

TD1 - Exercices sur les bus de communication

1 Bus DMI 4.0

Remarques (juste pour information ; inutiles pour faire l'exercice) :

- le bus Direct Media Interface 4.0 (ou bus DMI 16 GT/s) est un bus PCIe $\times 8$ Gen 4.0 ;
- il est utilisé dans les processeurs Intel Core les plus récents et en particulier dans le processeur Alder Lake-S que l'on considère dans cet exercice. Le processeur étudié a été commercialisé à partir du quatrième trimestre 2021 et il coûte actuellement de l'ordre de 550 €.

1.1 Caractéristiques du Core i7 12700KF - Socket 1700 - Q4'21

- Fréquence d'horloge réelle du processeur ou **Base Clock** = 100 MHz ;
- processeur comportant 12 cœurs physiques = 8P+4E ;
 - 8 Performance-cores ou P-cores \rightarrow exéc. nécessitant de la puissance de calcul ;
 - 4 Efficient-cores ou E-cores \rightarrow exéc. optimisant le compromis perf./conso. en Watts ;
- spécification des modes Turbo (coefficients)
 - fréquence **Turbo Boost Max Technology 3.0 (TBMT3)** = 14
 - fréquence **P-core Max Turbo Frequency (TBT2)** = 13
 - fréquence **E-core Max Turbo Frequency** = 11
- bus processeur DMI 4.0 (8 voies sur le proc. considéré) ;
 - fréquence d'horloge "réelle" du bus = 8 GHz ;
 - bus pouvant être vu comme opérant en DDR, comportant 8 voies avec un encodage 128b/130b (pour 128 bits de données à envoyer, ce sont 130 bits qui sont émis) ;
- coefficient multiplicateur (**P-core Base Clock**) = 36 (**E-core Base Clock** = 27) ;
- largeur du bus d'adresses = 39 bits mémoire physique ; 48 bits mémoire virtuelle.

1.2 Calculer

- ① Le nombre de transferts par seconde du bus processeur pour 1 voie ;
- ② le débit unidirectionnel du bus processeur (8 voies) en Mo/s, Mio/s et Go/s ;
- ③ les fréquences de fonctionnement du processeur (**Base Frequency**) ;
- ④ les fréquences max. grâce aux technologies **Max Turbo Frequency** (appelée aussi **Turbo Boost Technology** d'où le terme **TBT2**) et **TBMT3** ;
- ⑤ la taille de la mémoire physique adressable.

2 Bus mémoire d'une barrette de type DDR4

2.1 Comment calculer la fréquence réelle du bus

- À partir de la fréquence d'horloge réelle des puces DRAM (F_{DRAM})
 - DDR $\rightarrow F_R = F_{DRAM}$;
 - DDR2 $\rightarrow F_R = 2 \times F_{DRAM}$;
 - DDR3 $\rightarrow F_R = 4 \times F_{DRAM}$;
 - DDR4 $\rightarrow F_R = 8 \times F_{DRAM}$;
 - DDR5 $\rightarrow F_R = 16 \times F_{DRAM}$.
- obtenue à partir de la fréquence d'horloge réelle du processeur.
Dans le cas de la DDR4, on a F_{DRAM} qui est généralement un multiple de $\frac{1}{15}$ GHz, soit :

$$F_{DRAM} = \frac{\lambda}{15} \text{ GHz} = \left(\frac{\lambda}{15} \times 10^9 \right) \text{ Hz}$$

où $\lambda \geq 1$ définit le débit de la barrette. Un principe similaire est utilisé pour la DDR5.

2.2 Caractéristiques de la barrette étudiée

- Coefficient $\lambda = 3$.
En fait, la norme spécifie le débit d'une barrette mémoire DDR4 en donnant directement la valeur de la fréquence réelle F_R qui va, actuellement, ainsi de $\frac{14}{15}$ à $\frac{40}{15}$ GHz. Dans le cas d'une barrette mémoire DDR5 la plage actuelle de valeurs de la fréquence réelle F_R va de $\frac{36}{15}$ à $\frac{49,5}{15}$ GHz.
- largeur du bus de données = 64 bits.

2.3 Calculer

- ① Les fréquences d'horloge réelle et effective du bus mémoire ;
- ② le débit de la barrette mémoire en Go/s et Gio/s ;
- ③ en déduire la désignation de la barrette.

3 Bus PCIe Gen 2.0

3.1 Caractéristiques du bus série à 1 voie

- Fréquence d'horloge "réelle" du bus = 2,5 GHz ;
- bus pouvant être vu comme opérant en DDR ;
- pour 8 bits de données, 10 bits sont envoyés.

3.2 Calculer

- ① Le nombre de transferts par seconde ;
- ② le débit du bus ;
- ③ la perte de débit due aux bits supplémentaires ;
- ④ à titre de comparaison, donner le pourcentage de perte pour l'encodage 128b/130b.

Unités de mesure basées sur l’octet

- Principalement utilisées pour parler du stockage de données.
- Deux types d’unités : en puissances de 2 ; en puissances de 10.

| <i>Puissances de 2</i> | | | |
|-------------------------|------------|-------------|-----------|
| 1 Kibioctet | Kio ou KiB | 1024 octets | 2^{10} |
| 1 Mébioctet | Mio ou MiB | 1024 Kio | 2^{20} |
| 1 Gibioctet | Gio ou GiB | 1024 Mio | 2^{30} |
| 1 Tébioctet | Tio ou TiB | 1024 Gio | 2^{40} |
| <i>Puissances de 10</i> | | | |
| 1 kilooctet | ko ou kB | 1000 octets | 10^3 |
| 1 Mégaoctet | Mo ou MB | 1000 ko | 10^6 |
| 1 Gigaoctet | Go ou GB | 1000 Mo | 10^9 |
| 1 Téraoctet | To ou TB | 1000 Go | 10^{12} |

- 1 Kibioctet = 1 “Kilo binaire octet”.