



PCPI – 1 TS CIRA  Contrôle Industriel et Régulation Automatique	Chapitre 5 LES REACTIONS CHIMIQUES	CHIMIE
BILAN 5		



DECOUVERTE de la TRANSFORMATION CHIMIQUE

Visionner les 2 vidéos suivantes : <https://www.youtube.com/watch?v=Nipvit0iXeg>
<https://www.youtube.com/watch?v=eLbpXzluZ9Y>



De manière générale, une transformation est l'**évolution** d'un ensemble d'espèces chimiques (=) d'un état **INITIAL** vers un état **FINAL**

On peut observer qu'il y a eu transformation chimique lorsqu'on observe :

- ✓ **CHANGEMENT COULEUR**
- ✓ **FORMATION PRECIPITE**
- ✓ **DEGAGEMENT GAZEUX**
- ✓ **ODEUR**
- ✓ **EXPLOSION**

Lors d'une transformation chimique :

- Il y a un changement d'état du système chimique
- Les espèces chimiques présentes initialement restent inchangées
- Les espèces chimiques sont modifiées entre l'état initial et l'état final**
- Il y a disparition de certaines espèces chimiques**
- L'état initial est le même que l'état final
- Des espèces chimiques nouvelles se forment**

L'espèce chimique qui disparaît est appelée **REACTIFS**

L'espèce chimique nouvelle qui se forme est appelée **PRODUITS**

Les espèces chimiques qui n'évoluent pas (qui restent donc inchangées) sont appelées espèces **SPECTATRICES**

L'EQUATION CHIMIQUE

Que traduit une équation chimique ?

UNE EQUATION CHIMIQUE TRADUIT LA TRANSFORMATIONS DES ATOMES – IONS – MOLECULES LORS D'UNE REACTION CHIMIQUE

Lorsqu'on ajuste une équation chimique, il faut vérifier :

- ✓ **CONSERVATION NOMBRE DE CHARGES**
- ✓ **CONSERVATION ELEMENTS CHIMIQUES**

Les nombres que l'on place devant les formules des espèces chimiques dans une équation sont appelés les **NOMBRES STOICHIOMETRIQUES**

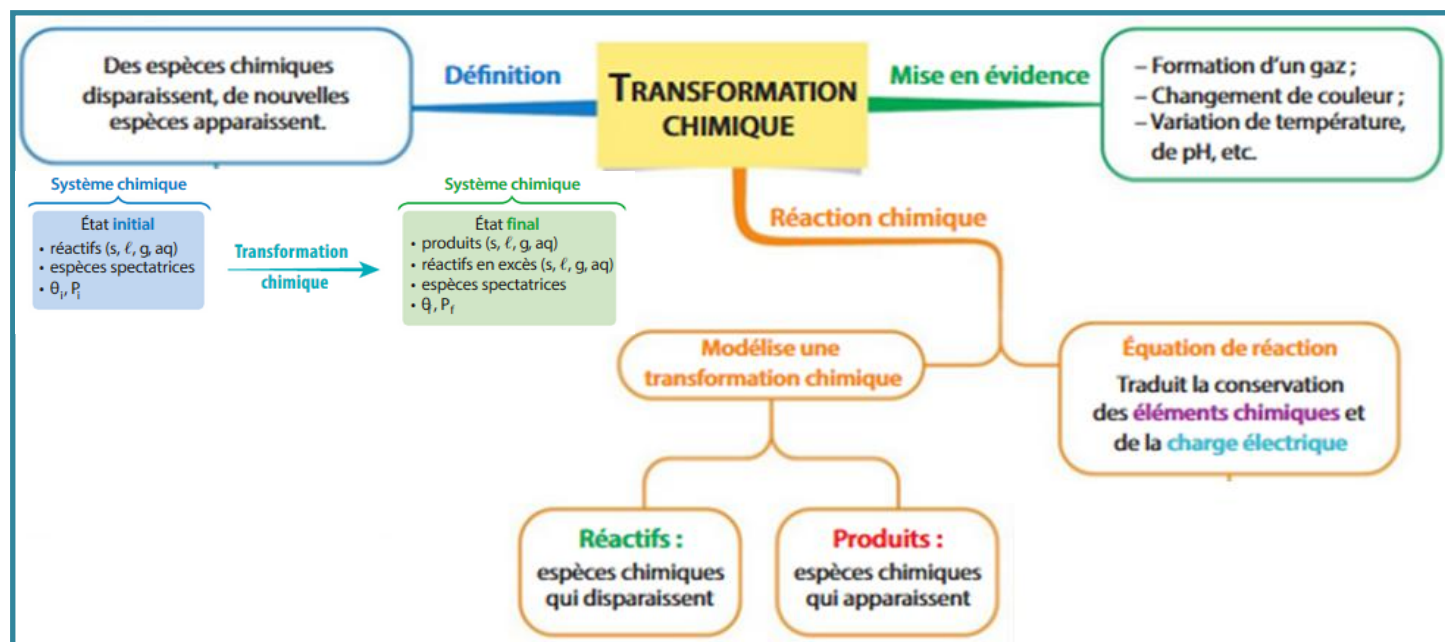
La proposition qui convient le mieux pour traduire une transformation chimique est :

- Réactifs ← Produits Produits ← réactifs
 Réactifs = produits



Ecrire les équations suivantes : https://www.youtube.com/watch?v=5T4I93Tb_p0

<p>Combustion du méthane dans le dioxygène</p>	
<p>Réaction chimique entre des atomes de cuivre $\text{Cu}_{(s)}$ et des ions hydroxyde $\text{HO}^-_{(aq)}$</p>	



Recette

Pour faire 1 vélo, il faut **1** cadre et **2** roues.

Sous forme d'équation cela donne :



Stock initial

→ 8 cadres

→ 18 roues

2 questions :

- ☆ Combien de vélos peut-on fabriquer avec ce que nous avons dans la réserve ?
- ☆ Quel élément (cadre ou roue ?) va-t-il nous manquer en premier et arrêter la production de vélos ?

En raisonnant avec le nombre de cadres	En raisonnant avec le nombre de roues
→ 1 cadre nécessite 2 roues pour faire 1 vélo	→ 1 cadre nécessite 2 roues pour faire 1 vélo
→ Si on veut utiliser tous les cadres, c'est-à-dire 8 , il faut utiliser 16 roues	→ Pour utiliser toutes les roues en stock, c'est-à-dire 18 roues, il faut utiliser 9 cadres
→ Or dans le stock nous avons 18 roues, il va donc rester 2 roues	→ or dans le stock nous avons 8 cadres, il va donc manquer de CADRES
→ nous pouvons donc fabriquer 8 vélos	→ nous pouvons donc fabriquer 8 vélos à partir de 8 cadres et 16 roues
→ la production s'arrêtera donc à cause du nombre de CADRES	→ la production s'arrêtera donc à cause du nombre de CADRES

Conclusion :

Que l'on raisonne sur les cadres ou sur les roues, on obtient dans les 2 cas que :

- On peut fabriquer au maximum **8** vélos
- Il ne restera plus de **CADRE** : on dira que les **CADRES** sont limitants, car ils empêchent la poursuite de la fabrication de vélos.
- Il restera **2 ROUES** : on dira que les **ROUES** sont en excès : il en reste, mais ne peuvent pas être utilisés pour fabriquer d'autres vélos.

Si on note $n_{i\text{cadre}}$ le nombre de cadres de vélo et $n_{i\text{roues}}$ le nombre de roues qu'il faut avoir à l'état initial pour fabriquer un certain nombre de vélos sans qu'il ne nous reste rien à la fin, **entourer** la (les) relation(s) entre n_{cadre} et n_{roue} correcte(s)

$n_{i\text{cadre}} = n_{\text{roue}}$

$2 \times n_{i\text{cadre}} = n_{\text{roue}}$

$n_{i\text{cadre}} = 2 \times n_{\text{roue}}$

$n_{i\text{cadre}} / 2 = n_{i\text{roue}}$

$n_{i\text{cadre}} = n_{i\text{roue}} / 2$

Le **bilan de matière** est le calcul qui conduit à préciser la quantité de matière en moles disparues de chaque réactif, et la quantité en moles de chaque produit qui apparaît.

Pour cela, il est indispensable d'exploiter l'équation de la réaction chimique, qui est l'équivalent d'une recette de cuisine.

Les réactifs ne peuvent réagir que dans les **proportions** de l'équation chimique, et la quantité de produits formés est liée à la quantité de matière des réactifs.

→ Si l'un des réactifs est trop abondant, une partie ne pourra pas réagir : il en restera donc après la transformation.

On dira que ce réactif est en **excès**.

L'autre réactif est **limitant** (en défaut) et sera totalement consommé au cours de la transformation. C'est lui qui imposera les quantités de produits formées au cours de la réaction.

EXEMPLE

Soit la réaction



Équation	4 Al + 3 O ₂ → 2 Al ₂ O ₃		
Espèces chimiques	Al	O ₂	Al ₂ O ₃
Proportions (nombres stœchiométriques)	4	3	2
Cas étudié	0,3		

Question de type 1 :

1) Quelle quantité de matière de O₂ est-il nécessaire d'utiliser pour faire réagir 0,3 mol d'aluminium ?

2) Quelle quantité de Al₂O₃ obtiendra-t-on ?

RELATIONS ENTRE LES DIFFERENTES QUANTITES DE MATIERES

$$\frac{n(\text{Al})}{4} = \frac{n(\text{O}_2)}{3} = \frac{n(\text{Al}_2\text{O}_3)}{2}$$

QUESTION 1 :

$$n(\text{O}_2) = \frac{n(\text{Al})}{4} \times 3 = \frac{0,3 \times 3}{4} = 0,225 \text{ mol}$$

QUESTION 2 :

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{Al})}{4} \times 2 = \frac{0,3 \times 2}{4} = 0,15 \text{ mol}$$

Ou

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{O}_2)}{3} \times 2 = \frac{0,225 \times 2}{3} = 0,15 \text{ mol}$$

Question de type 2 :

- 3) Si on a 2,8 mol d'aluminium et 1,8 mol de O₂, qui sera le réactif limitant ?
- 4) Quelle quantité de Al₂O₃ obtiendra-t-on ?
- 5) Quelle quantité de matière du réactif en excès restera-t-il ?

2 hypothèses sont envisageables :

→ soit l'**ALUMINIUM** est limitant :

dans ce cas, la transformation va consommer tout l'**ALUMINIUM** disponible, soit **2,8** mol

→ soit le **DIOXYGENE** est limitant :

dans ce cas, la transformation va consommer tout le **DIOXYGENE** disponible, soit **1,8** mol

QUESTION 3 : On envisage successivement ces 2 hypothèses :

Hypothèse 1 : Al est limitant				Hypothèse 2 : O ₂ est limitant			
Équation	4 Al + 3 O ₂ → 2 Al ₂ O ₃			Équation	4 Al + 3 O ₂ → 2 Al ₂ O ₃		
Espèces chimiques	Al	O ₂	Al ₂ O ₃	Espèces chimiques	Al	O ₂	Al ₂ O ₃
Proportions (nombres stœchiométriques)	4	3	2	Proportions (nombres stœchiométriques)	4	3	2
Hypothèse 1 : Al limitant	2,8			Hypothèse 2 : O ₂ limitant		1,8	
$\frac{n(\text{Al})}{4} = \frac{2,8}{4} = 0,7 \text{ mol}$ $n(\text{O}_2)_{\text{final}} = 1,8 - 3 \times 0,7 = -0,3 \text{ mol}$ Cette hypothèse est IMPOSSIBLE				$\frac{n(\text{O}_2)}{3} = \frac{1,8}{3} = 0,6 \text{ mol}$ $n(\text{Al})_{\text{final}} = 2,8 - 4 \times 0,6 = 0,4 \text{ mol}$ Cette hypothèse est POSSIBLE			
Le DIOXYGENE est donc limitant.							

QUESTION 4 :

La réaction consomme **UNE PARTIE** d'aluminium et **TOUT** de dioxygène.

Le **DIOXYGENE** étant limitant, et c'est lui qui impose la quantité d Al₂O₃ formé, soit

$$n(\text{Al}_2\text{O}_3) = \frac{n(\text{O}_2)}{3} \times 2 = \frac{1,8 \times 2}{3} = 1,2 \text{ mol}$$

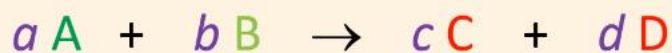
QUESTION 5 :

Il restera DE L'ALUMINIUM soit

$$n(\text{Al})_{\text{final}} = 2,8 - 4 \times 0,6 = 0,4 \text{ mol}$$

RÉSUMÉ

Réactif limitant : réactif entièrement consommé lors d'une transformation chimique totale.



$$\frac{n_0(A)}{a} < \frac{n_0(B)}{b}$$

Réactif limitant : A

$$\frac{n_0(A)}{a} > \frac{n_0(B)}{b}$$

Réactif limitant : B

$$\frac{n_0(A)}{a} = \frac{n_0(B)}{b}$$

A et B tous deux limitants.

On dit que les espèces A et B sont introduites dans les **PROPORTIONS STOECIOMETRIQUES**

C'est le réactif limitant qui impose les quantités de produits formés :

Si le réactif limitant est l'espèce A, alors il se forme :

- la quantité d'espèce C telle que : $\frac{n_f(C)}{c} = \frac{n_0(A)}{a}$

- la quantité d'espèce D telle que : $\frac{n_f(D)}{d} = \frac{n_0(A)}{a}$

