La Cinétique chimique

* la quantité de matière :
(le nombre de mole)

$n = c \cdot v$ (mole ; $mol\,L^{-1}$; L)

$n = \frac{m}{M}$ (g ; $g\,mol^{-1}$)

$n = \frac{V}{V_M}$ (L ; $L\,mol^{-1}$)

$n = \frac{m}{M} \Rightarrow M = \frac{m}{n}$ (g ; mol ; $g\,mol^{-1}$)

* L'équation d'une Réaction chimique :

$$a\,A + b\,B \longrightarrow c\,C + d\,D$$

A ; B : les réactifs

C ; D : les produits

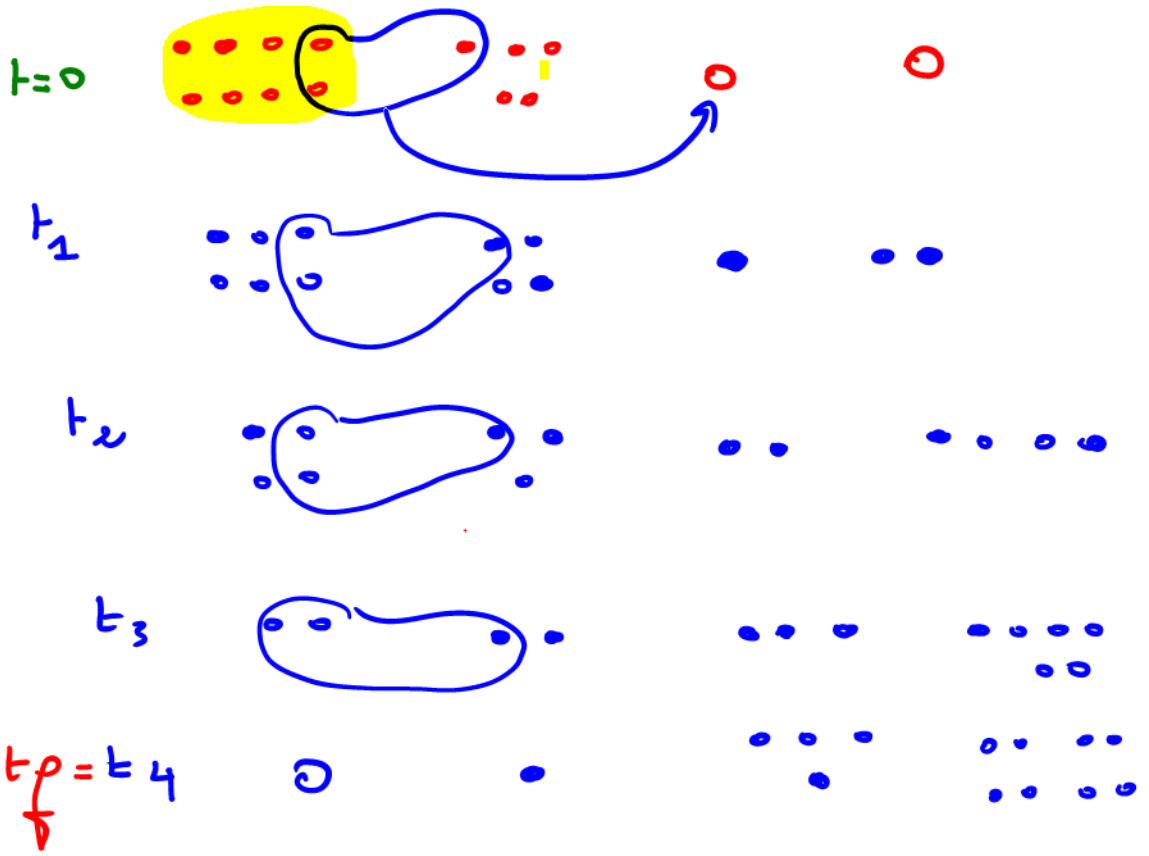
a ; b ; c ; d : les coefficients stœchiométriques .

Exemples :

* $S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^-$

* $H_2O_2 + 2I^- + 2H_3O^+ \longrightarrow I_2 + 4H_2O$.

$2\,I^- + S_2O_8^{2-} \longrightarrow I_2 + 2\,SO_4^-$



* Remarque :

$\begin{cases} n_f(I^-) = 0 \Rightarrow I^- \text{ est un réactif limitant} \\ n_f(S_2O_8^{2-}) \neq 0 \Rightarrow S_2O_8^{2-} \text{ est un réactif en excès} \end{cases}$

* Le réactif limitant disparaît totalement à la fin de la réaction.

* Déterminer le réactif limitant :

$$\frac{n_0(I^-)}{2} < \frac{n_0(S_2O_8^{2-})}{1}$$

$\Rightarrow$ I^- est le réactif limitant.

* Remarque :

$$\frac{n_0(I^-)}{2} = \frac{n_0(S_2O_8^{2-})}{1}$$

Les réactifs sont en proportions stœchiométriques.

* $n_0(I^-) = n_0(S_2O_8^{2-})$

Le mélange équimolaire

* la Réaction totale :

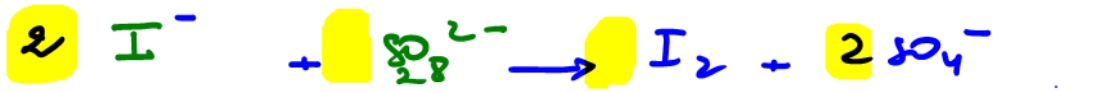
Au moins l'un des réactifs est limitant.

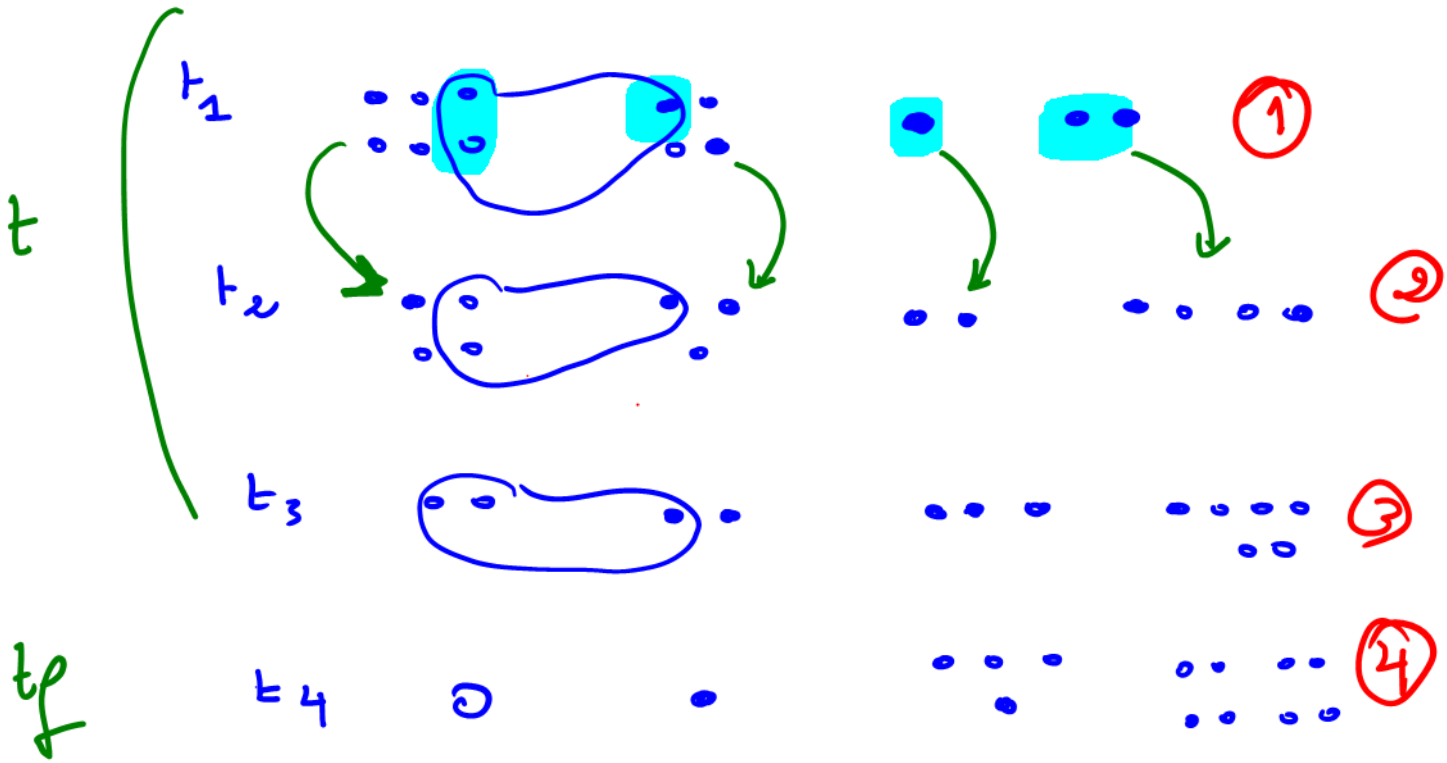
* la Réaction limitée :

les deux réactifs sont en excès

* L'avancement molaire x d'une réaction chimique.

- c'est le nombre de fois que la réaction a avancé depuis l'état initiale.





- $x\,(t=0) = 0\ mol$

- $x_1(t=t_1) = \frac{n(I^-)}{2} = \frac{2}{2} = 1$

$x_1(t_1) = \frac{n(S_2O_8^{2-})}{1} = \frac{1}{1} = 1$

$x_1(t_1) = \frac{n(I_2)}{1} = \frac{1}{1} = 1$

$x_1(t_1) = \frac{n(SO_4^{2-})}{2} = \frac{2}{2} = 1.$

- $x_f\,(t=t_f) = \frac{8}{2} = 4$
- $x_f = \frac{4}{1} = 4$
- $x_f = \frac{4}{1} = 4$
- $x_f = \frac{8}{2} = 4$

*Tableau molaire :

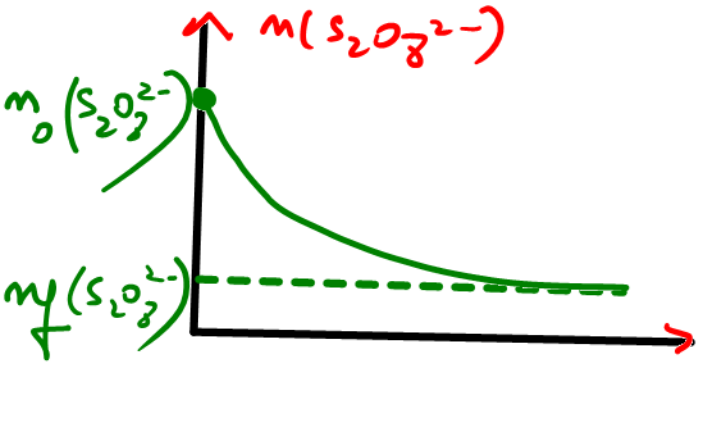
equation		$S_2O_8^{2-} + 2\,I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
état	avancement	quantité de matière en mole			
t_0	0	n_1	n_2	0	0
$t>0$	x	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	x	2x
t_f	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 2x_f$	x_f	$2x_f$

$t > 0$

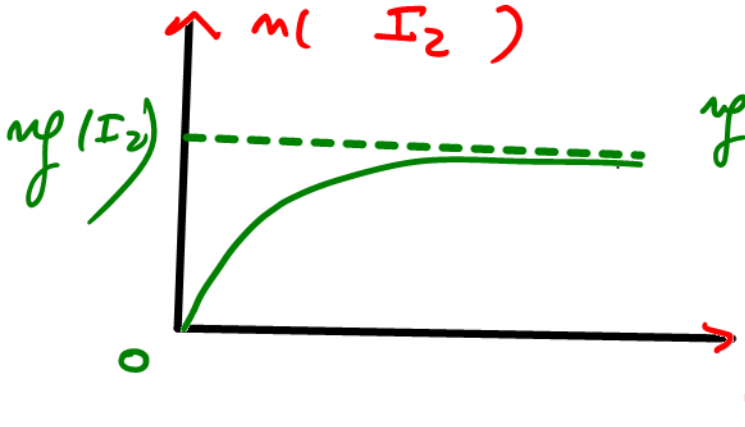
$$\begin{cases} n_t(S_2O_8^{2-}) = n_1 - x \\ n_t(I^-) = n_2 - 2x \\ n_t(I_2) = x \\ n(SO_4^{2-}) = 2x \end{cases}$$

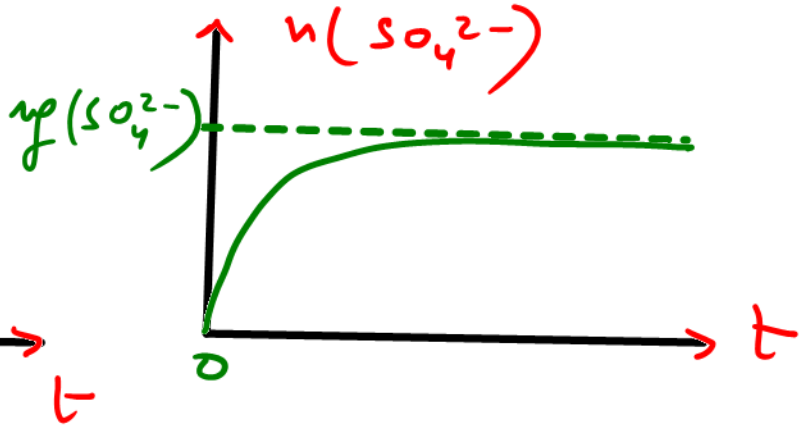
$$\begin{cases} n_f(S_2O_8^{2-}) = n_1 - x_f \\ n_f(I^-) = n_2 - 2x_f \\ n_f(I_2) = x_f \\ n_f(SO_4^{2-}) = 2x_f \end{cases}$$

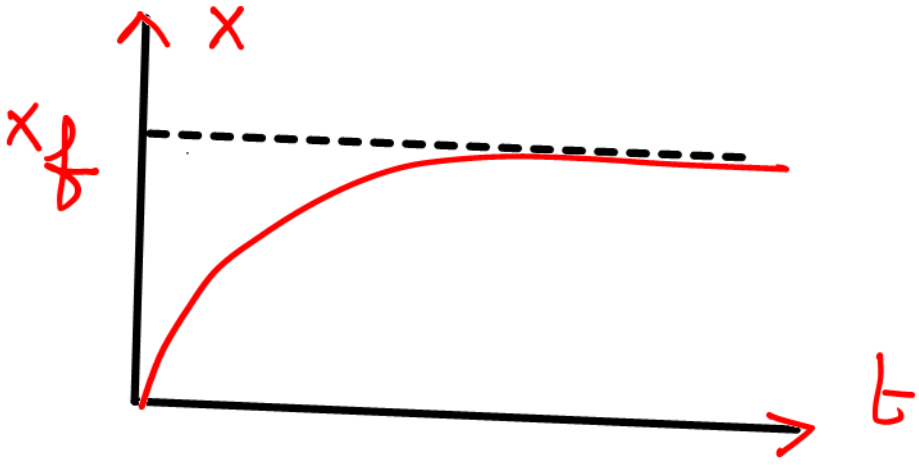
* les courbes :


n(S2O8 2-)
n0(S2O8 2-)
nf(S2O8 2-)
t

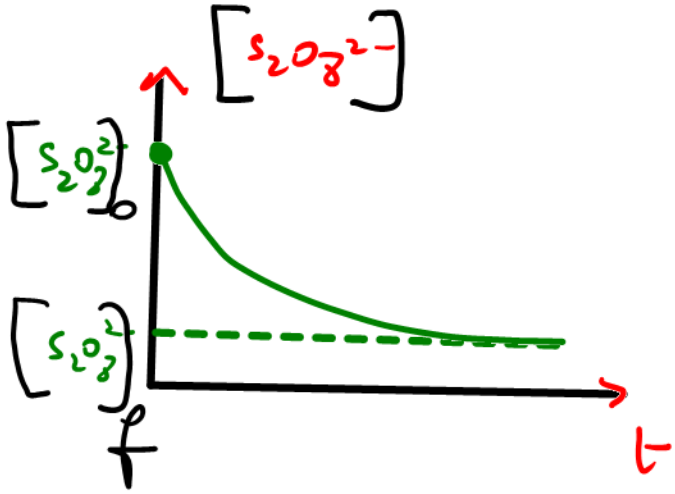

n(I-)
n0(I-)
nf(I-)=0
t

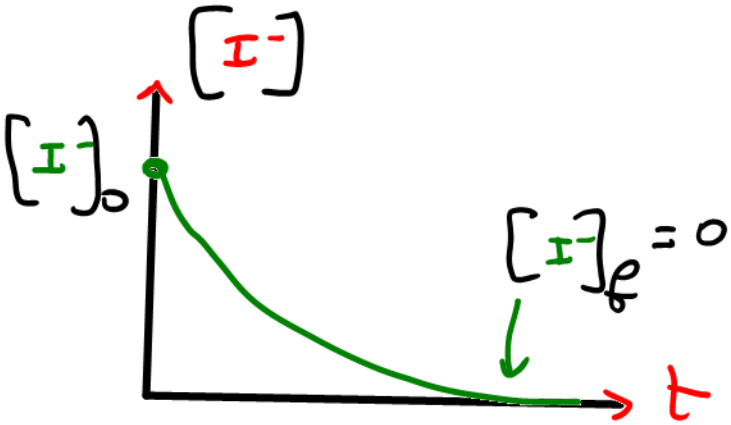

n(I2)
nf(I2)
0
t

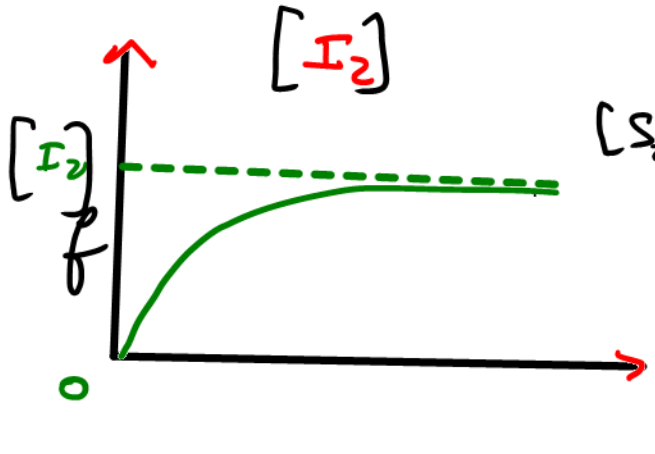

n(SO4 2-)
nf(SO4 2-)
0
t

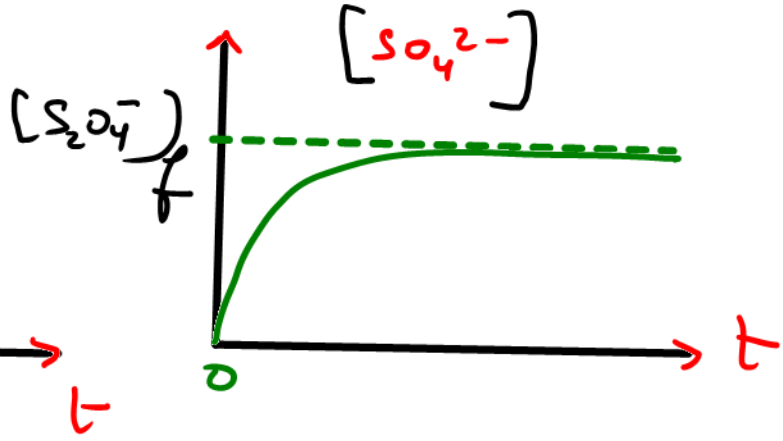

X
Xf
t

* les courbes de la concentration :

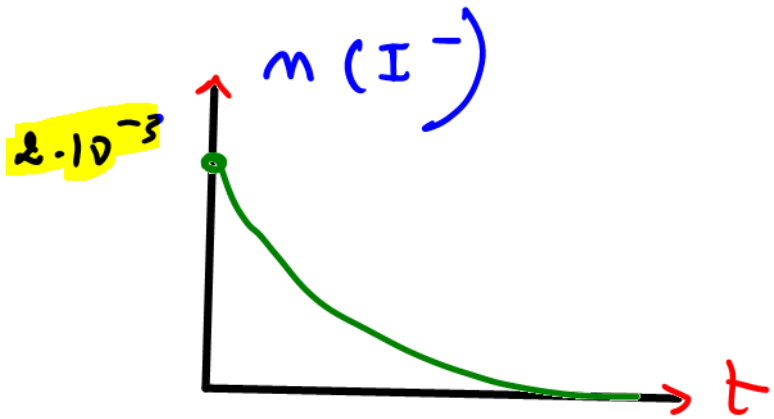








* Exemple : Déterminer $x(t_{\frac{1}{2}})$???



Exercice 1 :

1) c'est une réaction lente car elle prend une couleur jaune de plus en plus foncée.

2) $\frac{n_1(S_2O_8^{2-})}{1} = 10^{-3}\ mol$

$\frac{n_2(I^-)}{2} = \frac{10^{-2}}{2} = 5.10^{-3}\ mol$

$\frac{n_1(S_2O_8^{2-})}{1} < \frac{n_2(I^-)}{2}$

$\Rightarrow$ $S_2O_8^{2-}$ est le réactif limitant

3)

équation		$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
état	équation	quantité de matière en mole			
t_0	0	n_1	n_2	0	0
$t > 0$	x	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	x	2x
t_f	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 2x_f$	x_f	$2x_f$

4) à $t = t_1 = 15\,min \Rightarrow n(S_2O_8^{2-}) = 4.10^{-4}\,mol$.

$$n_{t_1}(S_2O_8^{2-}) = n_1 - x = 4.10^{-4}\,mol$$

$$x = n_1 - 4.10^{-4}$$

$$x = 10^{-3} - 4.10^{-4}$$

$$\boxed{x_{t_1} = 6.10^{-4}\,mol}$$

* $n_{t_1}(I_2) = x_{t_1} = 6.10^{-4}\,mol$.

5) a) à t_f : $n_f(SO_4^{2-}) = 2.10^{-3}\,mol$

$$n_f(SO_4^{2-}) = 2x_f = 2.10^{-3}\,mol$$

$$\Rightarrow \boxed{x_f = \frac{2.10^{-3}}{2} = 10^{-3}\,mol}$$

b) la composition molaire :

$\Rightarrow$ (nbre de mole)

* la composition en $mol.L^{-1}$ } la concentration.
* la molarité

* $n_f(I^-) = n_2 - 2x_f = 10^{-2} - 2.10^{-3} = 8.10^{-3}$ mol

* $n_f(S_2O_8^{2-}) = n_1 - x_f = 10^{-3} - 10^{-3} = 0$ (limitant)

* $n_f(I_2) = x_f = 10^{-3}$ mol

* $n_f(SO_4^{2-}) = 2x_f = 2.10^{-3}$ mol.

équation		$S_2O_8^{2-} + 2I^- \longrightarrow I_2 + 2SO_4^{2-}$			
état	équation	quantité de matière en mole			
t_0	0	n_1	n_2	0	0
$t > 0$	x	$n_1 - x$	$n_2 - 2x$	x	2x
t_f	x_f	$n_1 - x_f$	$n_2 - 2x_f$	x_f	$2x_f$

* L'avancement maximale : x_m

- pour une réaction totale :

$$x_f = x_{max}$$

- pour une réaction limite :

$$x_f < x_{max}$$

* Calcul de x_{max} :

- pour une réaction totale.

$$n_f(S_2O_8^{2-}) = 0$$

$$\Rightarrow n_1 - x_m = 0$$

$$\Rightarrow x_m = n_1 = 10^{-3} \text{ mole}$$

- pour une réaction limite :

on suppose que la R est totale.

$$n_f(S_2O_8^{2-}) = 0 \quad \text{ou} \quad n_f(I^-) = 0$$

$n_1 - x_m = 0$ ou $n_2 - 2x_m = 0$

$x_m = n_1 = 10^{-3}\,mol$ ou $x_m = \frac{n_2}{2} = 5.10^{-3}\,mole$

$$\Rightarrow \boxed{x_m = n_1 = 10^{-3}\,mol}$$

6) b) Le taux d'avancement final τ_f :

(sans unité) $\rightarrow$ $$\boxed{\tau_f = \frac{x_f}{x_m}}$$

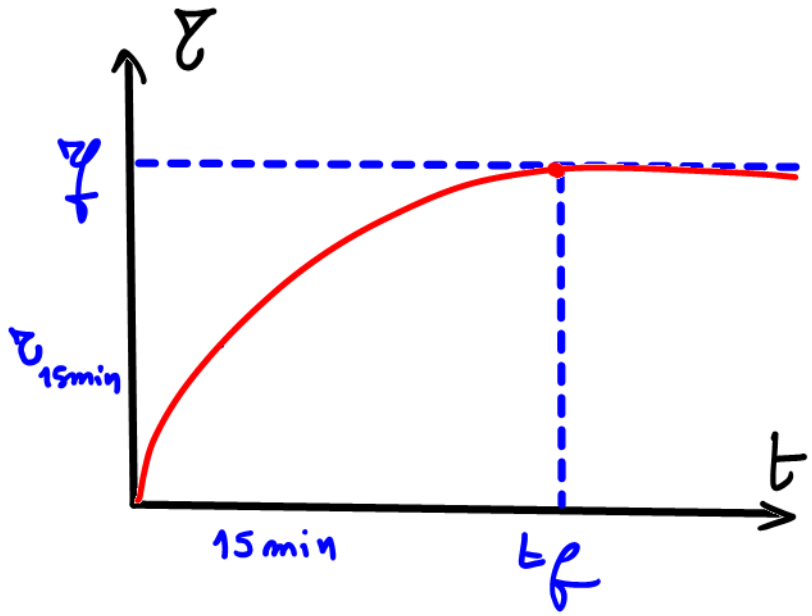
* si la R° est Totale

$x_f = x_m \Rightarrow \tau_f = 1$

* si la R° est limitée :

$x_f < x_m \Rightarrow \tau_f < 1$

* Exemple : $\tau(t=15\,min) = \frac{x(t=15\,min)}{x_m}$



c) $\tau_f = \frac{x_f}{x_m} = \frac{10^{-3}}{10^{-3}} = 1$

$\Rightarrow$ la Réaction est Totale.

Exercice 2 :

1)a)

équation		$3H_2 + N_2 \rightleftharpoons 2NH_3$		
état	avancement	quantité de matière en mole		
t_0	0	0,6	0,5	0
$t > 0$	x	$0,6 - 3x$	$0,5 - x$	$2x$
t_f	x_f	$0,6 - 3x_f$	$0,5 - x_f$	$2x_f$

2)a) On suppose que la R≡ est totale

$n_f(H_2) = 0$ ou $n_f(N_2) = 0$

$0,6 - 3x_m = 0$ ou $0,5 - x_m = 0$

$x_m = \frac{0,6}{3} = 0,2\,mol$ ou $x_m = 0,5\,mol$

$\Rightarrow$ **$x_m = 0,2\,mol$**

* $x_f = ???$ $\longrightarrow$ Tableau + donnée

$n(H_2)_{réagit} = n_0(N_2) \times 0,25 = 0,5 \times 0,25 = 0,125\,mol$

$n_f(N_2) = 0,5 - 0,125 = 0,375\,mol$

• ou bien :

N_2 { 25% réagit
75% restant

$n_f(N_2) = 0,5 \times 0,75 = 0,375$ mol

$n_f(N_2) = 0,5 - x_f = 0,375$

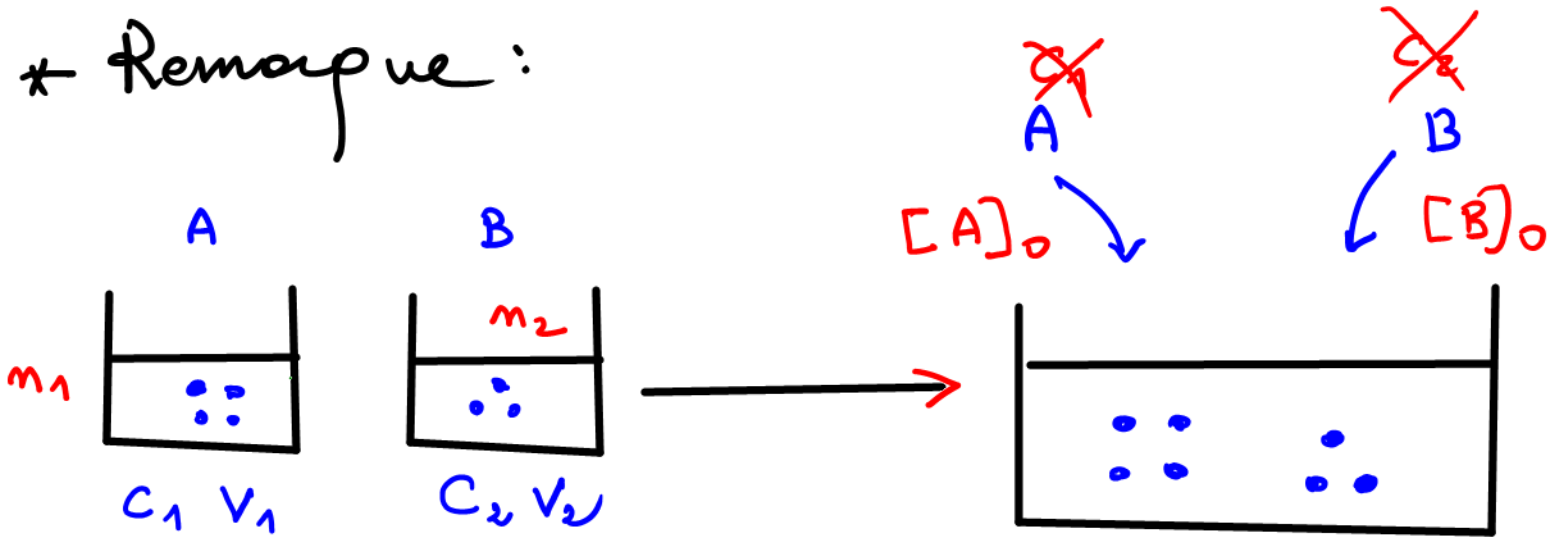
$\Rightarrow x_f = 0,5 - 0,375 = 0,125$ mol.

b) $\tau_f = \frac{x_f}{x_m} = \frac{0,125}{0,2} = 0,625$

$\tau_f < 1$

$\Rightarrow$ le R est limité.

* Remarque :



$n_1(A) = C_1 V_1$ $\quad$ $n_2(B) = C_2 V_2$

$n_1(A) = [A]_0 \times V_T$

$n_2(B) = [B]_0 \times V_T$

" $\quad$ "

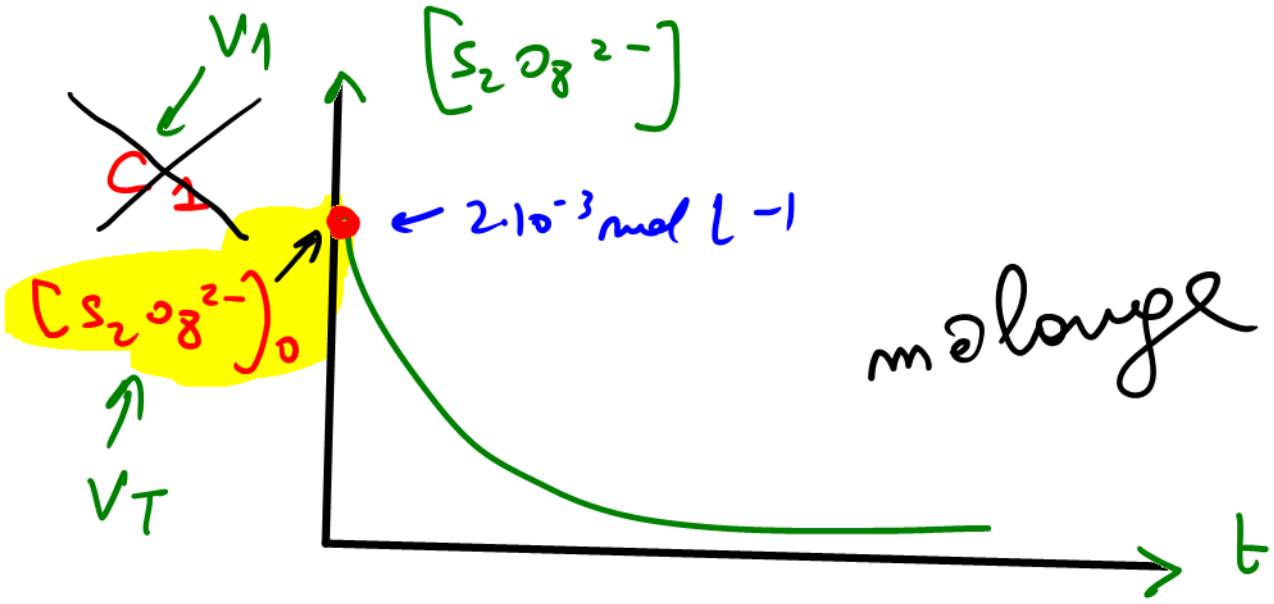
à $t = 0$

$$n_1(A) = C_1 V_1 = [A]_0 \times V_T$$

$$n_2(B) = C_2 V_2 = [B]_0 \times V_T$$

* $t > 0$: $n(A) = [A] \times V_T$

* t_f : $n_f(A) = [A]_f \times V_T$



1) Determiner $C_1 = ??$

$C_1 = 2.10^{-3} mol\ L^{-1}$

$n_1 = C_1 V_1 = [S_2O_8^{2-}]_0 \times V_T$

$$C_1 = \frac{[S_2O_8^{2-}]_0 \times V_T}{V}$$