



BUT : Comprendre la stœchiométrie d'une réaction – Déterminer le réactif limitant et comprendre le bilan de matière qui en découle.

COMPETENCES :

APP	ANA/RAI	VAL
-----	---------	-----

Extraire et organiser l'information

(APP)

Procéder à des analogies – Exploiter des mesures, résultats ... – Construire les étapes d'une résolution de problème.

(ANA/RAI)

Interpréter des observations, des mesures... – Confronter un modèle à des résultats expérimentaux

(VAL)



Pour comprendre la stœchiométrie d'une transformation chimique, on peut s'appuyer sur la cuisine. En effet, face à une recette de cuisine, le cuisinier est confronté au problème des quantités indiquées d'ingrédients nécessaires à la préparation du plat, celles-ci n'étant pas toujours celles correspondant au nombre de parts souhaitées et encore moins aux quantités disponibles dans la cuisine.



Document 1 : Conservation de la matière

À la fin du XVIII^e siècle, Lavoisier initie le passage de l'alchimie à la chimie. Il établit que la masse totale des réactifs et des produits reste identique du début jusqu'à la fin de la réaction.

« Rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme »

Cette citation apocryphe* simplifie le sens de l'extrait original publié dans le *Traité élémentaire de chimie* pour signifier simplement que la quantité de matière avant et après une transformation chimique demeure la même et que l'état final n'est qu'une recombinaison de l'état initial. Cette affirmation est très proche de celle du philosophe présocratique grec Anaxagore de Clazomène qui écrit dans ses Fragments (V^{ème} siècle av. J.-C.) « Rien ne naît ni ne périt, mais des choses déjà existantes se combinent, puis se séparent de nouveau. »

source : Wikipedia

*Une citation apocryphe est une citation attribuée à une personne qui n'a pourtant jamais tenu les propos rapportés, ou alors les a exprimés sous une forme différente.

Document 2 : Stœchiométrie

En chimie la stœchiométrie, du grec ancien stoikheîon (« élément ») et métron (« mesure »), est un calcul qui permet d'analyser les quantités de réactifs et de produits qui sont en jeu au cours d'une réaction chimique. C'est aussi la proportion des éléments dans une formule chimique.

Jeremias Benjamin Richter (1762-1807) fut le premier à énoncer les principes de la stœchiométrie, en 1792. Il écrivait alors : « La stœchiométrie est la science qui mesure les proportions quantitatives ou rapports de masse dans lesquels les éléments chimiques sont impliqués. »

source : Wikipedia

Document 3 : Avancement d'une réaction

L'avancement d'une réaction peut être suivi par la grandeur notée x qui s'exprime en mole. Il correspond à la quantité de produit qui se formerait avec un nombre stœchiométrique égal à 1.

A l'état initial l'avancement d'une réaction chimique est 0 (aucun produit ne s'est encore formé et aucun réactif n'a encore été consommé). A l'état final d'une réaction totale, l'avancement maximal est atteint et on peut établir le bilan de matière.

1. A la sandwicherie

Dans une sandwicherie, on se propose de prévoir le nombre de sandwiches que l'on peut produire à partir des stocks disponibles en pain et en fromage. Les sandwiches produits se composent très simplement de deux tranches de pain et d'une tranche de fromage. On peut compléter la composition d'une tranche de viande.

Les gourmands peuvent demander un « double-cheese », c'est-à-dire un sandwich à 2 étages !

🔗 L'animation **Sandwiches** (lien dans Moodle) permet d'illustrer le problème avec la fabrication de sandwiches, recette ne nécessitant pas de compétences culinaires hors du commun !

1.1. Fabrication de sandwiches au fromage

Pour fabriquer un sandwich au fromage, on suit la « recette » :



🔗 Ouvrir le menu « Sandwiches » de l'animation.
Choisir sandwich **Fromage**.

🔗 Suivre les compositions du tableau pour répondre aux questions du paragraphe 1.1. de la feuille bilan.

1.2. Modélisation de la recette

La recette pour fabriquer les sandwiches peut être modélisée par l'équation suivante :



chaque nombre en couleur étant appelé **nombre stœchiométrique**.

☞ Répondre aux questions du paragraphe 1.2. de la feuille bilan.

1.3. Fabrication de sandwiches à la viande et au fromage.

Pour un sandwich plus complet, on rajoute une tranche de viande V.

La recette est alors :



Choisir sandwich **Viande et fromage**.



☞ Répondre aux questions 1.3.1. à 1.3.3. de la feuille bilan.

Choisir sandwich **Personnalisé**.
Composer un sandwich « double-cheese ».



☞ Répondre à la question 1.3.4. de la feuille bilan.

2. Et au labo de chimie ?

2.1. Equations chimiques

Comme pour composer des sandwiches, l'équation chimique modélisant une transformation chimique traduit les proportions dans lesquelles les réactifs sont consommés et les produits obtenus. C'est pourquoi l'équation doit toujours être ajustée. Les nombres stœchiométriques égaux à 1 ne sont en théorie, pas écrits.

Ouvrir le menu « **Molécules** » de l'animation.

2.1.1. Choisir Synthèse de l'eau.



☞ Répondre aux questions du paragraphe 2.1.1. de la feuille bilan.

2.1.2. Choisir Synthèse de l'ammoniac.

☞ Répondre aux questions du paragraphe 2.1.2. de la feuille bilan.

2.1.3. Choisir Combustion du méthane.

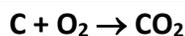
☞ Choisir les noms des réactifs qui conviennent dans la phrase proposée en 2.1.3. sur la feuille bilan.

2.2. Bilan de matière

Au labo de chimie, on ne compte pas les molécules mais on détermine les quantités de matières mises en jeu. Le bilan de matière à l'état initial ou à l'état final s'exprime alors en mol. Comme à la sandwicherie, le bilan de matière permet de prévoir les quantités de matières consommées et produites lors d'une transformation chimique.

☞ Pour chaque exemple de réaction présentée ci-après, prévoir quel sera le réactif limitant pour les conditions initiales proposées en reprenant la méthode vue en 1.2. avec les sandwiches.

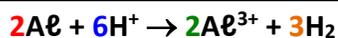
2.2.1. Combustion du carbone dans le dioxygène :



2.2.2. Combustion du méthane :



2.2.3. Corrosion de l'aluminium par un acide :



2.2.4. Action d'un acide sur le calcaire :



L'animation **Avancement de réaction** (lien dans Moodle) permet de vérifier les réponses dans chaque cas.

☞ Compléter les tableaux du paragraphe 2.2. pour établir le bilan de matière à l'état final dans chaque cas.

3. Retour à la sandwicherie pour les plus rapides

Comment prévoir le nombre de sandwiches en fonction des stocks disponibles ?

La masse d'une tranche de pain et celle d'une tranche de fromage sont parfaitement définies : $M_P = 20 \text{ g}$ et $M_F = 5 \text{ g}$

Le gérant de la sandwicherie dispose dans ses stocks d'une masse de pain $m_P = 16 \text{ kg}$ et d'une masse $m_F = 3,2 \text{ kg}$ en fromage.

☞ Répondre à la problématique suivante :

Du pain ou du fromage, lequel limitera la production de sandwiches ?

Combien de sandwiches au fromage peut-il produire au maximum d'après les quantités proposées ?