

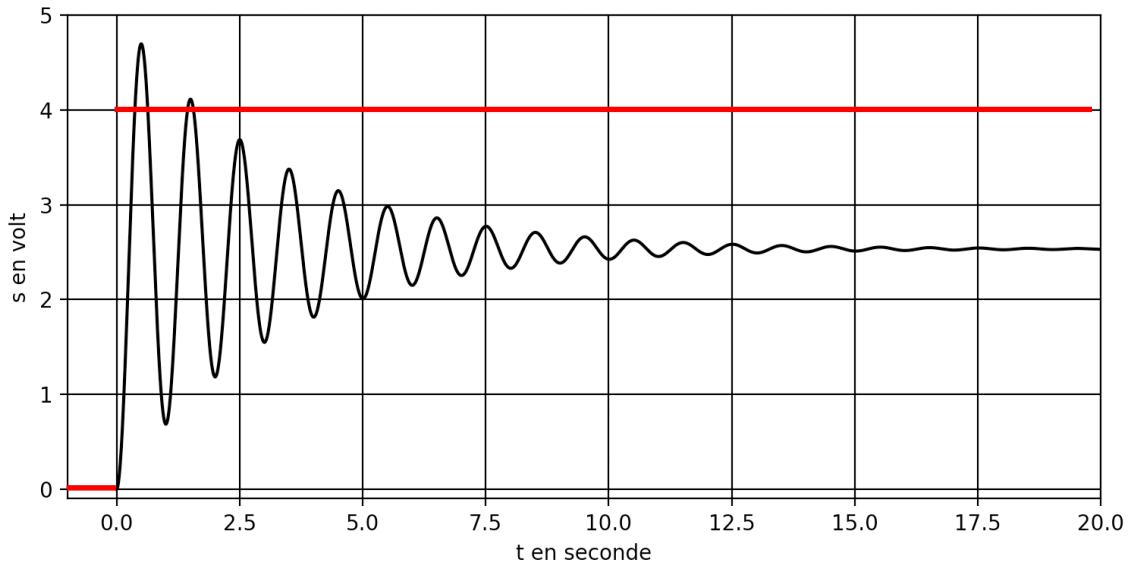
Chapitre 13 - Réponse indicielle des systèmes linéaires d'ordre 1 et 2
 Activités et applications

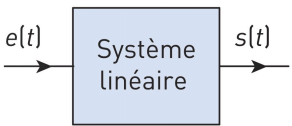
❖ Réponse indicielle et nature du filtrage :

Le signal d'entrée « échelon » bascule à l'instant $t = 0$ s et est représenté en rouge sur les graphes suivants.

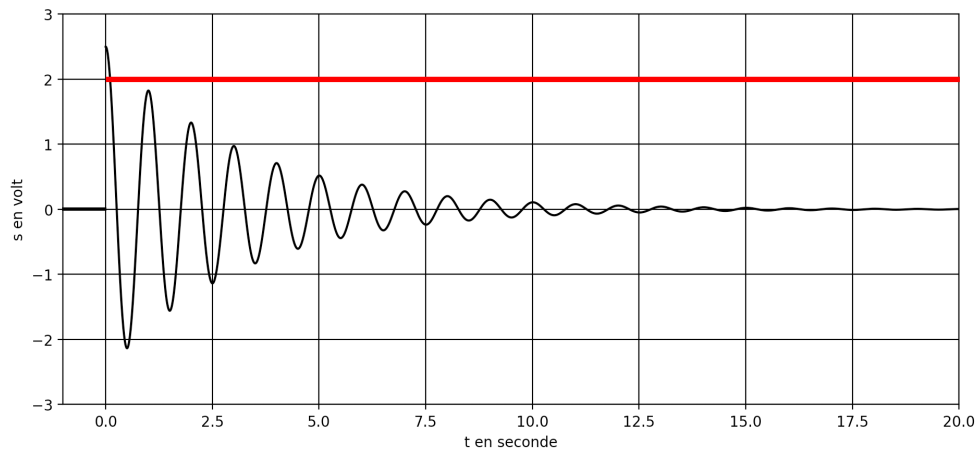
1. Pour chaque réponse indicielle $s(t)$, compléter le tableau puis en déduire la nature du filtrage réalisée :

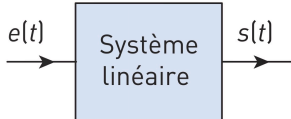
Système 01 :



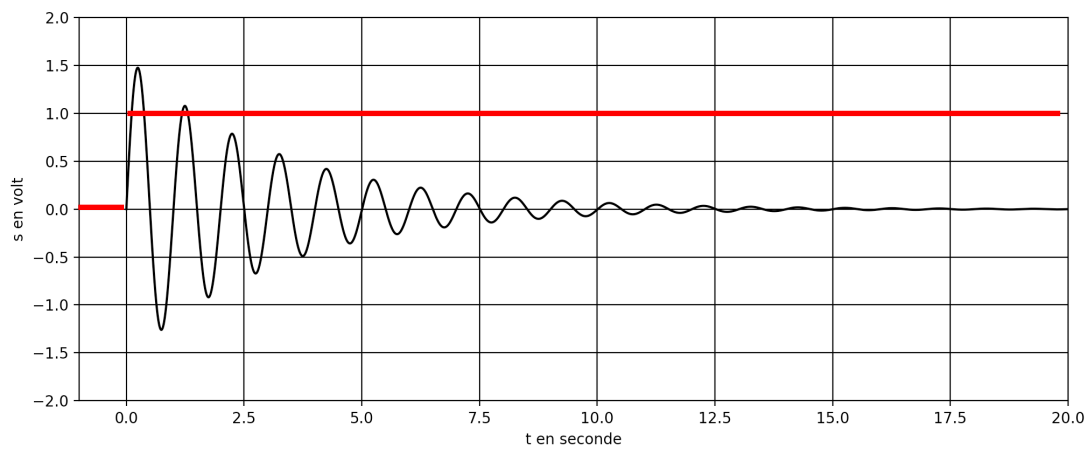
Le signal d'entrée $e(t)$ contient :		Le signal de sortie $s(t)$:	Conclusion sur le système
un front /une discontinuité : $e(t)$ possède des raies « hautes fréquences »			
une variation globale non nulle : $e(t)$ possède des raies « basses fréquences »			

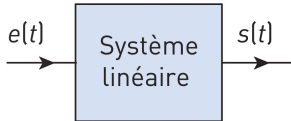
Systeme 02 :



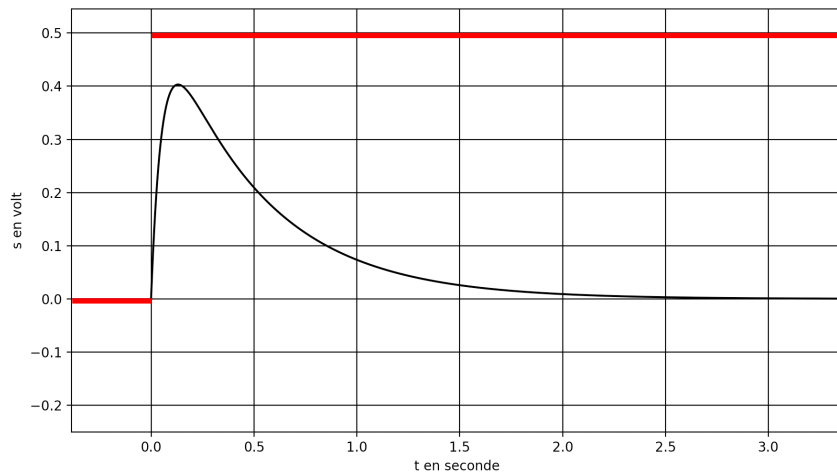
Le signal d'entrée $e(t)$ contient :		Le signal de sortie $s(t)$:	Conclusion sur le système
un front /une discontinuité : $e(t)$ possède des raies « hautes fréquences »			
une variation globale non nulle : $e(t)$ possède des raies « basses fréquences »			

Systeme 03 :



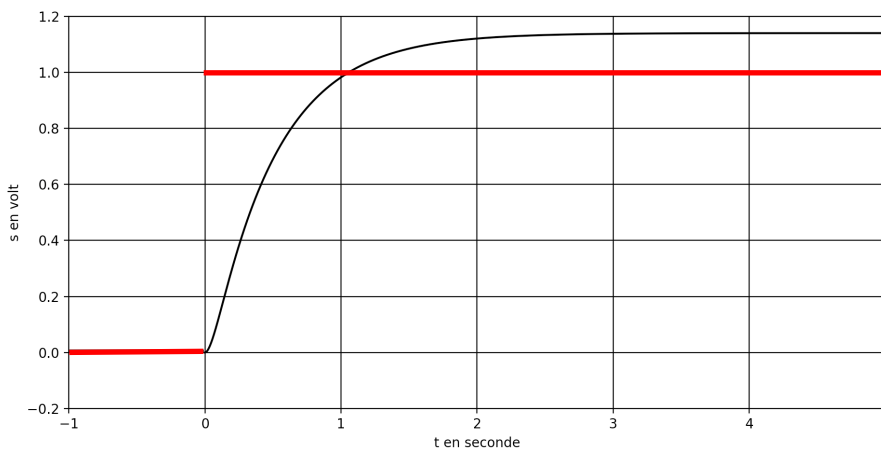
Le signal d'entrée $e(t)$ contient :		Le signal de sortie $s(t)$:	Conclusion sur le système
un front /une discontinuité : $e(t)$ possède des raies « hautes fréquences »			
une variation globale non nulle : $e(t)$ possède des raies « basses fréquences »			

Systeme 04 :



Le signal d'entrée $e(t)$ contient :		Le signal de sortie $s(t)$:	Conclusion sur le système
un front /une discontinuité : $e(t)$ possède des raies « hautes fréquences » une variation globale non nulle : $e(t)$ possède des raies « basses fréquences »			

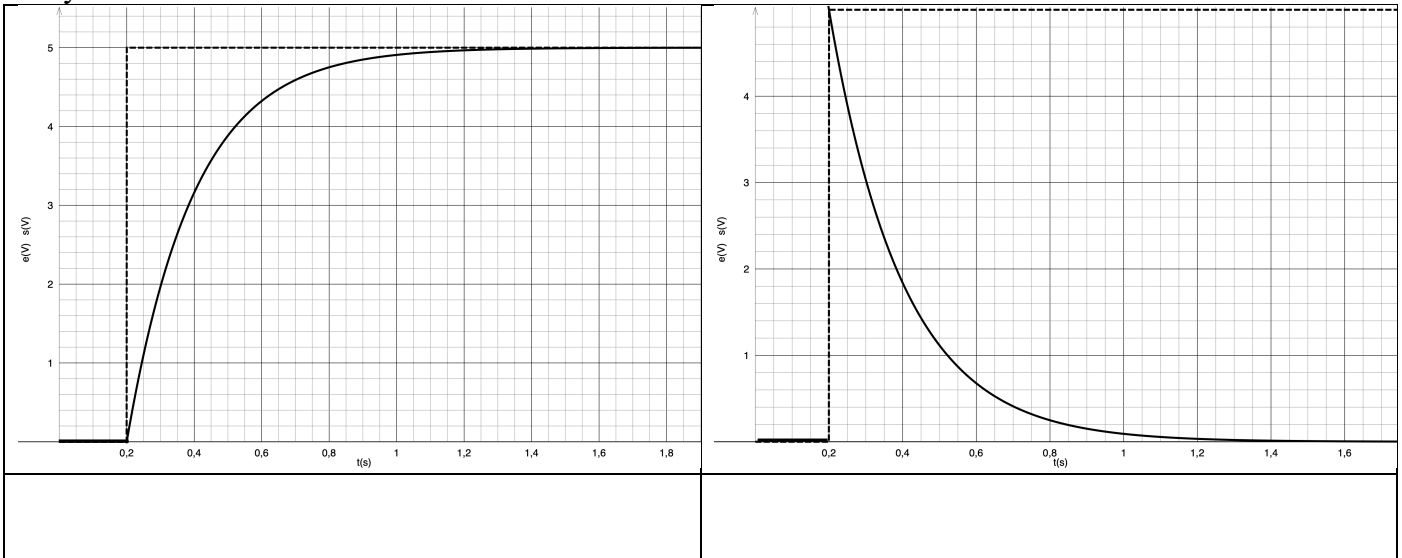
Systeme 05 :



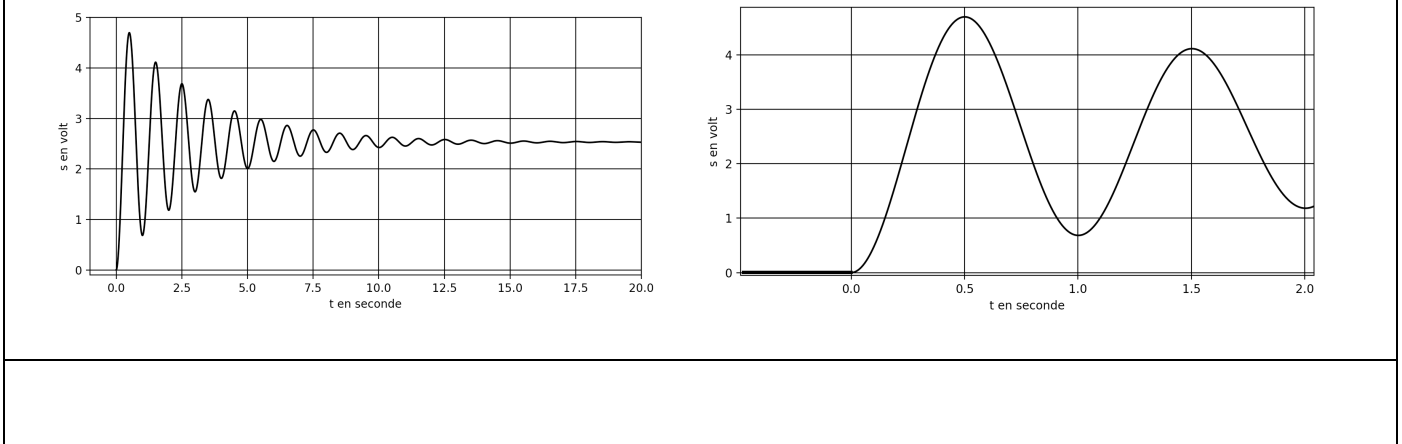
Le signal d'entrée $e(t)$ contient :		Le signal de sortie $s(t)$:	Conclusion sur le système
un front /une discontinuité : $e(t)$ possède des raies « hautes fréquences » une variation globale non nulle : $e(t)$ possède des raies « basses fréquences »			

❖ **Ordre d'un passe-bas et réponse indicielle :**

2. En exploitant la réponse indicielle de chaque système, déterminer, lorsque c'est possible, l'ordre du système :

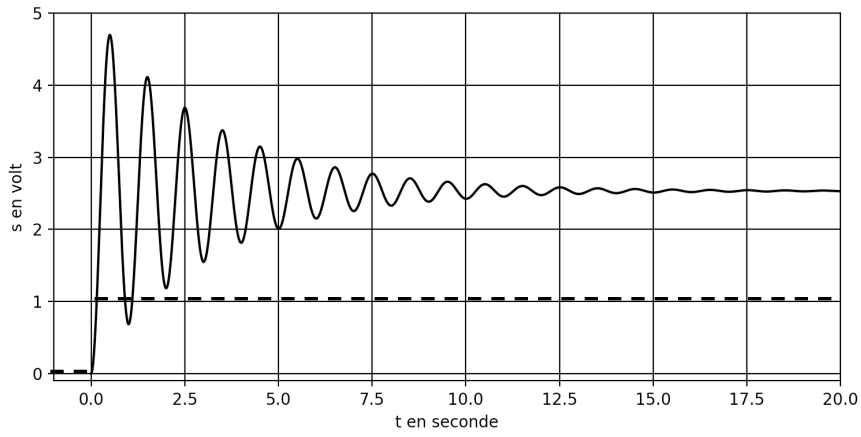
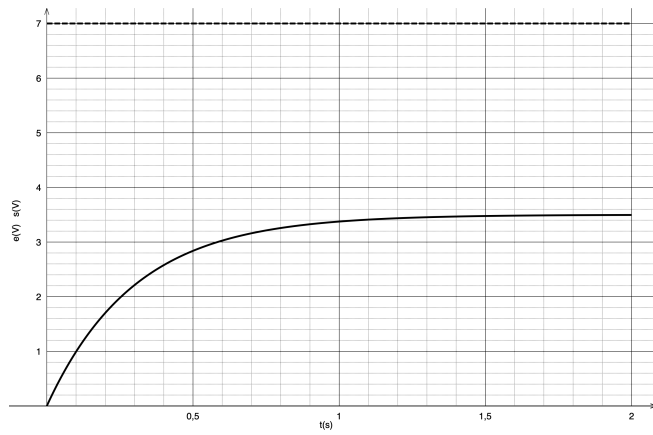
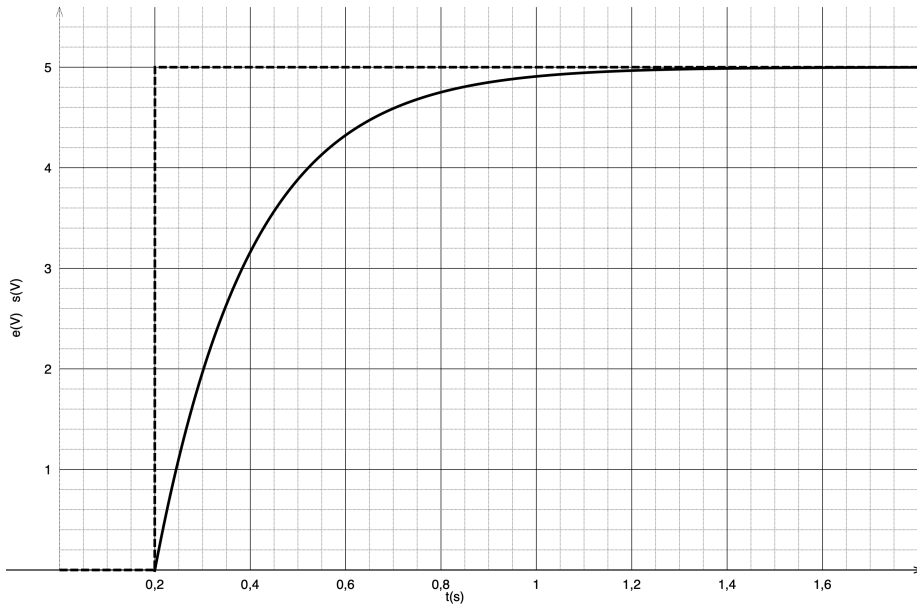


Le signal d'entrée « échelon » bascule à l'instant $t = 0$ s.



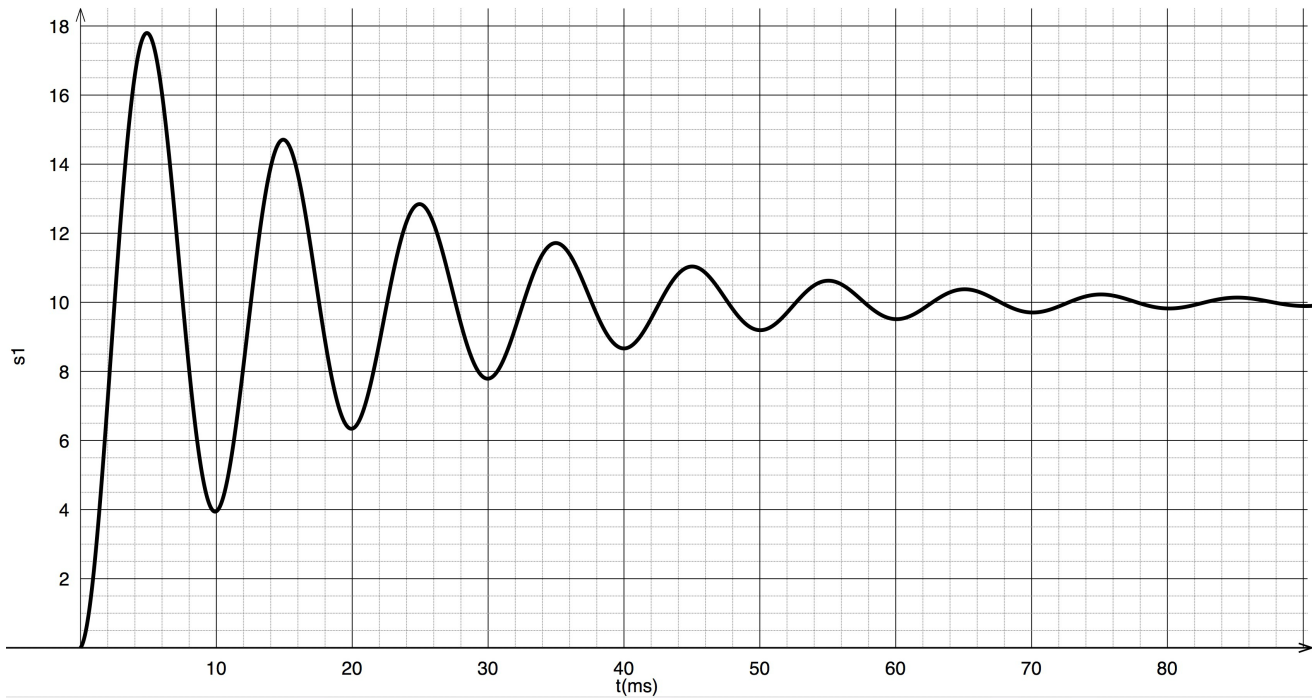
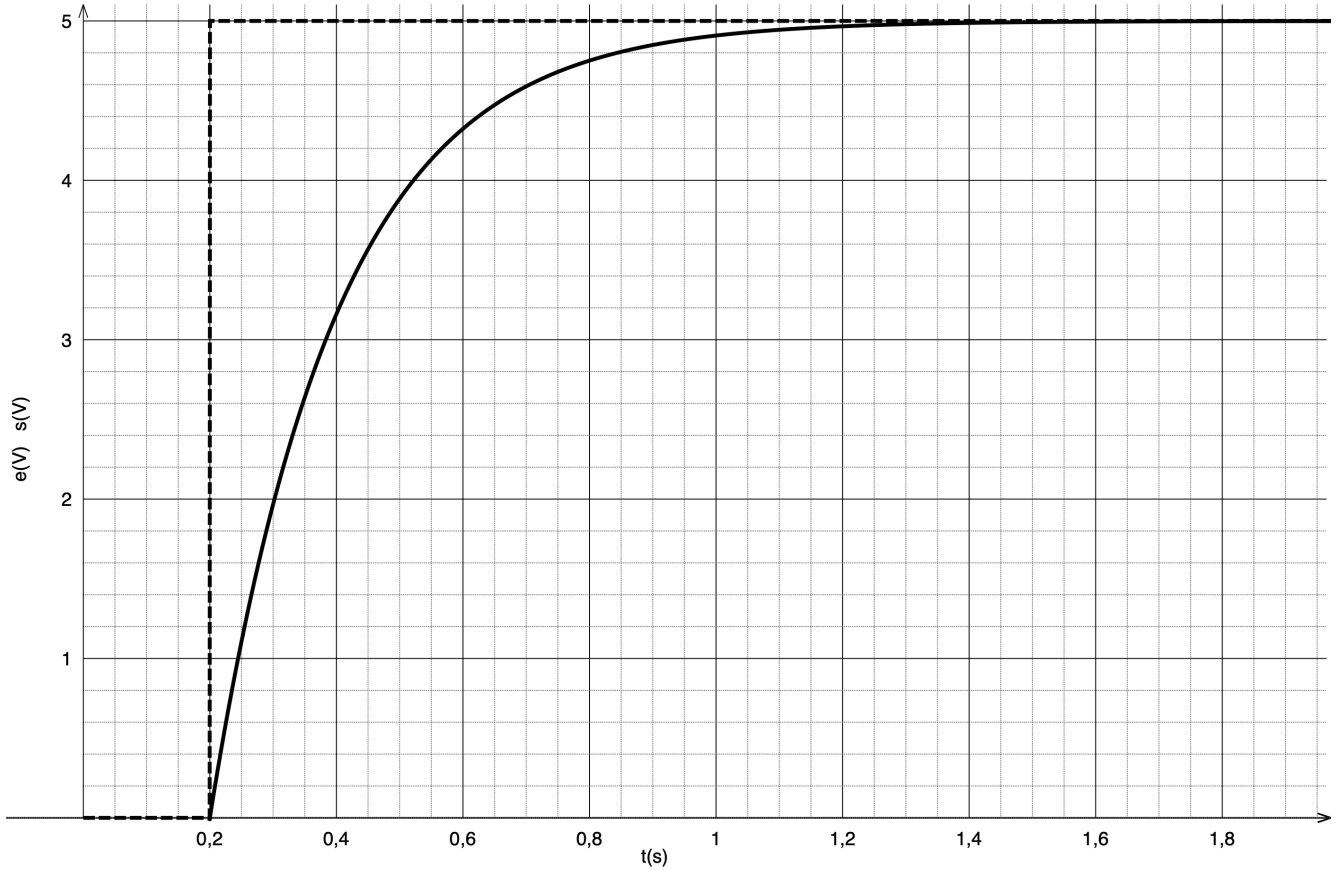
❖ **Amplification statique T_0 d'un passe-bas :**

3. Sur les exemples suivants, déterminer l'amplification statique T_0 . Le signal d'entrée est en pointillés. Le signal de sortie est en trait plein.



❖ **Durée de réponse à 5% d'un passe-bas :**

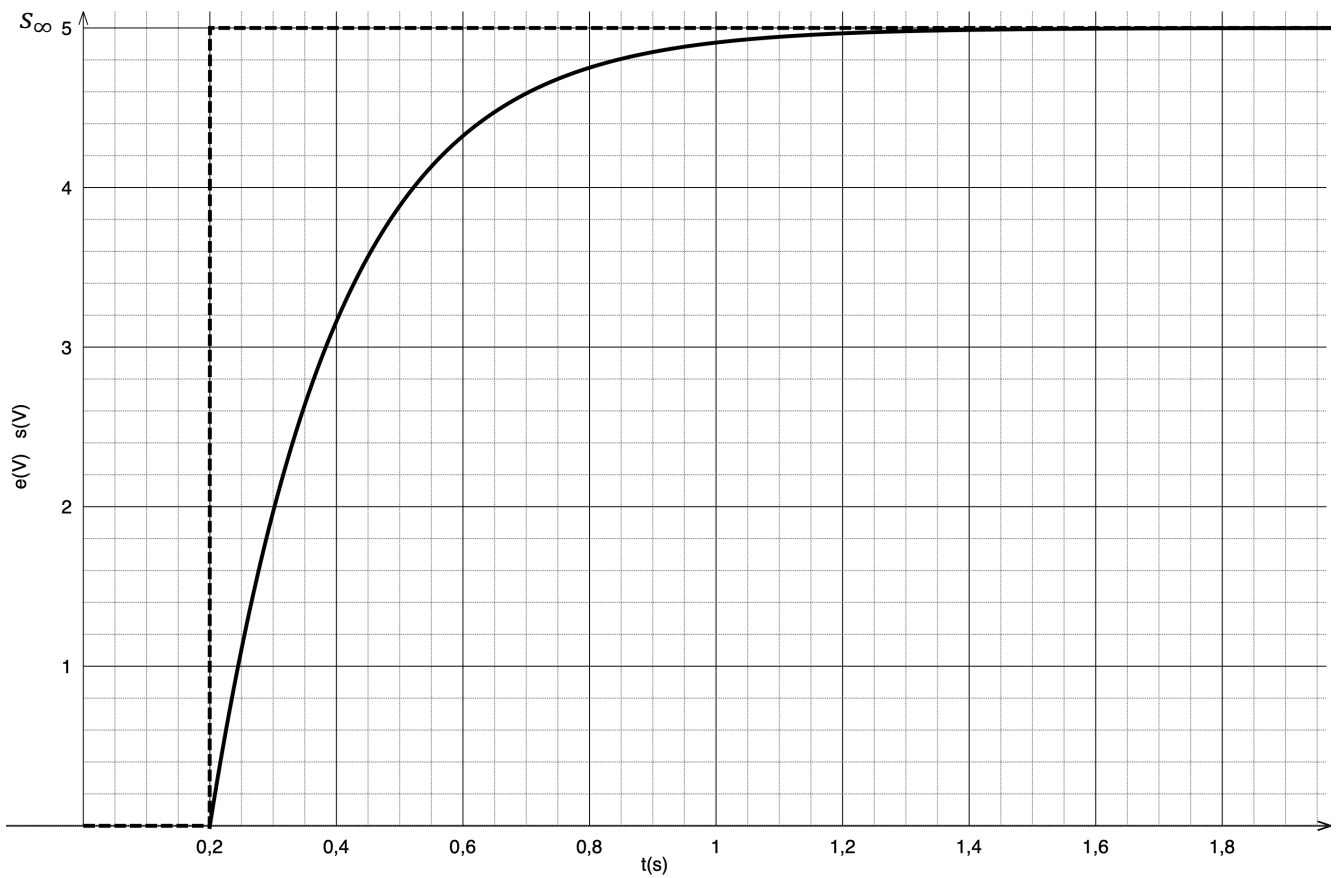
4. Sur les exemples suivants, déterminer graphiquement la durée de réponse à 5 % du système :



5. Indiquer sur les deux graphes précédents le régime transitoire et le régime permanent.

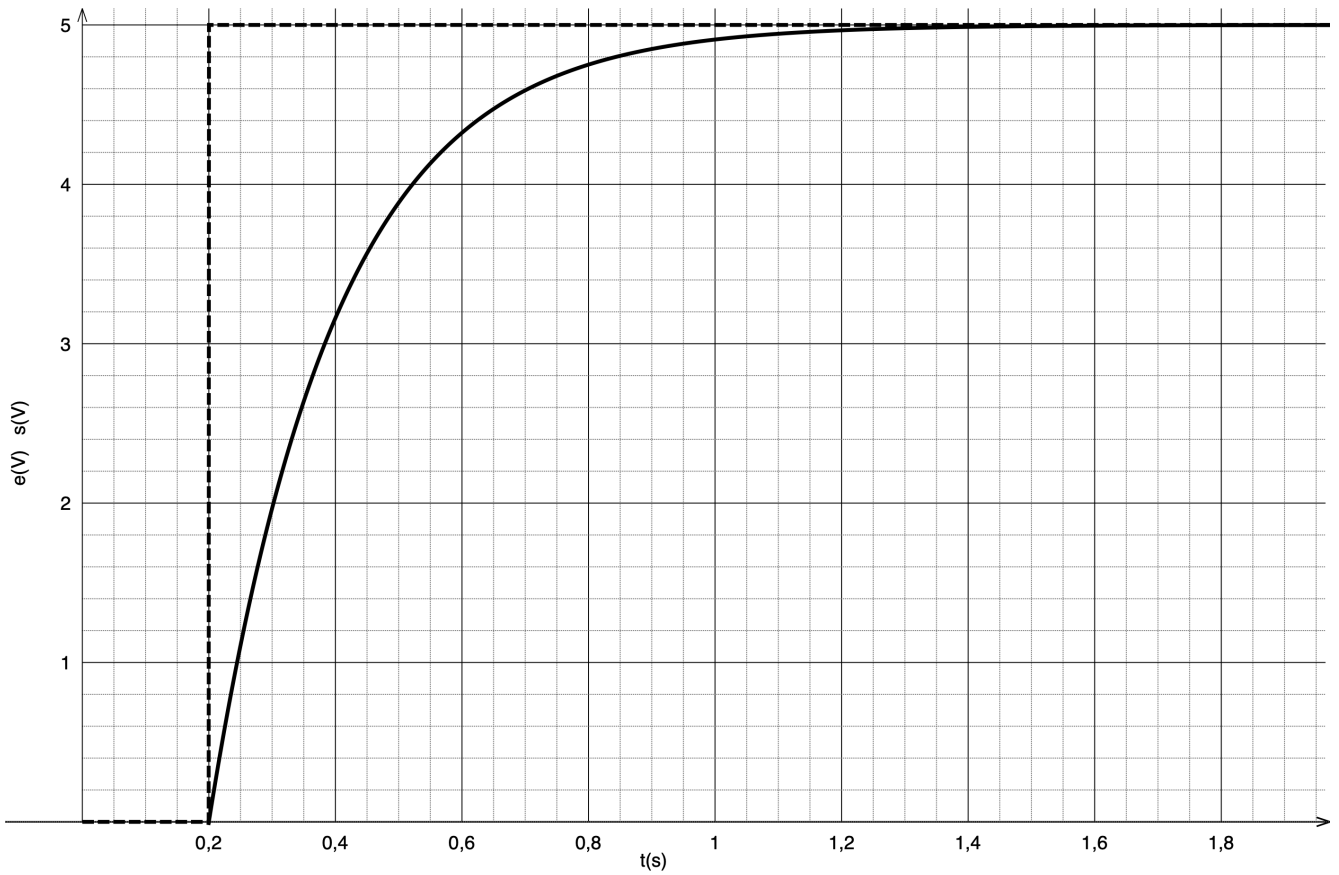
❖ **Méthode des « 63% » :**

6. A l'aide de la méthode des 63%, déterminer la constante de temps τ du passe-bas d'ordre 1 :



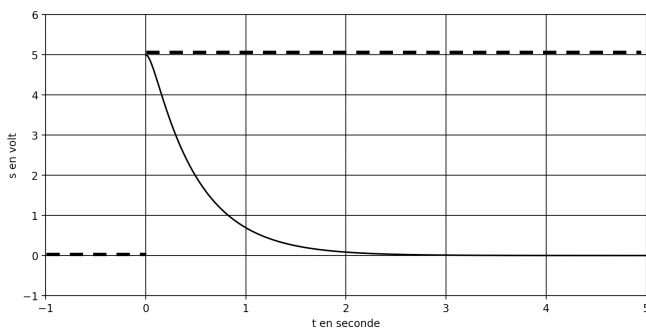
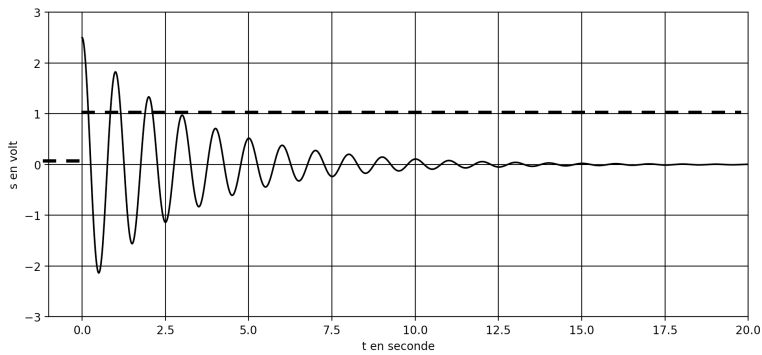
❖ **Méthode de la tangente à l'origine pour un passe-bas d'ordre 1 :**

7. A l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, déterminer la constante de temps τ du passe-bas d'ordre 1 :

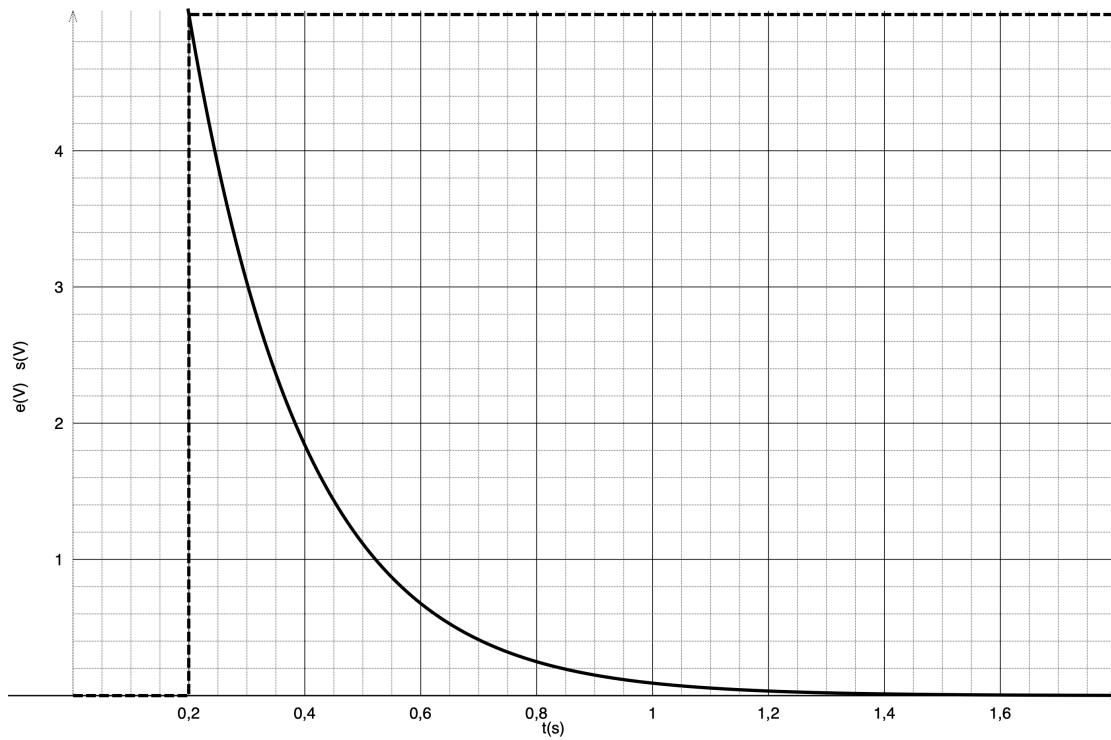


❖ **Passe-haut :**

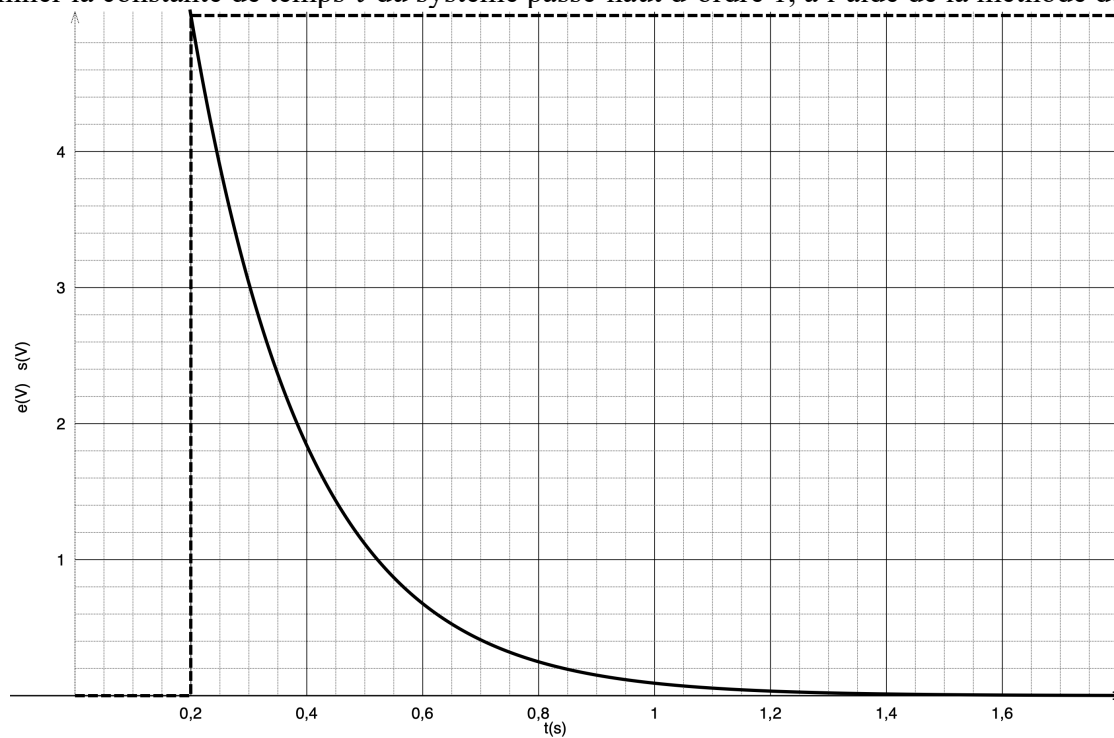
8. Déterminer la valeur de l'amplification à hautes fréquences T_0 du système étudié, à l'aide de sa réponse indicielle :



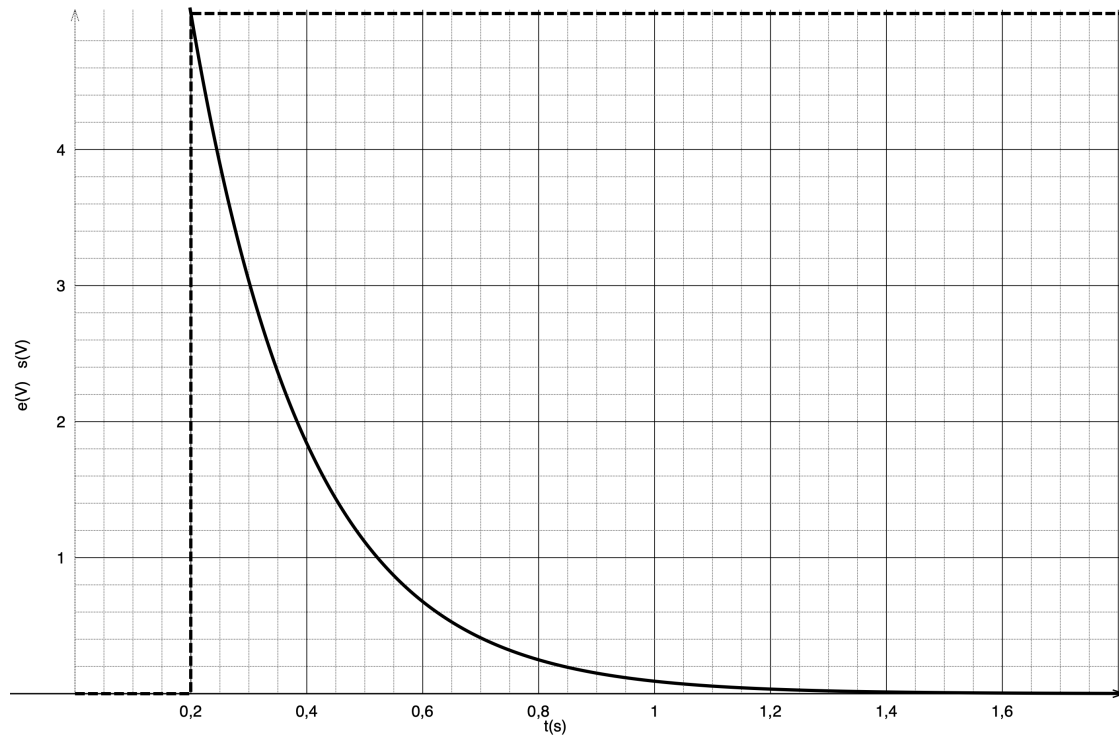
9. Déterminer graphiquement la durée de réponse à 5 % du système :



10. Déterminer la constante de temps τ du système passe-haut d'ordre 1, à l'aide de la méthode des 37% :



11. A l'aide de la méthode de la tangente à l'origine, déterminer la constante de temps τ du passe-haut d'ordre 1 :



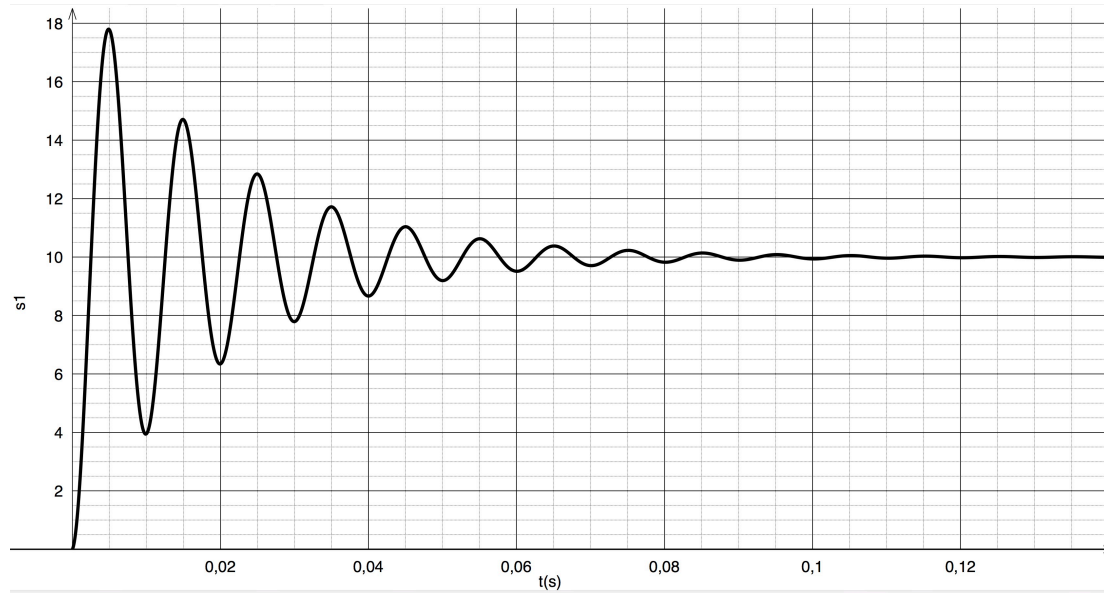
12. En déduire la valeur de $\Delta t_{5\%}$:

13. En déduire la fréquence de coupure de ce passe-haut d'ordre 1 :

14. En déduire la bande passante de ce passe-haut d'ordre 1 :

❖ Régime transitoire des systèmes d'ordre 2 :

Un système d'ordre 2 soumis à un signal échelon en entrée donne le signal de sortie suivant :



15. L'amortissement du système est-il nul ?

16. L'amortissement du système est-il plus grand, plus petit ou égal à 1 ?

17. Déterminer la pseudo-période du signal précédent :

18. En supposant que $m \ll 1$, déterminer la valeur de la période propre du système T_0 ainsi que la valeur de sa pulsation propre ω_0 :

On rappelle que la durée de réponse du signal de sortie étudié ici a été déterminée en Q4 :

$$\Delta t_{5\%} = 56 \text{ ms}$$

19. A l'aide de l'abaque en annexe 02, déterminer la valeur du coefficient d'amortissement m :

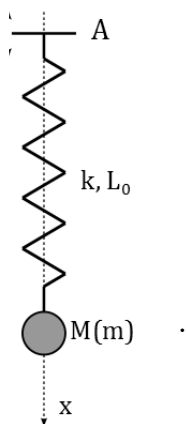
Chapitre 13 - Réponse indicielle des systèmes linéaires d'ordre 1 et 2

Activités et applications - Étude d'un système mécanique

On étudie le mouvement d'une masse notée m_{sys} , suspendue à un ressort de raideur notée k (dont l'unité est le kg/s^2), dans le référentiel terrestre considéré galiléen. Le système est plongé dans un fluide (l'air) dont le coefficient de frottement visqueux est noté λ , dont l'unité est le kg/s .

I. Réponse indicielle du système :

On suspend la masse m_{sys} à un ressort vertical : une première position d'équilibre est atteinte, à environ 10 cm du point d'attache A . La position du point d'attache A est l'origine de l'axe Ox . Puis, on décale brusquement d'environ 5 cm , ce point d'attache A . Ce système est d'ordre 2.



1. Qu'observe-t-on ?

2. Dans une base cartésienne $Oxyz$, combien de coordonnée(s) de la masse m varie(nt) au cours du temps ?

3. Parmi les graphes 1/2/3/4 proposés en annexe 01, choisir celui représentant l'évolution de la hauteur x du système, au cours du temps.

4. A quelle grandeur correspond s_{∞} ?

5. Quelle est la nature du filtrage réalisé par ce système ? Justifier votre réponse.

6. Comment nomme-t-on le régime transitoire observé ici ? Que peut-on dire du coefficient d'amortissement du système ?

7. En admettant qu'ici $T_0 = 1$, choisir parmi les graphes 4/5/6 proposés en annexe 01, celui représentant le signal d'entrée du système, au cours du temps.

A présent, et ce jusqu'à la fin du problème, on prend l'origine de l'axe $0x$ à la première position d'équilibre du système.

8. Parmi les graphes 1/2/3/4 proposés en annexe 01, choisir celui représentant l'évolution de la hauteur x du système, au cours du temps :
9. En admettant qu'ici $T_0 = 1$, choisir parmi les graphes 5/6/7 proposés en annexe 01, celui représentant le signal d'entrée du système, au cours du temps.

A l'aide du graphe 2, répondre aux 3 prochaines questions :

10. Déterminer la durée de réponse à 5% du système, notée $\Delta t_{5\%}$.

11. Déterminer la pseudo-période du signal $x(t)$, notée T_p .

On rappelle que $T_p \approx T_0$ si $m \ll 1$

12. L'amortissement m du système semble-t-il proche de 1 ou très faible par rapport à 1 ? Justifier votre réponse.

13. Déterminer la valeur de la pulsation propre du système, notée ω_0 :

14. Déterminer la valeur du temps de réponse réduit du système, noté $\Delta t_{5\%} \times \omega_0$

15. A l'aide de l'abaque en annexe 02, déterminer la valeur du coefficient d'amortissement m du système.

Conclusion :

En exploitant la réponse indicielle du système, on en déduit que le système est un passe-bas d'ordre 2, de pulsation propre $\omega_0 = 6,3 \text{ rad/s}$, d'amortissement $m = 0,03$ et d'amplification statique $T_0 = 1$.