

Nom:..... Prénom:..... Classe:..... Date:

De la cuisine à la chimie

✔ Objectifs

- ☐ Stœchiométrie, réactif limitant.
- ☐ Identifier le réactif limitant à partir des quantités de matière des réactifs et de l'équation de réaction.

👤 Classe

2^{nde}

🕒 Durée

1,5 h

1 La chimie, c'est de la cuisine

📄 Document 1: Comparaison entre la cuisine et la chimie ¹

Une équation chimique peut être comparée à une recette de cuisine:

- Les produits de la réaction sont alors « les plats préparés ».
- Les réactifs en sont « les ingrédients » nécessaires, s'il en manque un seul, cela ne pourra pas se faire !
- Pour préparer un plat, vous devez non seulement connaître la nature des ingrédients mais aussi leurs quantités respectives.

Pour une transformation chimique, c'est le rôle des coefficients ou **nombre stœchiométriques** devant les réactifs qui donnent le nombre de moles mis en jeu. Les coefficients stœchiométriques pour les produits correspondent aux quantités (nombre de moles) préparées en appliquant la recette.

En résumé:

En cuisine	En chimie
Recette	Équation chimique
Nature des plats préparés	Produits de la réaction
Ingrédients nécessaires	Réactifs de la réaction
Proportions de chaque ingrédient	Coefficients stœchiométriques de chaque réactif
Quantité de chaque ingrédient	Nombre de moles de chaque réactif
Proportions des plats produits	Coefficients stœchiométriques de chaque produits
Quantité de chaque plat préparé	Nombre de moles de chaque produits

⚠ À vous d'adapter « la recette » en fonction :

- de ce que vous avez dans vos placards (quantités de réactifs à disposition), vous aurez peut-être des ingrédients en excès !
- ou du nombre de personnes à table (quantités de produits à préparer).

¹Ce TP est basé sur le travail de Mme Jullien du lycée Saint-Michel d'Annecy.

 Document 2: La recette de votre professeur

Recette pour 8 personnes

- Préchauffer le four à 180°C (thermostat 6) et faire ramollir le beurre puis le mélanger au sucre et à l'œuf dans un récipient. Verser le sucre vanillé, la levure et mélanger.
- Petit à petit, verser la farine tout en remuant afin que la pâte soit bien lisse et homogène. Incorporer les pépites de chocolat.
- Sur une plaque de papier sulfurisé, former de petites boules avec la pâte à cookies. Veiller à bien espacer chacune des petites boules (laisser 2 à 3 cm entre chaque) car elles vont s'élargir durant la cuisson.
- Enfourner pendant 10 min. Dès que les bords des cookies brunissent, les retirer du four.



Ingrédients

- 200 g de sucre
- 200 g de beurre mou
- 200 g de chocolat
- 1 sachet de levure chimique
- 2 œufs
- 300 g de farine

1. Faire la liste des ingrédients si on souhaite faire cette recette pour 6 personnes puis pour 34 personnes.

Solution: Pour passer d'une recette pour 8 personnes à 6 personnes, le coefficient de proportionnalité est de $6/8$. On multiplie donc toutes les quantités par $6/8$. On obtient 150 g de sucre, de beurre et de chocolat, $6/8$ e d'un paquet de levure et 1,5 œufs et 225 g de farine.

Pour passer d'une recette pour 8 personnes à 34 personnes, le coefficient de proportionnalité est de $34/8 = 4,25$. On multiplie donc toutes les quantités par 4,25. On obtient 850 g de sucre, de beurre et de chocolat, 4.25 paquet de levure et 8,5 œufs et 1275 g de farine.

2. Vous avez chez vous, les ingrédients ci-contre :

- (a) Pour combien de personnes pourrez-vous préparer des cookies ?

Solution: On peut passer à l'unité: pour une personne, les ingrédients sont $200/8 = 25\text{g}$ de sucre, beurre, ou chocolat, $1/8 = 0,125$ paquet de levure, $2/8 = 0,25$ œufs et $300/8 = 37,5\text{g}$ de farine.

Les quantités présentes nous permettent donc de préparer pour:

- Sucre: $800/25 = 32$ personnes,
- Beurre: $500/25 = 20$ personnes,
- Chocolat: $600/25 = 24$ personnes,
- Levure: $6/0.125 = 48$ personnes,
- Œufs: $3/0.25 = 12$ personnes,
- Farine: $1000/37.5 = 26.6$ personnes.

On pourra donc préparer au maximum pour 12 personnes.



- (b) Quel ingrédient vous empêchera-t-il de préparer davantage de cookies ? C'est votre ingrédient « limitant ».

Solution: L'ingrédient limitant est donc les oeufs qui ne permettent de préparer les cookies que pour 12 personnes au maximum.

(c) Combien vous restera-t-il de chacun des autres ingrédients ?

Solution: Il restera pour chacun des ingrédients:

- Sucre: $800 - 12 \times 25 = 500$ g,
- Beurre: $500 - 12 \times 25 = 200$ g,
- Chocolat: $600 - 12 \times 25 = 300$ g,
- Levure: $6 - 12 \times 0.125 = 4,5$ paquets,
- Œufs: $3 - 12 \times 0.25 = 0$ œufs,
- Farine: $1000 - 12 \times 37.5 = 550$ g.

2 Évolution d'une transformation chimique

On donne l'équation non équilibrée de la réaction de combustion du méthane:



3. Recopier et équilibrer l'équation de réaction étudiée.

Solution:



4. Faire une phrase donnant la signification de cette équation.

Solution: Une molécule de méthane réagit avec 2 molécules de dioxygène pour former une molécule de dioxyde de carbone et deux molécules d'eau.

On considère un récipient R contenant un certain nombre de molécules de méthane CH_4 noté $N(\text{CH}_4)_0$ et un certain nombre de molécules de dioxygène notées $N(\text{O}_2)_0$.

- Commencer par mettre dans le récipient 12 molécules de dioxygène et 10 de méthane.
- La simulation consiste pour chaque étape x , à retirer le nombre de molécules de chaque espèce chimique qui réagit de R et à les remplacer par les produits de la réaction. Attention aux coefficients stœchiométriques !
- On suit l'évolution du système, en comptant le nombre de molécules de chaque espèce chimique contenues dans R .

5. Réaliser la simulation et compléter le tableau suivant (attention, toutes les lignes ne seront pas forcément remplies).

Solution:

Étape x	Nombre total de molécules de CH_4 enlevées	Nombre de molécules de CH_4 présentes dans R	Nombre total de molécules de O_2 enlevées	Nombre de molécules de O_2 dans R	Nombre de molécules de CO_2 présentes dans R	Nombre de molécules de H_2O présentes dans R
0	0	10	0	12	0	0
1	1	9	2	10	1	2
2	2	8	4	8	2	4
3	3	7	6	6	3	6
4	4	6	8	4	4	8
5	5	5	10	2	5	10
6	6	4	12	0	6	12
7						

6. À partir des résultats obtenus, que peut-on remarquer sur la composition du système (récipient R) au fur à mesure des étapes ?

Solution: Au fur et à mesure, les molécules de dioxygène se vident deux fois plus vite que celle de méthane. De même, les molécules de d'eau apparaissent deux fois plus vite que celle de dioxyde de carbone.

7. Pour quelle étape la transformation s'arrête-t-elle ? Justifier.

Solution: La transformation s'arrête à l'étape 6 car il n'y a plus de dioxygène.

8. Quel est le réactif responsable de la fin de la transformation chimique ? On le nomme réactif limitant.

Solution: Le réactif limitant est le dioxygène (et ce n'est pas celui qui était présent en plus petite quantité à l'état initial).

9. Donner la composition du système (récipient) quand la transformation est finie. On parle alors de l'état final de la transformation chimique.

Solution: À l'état final, il reste 4 molécules de méthane, 0 de dioxygène, 6 molécules de dioxyde de carbone et 12 d'eau.

10. Combien faudrait-il avoir de molécules de méthane et de molécules de dioxygène en début d'expérience pour former 3 molécules de dioxyde de carbone ?

Solution: Si on observe l'étape 3, pour avoir 3 molécules de dioxyde de carbone, il faut avoir consommé 3 molécules de méthane et 6 molécules de dioxygène.

11. On souhaite préparer 2,5 mol de dioxyde de carbone, calculer les quantités de matière de méthane et de dioxygène nécessaire ainsi que la quantité de matière d'eau également préparée.

Solution: Pour préparer 2,5 mol de dioxyde de carbone, il en faut autant de méthane, et il en faut le double soit 5 mol de dioxygène.

3 La réaction qui a lieu dans votre cuisinière

On donne l'équation non équilibrée de la réaction de combustion du butane:



12. Recopier et équilibrer l'équation de réaction étudiée.

Solution:



ou en multipliant à gauche et à droite par 2:

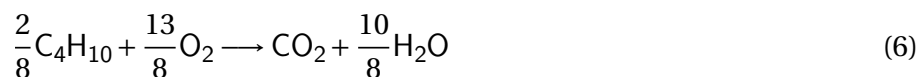


13. Faire une phrase donnant la signification de cette équation.

Solution: Deux molécules de butane réagissent avec 13 molécules de dioxygène pour former 8 molécules de dioxyde de carbone et 10 molécules d'eau.

14. On souhaite préparer 2,5 mol de dioxyde de carbone, calculer les quantités de matière de méthane et de dioxygène nécessaire ainsi que la quantité de matière d'eau également préparée.

Solution: Réécrivons l'équation selon:



Alors, pour 2,5 mol de dioxyde de carbone, il faut $\frac{13}{8}$ molécules de dioxygène soit $\frac{13}{8} \times 2,5 \text{ mol} = 4,1 \text{ mol}$.
Pour 2,5 mol de dioxyde de carbone, il faut $\frac{2}{8}$ molécules de dioxygène soit $\frac{2}{8} \times 2,5 \text{ mol} = 0,63 \text{ mol}$.