

La vitesse de réaction V_{rx}

Qu'est-ce que nous allons voir dans cette unité?

- Comment est-ce que les réactions se produisent-elles?
 - Quels facteurs affectent la vitesse d'une réaction?
Expliquez selon la théorie cinétique moléculaire.
Les réactions exothermiques, endothermiques et l'énergie d'activation.
- Qu'est-ce que c'est la définition de la vitesse de rx?
- Quelles variables est-ce qu'on peut mesurer pour déterminer la vitesse d'une réaction?
 - Comment est-ce qu'on calcul la vitesse moyenne et instantané d'une réaction chimique?
 - Interpréter le graphique de concentration en fonction de temps.
 - Mesurer la Vitesse d'une réaction pour un intervalle de temps (V_{rx} moyenne).
 - Mesurer la Vitesse d'une réaction pour un instant donné (V_{rx} instantannée).
 - Comment exprimer la Vitesse d'une réaction pour différentes substances dans la réaction? (Stœchiométrie)
 - Chaque réaction possède une différente **loi de la vitesse** qui est déterminé par les résultats expérimentaux. Nous allons observés des tableaux d'expériences pour déterminer la loi d'une réaction donnée.

Comment est-ce que les réactions chimiques se produisent-elles?

Qu'est-ce qui se passe au niveau moléculaire lors des réactions?
L'année passée nous avons parlé des **changements chimiques**.

La théorie cinétique moléculaire (TCM)

1) Tous les particules sont constamment en mouvement.

les particules possèdent de l'énergie cinétique qui dépend de la température.

$$E_c = \frac{1}{2} mv^2$$

(E_c moyenne.... il y a toujours quelques particules qui ont plus ou moins d'énergie due aux collisions élastiques.)



2) Il y a des collisions entre les particules. La majorité des collisions sont inefficaces.

Lors des réactions l'énergie se trouve en deux formes;

I) **l'énergie potentielle chimique**

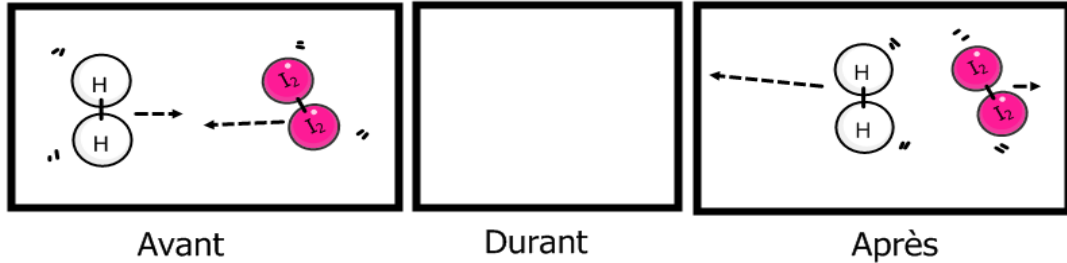
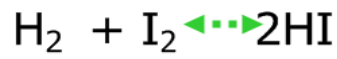
II) **l'énergie cinétique** (l'énergie due au mouvement des particules)



3) La vitesse dépend du nombre et forces des collisions.

4) La vitesse dépend de la nature des substances. La Force Intramoléculaire.

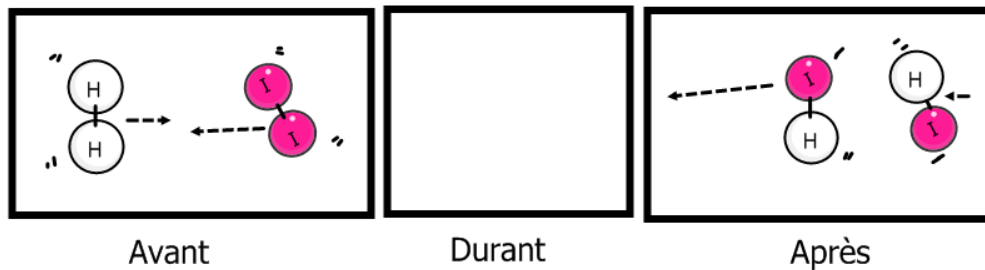
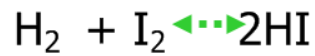
Exemple de **collision élastique**



Note:

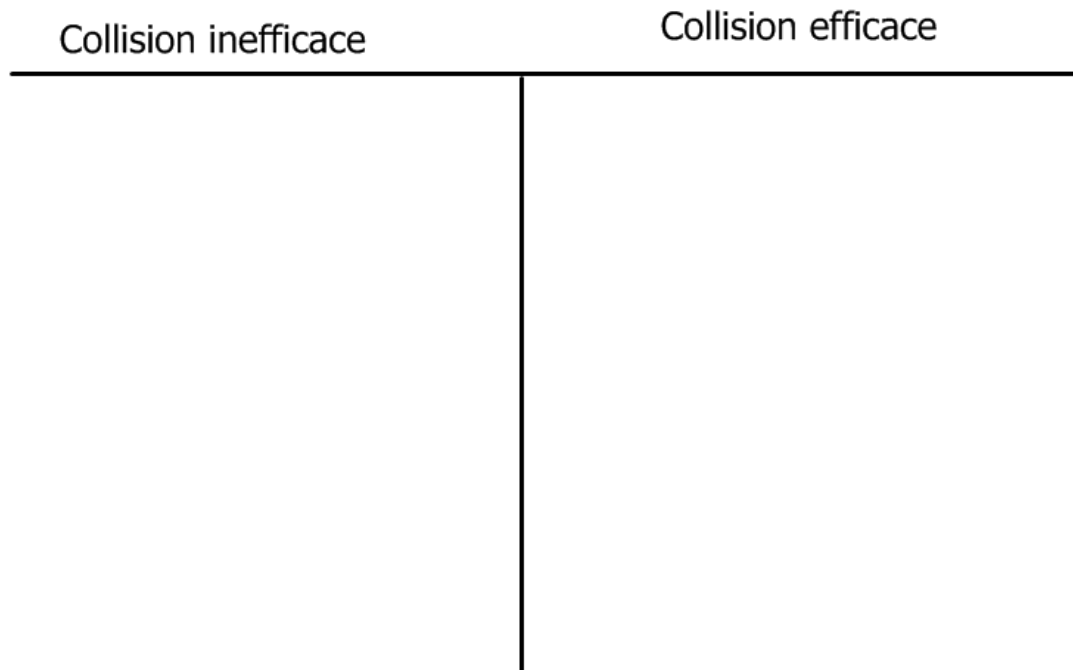
Il y a une deuxième possibilité lors des collisions entre les particules.....

Une collision efficace (ou inélastique)



L'énergie d'activation:

Regardons de plus près la collision.
Il y a la formation d'un complexe activé



L'énergie d'activation et la vitesse des réactions

En termes d'énergie il y a deux catégories de réactions;

Les **réactions exothermiques** et
Les **réactions endothermiques**

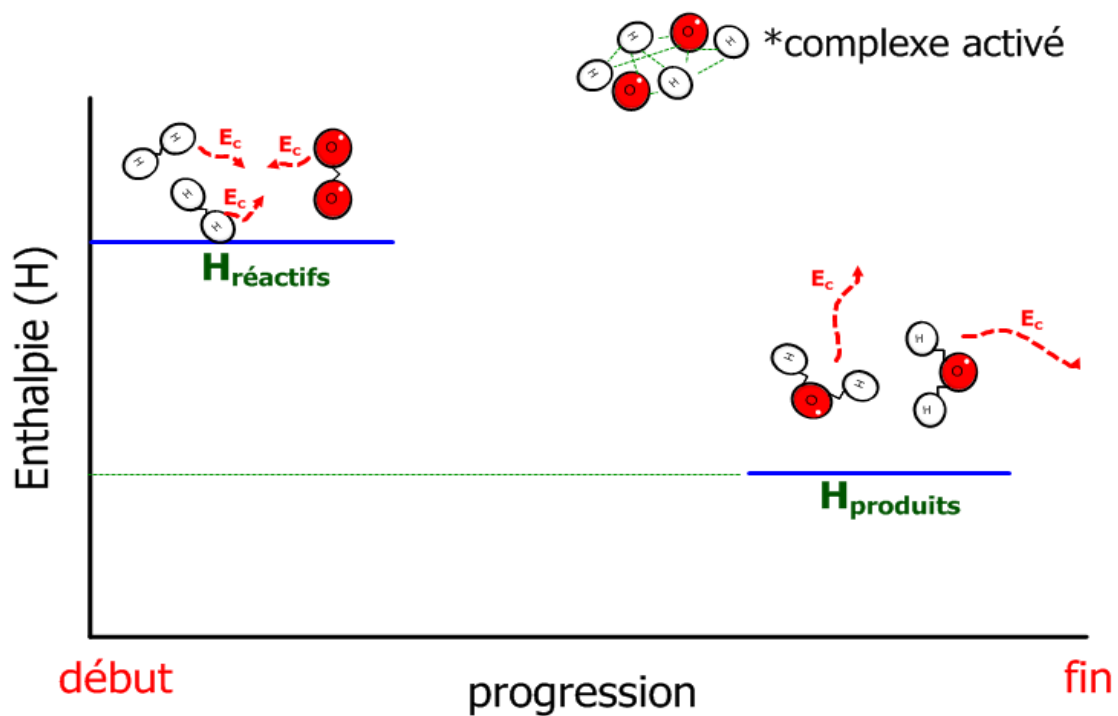
Quelle est la différence entre les deux types?

I) Les réactions exothermiques

Il y a _____ que les liaisons des réactifs. La loi de la conservation de l'énergie nous dit que.... "L'énergie est ni créée, ni perdue, il est

transformé."

L'_____ dans les nouvelles liaisons est ***transformé*** en _____ (plus d' E_c = plus de chaleur)



$$\Delta H = H_{\text{produits}} - H_{\text{réactifs}}$$

*complexe activé

II) Les réactions endothermiques

Il y a _____

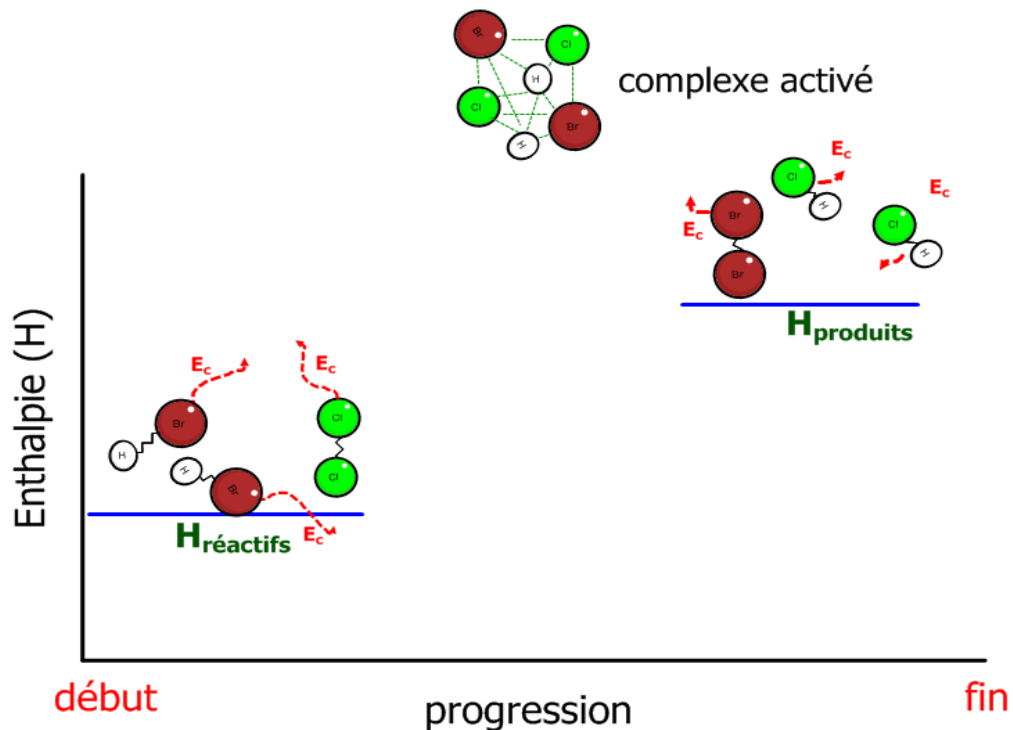
_____ que les liaisons des réactifs. La loi de la conservation de

l'énergie nous dit que....

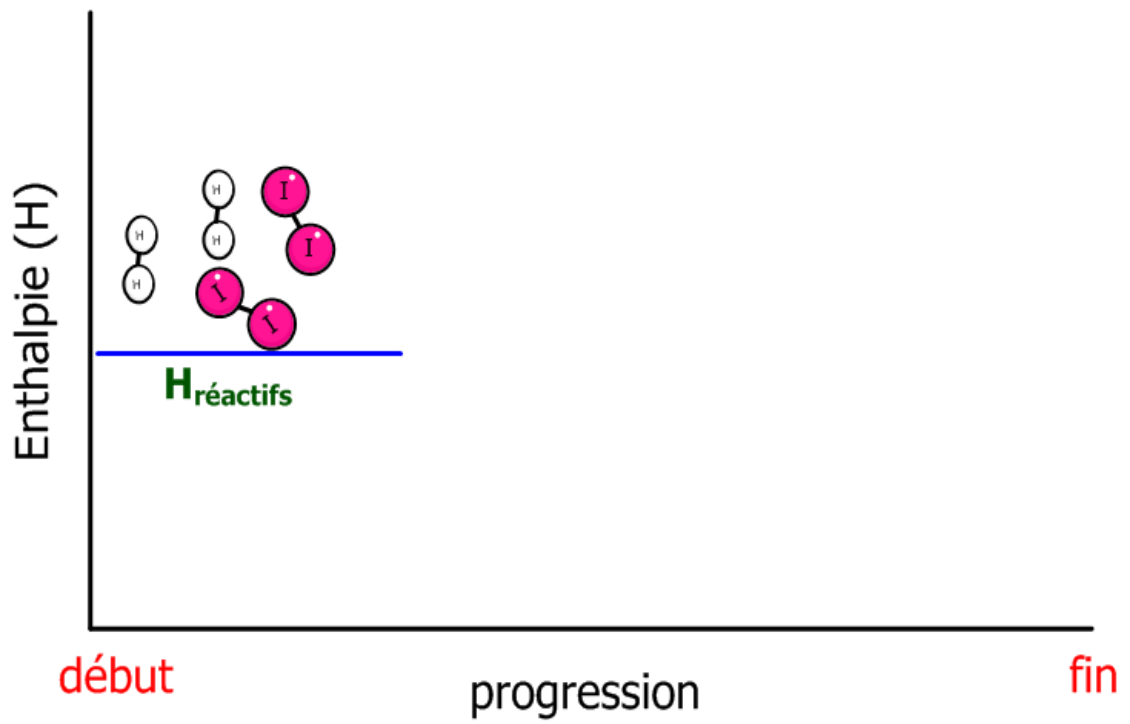
"L'énergie est ni créée, ni perdue, il est

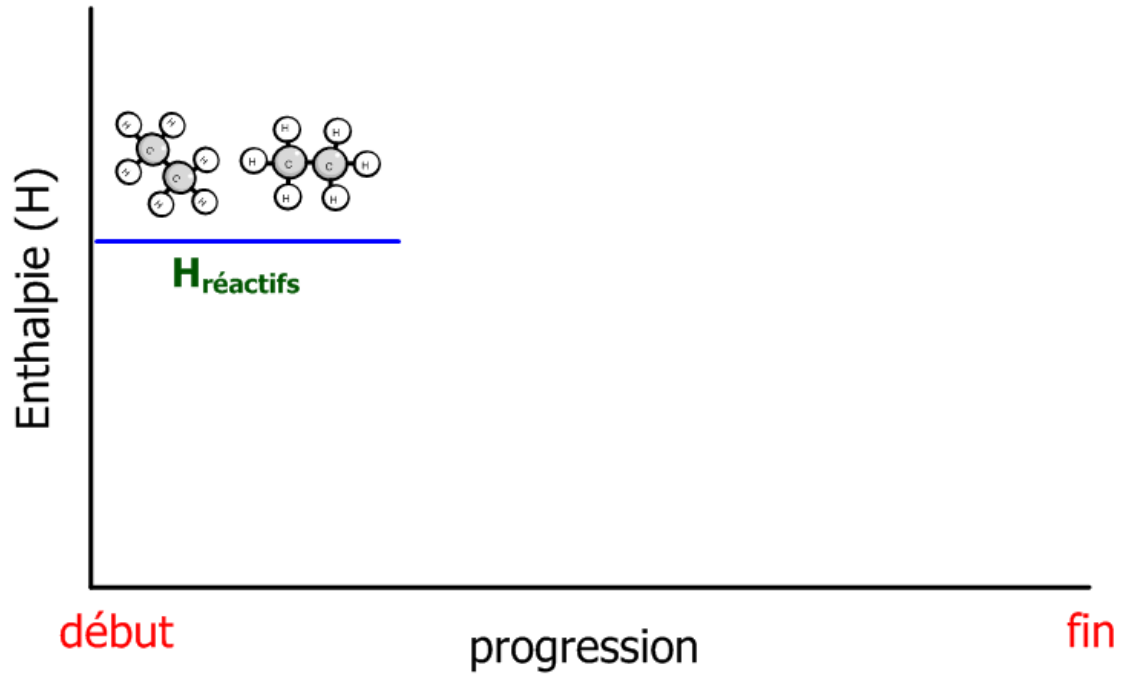
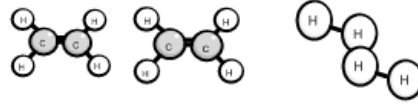
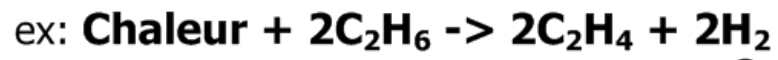
transformé."

L'_____ vient de
l'énergie cinétique ***transformé*** en _____ (moins d' E_c
= moins de chaleur)



exemple: $\text{H}_2 + \text{I}_2 \rightarrow 2\text{HI} + \text{chaleur}$





La comparaison entre les réactions exothermiques et endothermiques

Rx Exothermique

Rx Endothermique

Le calcul de la Chaleur de Réaction

Les facteurs qui affectent la vitesse des réactions

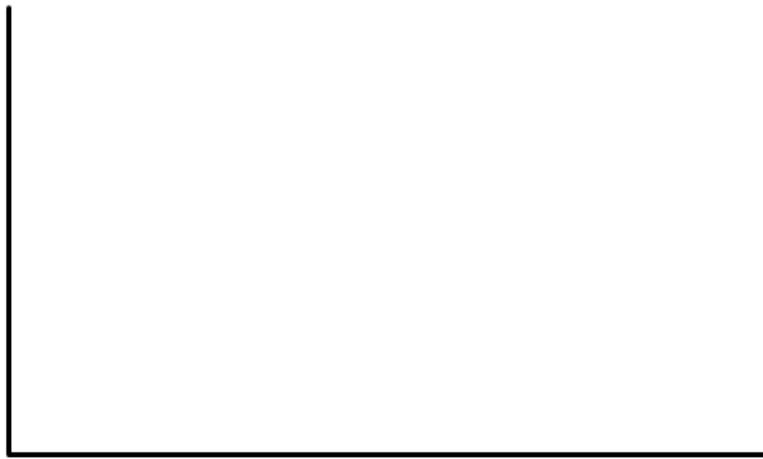
La vitesse de la réaction va changer si on modifie **au niveau moléculaire**;

Il y a cinq facteurs qui affectent les trois conditions.

1) La concentration (pression pour les gaz)



2) La température



3) La surface de contact

4) La catalyse



5) La nature des substances

L'an passé nous avons étudié les réactions chimiques. On peut répondre les questions suivantes.

- Qu'est-ce qui arrive lors d'une réaction chimique?
- Pour la réaction $2\text{C}_2\text{H}_6(\text{g}) + 5\text{O}_2(\text{g}) \rightarrow 4\text{CO}_2(\text{g}) + 6\text{H}_2\text{O}(\text{g})$
Combien de moles de O_2 sont consommés lors de la combustion de 8 moles de C_2H_6 ?
- Combien de moles de CO_2 et H_2O sont produits?

Nous n'avons jamais discuter de la vitesse que la réaction aura lieu.

Comment est-ce qu'on devrait définir *la vitesse d'une réaction?*

Exemples de mesures de la vitesse;

Pourquoi est-ce que l'étude de la vitesse de réaction est-elle importante?

Démo; Observez l'électrolyse de l'eau et la combustion par la suite.

- **Qu'est-ce qui est entrain d'arriver au niveau moléculaire?**
- **Pourquoi est-ce qu'on avait besoin de l'électricité?**
- **Pourquoi est-ce que la réaction de combustion est-elle tellement plus vite que la décomposition?**

Comment est-ce qu'on pourrait définir la vitesse de cette réaction?

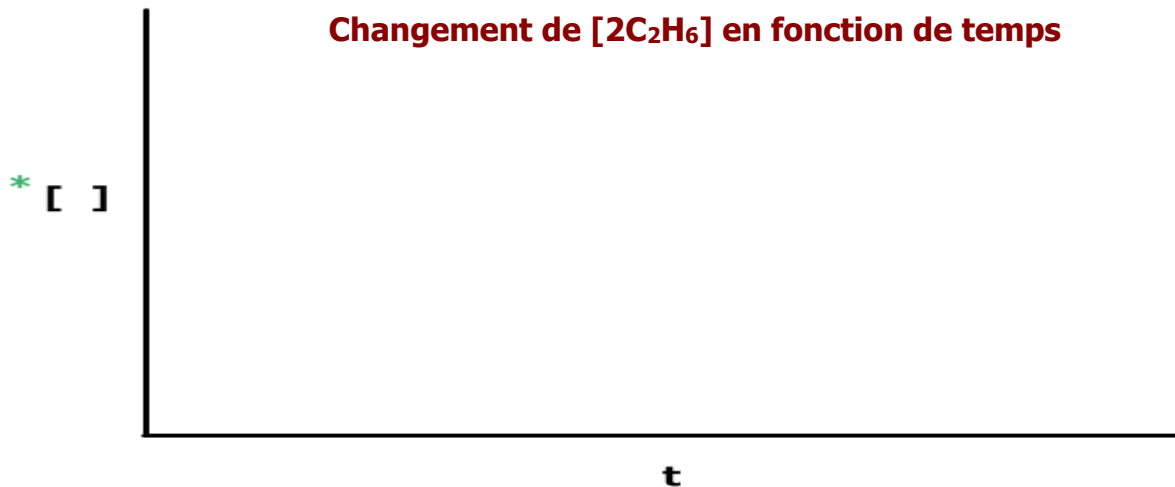
définition:

Nous avons le problème de déterminer comment mesurer le changement des réactifs et des produits. Comment est-ce que les chimistes le font?

Les unités de vitesse sont exprimés ;

Au lieu d'un dénominateur on peut utiliser un exposant.

Mathématiquement, on calcule la vitesse pour un essai à une température donnée pour les concentrations initiales des réactifs. Pour la réaction; **$2\text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{C}_8\text{H}_{12}$**



- 1** Regardez à temps zéro. Qu'est-ce qui arrive au réactif et au produit?

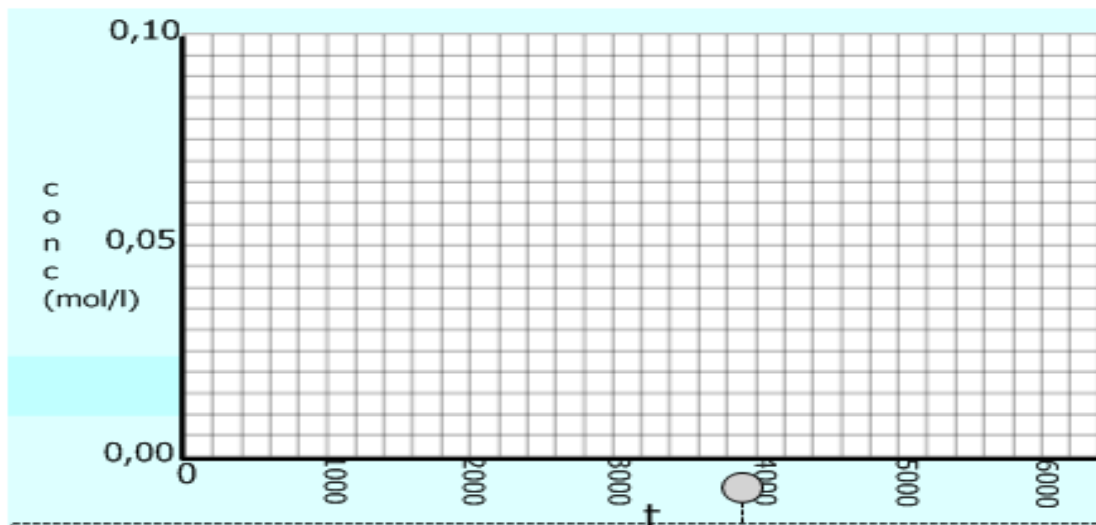
- 2** Est-ce que la vitesse de réaction demeure constante durant la réaction? Pourquoi?

Voici les données pour la réaction.

Temps (s)	[C ₂ H ₆] (mol/l)
0	1,00 × 10 ⁻²
1600	5,08 × 10 ⁻³
3200	3,37 × 10 ⁻³
4800	2,53 × 10 ⁻³
6200	2,08 × 10 ⁻³

On veut calculer la vitesse de cette réaction. Quelle est le problème?

Noublie pas que la $V_{rx} = \frac{\Delta [\quad]}{\Delta t}$



Nous allons calculer la vitesse moyenne pour différent interval.

Pour la réaction en entier;

Entre 0 et 1600;

Entre 1600 et 3200;

Entre 3200 et 4800;

Entre 4800 et 6200;

**Est-ce qu'on peut exprimer la vitesse de la réaction en termes de l'autre espèce au lieu?
Comment est-ce qu'on exprime la vitesse de la rx en fonction de C_4H_{16} ?**

Les rapports molaires et les vitesses de réaction

ex: Lors de la réaction; $2\text{Fe}_{(s)} + 3\text{O}_{2(g)} \rightarrow 2\text{Fe}_2\text{O}_{3(s)}$

La vitesse de la réaction est mesurée à $2,5 \times 10^{-10} \text{ mol/l}\cdot\text{s}$

Quelle est la vitesse par rapport aux autres espèces dans la réaction?

Exemples de calculs

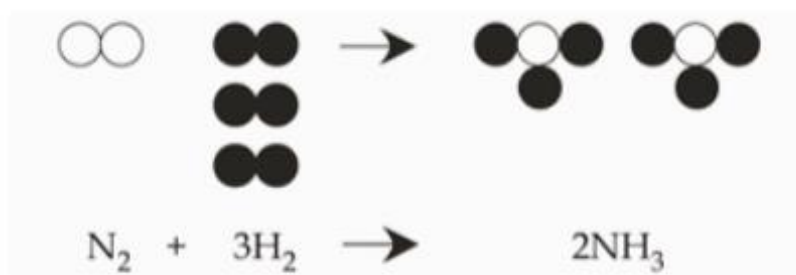
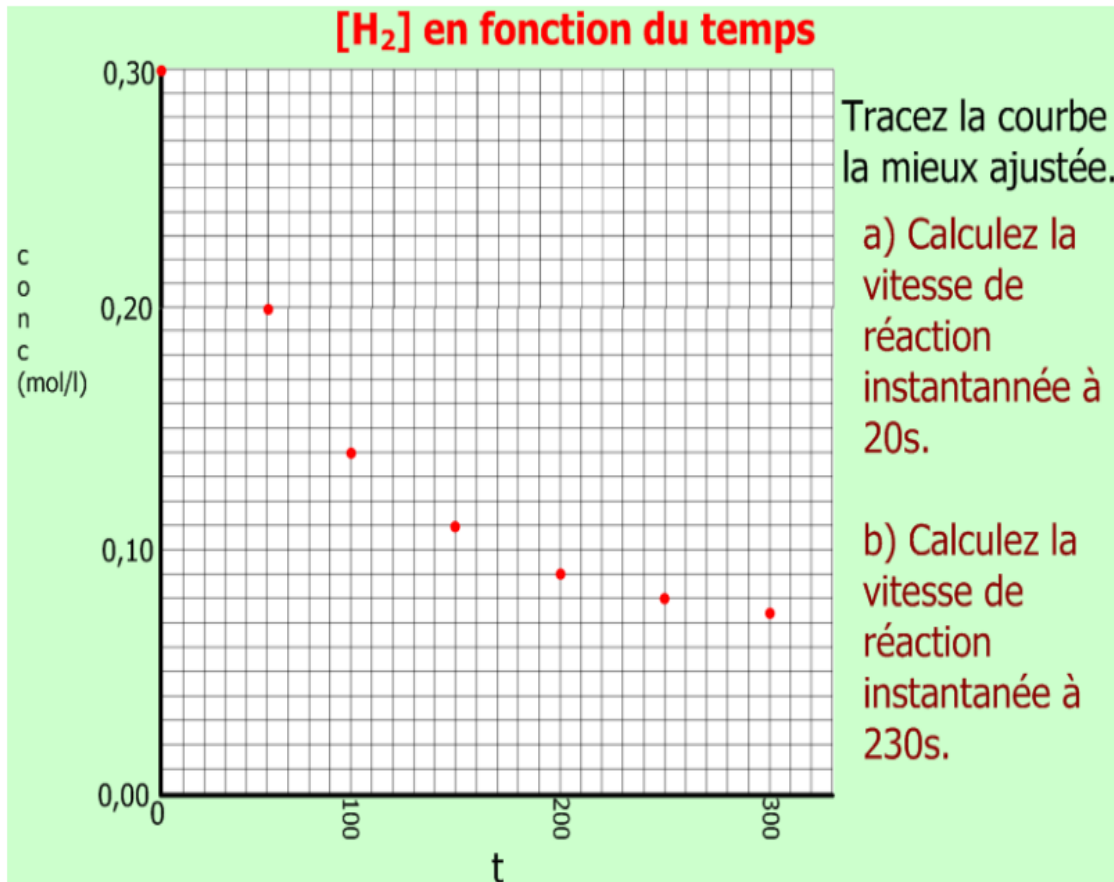
Ex: Il y a 20g de Mg qui réagit complètement avec l'acide chlorhydrique dans 2 minutes. Quelle est la V_x par rapport à chaque substance?

Ex: Durant une réaction la concentration de H_2 change de 4M à 1M dans 30s. Quelle est la V_{rx} par rapport à chaque substance? $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

La vitesse de réaction instantanée

La vitesse à un instant donné est calculer par extrapoler un très petit intervalle de temps.

Pour la réaction $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightarrow 2\text{NH}_3(\text{g})$

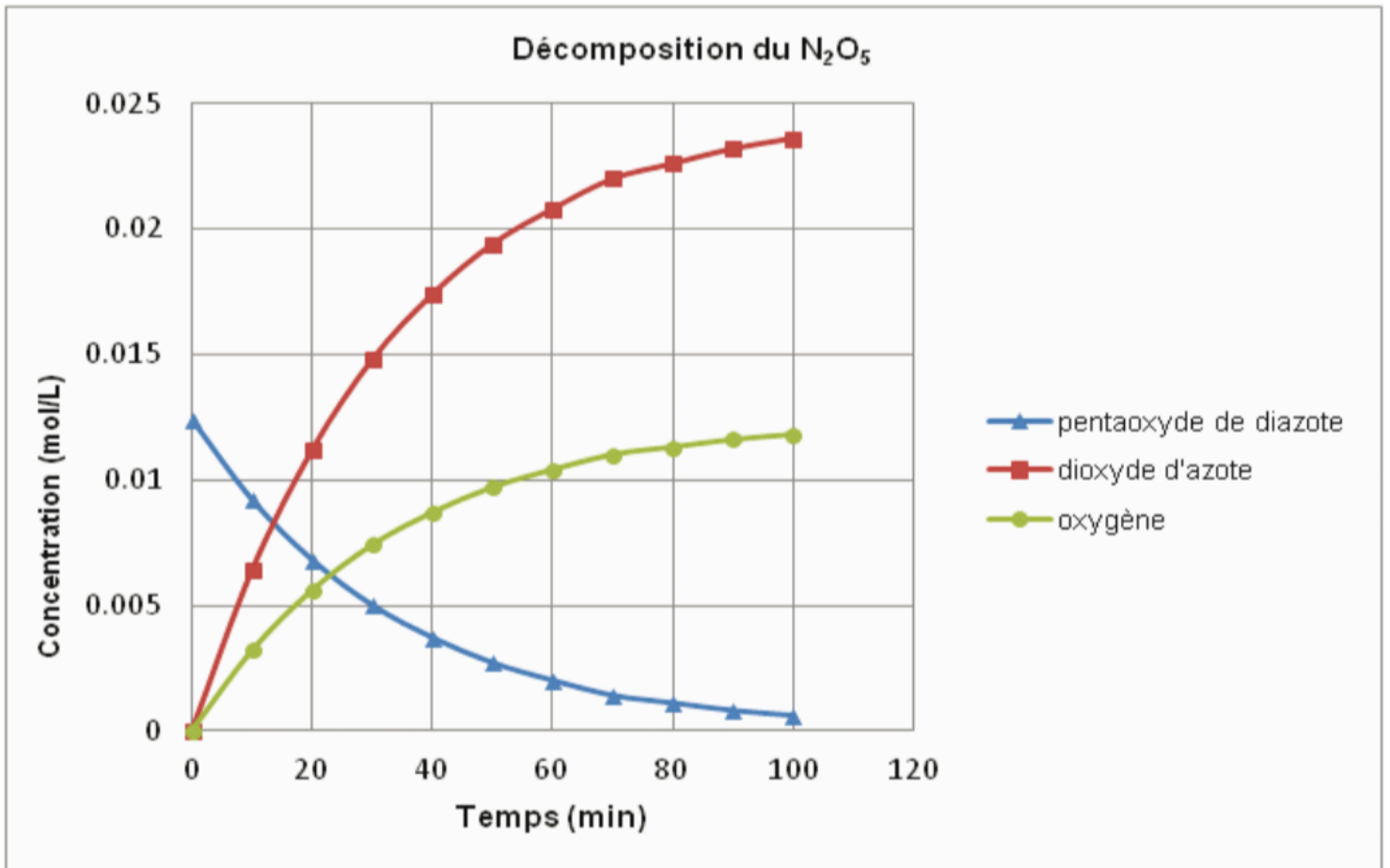


Une chimiste étudie la décomposition du pentaoxyde de diazote à 45 °C.
L'équation équilibrée s'écrit comme suit :



La chimiste a mesuré la concentration de pentaoxyde de diazote à des intervalles de 10 minutes pendant 100 minutes à l'aide de la colorimétrie (spectrophotomètre).
Le tableau ci-dessous comprend les données recueillies.

Temps (min)	Décomposition du N ₂ O ₅ à 45 °C		
	Concentration (mol/L)		
	[N ₂ O ₅]	[NO ₂]	[O ₂]
0	0,0124	0	0
10	0,0092	0,0064	0,0032
20	0,0068	0,0112	0,0056
30	0,0050	0,0148	0,0074
40	0,0037	0,0174	0,0087
50	0,0027	0,0194	0,0097
60	0,0020	0,0208	0,0104
70	0,0014	0,0220	0,0110
80	0,0011	0,0226	0,0113
90	0,0008	0,0232	0,0116
100	0,0006	0,0236	0,0118



Ordre de la réaction et la loi de la vitesse de la réaction

On a vu comment calculer la vitesse d'une réaction pour une certaine concentration des réactifs impliqués. On se demande maintenant la question....

Comment est ce que la vitesse de la réaction est affecter par la concentration initiale?

***Pour une réaction donnée _____
_____ si la

température est constante.

**LA LOI DE LA VITESSE PEUT SEULEMENT ÊTRE DÉTERMINER
EXPÉRIMENTALEMENT**



Nous avons besoin d'un différent graphique...

Celui-ci mesure le changement dans la vitesse de réaction en fonction de la concentration des réactifs.

exp	[H ₂]	[I ₂]	V _{rx}
1	1M	1M	4Mol/l's
2	2M	1M	8Mol/l's
3	2M	2M	16Mol/l's
4	4M	4M	?

Pour cette réaction la vitesse dépend sur la concentration de H₂ et de I₂. Observez...

l'ordre de la réaction; _____

ensemble on a un équation **V_{rx} =**

k =

Ici, quelle est la valeur de K?



La loi de la vitesse : _____

En général pour une réaction



La loi de la vitesse s'écrit;

Les unités de la constante de la vitesse

1^{ère} ordre k =

2^{ième} ordre k =

3^{ième} ordre k =

4^{ième} ordre k =

Parfois la rx globale se compose de plusieurs rx partielles.
Ces rx peuvent avoir un effet imprévu sur la vitesse.

Il faut faire une série d'expériences pour identifier l'effet de chaque réactif sur la Vrx.

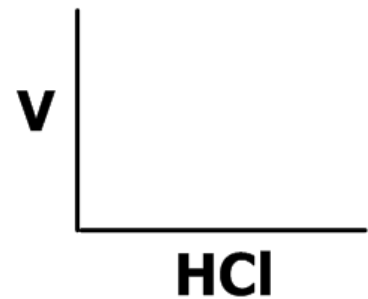
ex: Pour la réaction suivante on fait plusieurs expériences en variant la concentration de l'HCl.



En observant la réaction on pense que la loi de la vitesse est....

On peut seulement le vérifier par expérience...

Expérience	[HCl]	Vrx (mol/l*s ⁻¹)
1	0,5M	6,5 × 10 ⁻⁴
2	1,0M	1,3 × 10 ⁻³
3	2,0M	2,6 × 10 ⁻³
4	3,0M	3,9 × 10 ⁻³



Qu'est-ce que les résultats de l'expérience nous indiquent?

Soit la réaction; $2\text{H}_2(\text{g}) + 2\text{NO}(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{H}_2\text{O}(\text{g}) + \text{N}_2(\text{g})$

expérience	H_2	NO	V_{rx}
1	0,005M	0,025M	$1,2 \times 10^{-6}$
2	0,010M	0,025M	$2,4 \times 10^{-6}$
3	0,010M	0,050M	$4,8 \times 10^{-6}$

Déterminez l'ordre par rapport à chaque réactif.

Calculez la valeur de k avec les unités appropriées.

Écrivez la loi de la vitesse.

Trouvez la valeur manquante.

expérience	H_2	NO	V_{rx}
1	0,005M	0,025M	$1,2 \times 10^{-6}$
2	0,010M	0,025M	$2,4 \times 10^{-6}$
3	0,010M	0,050M	$4,8 \times 10^{-6}$
4	0,200M	0,050M	

Soit la réaction; $A + B \rightleftharpoons C$

expérience	A	B	Vrx
1	1,50M	1,50M	0,32M
2	1,50M	3,00M	0,32M
3	3,00M	1,50M	0,64M
4		2,00M	1,28M

Déterminez l'ordre par rapport à chaque réactif.

Calculez la valeur de k avec les unités appropriées.

Écrivez la loi de la vitesse.

Trouvez la valeur manquante.

Soit la réaction; $2X + 3Y \rightleftharpoons Z$

expérience	x	y	Vrx
1	0,10M	0,50M	0,147
2	0,20M	0,30M	0,127
3	0,40M	0,60M	4,064
4	0,20M	0,60M	1,016
5	0,40M	0,30M	0,508
6	0,50M	0,80M	

Déterminez l'ordre par rapport à chaque réactif.

Calculez la valeur de k avec les unités appropriées.

Écrivez la loi de la vitesse.

Trouvez la valeur manquante.

Observez l'étude suivante; Il est un peu plus difficile.

Pour la réaction $A + B \rightarrow C$

Exp.	[A]	[B]	Vitesse de rx (mol/l s)
1	0,5M	0,5M	1,2
2	1,0M	0,5M	4,8
3	2,0M	1,0M	38,4

Trouvez la loi de la vitesse.

