

2 Comptage de moutons

Notes :

- Toutes les bascules de vos circuits seront synchrones sur une horloge `clk` et **uniquement sur celle-ci**. Elle seraient de plus initialisées par un signal `reset_n` asynchrone actif à l'état bas (0). Ces deux signaux seront considérés comme implicites sur vos schémas et ne devront donc pas être représentés.
- Vous avez le droit d'utiliser toutes les portes vues en cours ou TD.
- Vos schémas doivent être clairs et lisibles. Les connexions doivent posséder des noms explicites. Chaque bus doit indiquer sa largeur. Les entrées `enable` des bascules D doivent être indiquées en toutes lettres (ou avec une abréviation non ambiguë).

On cherche à compter les moutons d'un troupeau (comportant moins de 2^{32} moutons...). Pour cela, les moutons passent l'un après l'autre dans un couloir où sont placés deux détecteurs. Chaque détecteur sort un signal sur 1 bit valant 1 lorsqu'un mouton passe en face de lui, et 0 sinon.

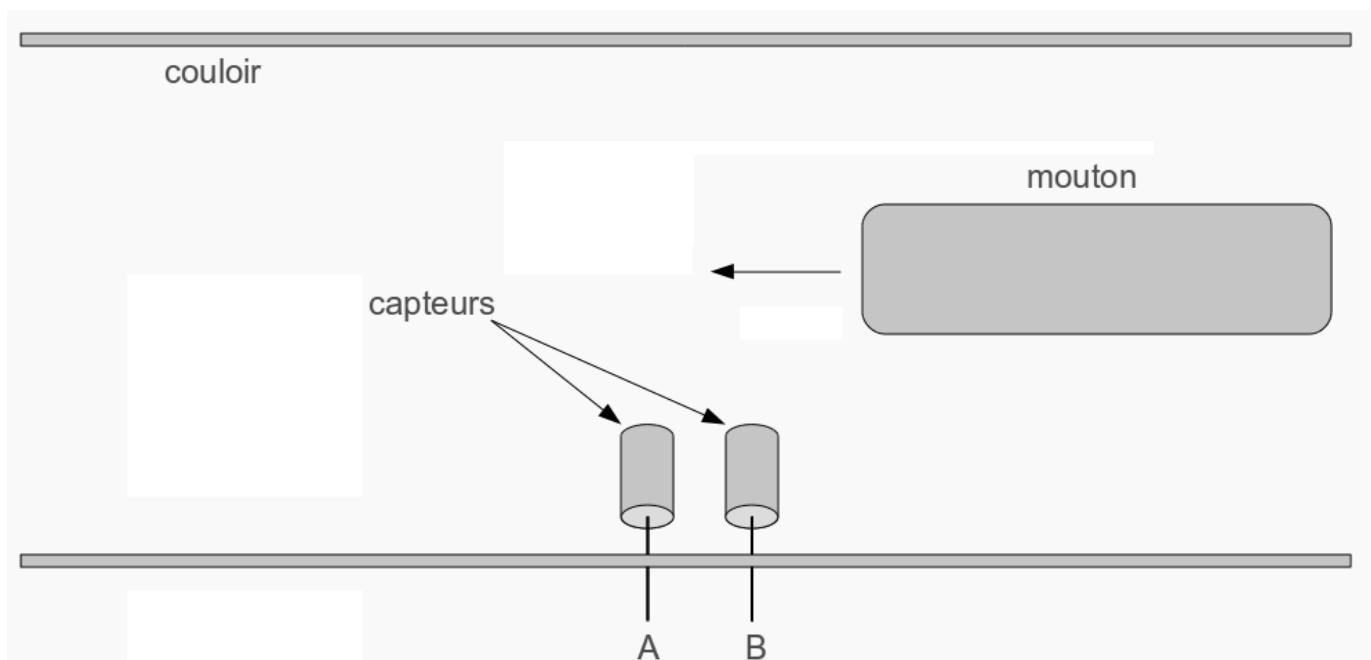


FIG. 1: Dispositif de comptage

Les deux détecteurs sont éloignés d'environ 10cm : lors du passage d'un mouton, il y a donc un moment pendant lequel les deux détecteurs voient en même temps le mouton : $A = B = 1$.

On supposera que les sorties des détecteurs sont synchrones sur l'horloge `clk` de votre circuit, et que l'horloge va suffisamment vite pour qu'il s'écoule plusieurs cycles entre deux événements successifs sur le bus de sortie des capteurs.

2.1 Question 1

On suppose pour l'instant que les moutons ne font qu'avancer de la droite vers la gauche.

En vous aidant éventuellement du chronogramme des sorties des capteurs lors du passage d'un mouton, tracez le schéma d'un système comptant le nombre de moutons passés dans le couloir.

2.2 Question 2

Les moutons étant des animaux capricieux, une fois arrivés tout au bout du couloir ils peuvent faire demi-tour et revenir dans l'enclos de départ. Il faut dans ce cas les dé-compter !

Modifiez votre schéma de façon à pouvoir maintenir le compte correct des moutons arrivés à destination.

2.3 Question 3

L'imagination des moutons étant sans bornes, ils peuvent avoir envie de faire demi-tour au moment précis où ils passent devant les détecteurs.

Traitez au choix l'une des deux questions suivantes. La première adopte une approche à base de portes logiques, la deuxième à base de machine à états. Si vous le souhaitez, vous pouvez répondre aux deux, auquel cas cela vous rapportera des points de bonus supplémentaires.

En portes logiques

Modifiez votre schéma (si nécessaire), de façon à prendre en compte le fait que les moutons peuvent faire demi-tour n'importe quand.

En machine à états

Vous disposez d'un compteur-décompteur tel que vu en TP, possédant deux entrées **up** et **down** permettant de compter (resp. décompter) à chaque cycle où ces entrées valent 1. Si les deux entrées sont actives en même temps, le compteur garde sa valeur.

Donnez le graphe d'une machine à état pilotant ce compteur-décompteur, de façon à réaliser un système permettant de compter correctement les moutons même s'ils font demi-tour n'importe quand.