

Chronomètre numérique

Nom :

Prénom :

Table des matières

Présentation	3
Activités étudiant	3
1- Affichage des dixièmes	4
2- Logique du bp START/STOP	8
3- Affichage des secondes	9
4- Affichage des minutes	12



Présentation



Un **chronomètre** est un [instrument de mesure](#) du [temps](#). Dans la plupart des langues, son nom est dérivé du [grec](#) χρόνος / *khronos*), « temps », et μέτρον / *métron*, « mesure ».

Le terme de « chronomètre » est utilisé abusivement pour des appareils de mesure de durées courtes, tels que ceux utilisés lors de compétitions sportives, qui sont en fait des « [chronographes](#) ». (Source Wikipédia)

L'objectif de ce TD est :

- de **concevoir** une partie de l'électronique numérique d'un chronographe ;
- de **valider** ses performances :

Précision	Dixième de seconde
Valeur maximale affichable	9 min 59,9 s



Créé avec HelpNDoc Personal Edition: [Générer facilement des livres électroniques Kindle](#)



Activités étudiant



Vous répondrez aux questions numérotées Qx. sur le document pdf suivant à ouvrir et compléter avec [Edge](#) :
[ChronometreNumerique.pdf](#)

À la fin du TD vous déposerez votre compte-rendu renommé ChronometreNumerique-Nom.pdf en suivant ce lien : lien de dépôt des comptes-rendus



Créé avec HelpNDoc Personal Edition: [Créer des livres électroniques EPub facilement](#)



Affichage des dixièmes de seconde

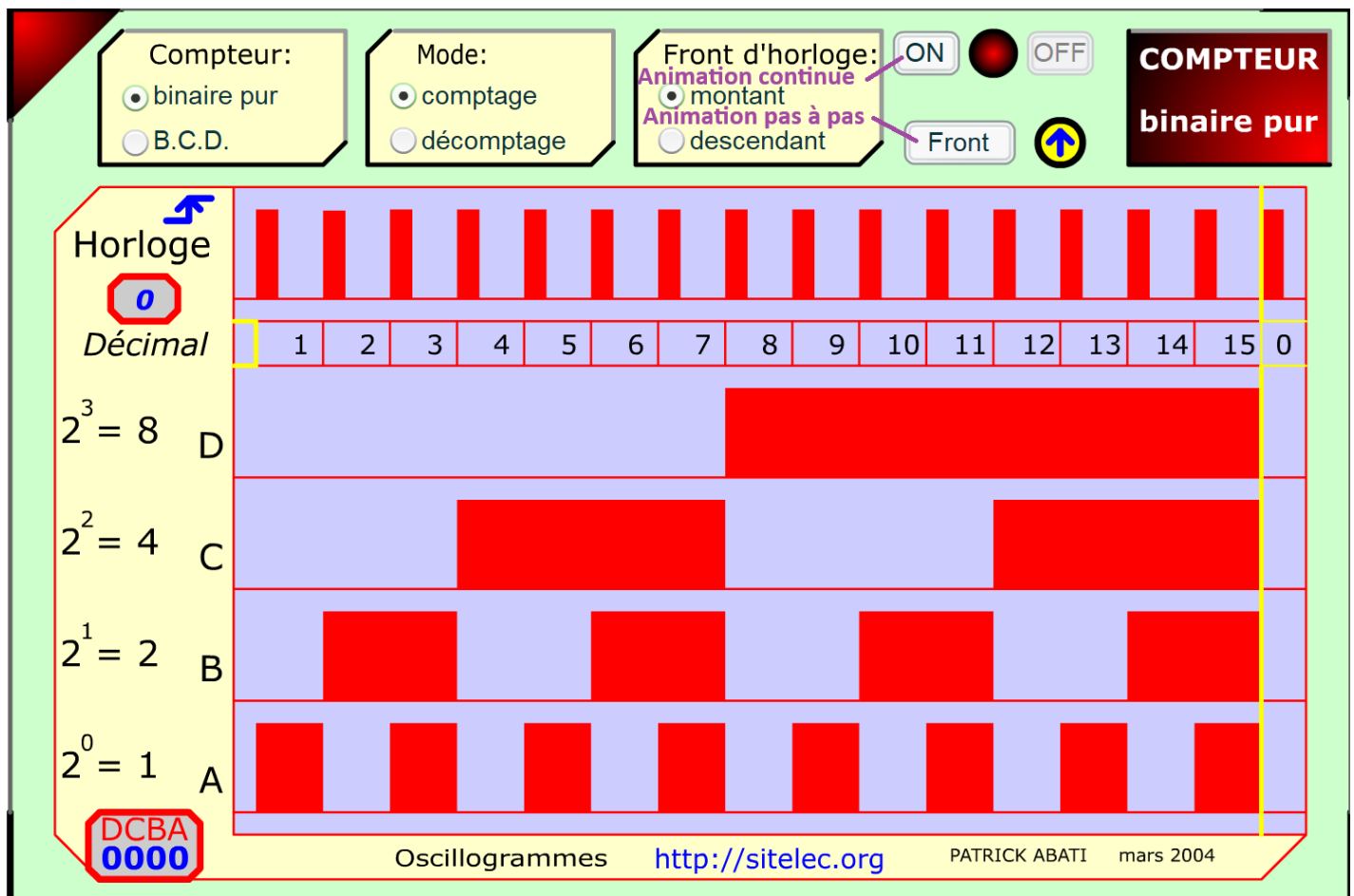
Objectif	Obtenir l'affichage des dixièmes de seconde
Logiciel	Isis  de la suite Proteus

Un compteur est un circuit numérique qui permet comme son nom l'indique de compter en **binaire** ou en **BCD**.

Le comptage se fait au rythme d'une **horloge** : signal rectangulaire dont la fréquence impose le rythme de comptage. Exemple : si la fréquence est égale à 100 Hz alors le compteur changera de valeur toutes les 10 ms ($1/100 = 10$ ms).



Téléchargez le fichier suivant puis exécutez-le : [compteur](#). La fenêtre suivante s'ouvre :



🖱 Lancer l'animation pas à pas (avance dans le temps d'une période d'horloge) avec les options suivantes :

- binaire pur, comptage, montant**
- B.C.D., comptage, descendant**
- B.C.D., décomptage, montant**

Q1. Qu'est-ce qui différencie le compteur binaire du compteur BCD ?

.....

.....

.....

Quelle est la différence entre une horloge active sur front montant et une horloge active sur front descendant.

.....

.....

.....

Pour notre chronomètre :

1. faudra-t-il utiliser plutôt des compteurs binaires ou bien BCD ?

.....

.....

2. devront-ils compter ou bien décompter ?

.....

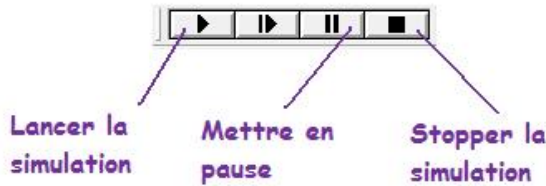
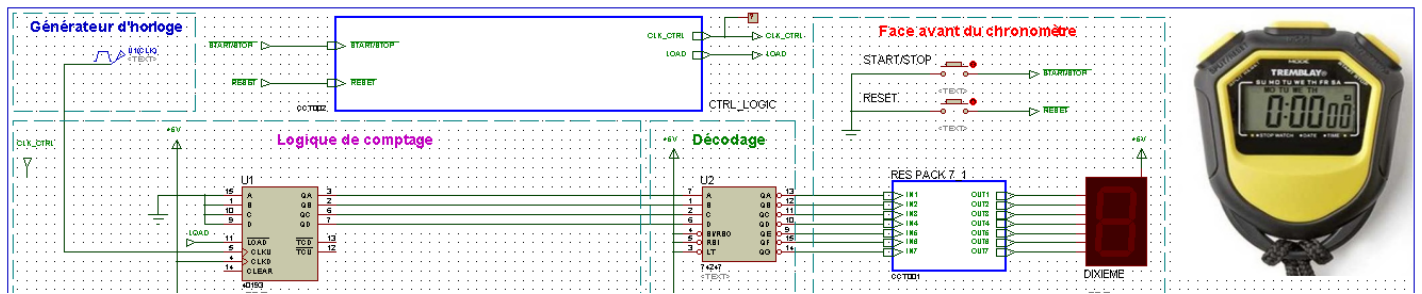
.....

3. combien en faudra-t-il ?

.....

.....

🖱 Téléchargez le fichier suivant chronometer.DSN puis lancez-le. Vous obtenez alors la simulation Isis suivante :



Lancez la simulation et observez l'affichage. Des rectangles signalent les niveaux logiques :

■ NL0
■ NL1

Agir sur le bouton-poussoir **RESET** de la face avant du chronomètre et vérifier que l'affichage des dixièmes se remet bien à zéro.

Remarque : le bouton-poussoir **START/STOP** n'est pas encore actif, il sera utilisé plus tard.

Q2. Donnez la **référence** (lettre + chiffres) et la **désignation** du compteur utilisé pour l'affichage des dixièmes. De quel type de compteur s'agit-il (binaire/B.C.D., comptage/décomptage, actif sur front montant ou descendant).

Double-cliquez sur le générateur d'horloge . Quelle est la valeur de la fréquence f_{CLK} de l'horloge :

Insérez un **LOGICSTATE**  (à partir du mode composant  dans la barre latérale d'Isis) et connectez-le sur la broche **CLEAR** du compteur U1. Lancez la simulation, agir sur la valeur du **LOGICSTATE** et en déduire le rôle de la broche **CLEAR**.

Q3. On veut que le compteur U1 compte en B.C.D., pour quelle valeur du compteur U1 devra-t-on le remettre à zéro ?

Complétez alors la table de vérité suivante et en déduire l'équation logique du signal logique **CLEAR(U1)** :

$Q_D(U1)$	$Q_C(U1)$	$Q_B(U1)$	$Q_A(U1)$	CLEAR(U1)
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	

$Q_D(U1)$	$Q_C(U1)$	$Q_B(U1)$	$Q_A(U1)$	CLEAR(U1)
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

X : état indifférent

Équation logique de CLEAR(U1) : **CLEAR(U1)** =

Remarque : on notera la négation logique avec un slash, exemple : $\bar{A}=1/A$

La méthode par tableau de Karnaugh permet de simplifier au maximum une équation logique. À partir du lien suivant compléter la table de vérité et déterminer l'équation la plus simple de CLEAR(U1) :
<http://www.32x8.com/var4.html>.

Q4. Donnez l'équation la plus simple de CLEAR(U1) en fonction de Q_D , Q_C , Q_B ou Q_A :

CLEAR(U1) =

.....

Insérez sur votre schéma la ou les portes logiques nécessaires pour obtenir le signal CLEAR(U1). Vérifier par simulation que le compteur U1 se comporte bien comme un compteur B.C.D..

Truth Table

Submit					Y		
	A	B	C	D	0	1	x
0	0	0	0	0	☒	☐	☐
1	0	0	0	1	☒	☐	☐
2	0	0	1	0	☒	☐	☐
3	0	0	1	1	☒	☐	☐
4	0	1	0	0	☒	☐	☐
5	0	1	0	1	☒	☐	☐
6	0	1	1	0	☒	☐	☐
7	0	1	1	1	☒	☐	☐
8	1	0	0	0	☒	☐	☐
9	1	0	0	1	☒	☐	☐
10	1	0	1	0	☒	☐	☐
11	1	0	1	1	☒	☐	☐
12	1	1	0	0	☒	☐	☐
13	1	1	0	1	☒	☐	☐
14	1	1	1	0	☒	☐	☐
15	1	1	1	1	☒	☐	☐

Reset

☐ Highlight groups

☒ SOP

☐ POS

☐ Quine-McCluskey Method (SOP)

☒ CSS circuit drawing

☐ ASCII circuit drawing

Try Tab and arrow keys for keyboard input.

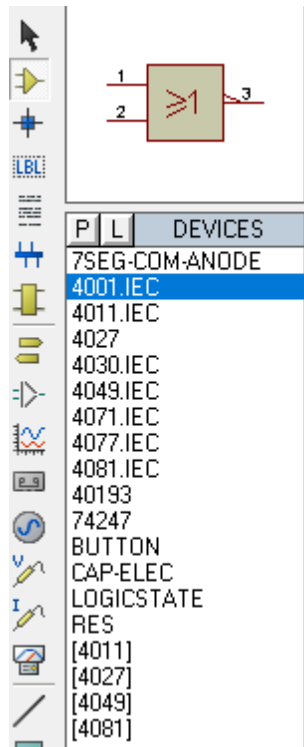
Submit

Les réglages par défaut conviennent.

Valider une fois le tableau rempli.



N'utiliser que les portes logiques CEI présentes dans le sélecteur de composants :



Appeler le professeur pour valider l'affichage des dixièmes.

Activité suivante :



Créé avec HelpNDoc Personal Edition: [Générateur facile de livres électroniques et documentation](#)

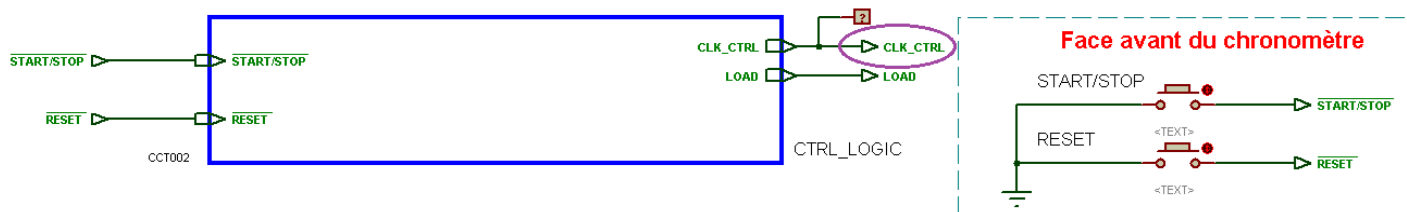


Logique du bouton START/STOP

Objectif	Câbler la logique du bouton START/STOP
Logiciel	Isis  de la suite Proteus

On ne s'occupe pas encore de l'affichage des secondes et des minutes.

 Lancez la simulation de votre schéma sous Isis et observez le signal **CLK_CTRL** lorsque vous appuyez sur le bouton-poussoir **START/STOP**.



On souhaite "figer" le compteur des dixièmes lors d'un appui sur **START/STOP**. Pour cela il suffit de mettre à zéro l'entrée d'horloge **CLKU** du compteur U1 quand **CLK_CTRL** vaut 0 et de conserver **CLK** telle quelle lorsque **CLK_CTRL** vaut 1.

Q5. Complétez la table de vérité de **CLKU(U1)** en fonction du signal d'horloge **CLK** et de **CLK_CTRL** :

CLK_CTRL	CLK	CLKU(U1)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

En déduire l'équation logique de **CLKU(U1)** :

CLKU(U1) =

Insérez sur votre schéma la ou les portes logiques nécessaires pour obtenir le signal **CLKU(U1)**. Vérifier par simulation que le bouton-poussoir **START/STOP** permet bien de stopper le chronomètre et ensuite de le relancer.



Appeler le professeur pour valider la logique du bouton-poussoir **START/STOP**.

Activité suivante :



Affichage des secondes

Objectif

Obtenir l'affichage des secondes (unité + dizaine)

Affichage des secondes (unité)

Le compteur **U3** doit compter lorsque le compteur **U1** passe de la valeur 9 à la valeur 0. L'entrée **CLKU** de U3 doit donc passer de 0 à 1 (front montant) à ce moment là seul.

Q6. Complétez le tableau suivant et donnez l'équation de **CLKU(U3)** :

Q _D (U1)	Q _C (U1)	Q _B (U1)	Q _A (U1)	CLKU(U3)
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	X
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

Équation logique de **CLKU(U3)** : **CLKU(U3)** =

À partir du lien suivant compléter la table de vérité et déterminer l'équation la plus simple de **CLKU(U3)** : <http://www.32x8.com/var4.html>. Essayer plusieurs possibilités afin de simplifier l'équation précédente. Attention il ne doit y avoir qu'un seul front montant pour le signal logique **CLKU(U3)**.

Q7. Donnez l'équation la plus simple de **CLKU(U3)** en fonction de Q_D, Q_C, Q_B ou Q_A :

CLKU(U3) =

Insérez sur votre schéma la ou les portes logiques nécessaires pour obtenir le signal **CLKU(U3)**. Vérifier par simulation que l'affichage des secondes (unité) est correct.

Insérez sur votre schéma la ou les portes logiques nécessaires pour que le compteur U3 compte de 0 à 9. Astuce : on a déjà fait la même chose avec l'affichage des dixièmes (compteur U1).

Affichage des secondes (dizaine)

Le compteur **U5** doit compter lorsque le compteur **U3** passe de la valeur 9 à la valeur 0. L'entrée **CLKU** de U5 doit donc passer de 0 à 1 à ce moment là seul.

Q8. Donnez l'équation la plus simple de **CLKU(U5)** :

CLKD(U5) =

 Insérez sur votre schéma la ou les portes logiques nécessaires pour obtenir le signal **CLKU(U5)**.
Vérifier par simulation que le chronomètre compte bien les dizaines de secondes.

Q9. On veut que le compteur U5 soit remis à zéro lorsque qu'il atteint la valeur 6.
Complétez alors la table de vérité suivante et en déduire l'équation logique du signal logique **CLEAR(U5)** :

Q_D(U5)	Q_C(U5)	Q_B(U5)	Q_A(U5)	CLEAR(U5)
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	x
1	0	0	0	x
1	0	0	1	x
1	0	1	0	x
1	0	1	1	X
1	1	0	0	X
1	1	0	1	X
1	1	1	0	X
1	1	1	1	X

X : état indifférent

 À partir du lien suivant compléter la table de vérité et déterminer l'équation la plus simple de **CLEAR(U5)** : <http://www.32x8.com/var4.html>.

Q10. Donnez l'équation la plus simple de **CLEAR(U5)** en fonction de Q_D, Q_C, Q_B ou Q_A :

CLEAR(U5) =

 Insérez sur votre schéma la ou les portes logiques nécessaires pour obtenir le signal **CLEAR(U5)**.
Vérifier par simulation que l'affichage des dizaines de secondes est bien remis à zéro au bout de 59,9 s. On pourra augmenter la fréquence d'horloge (par exemple **f_{CLK} = 100 Hz**) pour valider la remise à zéro des dizaine de secondes plus rapidement.



secondes.

Appeler le professeur pour valider l'affichage des secondes et des dizaines de

Activité suivante :

Créé avec HelpNDoc Personal Edition: [Qu'est-ce qu'un outil de création d'aide ?](#)

Affichage des minutes

Objectif	Obtenir l'affichage des minutes
Logiciel	Isis  de la suite Proteus

Selon la méthode vue précédemment ajouter la logique nécessaire pour que le chronomètre affiche les minutes. Vous pouvez accélérer la simulation en augmentant la fréquence de l'horloge (exemple en passant de 1 Hz à 1000 Hz).

Q_{Bonus} Vous donnerez l'équation la plus simple de **CLKU(U7)** et de **CLEAR(U7)** :

CLKU(U7) =

CLEAR(U7) =

Quelle devra être la valeur finale de la fréquence d'horloge pour que ce chronomètre fonctionne correctement ?



Appeler le professeur pour valider le chronomètre complet.

Créé avec HelpNDoc Personal Edition: [Générateur de documentation Qt Help gratuit](#)