

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 Refresh que l'on considère dans cet exercice. Le processeur étudié est commercialisé depuis le premier trimestre 2024 et coûte actuellement environ 480 €.

1.1 Caractéristiques du Core i7 14700F - Socket 1700 - Q1'24

- Fréquence d'horloge réelle du processeur ou **Base Clock** = 100 MHz ;
- processeur comportant 20 cœurs physiques = 8P+12E ;
 - 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*.
 - 12 Efficient-cores ou E-cores \rightarrow exéc. optimisant le compromis perf./conso. en Watts ;
Ces cœurs sont les *Gracemont cores* ou *Small cores*.
- spécification des modes Turbo (coefficients)
 - fréquence Turbo Boost Max Technology 3.0 (TBMT3) = 33
 - fréquence P-core Max Turbo Frequency (TBT2) = 32
 - fréquence E-core Max Turbo Frequency = 27
- 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**) = 21 (**E-core Base Clock**) = 15 ;
- 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 virtuelle 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 $\lambda = 2, 25$.
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 $\frac{63}{15}$ 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”.