INF5171 : Laboratoire #3
Parallélisme itératif à granularité grossière : Analyse des résultats

28 septembre 2017

1 Les paramètres d'exécution des *benchmarks*

Voici un premier exemple d'exécution, des versions séquentielle et avec parallélisme de boucles, pour un tableau de 64 000 éléments et différents nombre de *threads* — mesures effectuées sur `japet.labunix.uqam.ca`.

```
# NB_WARMPUP = 0
# NB_REPETITIONS = 1
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.064         0.098
             1         0.024         0.050
             1         0.057         0.046

             2         0.023         0.064
             2         0.022         0.051
             2         0.022         0.053

             4         0.021         0.048
             4         0.049         0.045
             4         0.022         0.044

             8         0.022         0.057
             8         0.022         0.049
             8         0.024         0.066

            16         0.022         0.068
            16         0.022         0.068
            16         0.021         0.062
```

Donc : On ne peut pas se fier à une seule exécution, car le temps varie d'une exécution à une autre ⇒ On doit exécuter plusieurs fois puis faire la moyenne des temps obtenus.

Voici un exemple avec cinq (5) répétitions, et différents nombres de *threads*.

```
# NB_WARMPUP = 0
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.040         0.056
             2         0.028         0.052
             4         0.028         0.050
             8         0.028         0.048
            16         0.028         0.051
            32         0.027         0.063
            64         0.031         0.076
           128         0.022         0.082
           256         0.026         0.102
```

Bizarre : Le temps pour `seq` semble plus long avec 1 *thread*?

```
# NB_WARMPUP = 0
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
            32         0.040         0.082
             8         0.027         0.044
           256         0.026         0.113
            16         0.028         0.059
            64         0.025         0.066
             2         0.026         0.049
             1         0.026         0.042
           128         0.023         0.086
             4         0.023         0.049
```

NON : Cela ne dépend pas du nombre de *threads* : c'est toujours la première exécution qui prend plus de temps !?

```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.023         0.043
             2         0.025         0.052
             4         0.023         0.051
             8         0.013         0.037
            16         0.017         0.031
            32         0.016         0.034
            64         0.013         0.036
           128         0.017         0.058
           256         0.013         0.085
```

```
# NB_WARMPUP = 20
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.019         0.046
             2         0.022         0.058
             4         0.014         0.041
             8         0.012         0.037
            16         0.016         0.034
            32         0.012         0.031
            64         0.012         0.038
           128         0.012         0.064
           256         0.012         0.084
```

```
# NB_WARMPUP = 60
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.012         0.015
             2         0.015         0.041
             4         0.012         0.042
             8         0.015         0.044
            16         0.013         0.037
            32         0.016         0.031
            64         0.013         0.042
           128         0.016         0.066
           256         0.013         0.091
```

Un autre facteur...

```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.023         0.043
             2         0.025         0.052
             4         0.023         0.051
             8         0.013         0.037
            16         0.017         0.031
            32         0.016         0.034
            64         0.013         0.036
           128         0.017         0.058
           256         0.013         0.085
```

```
# NB_WARMPUP = 5
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.           seq   par_boucles
             1         0.031         0.054
             2         0.029         0.055
             4         0.029         0.054
             8         0.029         0.051
            16         0.031         0.057
            32         0.029         0.063
            64         0.025         0.070
           128         0.024         0.084
           256         0.024         0.104
```

Quelle est la différence?

Dans le 2^e cas — où les temps d'exécution sont plus longs (exécutions plus lentes) — la compilation `JIT` a été désactivée :

```
$ jruby -J-Djruby.compile.mode=OFF nb_inversions_bm.rb
```

Par contre, `NB_WARMUP` est encore trop faible...

Encore un autre facteur...

```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = true
# TAILLE = 64000
#        nb.th.            seq   par_boucles
             1          0.025         0.049
             2          0.025         0.056
             4          0.026         0.057
             8          0.026         0.051
            16          0.030         0.058
            32          0.030         0.067
            64          0.027         0.070
           128          0.027         0.081
           256          0.026         0.101
```

```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = false
# TAILLE = 64000
#        nb.th.            seq   par_boucles
             1          0.023         0.054
             2          0.022         0.054
             4          0.022         0.053
             8          0.021         0.051
            16          0.025         0.066
            32          0.026         0.071
            64          0.026         0.080
           128          0.025         0.092
           256          0.023         0.111
```

Quelle est la différence?

Collecte des résidus!?

2 Extraits du programme de *benchmark* : nb_inversions_bm.rb

```
require 'benchmark'

[1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256].each do |nb_threads|
  ENV['NB_THREADS'] = nb_threads.to_s

  # On execute la version sequentielle.
  ENV['METHODE'] = "seq"
  NB_WARMUP.times { a.nb_inversions }
  GC.start
  temps_seq = temps_moyen(NB_REPETITIONS) { a.nb_inversions }
  print "%#{largeur}.3f" % temps_seq

  # On execute les versions paralleles.
  METHODES.each do |methode|
    ENV['METHODE'] = methode
    NB_WARMUP.times { a.nb_inversions }
    GC.start
    temps_par = temps_moyen(NB_REPETITIONS) { a.nb_inversions }
    print "%#{largeur}.3f" % temps_par
  end
end


def temps_moyen( nb_fois, &block )
  return 0.0 if nb_fois == 0

  tot = 0
  nb_fois.times do
    GC.start
    GC.disable unless AVEC_GC
    tot += (Benchmark.measure &block).real
    GC.enable
  end
  tot / nb_fois
end
```

3 Les temps d'exécution effectifs pour différentes tailles de tableaux et différents nombres de *threads*

Note : Le JIT n'a pas été désactivé!

```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = false
# TAILLE = 6400
#         nb.th.            seq   par_forkjoin    par_boucles
              1          0.003          0.005          0.007
              2          0.003          0.003          0.007
              4          0.003          0.003          0.006
              8          0.003          0.007          0.010
             16          0.003          0.004          0.008
             32          0.003          0.014          0.016
             64          0.002          0.020          0.022
            128          0.003          0.043          0.036
            256          0.003          0.062          0.052
```

```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = false
# TAILLE = 64000
#         nb.th.             seq   par_forkjoin    par_boucles
               1           0.023          0.028          0.050
               2           0.023          0.021          0.051
               4           0.026          0.013          0.050
               8           0.027          0.007          0.049
              16           0.024          0.011          0.062
              32           0.024          0.012          0.066
              64           0.025          0.020          0.075
             128           0.031          0.040          0.088
             256           0.030          0.059          0.114
```

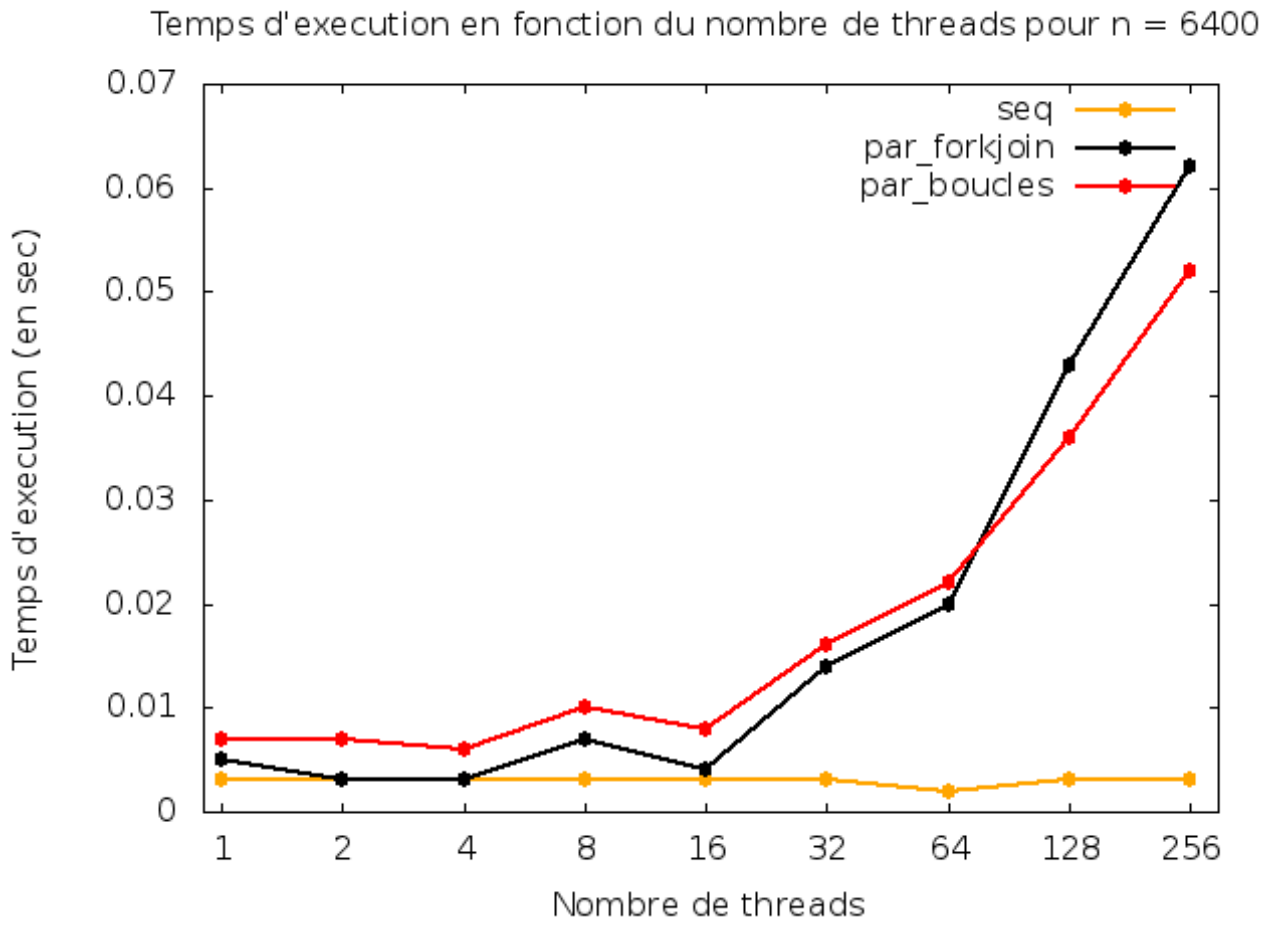
```
# NB_WARMPUP = 10
# NB_REPETITIONS = 5
# AVEC_GC = false
# TAILLE = 640000
#         nb.th.             seq   par_forkjoin    par_boucles
               1           0.259          0.262          0.455
               2           0.258          0.167          0.575
               4           0.266          0.164          0.437
               8           0.247          0.114          0.451
              16           0.252          0.085          0.647
              32           0.252          0.074          0.666
              64           0.246          0.068          0.696
             128           0.263          0.077          0.709
             256           0.257          0.102          0.755
```

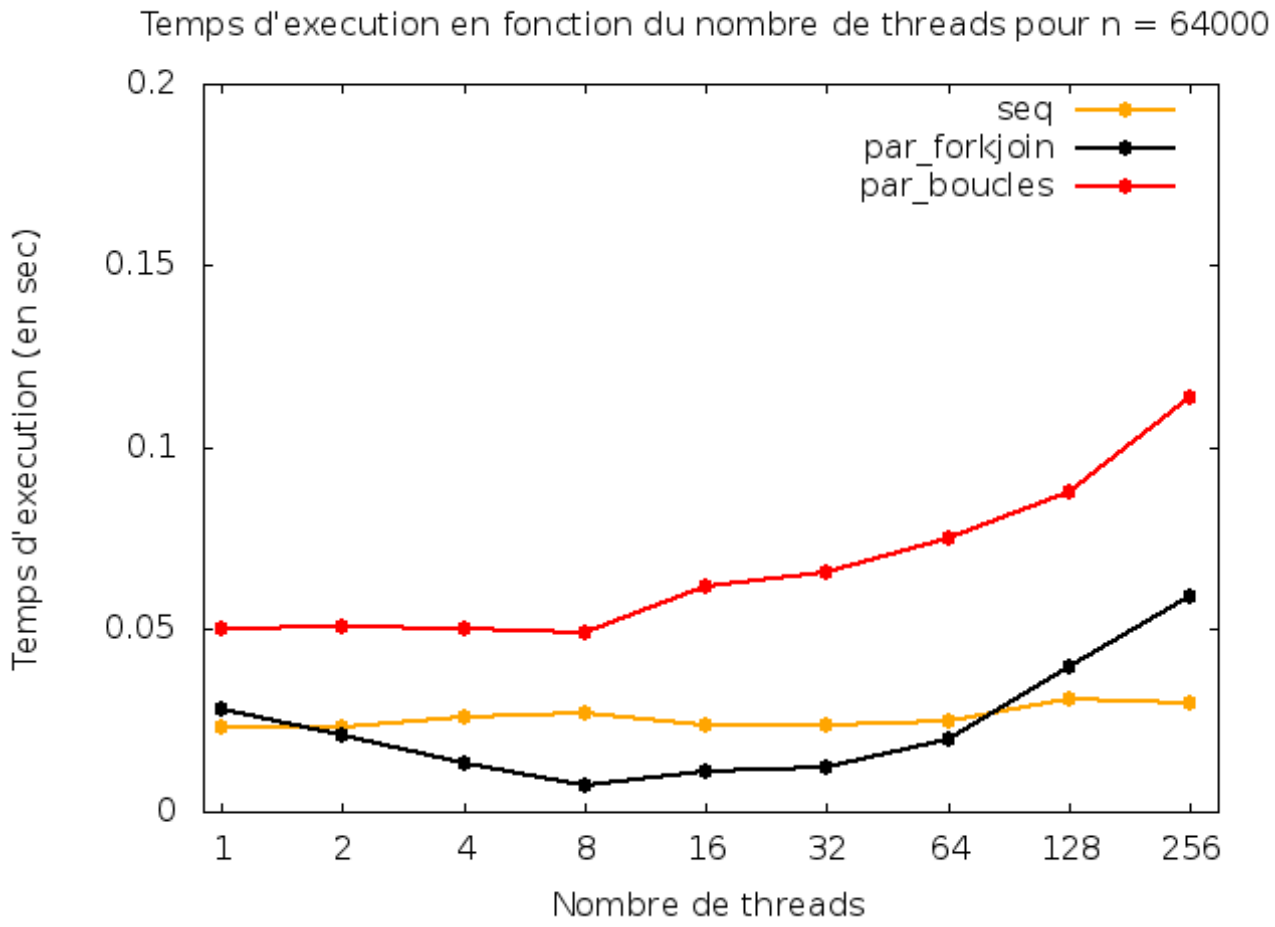
Que constate-t-on quant au temps d'exécution séquentiel?

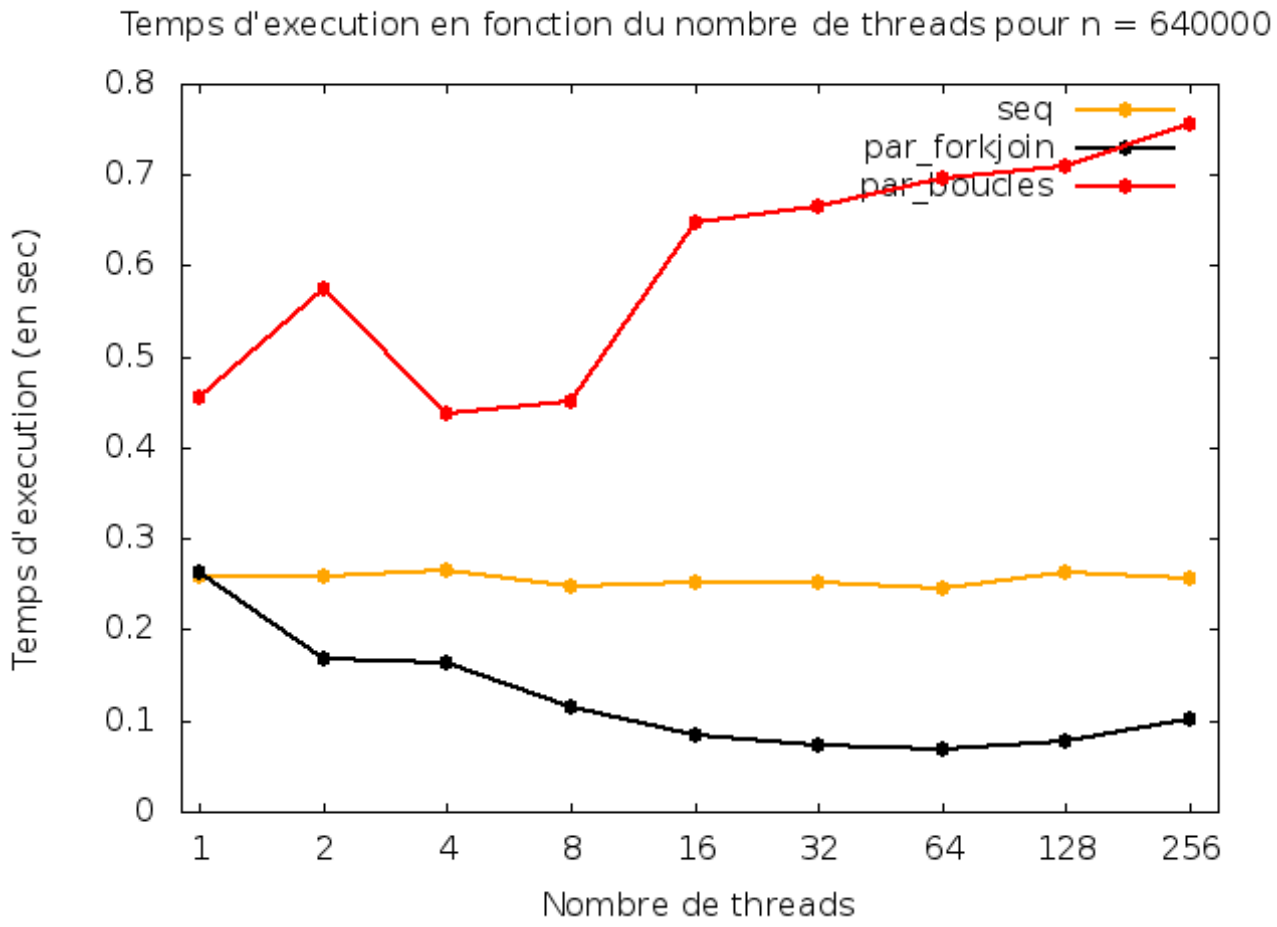
Constation : Le temps d'exécution séquentiel augmente de façon (quasi) linéaire!

4 Des graphes de temps d'exécution pour les trois versions parallèles, différents nombres de *threads* et tailles de tableaux

Note : Ces graphes sont produits pour des temps d'exécution obtenus sur ma machine Linux, et non sur `japet`.

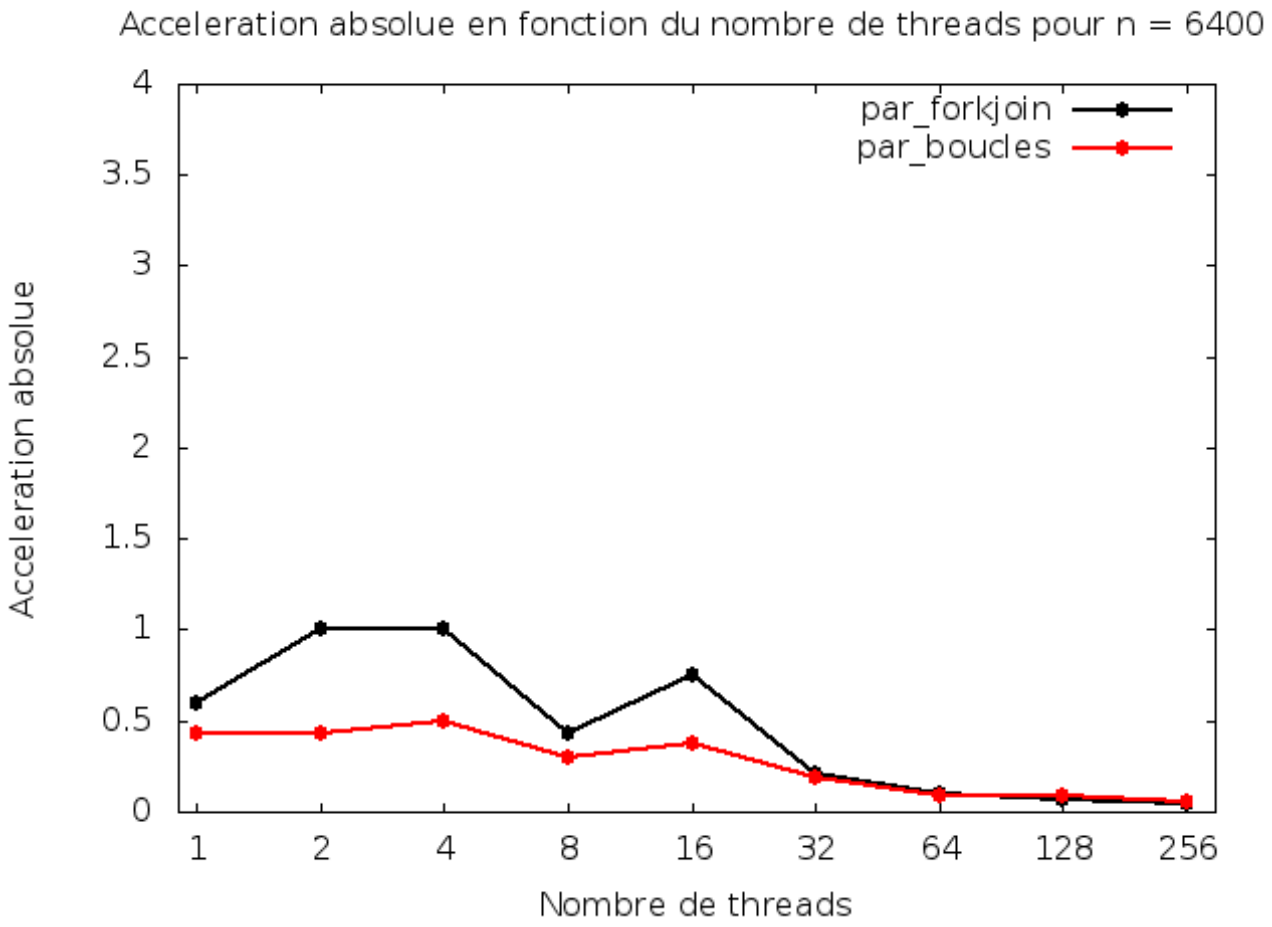

Temps d'execution en fonction du nombre de threads pour n = 6400
Temps d'execution (en sec)
0.07
0.06
0.05
0.04
0.03
0.02
0.01
0
1
2
4
8
16
32
64
128
256
Nombre de threads
seq
par_forkjoin
par_boucles

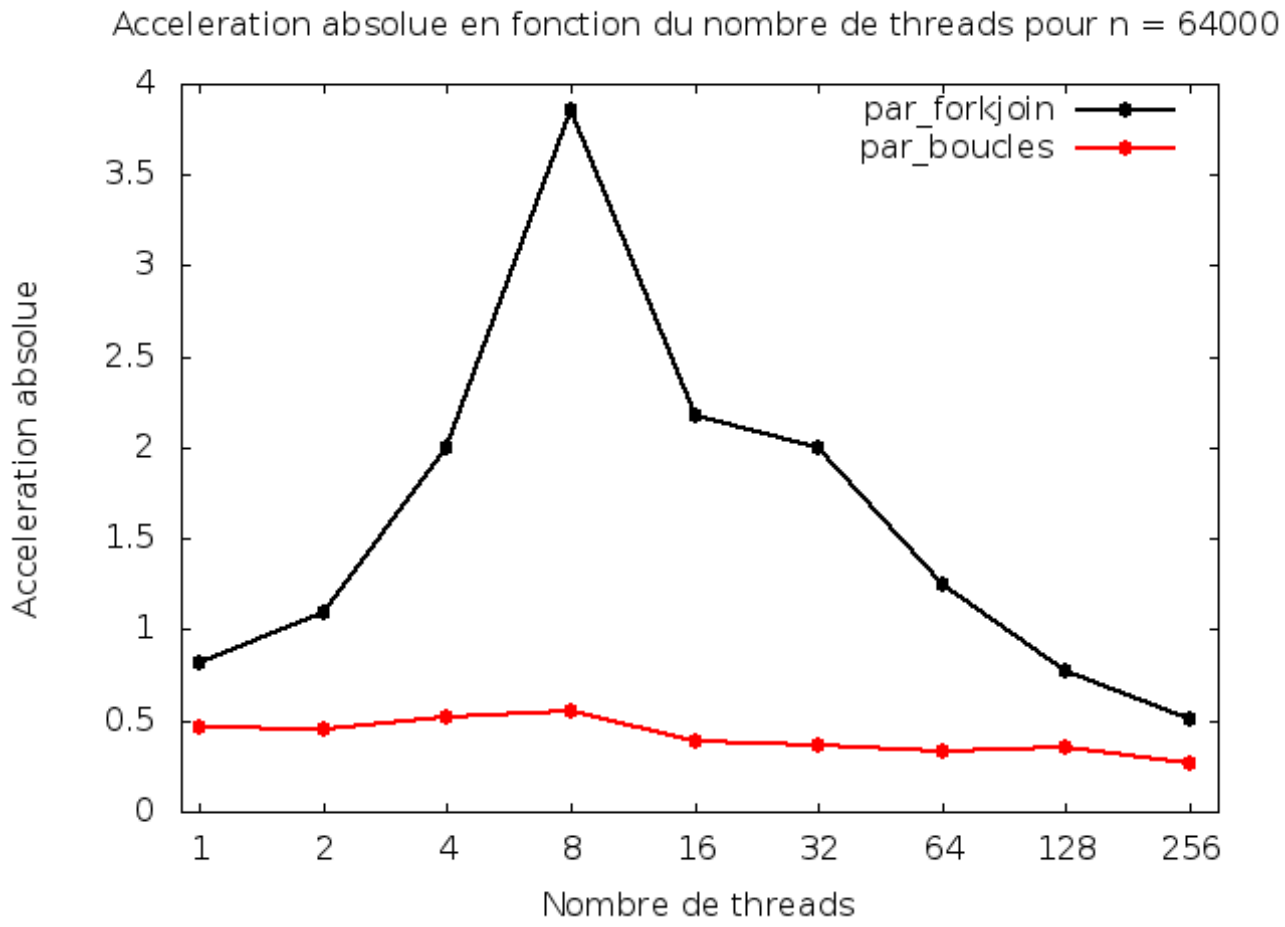

Temps d'execution en fonction du nombre de threads pour n = 64000
Temps d'execution (en sec)
0.2
0.15
0.1
0.05
0
1
2
4
8
16
32
64
128
256
Nombre de threads
seq
par_forkjoin
par_boucles

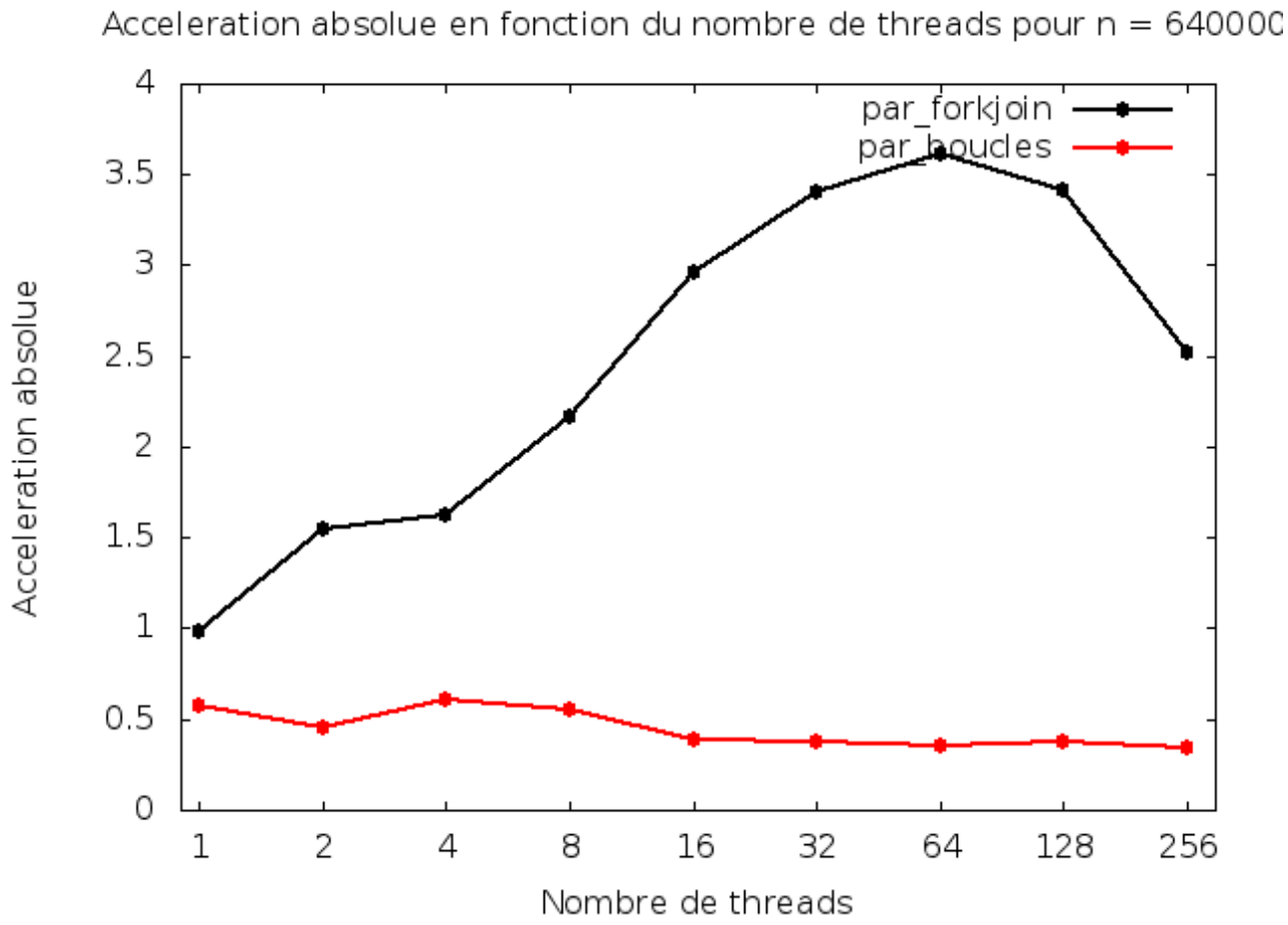

Temps d'execution en fonction du nombre de threads pour n = 640000
Temps d'execution (en sec)
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0
1
2
4
8
16
32
64
128
256
Nombre de threads
seq
par_forkjoin
par_boucles

5 Des graphes d'accélération pour les trois versions parallèles, différents nombres de *threads* et tailles de tableaux

Note : Ces graphes sont produits pour des temps d'exécution obtenus sur ma machine Linux, et non sur `japet`.


Acceleration absolue en fonction du nombre de threads pour n = 6400
Acceleration absolue
Nombre de threads
par_forkjoin
par_boucles
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
1
2
4
8
16
32
64
128
256


Acceleration absolue en fonction du nombre de threads pour n = 64000
Acceleration absolue
Nombre de threads
par_forkjoin
par_boucles
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
1
2
4
8
16
32
64
128
256



À noter : Courbes en U inversés.