

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 Raptor Lake-S que l'on considère dans cet exercice. Le processeur étudié est commercialisé depuis le quatrième trimestre 2022 et coûte actuellement environ 560 €.

1.1 Caractéristiques du Core i7 13700KF - Socket 1700 - Q4'22

- Fréquence d'horloge réelle du processeur ou **Base Clock** = 100 MHz ;
- processeur comportant 16 cœurs physiques = 8P+8E ;
 - 8 Performance-cores ou P-cores \rightarrow exéc. nécessitant de la puissance de calcul ;
Ces cœurs sont les *Raptor cores* (proc. Raptor Lake) ou *Big cores*.
 - 8 Efficient-cores ou E-cores \rightarrow exéc. optimisant le compromis perf./conso. en Watts ;
Ces cœurs sont en fait 8 paires de *Gracemont cores* ou *Small cores*. Il y a donc un total de $8 \times 2 = 16$ *Gracemont cores*.
- spécification des modes Turbo (coefficients)
 - fréquence Turbo Boost Max Technology 3.0 (TBMT3) = 20
 - fréquence P-core Max Turbo Frequency (TBT2) = 19
 - fréquence E-core Max Turbo Frequency = 17
- 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**) = 34 (**E-core Base Clock**) = 25 ;
- largeur du bus d'adresses = 46 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 DDR5

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 DDR5, 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 DDR4.

2.2 Caractéristiques de la barrette étudiée

- Coefficient $\lambda = 2,625$.
En fait, la norme spécifie le débit d'une barrette mémoire DDR5 en donnant directement la valeur de la fréquence réelle F_R qui va, actuellement, ainsi de $\frac{36}{15}$ à $\frac{60}{15}$ GHz. Dans le cas d'une barrette mémoire mémoire DDR4 la plage actuelle de valeurs de la fréquence réelle F_R va de $\frac{14}{15}$ à $\frac{40}{15}$ 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 Kibiocet	Kio ou KiB	1024 octets	2^{10}
1 Mébiocet	Mio ou MiB	1024 Kio	2^{20}
1 Gibiocet	Gio ou GiB	1024 Mio	2^{30}
1 Tébiocet	Tio ou TiB	1024 Gio	2^{40}
1 Pébiocet	Pio ou PiB	1024 Tio	2^{50}
1 Exbiocet	Eio ou EiB	1024 Pio	2^{60}
1 Zébiocet	Zio ou ZiB	1024 Eio	2^{70}
1 Yobiocet	Yio ou YiB	1024 Zio	2^{80}

<i>Puissances de 10</i>			
1 kilooctet	ko ou kB	1000 octets	10^3
1 Mégaocet	Mo ou MB	1000 ko	10^6
1 Gigaocet	Go ou GB	1000 Mo	10^9
1 Téraocet	To ou TB	1000 Go	10^{12}
1 Pentaocet	Po ou PB	1000 To	10^{15}
1 Exaocet	Eo ou EB	1000 Po	10^{18}
1 Zettaocet	Zo ou ZB	1000 Eo	10^{21}
1 Yottaocet	Yo ou YB	1000 Zo	10^{24}

- 1 Kibiocet = 1 “Kilo binaire octet”.