Projet M3101 :

Sujet : Cassage d'empreint MD5

Réalisé par : CASTEL Jérémy et DI-NARDO Valentin

Sommaire

Introduction :

En utilisant la librairie crypto++, nous devons trouver la chaîne de caractères en claire d'une empreinte MD5. Pour cela nous allons tester toutes les combinaisons possibles jusqu'à obtenir la bonne chaîne MD5.

Lien docs : https://www.cryptopp.com/wiki/Md5
Lien GitHub : https://github.com/Jeremy-JRM/M3101-MD5-BruteForce

Comment utiliser :

Lancer un terminal dans le dossier où se trouve le script « compil.sh » puis lancer le script avec la commande « ./compil.sh ». Cela va d'abord compiler la librairie Crypto++ que l'on utilise pour force brute puis faire des tests avec différentes longueurs de mots et différents nombres de threads et enfin vous générer plusieurs fichiers. Le script peut durer plus de 5 min donc soyez patients.

Le fichier « temps.log » vous montre les résultats des tests effectués par le script.
Le fichier « thread disposition.log » vous montre comment sont disposer nos threads.

Dans le dossier « src » vous allez retrouver tous le code.
Dans le dossier « lib », la lib Crypto++.
Dans le dossier « info » toutes les informations utiles concernant les performances de votre PC.
Dans le dossier « build » tous les exécutables que vous pouvez aussi exécuter à la main avec la commande :

- ./multiThread.exe <nombre de thread(2,4,8,26)> <mot à trouver>
- sequentiel.exe <mot a trouver>

Dans le dossier « algo » tous nos algorithmes et algorigrammes expliquant notre code.

Ordinateur de test :

- **Nombre de CPU :** 8
- **Nombre de cœurs :** 4
- **Fréquence :** 4,00 GHz
- **Cache :** L1 = 256 KiB
  L2 = 1 MiB
  L3 = 8 MiB
- **RAM :** 8 Go

Utilisation RAM :

	Séquentiel	2 Threads	4 Threads	8 Threads	26 Threads
RAM avant le lancement	1,14 G	1,14 G	1,14G	1,14 G	1,14 G
RAM pendant le lancement	1,15 G	1,15 G	1,15 G	1,15 G	1,15 G

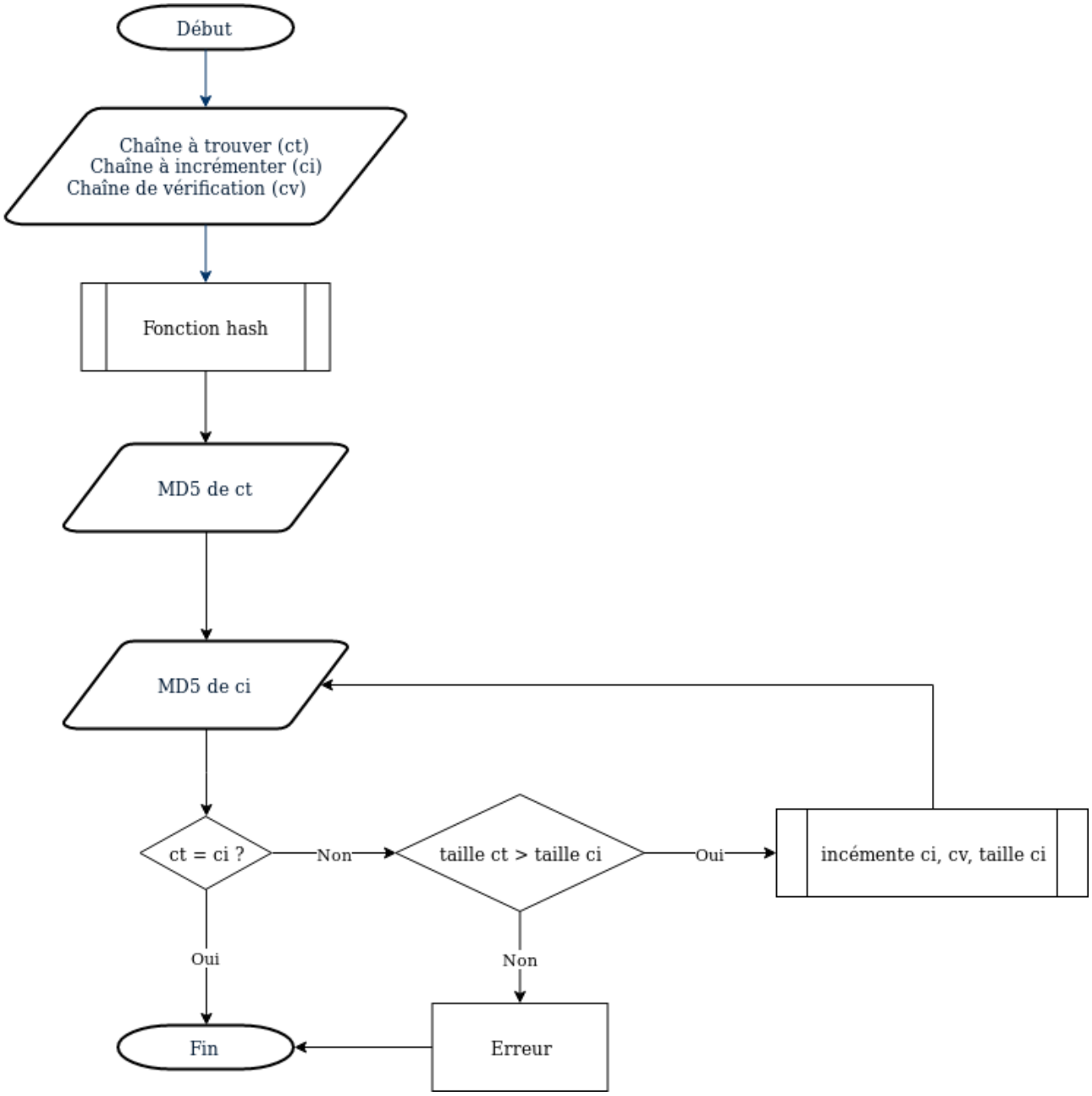
Algorithme séquentiel :

```
Variables Globales : r : Chaîne de caractères
                     t : Booléen
                     nt : Entier

Fonction md5 (→chaine : Chaîne de caractères) : Chaîne de caractères
Donnée(s) : chaine (en entrée) Le mot à transformer
Résultat : Retourne la valeur md5 du mot à transformer


Procédure reset (↔s : Chaîne de caractères)
Donnée(s) : s (en entrée/sortie) Le mot à remettre à zéro
            l (en entrée) La lettre à mettre au début du mot
Résultat : Remet le mot en entrée à zéro avec une certaine lettre
Variable locale : i : Entier

Début
  s[0] ← l

  Pour i de 1 à taille(s) Faire
    s[i] ← 'a'
  FinPour
Fin


Procédure inc (↔s : Chaîne de caractères, ↔v : Chaîne de caractères, →i : Entier,
→l : Caractère)
Donnée(s) : s (en entrée/sortie) Le mot à incrémenter
            v (en entrée/sortie) Le mot de vérification de fin
            i (en entrée) La position de la lettre à incrémenter
            l (en entrée) La lettre de départ du mot incrémenter
Résultat : Incrémente le mot s pour tester la prochaine combinaison de lettre

Début
  Si (i < 0 OU i > taille(s)) Alors
    Ecrire "ERREUR : indice impossible"
    Fin
  FinSi

  Si (s = v) Alors
    reset(s, l)
    s ← s + 'a'
    v ← v + 'z'
  Sinon
    Si (i = 0) Alors
          s[i] ← s[i] + (nT - 1)
    FinSi

    Si (s[i] ≥ 'z') Alors
          s[i] ← 'a'
          inc(s, v, i - 1, l)
    Sinon
          s[i] ← s[i] + 1;
    FinSi
  FinSi
Fin
```

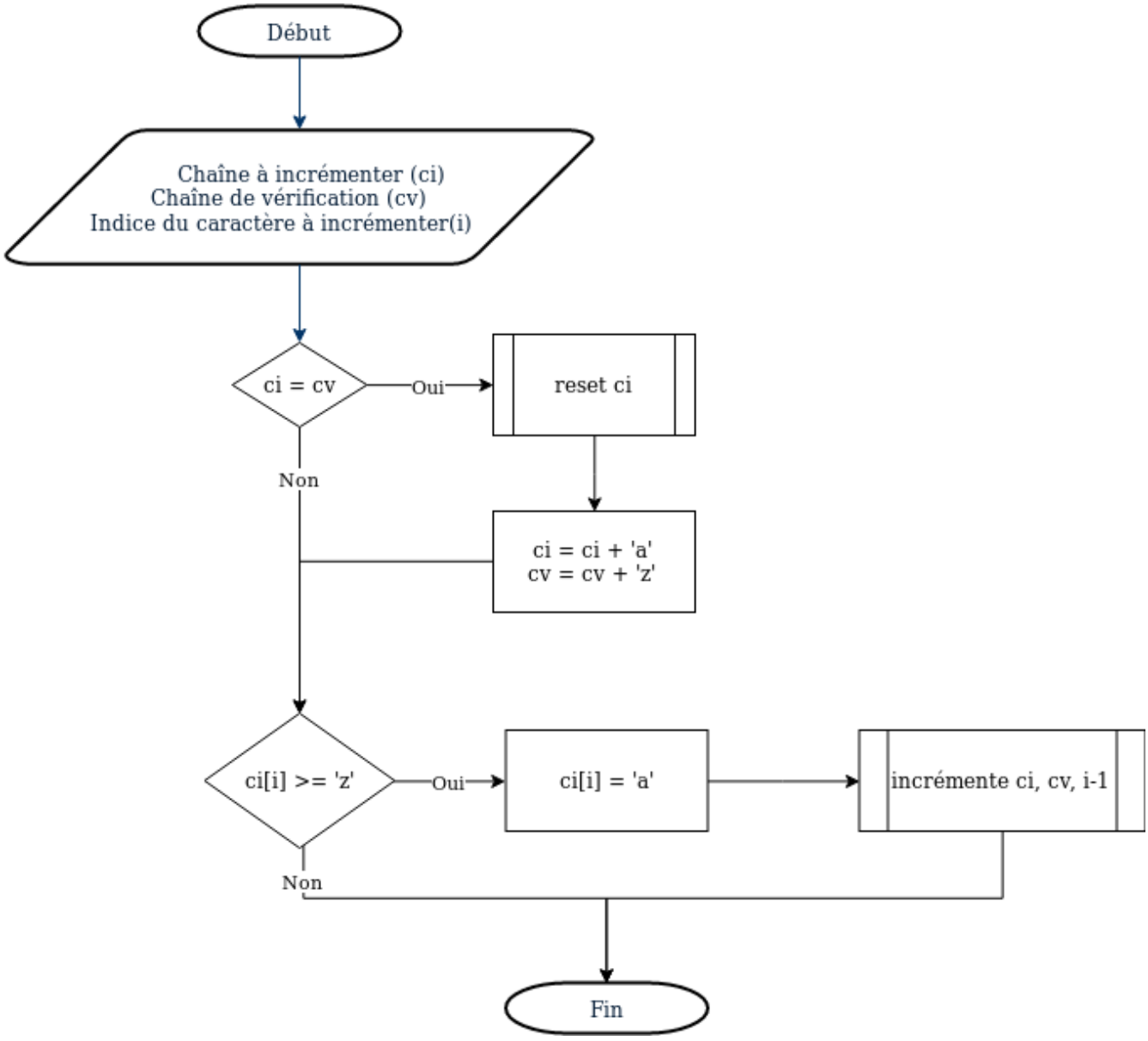
```
Procédure dechiffre (→s : Chaîne de caractères, →v : Chaîne de caractères)
Donnée(s) : s (en entrée) Le mot de combinaisons
            v (en entrée) Le mot de vérification de fin
Résultat : Test le mot de combinaisons avec le mot à trouver jusqu'à ce qu'ils
soient égaux
Variables Locales : l : Caractères
                    dS : Chaîne de caractères
                    dR : Chaîne de caractères

Début
  l ← s[0]

  dS ← md5(s)
  dR ← md5(r)

  TantQue (dS ≠ dR OU t ≠ Vrai) Faire
    inc(s, v, taille(s) - 1, 1)
    dS ← md5(s)
  FinTantQue

  Si (dS = dR) Alors
    t ← Vrai
  FinSi
Fin
```

Algorigramme séquentiel :

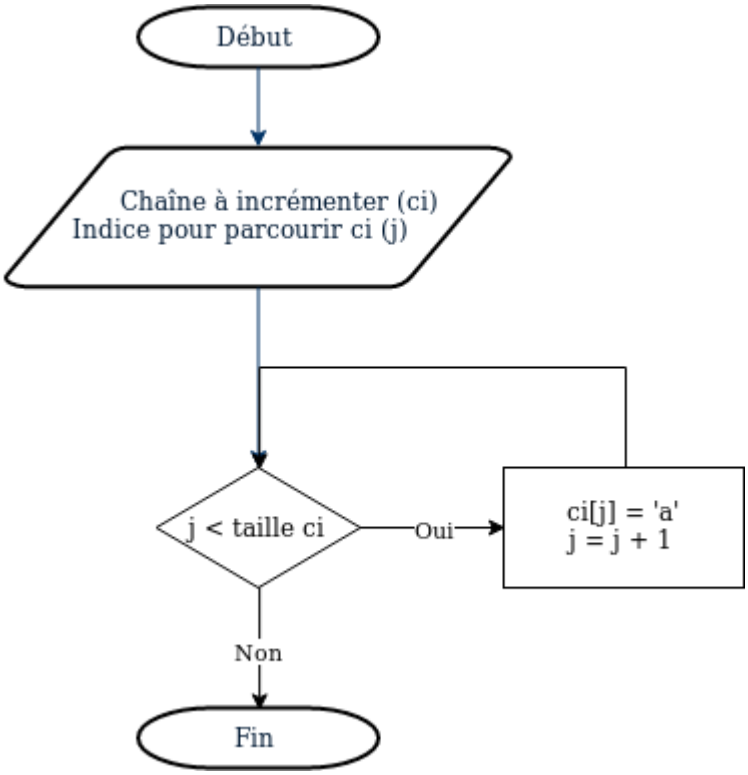
Algorigramme de la fonction Main



Algorigramme de la fonction incrémente



Algorigramme de la fonction reset



Temps Enregistrés :

Mot: za
==========
Nombre Thread(s): 1 | Temps: 0.001 seconds
Nombre Thread(s): 2 | Temps: 0 seconds
Nombre Thread(s): 4 | Temps: 0 seconds
Nombre Thread(s): 8 | Temps: 0 seconds
Nombre Thread(s): 26 | Temps: 0.02 seconds

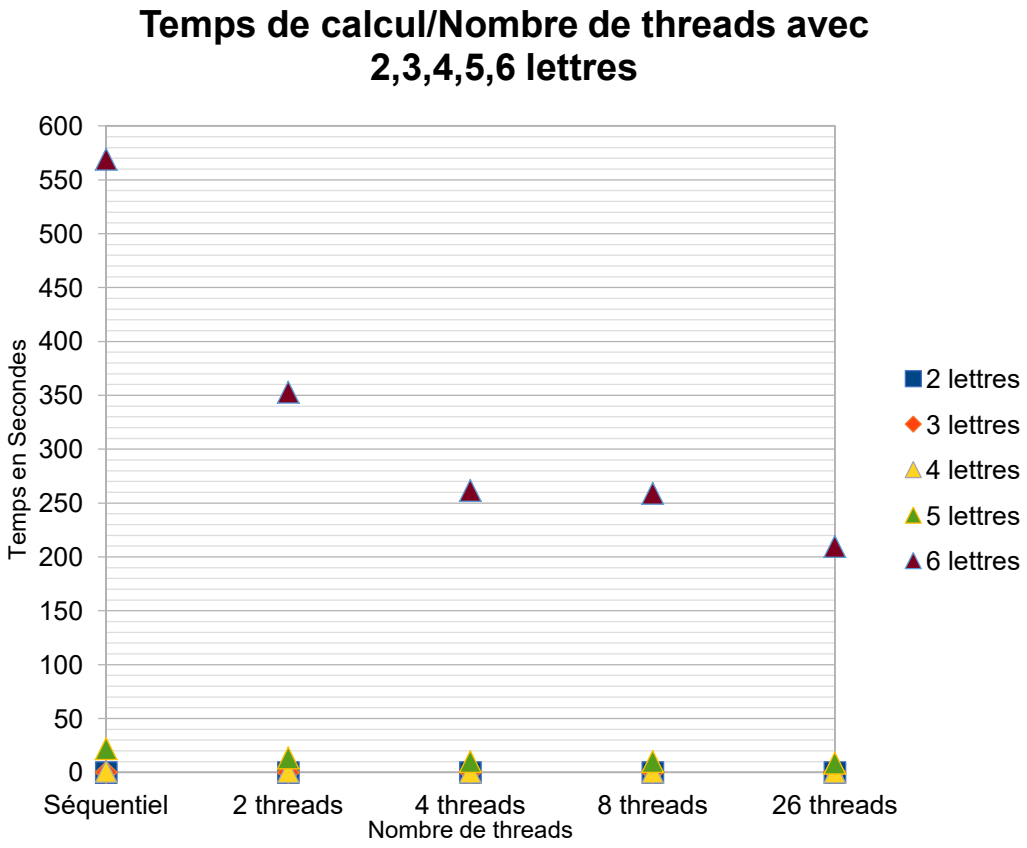
Mot: zza
==========
Nombre Thread(s): 1 | Temps: 0.033 seconds
Nombre Thread(s): 2 | Temps: 0.017 seconds
Nombre Thread(s): 4 | Temps: 0.009 seconds
Nombre Thread(s): 8 | Temps: 0.009 seconds
Nombre Thread(s): 26 | Temps: 0.098 seconds

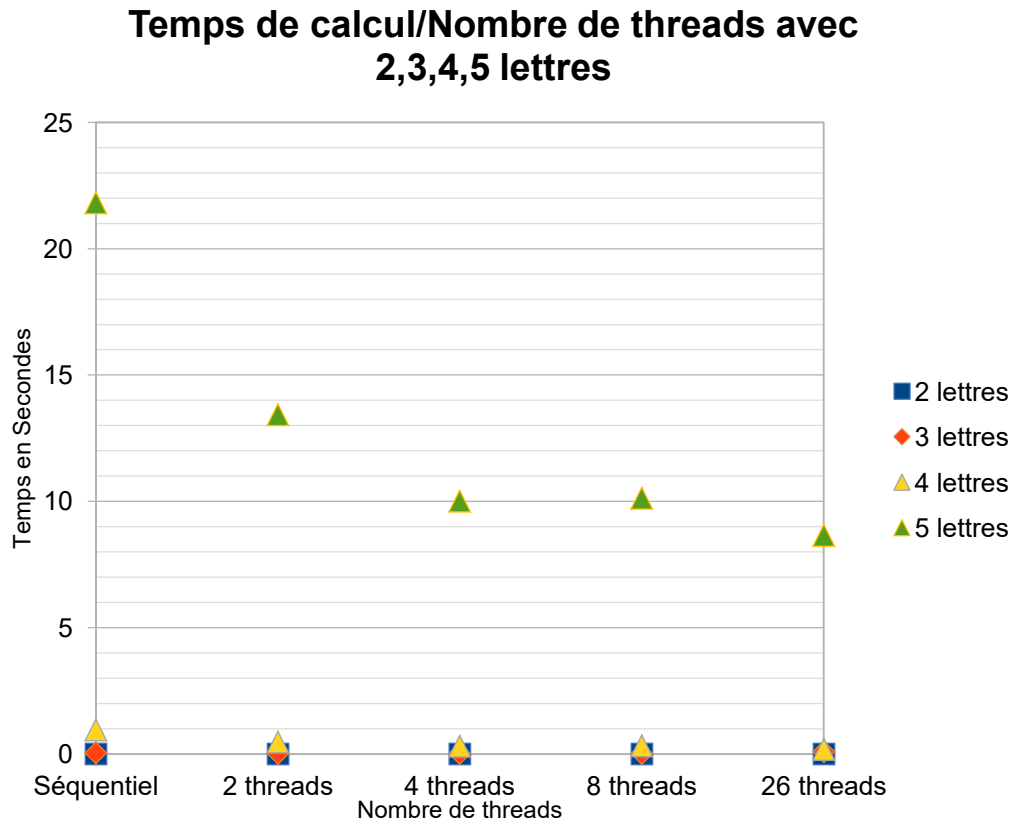
Mot: zzza
==========
Nombre Thread(s): 1 | Temps: 0.945 seconds
Nombre Thread(s): 2 | Temps: 0.465 seconds
Nombre Thread(s): 4 | Temps: 0.31 seconds
Nombre Thread(s): 8 | Temps: 0.32 seconds
Nombre Thread(s): 26 | Temps: 0.178 seconds

Mot: zzzza
==========
Nombre Thread(s): 1 | Temps: 21.815 seconds
Nombre Thread(s): 2 | Temps: 13.428 seconds
Nombre Thread(s): 4 | Temps: 10.013 seconds
Nombre Thread(s): 8 | Temps: 10.116 seconds
Nombre Thread(s): 26 | Temps: 8.649 seconds

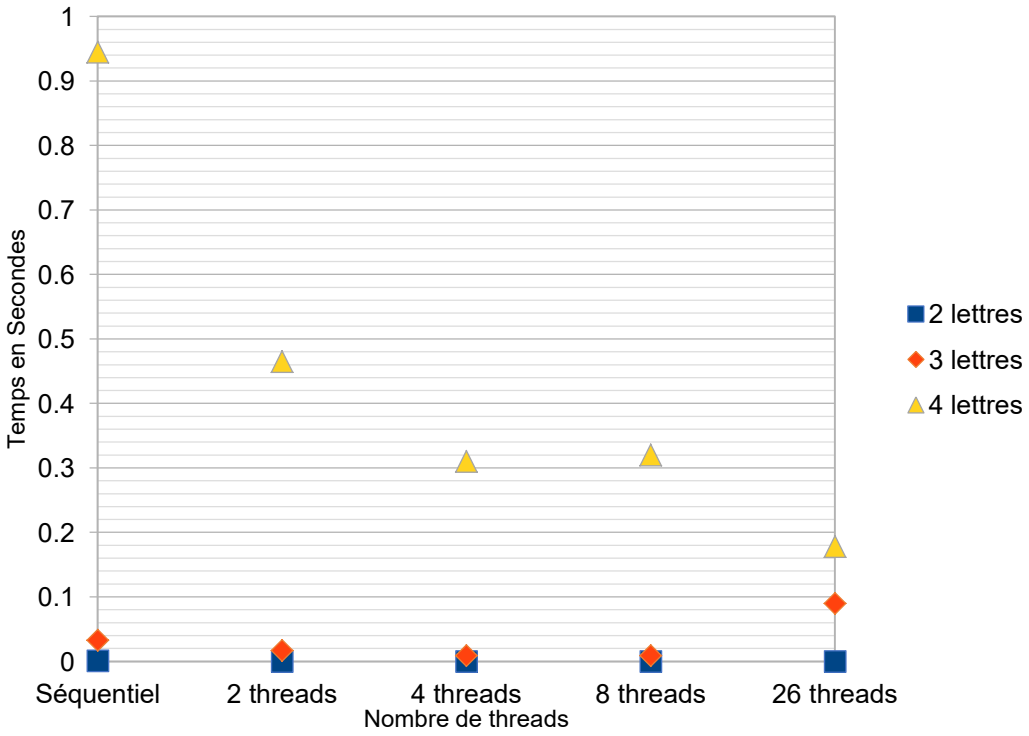
Mot: zzzzza
==========
Nombre Thread(s): 1 | Temps: 569.078 seconds
Nombre Thread(s): 2 | Temps: 352.668 seconds
Nombre Thread(s): 4 | Temps: 261.679 seconds
Nombre Thread(s): 8 | Temps: 259.085 seconds
Nombre Thread(s): 26 | Temps: 209.579 seconds

Diagrammes :

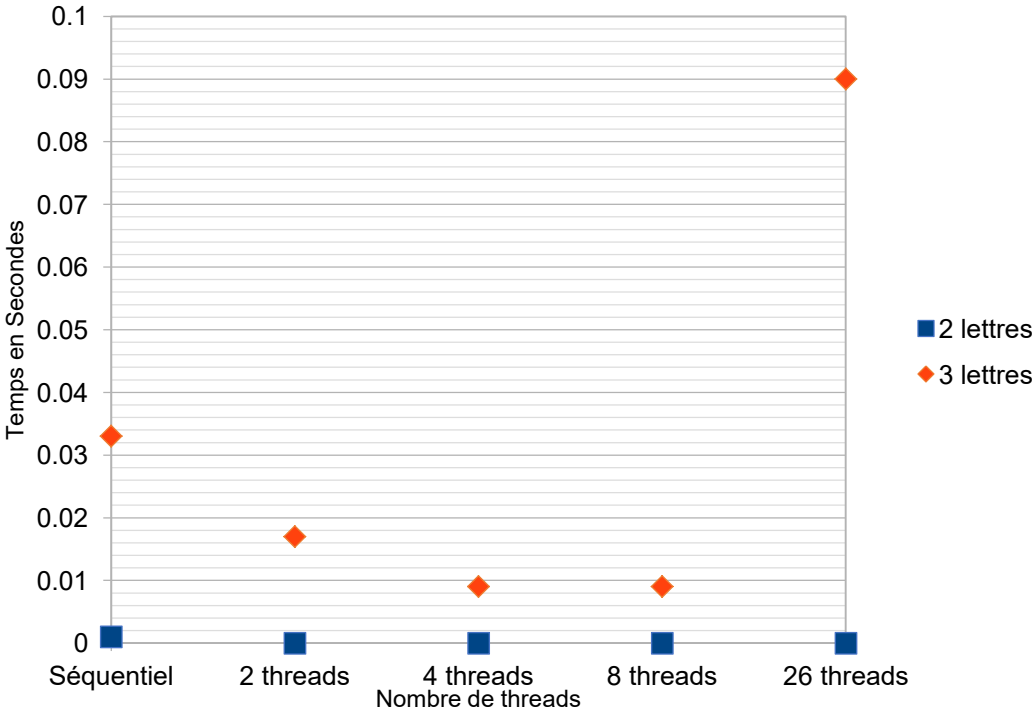

Temps de calcul/Nombre de threads avec 2,3,4,5,6 lettres
600
550
500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
Temps en Secondes
Séquentiel
2 threads
4 threads
8 threads
26 threads
Nombre de threads
2 lettres
3 lettres
4 lettres
5 lettres
6 lettres


Temps de calcul/Nombre de threads avec 2,3,4,5 lettres
25
20
15
10
5
0
Temps en Secondes
Séquentiel
2 threads
4 threads
8 threads
26 threads
Nombre de threads
2 lettres
3 lettres
4 lettres
5 lettres

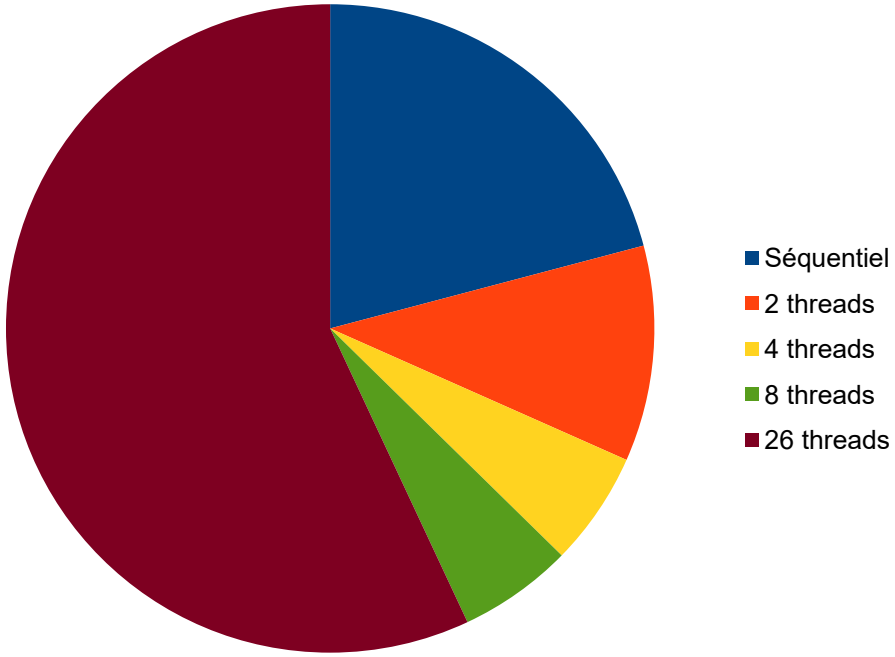
Temps de calcul/Nombre de threads avec 2,3,4 lettres



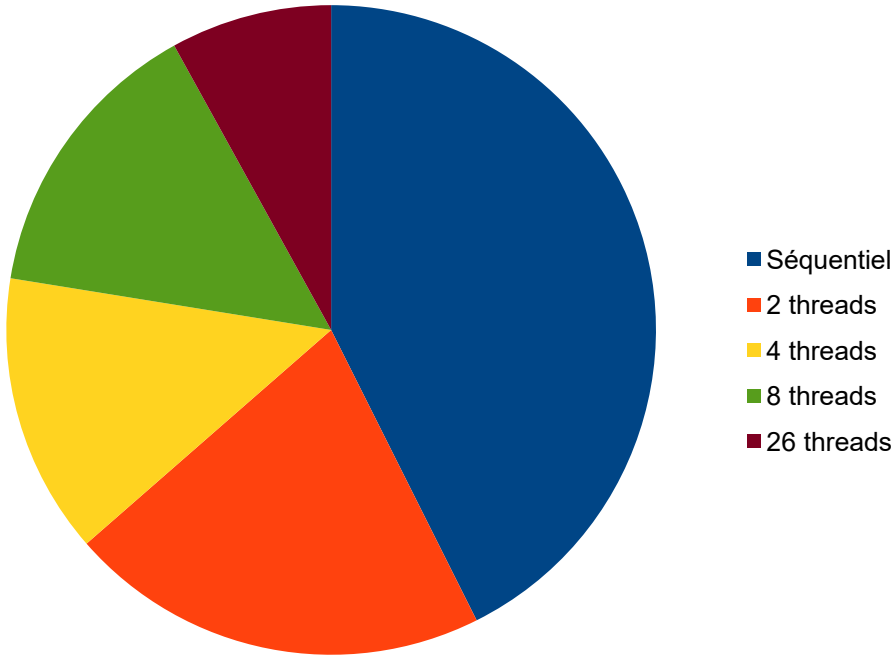
Temps de calcul/Nombre de threads avec 2,3 lettres



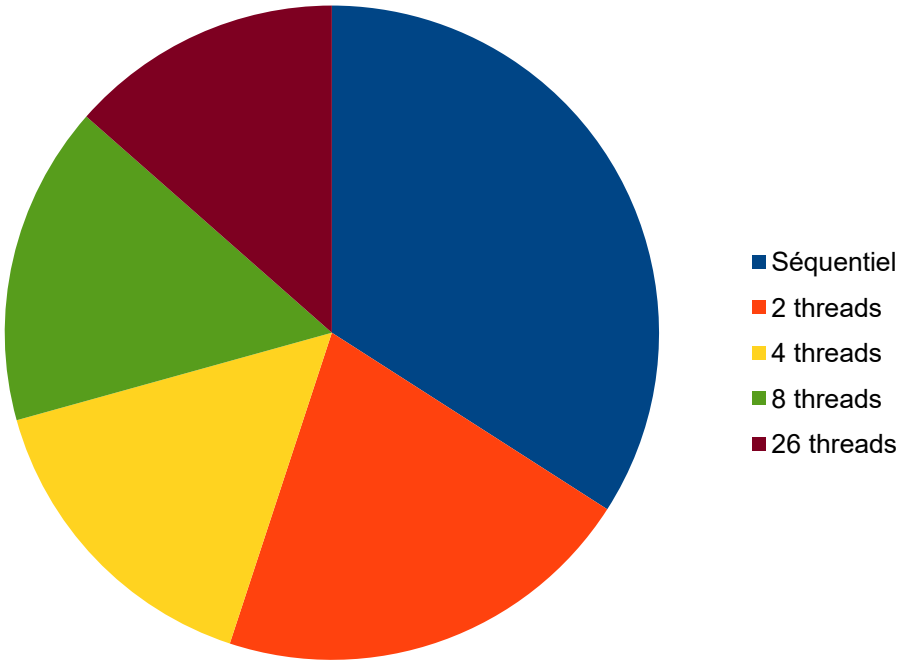
Temps de calcul/Nombre de threads avec 3 lettres



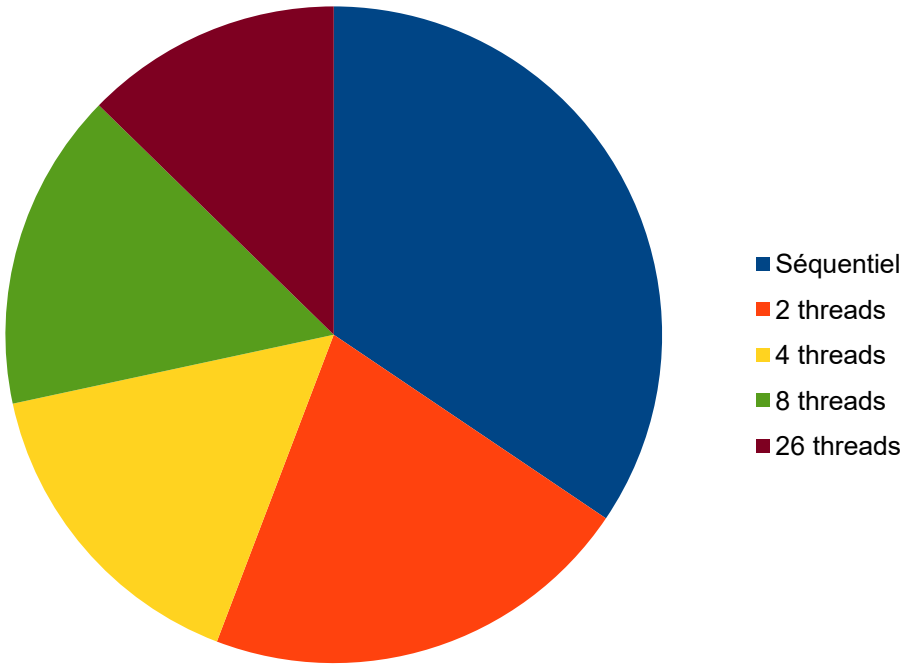
Temps de calcul/Nombre de threads avec 4 lettres



Temps de calcul/Nombre de threads avec 5 lettres



Temps de calcul/Nombre de threads avec 6 lettres



Explications :

Au niveau des temps :

Nos threads sont arrangés de sortes à ce qu'ils reçoivent une lettre de départ et une lettre de fin et qu'ils parcourent les premières lettres de leurs mots en fonction du nombre de threads utilisés, par exemple :

Pour 2 threads :

- 1er thread : lettre de départ : a
  lettre de fin : y
  lettres parcourues : a, c, e, g, i, k, m, o, q, s, u, w, y

- 2eme thread : lettre de départ : b
  lettre de fin : z
  lettres parcourues : b, d, f, h, j, l, n, p, r, t, v, x, z

- Parcours de l'alphabet par les threads : Toutes les 2 lettres

Pour 4 threads :

- 1er thread : lettre de départ : a
  lettre de fin : y
  lettres parcourues : a, e, i, m, q, u, y

- 2eme thread : lettre de départ : b
  lettre de fin : z
  lettres parcourues : b, f, j, n, r, v, z

- 3eme thread : lettre de départ : c
  lettre de fin : w
  lettres parcourues : c, g, k, o, s, w

- 4eme thread : lettre de départ : d
  lettre de fin : x
  lettres parcourues : d, h, l, p, t, x

- Parcours de l'alphabet par les threads : Toutes les 4 lettres

Pour 8 threads :

- 1er thread : lettre de départ : a
  lettre de fin : y
  lettres parcourues : a, i, q, y

- 2eme thread : lettre de départ : b
  lettre de fin : z
  lettres parcourues : b, j, r, z

- 3eme thread : lettre de départ : c
  lettre de fin : s
  lettres parcourues : c, o, s

- 4eme thread : lettre de départ : d
  lettre de fin : t
  lettres parcourues : d, l, t

- 5eme thread : lettre de départ : e
  lettre de fin : y
  lettres parcourues : e, m, u

- 6eme thread : lettre de départ : f
  lettre de fin : v
  lettres parcourues : f, n, v

- 7eme thread : lettre de départ : g
  lettre de fin : w
  lettres parcourues : g, o, w

- 8eme thread : lettre de départ : h
  lettre de fin : x
  lettres parcourues : h, p, x

- Parcours de l’alphabet par les threads : Toutes les 8 lettres

Les mots vont être parcourus de cette façon (voir « thread disposition.txt » pour plus de précisions) :

Pour 2 threads :

1er thread			2eme thread		
1ere	2eme	Etc	1ere	2eme	Etc
aa	ca		ba	da	
ab	cb		bb	db	
ac	cc		bc	dc	
ad	cd		bd	dd	
ae	ce		be	de	
af	cf		bf	df	
ag	cg		bg	dg	
ah	ch		bh	dh	
ai	ci		bi	di	
aj	ck		bj	dj	
ak	ck		bk	dk	
al	cl		bl	dl	
am	cm		bm	dm	
an	cn		bn	dn	
ao	co		bo	do	
ap	cp		bp	dp	
aq	cq		bq	dq	
ar	cr		br	dr	
as	cs		bs	ds	
at	ct		bt	dt	
au	cu		bu	du	
av	cv		bv	dv	
aw	cw		bw	dw	
ax	cx		bx	dx	
ay	cy		by	dy	
az	cz		bz	dz	

Et ainsi de suite avec toutes les lettres parcourues de chaque thread

Les itérations se font donc de la forme :

Pour 2 lettres : P + A
Pour 3 lettres : P + A + A
Pour 4 lettres : P + A + A + A
Etc ..

P = Lettres Parcourues/ A = Lettres de l'alphabet

Avantages :

L’avantage de faire fonctionner nos threads de cette façon et que le parcours se fera dans l’ordre de l’alphabet donc les mots commençant par les lettres du début de l’alphabet seront plus rapidement trouvés, le nombre de threads augmente cela car les threads vont couvrir un plus grand espace de mots dès la 1ere itération de chaque thread.

Exemple :

	1er thread	2eme thread	3eme thread	4eme thread	5eme thread	6eme thread	7eme thread	8eme thread
2 thread	a	b						
4 thread	a	b	c	d				
8 thread	a	b	c	d	e	f	g	h

Lettres parcourues dès la 1ere itérations de chaque threads

Donc cela montre que pour un mot commençant par ‘a’ le 2, 4 ,8 thread auront à peu près le même temps, pour un mot commençant par ‘c’ alors ce sera le 4 et 8 threads et enfin pour un mot commençant par ‘f’ ce sera le 8 threads.

Désavantages :

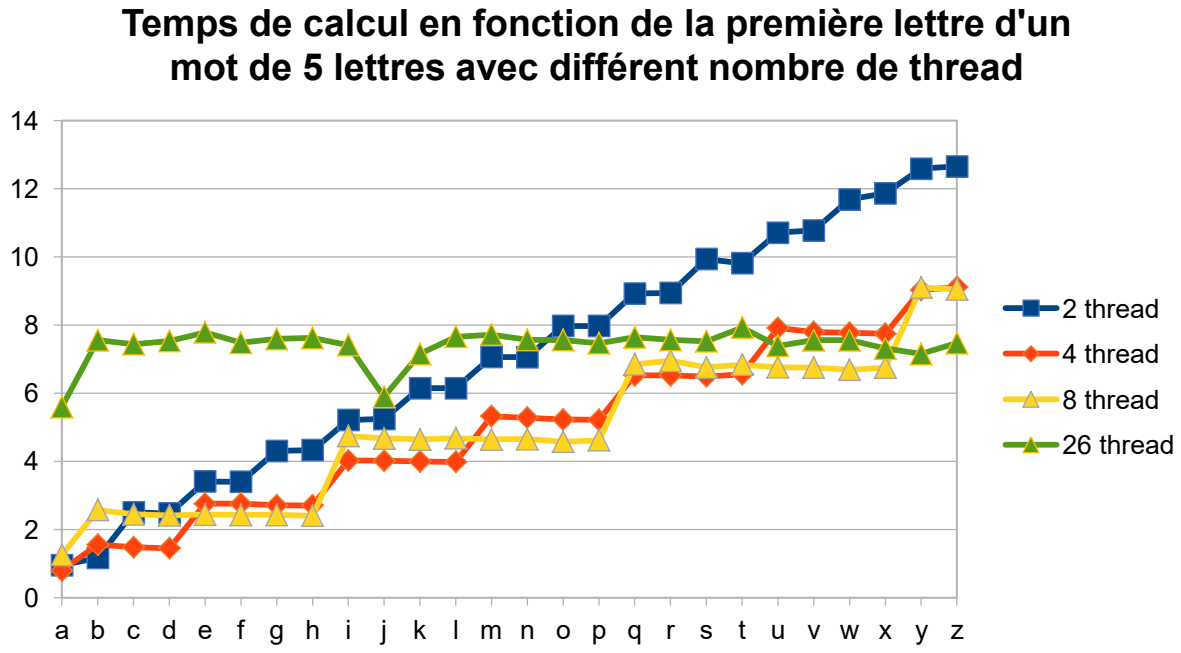
Le désavantage est donc simple, les mots commençant par les dernières lettres de l’alphabet sont donc plus longs à trouver que les mots en début d’alphabet quelques soit le nombre de thread. Les 8 threads seront quand même le plus rapide dans ce cas la.

Pour remédier à cela nous avons décidé d’utiliser les 26 threads.

Pourquoi le 26 threads ? :

C’est simple, 26 lettres de l’alphabet donc 26 threads, leur lettre début sera donc leur lettre de fin et ils ne parcourront que les mots qui ont comme première lettre leur lettre attribuée.

L’avantage de faire cela est que quelle que soit la première lettre du mot que l’on cherche le temps sera le même dans tous les cas, les 2, 4, 8 threads seront toujours plus rapides pour les premières lettres mais pour les autres lettres (comme le montre nos diagrammes avec des mots commençant par la lettre ‘z’) les 26 threads seront lui le plus rapide. En moyenne les 26 threads seront les plus intéressants sachant que la première lettre du mot n’est pas connue.



Ici on remarque que pour 26 threads le temps est à peu près le même et que cela devient intéressant à partir de ‘n’ par rapport aux 2 threads et a partir de ‘x’ par rapport au 4 et 8 threads. Ce résultat et encore plus marqué lorsque le nombre de lettres du mot est augmenté (les tests seraient un peut long pour avoir les temps avec 6 lettres).

On peut donc conclure que les 26 threads sont utiles quand le mot commence au moins par la lettre ‘q’ et qu’il a au moins une taille de 5 lettres.