

## M1 CHPS OBHPC

### TD2 *Version provisoire*

## Programmation C et mesures de performances

*Principaux compléments en cours de travail :*

- *Compilateurs ICC et ICX*
- *Améliorations graphiques*
- *Analyse complémentaire*

### Objet :

Il s'agit de réaliser un benchmark de la bande passante mémoire (et par extension de la latence mémoire).

Pour ce faire, nous répétons un relativement grand nombre de fois des opérations choisies dont on connaît le nombre de cycles.

Nous faisons varier les paramètres indiqués ci-dessous.

Nous organisons les graphiques et les fichiers de performance de la manière suivante.

### Histogrammes comparant les différentes versions pour chaque compilateur :

Fonction **dgemm\_ijk** ::: 1 ensemble d'histogrammes

1 histogramme pour optimisation O0 // pas d'optimisation

1 barre pour compilateur gcc ::: **1 fichier de performance csv de**

#### **1 ligne**

1 barre pour compilateur clang

1 barre pour compilateur icc

1 barre pour compilateur icx

1 histogramme pour optimisation O1 // 1er niveau

idem

1 histogramme pour optimisation O2 // 2ème niveau

idem

1 histogramme pour optimisation O3 // 3ème niveau

idem

1 histogramme pour optimisation Os // semblable à -O2 mais

optimisation de la taille du code plutôt que la vitesse

idem

1 histogramme pour optimisation Og // sauf ce qui interfère avec le débogage

idem

1 histogramme pour optimisation Ofast // semblable à O3 mais sans conformité exacte aux normes

idem

Fonction **dgemm\_ikj** ::: idem

Fonction **dgemm\_iex** ::: idem

Fonction **dgemm\_unroll4** ::: idem

Fonction **dgemm\_unroll8** ::: idem

Fonction **dgemm\_cblas** ::: idem

Fonction **dotprod** ::: idem

Fonction **reduc** ::: idem

### **Histogrammes comparant les versions par compilateur :**

Optimisation O0 ::: 1 ensemble d'histogrammes

- 1 histogramme pour compilateur gcc
  - 1 barre pour fonction **dgemm\_ijk**
  - 1 barre pour fonction **dgemm\_ikj**
  - 1 barre pour fonction **dgemm\_iex**
  - 1 barre pour fonction **dgemm\_unroll4**
  - 1 barre pour fonction **dgemm\_unroll8**
  - 1 barre pour fonction **dgemm\_cblas**
- 1 histogramme pour compilateur clang
  - idem
- 1 histogramme pour compilateur icc
  - idem
- 1 histogramme pour compilateur icx
  - idem

Optimisation O1 ::: idem

Optimisation O2 ::: idem

Optimisation O3 ::: idem

Optimisation Os ::: idem

Optimisation Og ::: idem

Optimisation Ofast ::: idem

### **Pour une mesure de performance stable :**

- On a connecté le laptop est au secteur.
- On s'est assuré que le CPU tourne à une fréquence stable en fixant la fréquence (ou le gouverneur) d'un ou plusieurs coeurs de calcul du CPU (**cpupower**).

#### **\$ cpupower frequency-info :**

```
analyzing CPU 0:
driver: intel_pstate
CPUs which run at the same hardware frequency: 0
CPUs which need to have their frequency coordinated by software: 0
maximum transition latency: Cannot determine or is not supported.
hardware limits: 400 MHz - 4.60 GHz
```

available cpufreq governors: performance powersave

current policy: frequency should be within 400 MHz and 4.60 GHz.

**La fréquence peut être choisie sur cet intervalle : nous voulons la valeur maximale : "4.60 HHZ".**

The governor "performance" may decide which speed to use within this range.

**Nous avons le choix entre deux governors : nous prenons "performance" pour maximiser la fréquence à "4.60 HHZ".**

current CPU frequency: Unable to call hardware

current CPU frequency: 4.37 GHz (asserted by call to kernel)

boost state support:

Supported: yes

Active: yes

**\$ sudo cpupower -c all frequency-set -g performance**

sudo ::: because "Subcommand frequency-set needs root privileges"

frequency-set ::: cpupower's command

-g ::: new cpufreq governor (frequency-set's option)

performance ::: parmi les " available cpufreq governors"

- On pinne le processus sur un coeur de calcul (**taskset** ou **numactl**).  
**taskset**: cette commande permet d'affecter à un coeur de calcul, un processus ou thread en garantissant qu'il n'y aura pas de migration lors de l'exécution.
- On arrête les autres processus.

## Informations sur l'architecture cible (CPU) :

### ➤ \$ lscpu

```
Architecture:          x86_64
CPU op-mode(s):        32-bit, 64-bit
Address sizes:          39 bits physical, 48 bits virtual
Byte Order:             Little Endian
CPU(s):                 8
On-line CPU(s) list:    0-7
Vendor ID:              GenuineIntel
Model name:             Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz
CPU family:             6
Model:                  142
Thread(s) per core:     2
Core(s) per socket:     4
Socket(s):               1
Stepping:                12
CPU max MHz:            4600.0000
CPU min MHz:            400.0000
BogoMIPS:               3999.93
Flags:                  fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush
                        dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant ts
                        c art arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology nonstop_tsc cpuid aperfmperf
                        pni pclmulqdq dtes64 monitor ds_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm p
                        cid sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer aes xsave avx f16c rdra
                        nd lahfh_lm abm 3dnowprefetch cpuid_fault epb invpcid_single ssbd ibrs ibpb stibp
                        ibrs_enhanced tpr_shadow vnmi flexpriority ept vpid ept_ad fsgsbase tsc_adjust
                        sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel_pt xsa
                        veopt xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp_notify hwp_act_windo
                        w hwp_epp md_clear flush_l1d arch_capabilities

Virtualization features:
Virtualization:         VT-x
Caches (sum of all):
L1d:                     128 KiB (4 instances)
L1i:                     128 KiB (4 instances)
L2:                      1 MiB (4 instances)
L3:                      8 MiB (1 instance)
NUMA:
NUMA node(s):            1
NUMA node0 CPU(s):       0-7
Vulnerabilities:
Itlb multihit:           KVM: Mitigation: VMX disabled
L1tf:                    Not affected
Mds:                     Not affected
Meltdown:                Not affected
Mmio stale data:          Mitigation; Clear CPU buffers; SMT vulnerable
Spec store bypass:        Mitigation; Speculative Store Bypass disabled via prctl and seccomp
Spectre v1:               Mitigation; usercopy/swapgs barriers and __user pointer sanitization
Spectre v2:               Mitigation; Enhanced IBRS, IBPB conditional, RSB filling
Srbds:                    Mitigation; Microcode
Tsx async abort:          Not affected
```

### ➤ \$ cat /proc/cpuinfo

```
processor : 0
vendor_id : GenuineIntel
cpu family: 6
model      : 142
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz
stepping   : 12
microcode  : 0xf0
cpu MHz    : 2000.000
cache size : 8192 KB
physical id : 0
siblings   : 8
core id    : 0
cpu cores  : 4
apicid     : 0
initial apicid : 0
fpu        : yes
```

fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22  
wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant\_tsc art arch\_perfmon pebs bts rep\_good nopl xtopology nonstop\_tsc cpuid aperfmperf pni pclmulqdq dtes64 monitor ds\_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4\_1 sse4\_2 x2apic movbe popcnt tsc\_deadline\_timer aes xsave avx f16c rdrand lahf\_lm abm 3dnowprefetch cpuid\_fault epb invpcid\_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs\_enhanced tpr\_shadow vnmi flexpriority ept vpid ept\_ad fsgsbase tsc\_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel\_pt xsaveopt xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp\_notify hwp\_act\_window hwp\_epp md\_clear flush\_l1d arch\_capabilities  
vmx flags : vnmi preemption\_timer invvpid ept\_x\_only ept\_ad ept\_1gb flexpriority tsc\_offset vtpr mtf vapid ept vpid unrestricted\_guest ple pml ept\_mode\_based\_exec  
bugs : spectre\_v1 spectre\_v2 spec\_store\_bypass swapgs itlb\_multihit srbds mmio\_stale\_data  
bogomips : 3999.93  
clflush size : 64  
cache\_alignment : 64  
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual  
power management:

processor : 1  
vendor\_id : GenuineIntel  
cpu family: 6  
model : 142  
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz  
stepping : 12  
microcode: 0xf0  
cpu MHz : 2000.000  
cache size: 8192 KB  
physical id : 0  
siblings : 8  
core id : 1  
cpu cores : 4  
apicid : 2  
initial apicid : 2  
fpu : yes  
fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22  
wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant\_tsc art arch\_perfmon pebs bts rep\_good nopl xtopology nonstop\_tsc cpuid aperfmperf pni pclmulqdq dtes64 monitor ds\_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4\_1 sse4\_2 x2apic movbe popcnt tsc\_deadline\_timer aes xsave avx f16c rdrand lahf\_lm abm 3dnowprefetch cpuid\_fault epb invpcid\_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs\_enhanced tpr\_shadow vnmi flexpriority ept vpid ept\_ad fsgsbase tsc\_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel\_pt xsaveopt xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp\_notify hwp\_act\_window hwp\_epp md\_clear flush\_l1d arch\_capabilities  
vmx flags : vnmi preemption\_timer invvpid ept\_x\_only ept\_ad ept\_1gb flexpriority tsc\_offset vtpr mtf vapid ept vpid unrestricted\_guest ple pml ept\_mode\_based\_exec  
bugs : spectre\_v1 spectre\_v2 spec\_store\_bypass swapgs itlb\_multihit srbds mmio\_stale\_data  
bogomips : 3999.93  
clflush size : 64  
cache\_alignment : 64  
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual  
power management:

processor : 2  
vendor\_id : GenuineIntel  
cpu family: 6  
model : 142  
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz  
stepping : 12  
microcode: 0xf0  
cpu MHz : 2000.000  
cache size: 8192 KB  
physical id : 0  
siblings : 8  
core id : 2  
cpu cores : 4  
apicid : 4  
initial apicid : 4  
fpu : yes  
fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22  
wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant\_tsc art arch\_perfmon pebs bts rep\_good nopl xtopology nonstop\_tsc cpuid aperfmperf pni pclmulqdq dtes64 monitor ds\_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4\_1 sse4\_2 x2apic movbe popcnt tsc\_deadline\_timer aes xsave avx f16c rdrand lahf\_lm abm 3dnowprefetch cpuid\_fault epb invpcid\_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs\_enhanced tpr\_shadow vnmi flexpriority ept vpid ept\_ad fsgsbase tsc\_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel\_pt xsaveopt xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp\_notify hwp\_act\_window hwp\_epp md\_clear flush\_l1d arch\_capabilities  
vmx flags : vnmi preemption\_timer invvpid ept\_x\_only ept\_ad ept\_1gb flexpriority tsc\_offset vtpr mtf vapid ept vpid unrestricted\_guest ple pml ept\_mode\_based\_exec  
bugs : spectre\_v1 spectre\_v2 spec\_store\_bypass swapgs itlb\_multihit srbds mmio\_stale\_data  
bogomips : 3999.93  
clflush size : 64  
cache\_alignment : 64  
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual  
power management:

processor : 3  
vendor\_id : GenuineIntel  
cpu family: 6  
model : 142  
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz  
stepping : 12  
microcode: 0xf0  
cpu MHz : 4059.546  
cache size: 8192 KB  
physical id : 0  
siblings : 8  
core id : 3  
cpu cores : 4  
apicid : 6  
initial apicid : 6  
fpu : yes  
fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22

wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm  
pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant\_tsc art arch\_perfmon pebs bts rep\_good nopl xtopology nonstop\_tsc cpuid aperfmperf pni  
pclmulqdq dtes64 monitor ds\_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4\_1 sse4\_2 x2apic movbe popcnt tsc\_deadline\_timer  
aes xsave avx f16c rdrand lahf\_lm abm 3dnowprefetch cpuid\_fault epb invpcid\_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs\_enhanced tpr\_shadow vnmi  
flexpriority ept vpid ept\_ad fsgsbase tsc\_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel\_pt xsaveopt  
xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp\_notify hwp\_act\_window hwp\_epp md\_clear flush\_l1d arch\_capabilities  
vmx flags : vnmi preemption\_timer invvpid ept\_x\_only ept\_ad ept\_1gb flexpriority tsc\_offset vtpr mtf vapic ept vpid unrestricted\_guest ple  
pml ept\_mode\_based\_exec  
bugs : spectre\_v1 spectre\_v2 spec\_store\_bypass swapgs itlb\_multihit srbds mmio\_stale\_data  
bogomips : 3999.93  
clflush size : 64  
cache\_alignment : 64  
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual  
power management:

processor : 4  
vendor\_id : GenuineIntel  
cpu family: 6  
model : 142  
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz  
stepping : 12  
microcode: 0xf0  
cpu MHz : 2000.000  
cache size: 8192 KB  
physical id : 0  
siblings : 8  
core id : 0  
cpu cores : 4  
apicid : 1  
initial apicid : 1  
fpu : yes  
fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22  
wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm  
pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant\_tsc art arch\_perfmon pebs bts rep\_good nopl xtopology nonstop\_tsc cpuid aperfmperf pni  
pclmulqdq dtes64 monitor ds\_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4\_1 sse4\_2 x2apic movbe popcnt tsc\_deadline\_timer  
aes xsave avx f16c rdrand lahf\_lm abm 3dnowprefetch cpuid\_fault epb invpcid\_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs\_enhanced tpr\_shadow vnmi  
flexpriority ept vpid ept\_ad fsgsbase tsc\_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel\_pt xsaveopt  
xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp\_notify hwp\_act\_window hwp\_epp md\_clear flush\_l1d arch\_capabilities  
vmx flags : vnmi preemption\_timer invvpid ept\_x\_only ept\_ad ept\_1gb flexpriority tsc\_offset vtpr mtf vapic ept vpid unrestricted\_guest ple  
pml ept\_mode\_based\_exec  
bugs : spectre\_v1 spectre\_v2 spec\_store\_bypass swapgs itlb\_multihit srbds mmio\_stale\_data  
bogomips : 3999.93  
clflush size : 64  
cache\_alignment : 64  
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual  
power management:

processor : 5  
vendor\_id : GenuineIntel  
cpu family: 6  
model : 142  
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz  
stepping : 12  
microcode: 0xf0  
cpu MHz : 2000.000  
cache size: 8192 KB  
physical id : 0  
siblings : 8  
core id : 1  
cpu cores : 4  
apicid : 3  
initial apicid : 3  
fpu : yes  
fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22  
wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm  
pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant\_tsc art arch\_perfmon pebs bts rep\_good nopl xtopology nonstop\_tsc cpuid aperfmperf pni  
pclmulqdq dtes64 monitor ds\_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4\_1 sse4\_2 x2apic movbe popcnt tsc\_deadline\_timer  
aes xsave avx f16c rdrand lahf\_lm abm 3dnowprefetch cpuid\_fault epb invpcid\_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs\_enhanced tpr\_shadow vnmi  
flexpriority ept vpid ept\_ad fsgsbase tsc\_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel\_pt xsaveopt  
xsavec xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp\_notify hwp\_act\_window hwp\_epp md\_clear flush\_l1d arch\_capabilities  
vmx flags : vnmi preemption\_timer invvpid ept\_x\_only ept\_ad ept\_1gb flexpriority tsc\_offset vtpr mtf vapic ept vpid unrestricted\_guest ple  
pml ept\_mode\_based\_exec  
bugs : spectre\_v1 spectre\_v2 spec\_store\_bypass swapgs itlb\_multihit srbds mmio\_stale\_data  
bogomips : 3999.93  
clflush size : 64  
cache\_alignment : 64  
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual  
power management:

processor : 6  
vendor\_id : GenuineIntel  
cpu family: 6  
model : 142  
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz  
stepping : 12  
microcode: 0xf0  
cpu MHz : 4412.842  
cache size: 8192 KB  
physical id : 0  
siblings : 8  
core id : 2  
cpu cores : 4  
apicid : 5  
initial apicid : 5  
fpu : yes  
fpu\_exception : yes  
cpuid level : 22  
wp : yes  
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm

```

pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant_tsc art arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology nonstop_tsc cpuid aperfmperf pni
pcidmulqdq dtes64 monitor ds_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer
aes xsave avx f16c rdrand lahf_lm abm 3dnowprefetch cpuid_fault epb invpcid_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs_enhanced tpr_shadow vnmi
flexpriority ept vpid ept_ad fsgsbase tsc_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel_pt xsaveopt
xsaves xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp_notify hwp_act_window hwp_epp md_clear flush_l1d arch_capabilities
vmx flags : vnmi preemption_timer invvpid ept_x_only ept_ad ept_1gb flexpriority tsc_offset vtpr mtf vapic ept vpid unrestricted_guest ple
pml ept_mode_based_exec
bugs : spectre_v1 spectre_v2 spec_store_bypass swapgs itlb_multihit srbds mmio_stale_data
bogomips : 3999.93
clflush size : 64
cache_alignment : 64
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual
power management:

processor : 7
vendor_id : GenuineIntel
cpu family: 6
model : 142
model name : Intel(R) Core(TM) i7-8565U CPU @ 1.80GHz
stepping : 12
microcode: 0xf0
cpu MHz : 2000.000
cache size: 8192 KB
physical id : 0
siblings : 8
core id : 3
cpu cores : 4
apicid : 7
initial apicid : 7
fpu : yes
fpu_exception : yes
cpuid level : 22
wp : yes
flags : fpu vme de pse tsc msr pae mce cx8 apic sep mtrr pge mca cmov pat pse36 clflush dts acpi mmx fxsr sse sse2 ss ht tm
pbe syscall nx pdpe1gb rdtscp lm constant_tsc art arch_perfmon pebs bts rep_good nopl xtopology nonstop_tsc cpuid aperfmperf pni
pcidmulqdq dtes64 monitor ds_cpl vmx est tm2 ssse3 sdbg fma cx16 xtpr pdcm pcid sse4_1 sse4_2 x2apic movbe popcnt tsc_deadline_timer
aes xsave avx f16c rdrand lahf_lm abm 3dnowprefetch cpuid_fault epb invpcid_single ssbd ibrs ibpb stibp ibrs_enhanced tpr_shadow vnmi
flexpriority ept vpid ept_ad fsgsbase tsc_adjust sgx bmi1 avx2 smep bmi2 erms invpcid mpx rdseed adx smap clflushopt intel_pt xsaveopt
xsaves xgetbv1 xsaves dtherm ida arat pln pts hwp hwp_notify hwp_act_window hwp_epp md_clear flush_l1d arch_capabilities
vmx flags : vnmi preemption_timer invvpid ept_x_only ept_ad ept_1gb flexpriority tsc_offset vtpr mtf vapic ept vpid unrestricted_guest ple
pml ept_mode_based_exec
bugs : spectre_v1 spectre_v2 spec_store_bypass swapgs itlb_multihit srbds mmio_stale_data
bogomips : 3999.93
clflush size : 64
cache_alignment : 64
address sizes : 39 bits physical, 48 bits virtual
power management:

```

## Informations sur l'architecture cible (caches de données) :

- Dans le chemin **/sys/devices/system/cpu/cpu0/cache/index0/\*** pour le cache L1 :

```

coherency_line_size : 64
id : 0
level : 1
number_of_sets : 64
physical_line_partition : 1
shared_cpu_list : 0,4
shared_cpu_map : 11
size : 32K
type : Data
ways_of_associativity : 8

```

- Dans le chemin **/sys/devices/system/cpu/cpu0/cache/index2/\*** pour le cache L2 :

```

coherency_line_size : 64
id : 0
level : 2
number_of_sets : 1024
physical_line_partition : 1
shared_cpu_list : 0,4
shared_cpu_map : 11
size : 256K
type : Unified
ways_of_associativity : 4

```

- Dans le chemin **/sys/devices/system/cpu/cpu0/cache/index3/\*** pour le cache L3 :

```

coherency_line_size : 64
id : 0
level : 3
number_of_sets : 8192
physical_line_partition : 1
shared_cpu_list : 0-7
shared_cpu_map : ff
size : 8192K
type : Unified
ways_of_associativity : 16

```

## Autres informations (RAM) :

- Dans le chemin **/proc/meminfo** (ou commande \$ free) :

```

MemTotal: 1602644 kB
MemFree: 2410088 kB

```

