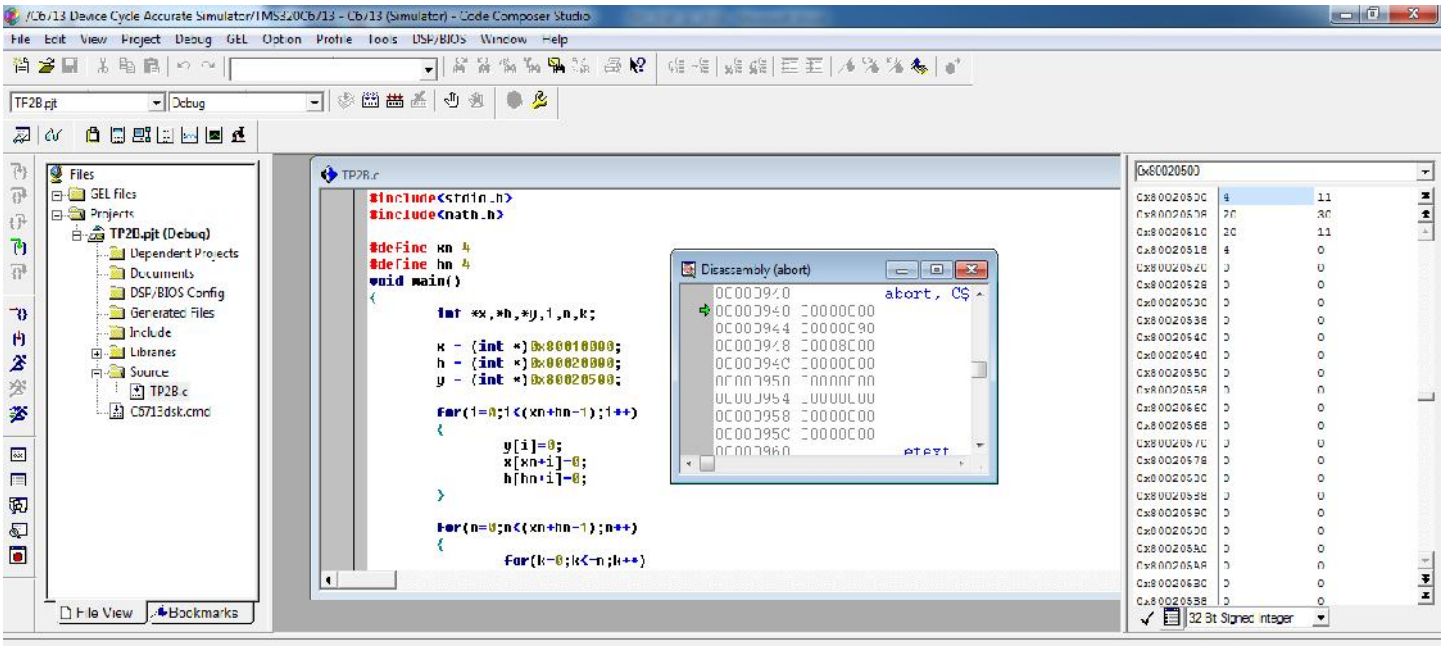
Entrer les valeurs de x et h puis Reload program… et visualiser les résultats (via les adresses mémoires).

x[n] = {1, 2, 3, 4}

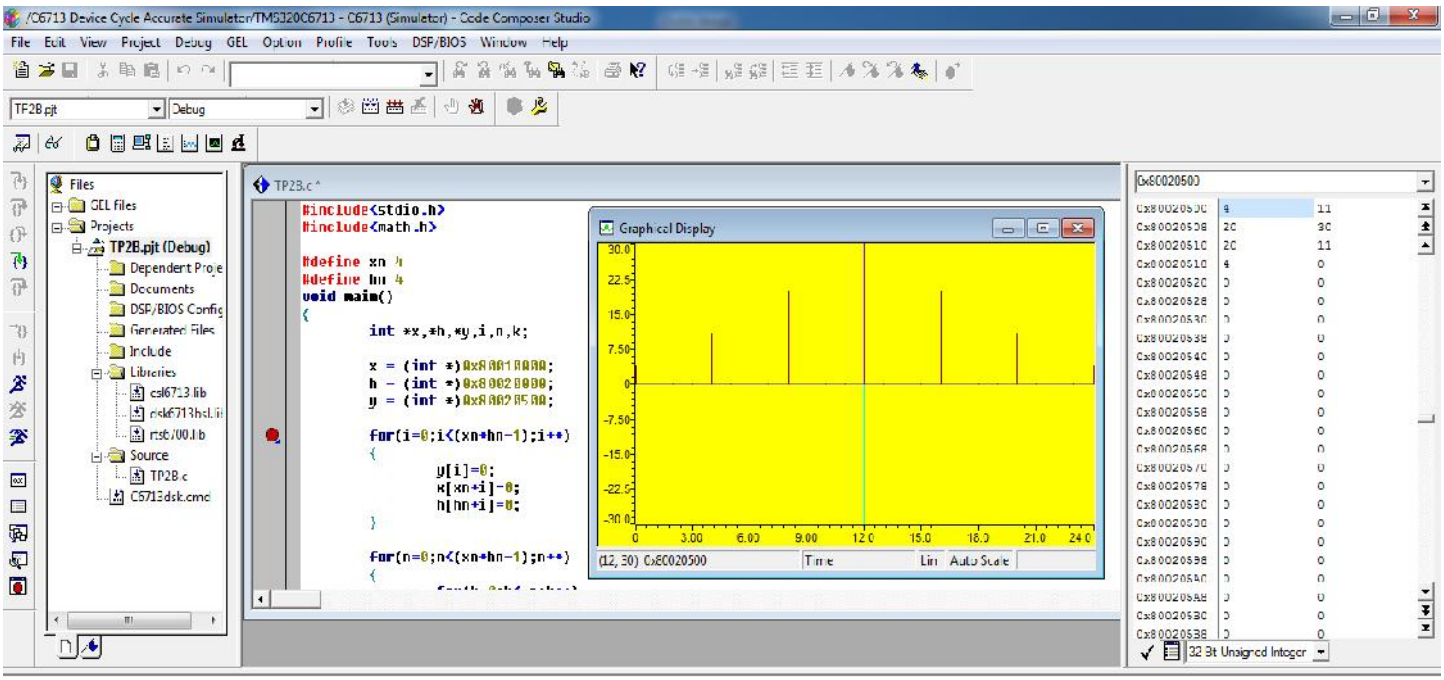
h[n] = {4, 3, 2, 1}

Théoriquement, nous obtenons les même résultats trouvés précédemment : y[n] = {4, 11, 20, 30, 20, 11, 4}





Remarque : Concernant le message restant (1 Warning), il est possible de surmonter ce message : **Project → Build Options → Linker → Stack Size (-stack) : 0x400 → ok**



Exercice 3 : implémentation de la **convolution circulaire**

En bref, la convolution circulaire de deux séquences x1[n] et x2[n] est donnée par l'expression mathématique suivante :

X1[n] * x2[n] = ∑ x.

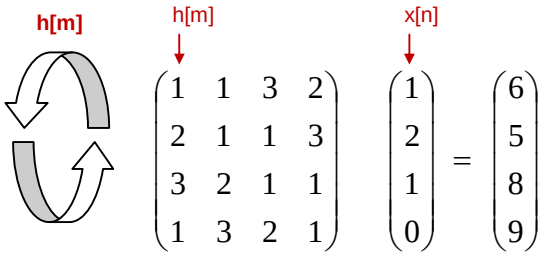
A titre d'exemple, prenons l'exemple suivant :

m =4

n = 3

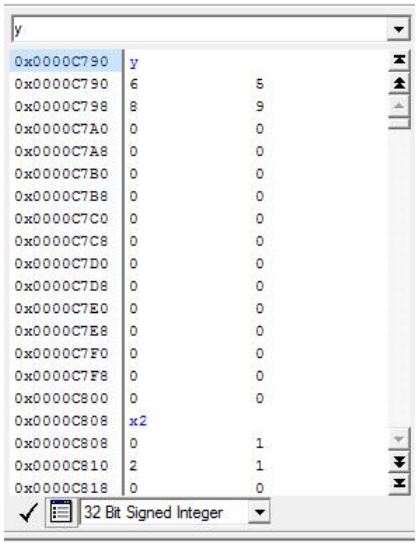
h[m] = {1, 2, 3, 1}

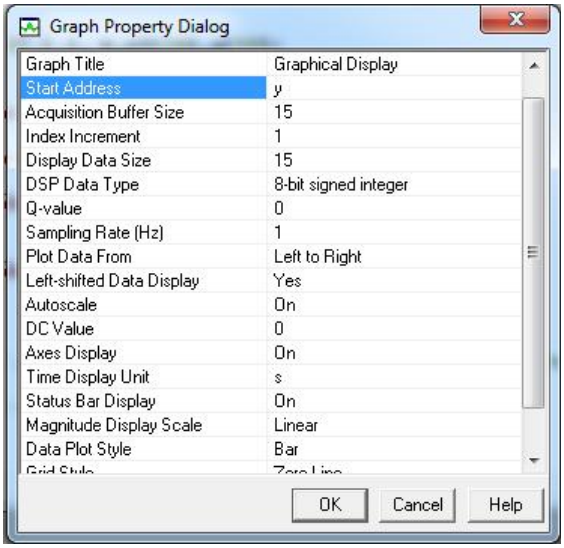
x[n] = {1, 2, 1}

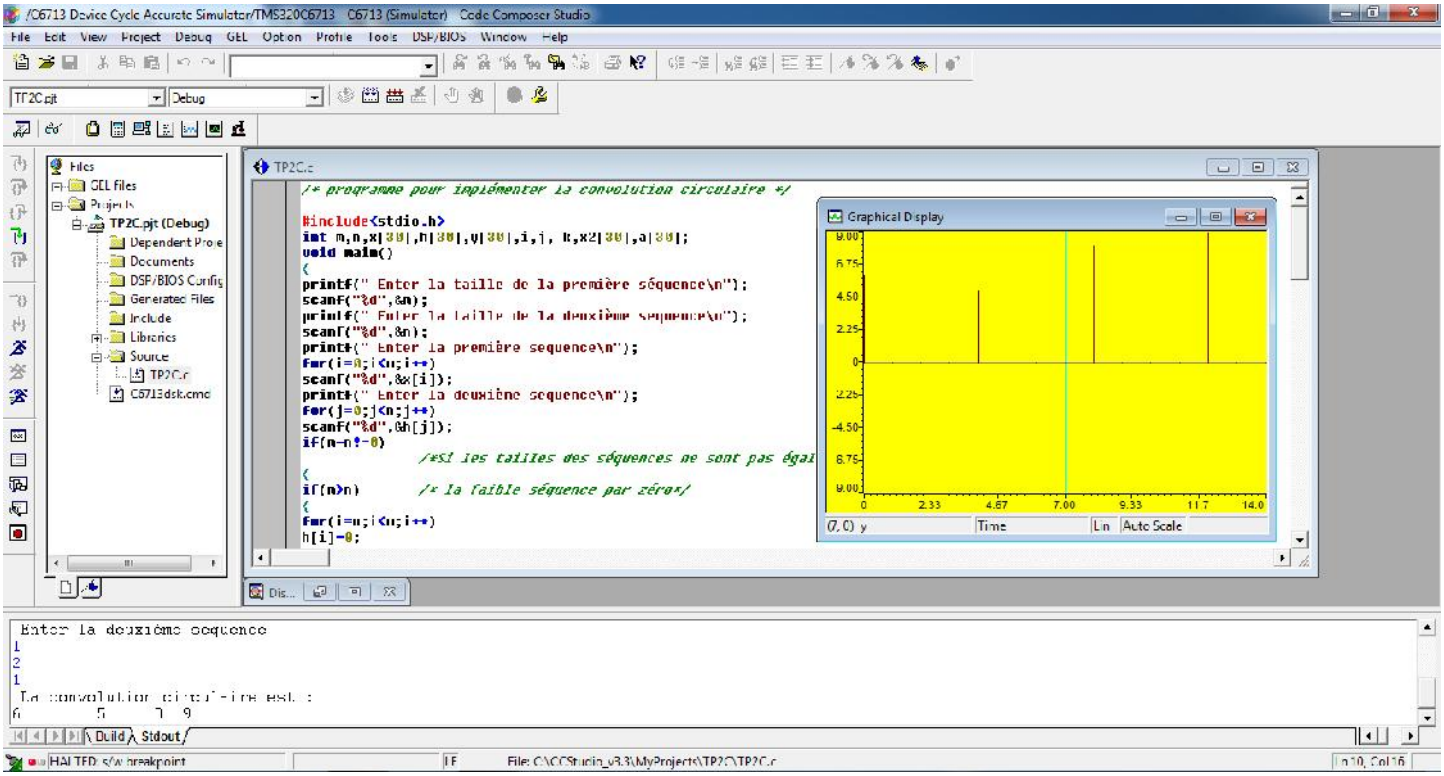


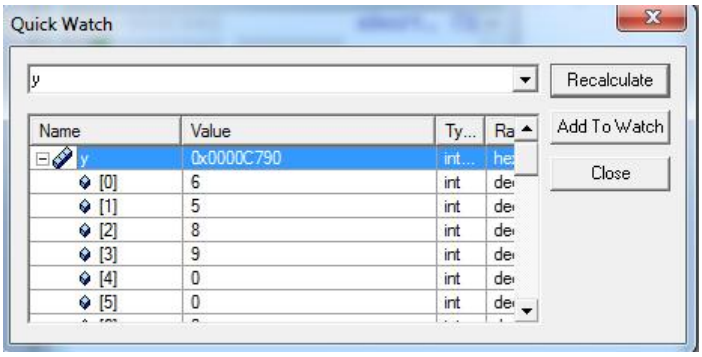
Théoriquement, nous obtenons les même résultats trouvés précédemment : y[m] = {6, 5, 8, 9}

```
/* programme pour implémenter la convolution circulaire */
#include<stdio.h>
int m,n,x[30],h[30],y[30],i,j, k,x2[30],a[30];
void main()
{
printf(" Enter la taille de la première séquence\n");
scanf("%d",&m);
printf(" Enter la taille de la deuxième sequence\n");
scanf("%d",&n);
printf(" Enter la première sequence\n");
for(i=0;i<m;i++)
scanf("%d",&x[i]);
printf(" Enter la deuxième sequence\n");
for(j=0;j<n;j++)
scanf("%d",&h[j]);
if(m-n!=0)
                /*Si les tailles des séquences ne sont pas égales*/
{
if(m>n)          /* La faible séquence par zéro*/
{
for(i=n;i<m;i++)
h[i]=0;
n=m;
}
for(i=m;i<n;i++)
x[i]=0;
m=n;
}
y[0]=0;
a[0]=h[0];
for(j=1;j<n;j++)
a[j]=h[n-j];              /*Convolution circulaire*/
for(i=0;i<n;i++)
y[0]+=x[i]*a[i];
for(k=1;k<n;k++)
{
y[k]=0;                  /*Décalage circulaire */
for(j=1;j<n;j++)
x2[j]=a[j-1];
x2[0]=a[n-1];
for(i=0;i<n;i++)
{
a[i]=x2[i];
y[k]+=x[i]*x2[i];
}
}
                /*Affichage des résultats*/
printf(" La convolution circulaire est : \n");
for(i=0;i<n;i++)printf("%d \t",y[i]);

}
```









Réalisé par : Dr. S. ABADLI.