Compilation Avancée
Exercice sur le cours de P. Feautrier

5 janvier 2005

A retourner quelques jours avant la réunion du jury.

Introduction

On souhaite paralléliser le code ci-dessous.

```
int n, iter;

void main(){
  float a[10][10], b[10], x[10], s;
  int count, iter, i, n, j;

  for(count=0; count < iter; count++)
    for(i=1; i<n; i++){
1:      s=b[i];
        for(j=0; j<=i-1; j++)
2:        s = s - a[i][j]*x[j];
        for(j=i+1; j<=n; j++)
3:        s = s - a[i][j]*x[j];
4:      x[i] = s/a[i][i];
    }
}
```

Il s'agit d'une implémentation de l'algorithme de Gauss-Seidel, qui permet de résoudre le système $Ax = b$ de manière itérative.

Question I

Calculer le graphe de dépendance de ce programme et montrer que l'algorithme de Allen et Kennedy ne trouve pas de parallélisme. Expliquez pourquoi.

Question II

On modifie le programme par expansion de scalaire :

```
int n, iter;

void main(){
  float a[10][10], b[10], x[10], s[10], t[10];
  int count, iter, i, n, j;

  for(count=0; count < iter; count++)
    for(i=1; i<n; i++){
ZS:   s[i]=0.;
      for(j=1; j<=i-1; j++)
S:     s[i] = s[i] + a[i][j]*x[j];
ZT:   t[i]=0.;
      for(j=i+1; j<=n; j++)
T:      t[i] = t[i] + a[i][j]*x[j];
D:    x[i] = (b[i] -s[i])/a[i][i];
    }
}
```

Montrez que les deux codes sont équivalents, en identifiant les sources des lectures de `s`, et en tenant compte des propriétés de l'addition.

Question III

Recalculez le graphe de dépendance du programme modifié, et montrez maintenant qu'il y a du parallélisme.

Question IV

Montrez que les fonctions suivantes :

$$
\begin{aligned}
\theta_{ZS}(count, i) &= (2count + 1, 0)^T \\
\theta_S(count, i, j) &= (2count + 2, i + j - 2)^T \\
\theta_{ZT}(count, i) &= (2count, 0)^T \\
\theta_T(count, i, j) &= (2count + 1, j - i - 1)^T \\
\theta_D(count, i) &= (2count + 2, 2i - 2)^T
\end{aligned}
$$

sont des ordonnancements multidimensionnels légaux pour le programme modifié. Comparez le degré de parallélisme ainsi obtenu avec celui donné par l'algorithme de Kennedy et Allen.