

DESCRIPTIF DE SUJET DESTINE AU PROFESSEUR

Objectif pédagogique	Aborder le changement d'échelle de description de la matière entre les niveaux macroscopiques et microscopique. Découvrir une première approche de la quantité de matière en utilisant la définition de la mole.
Notions et contenus	Seconde
	1. <u>Constitution de la matière de l'échelle macroscopique à l'échelle microscopique</u> <u>B) Modélisation de la matière à l'échelle microscopique</u> <ul style="list-style-type: none"> • Du macroscopique au microscopique, de l'espèce chimique à l'entité • Compter les entités de matière dans un échantillon
Capacités exigibles	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Déterminer la masse d'une entité à partir de sa formule brute et de la masse de ses atomes. ▪ Déterminer le nombre d'entités d'une espèce dans une masse d'échantillon. ▪ Déterminer la quantité de matière dans une masse d'échantillon.
Prérequis	<u>Cycle 4 – Organisation et transformation de la matière</u> – Notions de molécules, atomes, ions. – Associer les symboles aux éléments à l'aide de la classification périodique. – Interpréter une formule chimique en termes atomiques.
Type d'activité	Approche documentaire n°2
Description succincte	Dénombrement et ouverture sur la masse molaire (pour la première)
Compétences travaillées	S'approprier Analyser/Raisonner Réaliser Valider Communiquer
Mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Place dans la progression de la séquence et/ou de l'année</u> : Suite de l'activité n° 1 sur le dénombrement (Deux médicaments aux mêmes effets thérapeutiques) • <u>Cadre de mise en œuvre de l'activité</u> : Etude documentaire à réaliser individuellement ou en groupe en classe.
Source(s)	
Auteur(s)	Carine GRAULLIER – Lycée Voltaire – Orléans

ACTIVITÉ

SUPPORT(S) D'ACTIVITÉ ET/OU CONTEXTE

Doc. 1 : Deux médicaments aux mêmes effets thérapeutiques



Lors de l'activité précédente, vous avez découvert qu'un comprimé d'Aspirine UPSA 1000mg contenait le même nombre de molécules actives qu'un sachet d'Aspégic 1000mg ce qui permettait de comprendre que ces deux médicaments avaient le même effet sur notre organisme. Ils contenaient tous les deux $3,3 \cdot 10^{21}$ molécules actives.



Il paraît logique que les molécules d'un échantillon de matière (ex : médicament) ne sont en fait pas comptées une par une.

En effet, elles sont plutôt rassemblées en « paquets ». Chaque paquet est appelé « **une mole** ».

Doc. 2 : Analogie avec la vie de tous les jours

Au quotidien, les œufs, les grains de riz ou encore les feuilles de papier ne sont pas comptés à l'unité. Par exemple, on compte les œufs par douzaines et les feuilles de papier par ramette de 500 feuilles. Imaginez si nous devons compter une par une les feuilles d'une ramette ou encore un par un les grains de riz pour réussir la recette du rougail saucisse !



Doc. 3 : La constante d'Avogadro

Le chimiste « imite » pour les entités chimiques (atomes, molécules, ions), les regroupements utilisés dans la vie quotidienne avec les œufs ou les feuilles.

En effet, les objets manipulés au quotidien ou en chimie, possèdent un très grand nombre d'entités chimiques ce qui explique qu'elles soient regroupées en « paquets », regroupant un grand nombre d'entités identiques.

Il a été convenu que tous les paquets possèderaient le même nombre d'entités chimiques. Ce nombre est appelé **constante d'Avogadro, notée N_A** , et correspond à **$6,02 \cdot 10^{23}$ entités**.

Un paquet d'entités correspond à **une mole**.

Doc. 4 : La quantité de matière

Le nombre de paquets d'entités contenus dans un échantillon de matière correspond à la quantité de matière contenue dans l'échantillon.

Cette **quantité de matière** (ou nombre de moles) est notée **n** et s'exprime en **mol**.

Doc. 5 : Pour aller plus loin ...Utilité de la masse d'un paquet pour le chimiste

De plus, il peut être intéressant, à partir de la masse de l'entité chimique constituant l'échantillon étudié, d'en déduire la masse d'une seule mole (c'est-à-dire d'un « paquet de $6,02 \cdot 10^{23}$ entités»). Ainsi si on connaît le nombre de moles contenues dans un échantillon (solide ou liquide) il est aisé d'en déterminer sa masse. Il est tout de même plus simple d'aller peser 3 g de glucose en poudre que d'aller compter 10^{22} molécules de glucose une par une !

Données : masses des atomes

	Atomes	Hydrogène	Carbone	Azote	Oxygène
	Masse (en kg)	$1,67 \cdot 10^{-27}$	$1,99 \cdot 10^{-26}$	$2,33 \cdot 10^{-26}$	$2,7 \cdot 10^{-26}$

1) Comprendre l'utilité de la mole

a) À votre avis, combien de temps mettriez-vous à compter les feuilles d'une ramette en contenant 2000 ?
Combien de temps alors pour compter les $3,3 \cdot 10^{21}$ molécules actives contenues dans le sachet d'Aspégic ?

Les réponses aux questions suivantes seront à consigner dans le tableau ci-dessous.

b) Reprenons l'exemple des grains de riz, quelle est l'utilité de faire des « paquets » ?

- Amusons-nous à peser 30 grains de riz, on trouve ($m_{30 \text{ grains riz}}$).
- Déterminer alors la masse (m_{grain}) d'un grain de riz.
- A partir de la masse (m_{grain}) d'un grain de riz, calculer le nombre (N) de grains de riz contenus dans une masse $m = 2,5 \text{ kg}$ de grains de riz ?
- Quel est le nombre de grains (N_A) de riz contenus dans un paquet de masse $M = 1 \text{ kg}$ de riz. Discutez de cette valeur et de l'utilité des paquets de riz.
- En déduire le nombre de « paquets » (n) contenus dans cet échantillon de riz.

c) Adoptons le même raisonnement du point de vue du chimiste. Remplaçons alors le grain de riz par la molécule de saccharose de formule $C_{12}H_{22}O_{11}$.

- Quelle est la masse ($m_{\text{molécule sacc}}$) d'une molécule de saccharose ?
- Quel est le nombre (N) de molécules de saccharose contenues dans une masse $m = 1 \text{ kg}$ d'un échantillon de saccharose en poudre.
- Quel est le nombre (N_A) de molécules de saccharose contenues dans un « paquet » du chimiste ?
- En déduire la quantité de matière (n), en mol, (c'est-à-dire le nombre de « paquets »), contenue dans cet échantillon de sucre. **L'ordre de grandeur** est-il plus représentatif que le nombre de molécules N trouvé ?

Grandeur étudiée	Echantillon de Grains de riz	Echantillon de saccharose
Masse d'une entité $m_{\text{entité}}$		
masse m de l'échantillon étudié		
Nombre N d'entités dans l'échantillon étudié		
Nombre N_A d'entités dans un paquet d'entités		
Nombre de « paquets » ou quantité de matière n		

2) Retour sur la situation initiale :

Déterminer la quantité de matière n, en mol, des entités actives dans les deux médicaments étudiés.

Correction possible :

1) Comprendre l'utilité de la mole

1) Si l'on considère que l'on passe 1s par feuille, on peut estimer à 2000s la durée nécessaire pour compter les 2000 feuilles d'une ramette. Ce qui correspond à 33min et 20 s.

Selon le même raisonnement il faudrait ainsi $3,3 \cdot 10^{21}$ s pour compter les $3,3 \cdot 10^{21}$ molécules actives contenues dans le sachet d'Aspégic. Ce qui correspond à environ 10^{14} ans ! C'est plus que l'âge de l'Univers estimé à environ 13,7 milliards d'années ($1,37 \cdot 10^{10}$ ans), ce qui est donc impossible.

2) Reprenons l'exemple des grains de riz, quelle est l'utilité de faire des « paquets » ?

- Amusons-nous à peser 30 grains de riz, on trouve une masse de **0,577g**.

- Déterminer alors la masse (m_{grain}) d'un grain de riz : $m_{\text{grain}} = 0,577/30 = 1,9 \cdot 10^{-2} \text{g}$

- A partir de la masse (m_{grain}) d'un grain de riz, calculer le nombre (N) de grains de riz contenus dans une masse $m = 2,5$ kg de grains de riz ? $N = m / m_{\text{grain}} = 2500 / 1,9 \cdot 10^{-2} = 1,3 \cdot 10^5$ grains

- Quel est le nombre de grains (N_A) de riz contenus dans un paquet de masse $M = 1$ kg de riz. Discutez de cette valeur et de l'utilité des paquets de riz. $N_A = M / m_{\text{grain}} = 1000 / 1,9 \cdot 10^{-2} = 5,2 \cdot 10^4$ grains

Un paquet permet de dénombrer plus facilement la quantité de riz.

- En déduire le nombre de « paquets » (n) contenus dans cet échantillon de riz. $n = m/M$ ou $n = N/N_A$ on obtient **n = 2,5 paquets**

3) Adoptons le même raisonnement du point de vue du chimiste. Remplaçons alors le grain de riz par la molécule de saccharose de formule $C_{12}H_{22}O_{11}$.

- Quelle est la masse ($m_{\text{molécule sacc}}$) d'une molécule de saccharose ?

$m_{\text{molécule sacc}} = (12 \times m_C) + (22 \times m_H) + (11 \times m_O) = 5,7 \cdot 10^{-25} \text{kg} = 5,7 \cdot 10^{-22} \text{g}$

- Quel est le nombre (N) de molécules de saccharose contenues dans une masse $m = 1$ kg d'un échantillon de saccharose en poudre.

$N = m / m_{\text{molécule sacc}} = 1000 / 5,7 \cdot 10^{-22} = 1,7 \cdot 10^{24}$ molécules

- Quel est le nombre (N_A) de molécules de saccharose contenues dans un « paquet » du chimiste ?

Selon le document 3 : N_A correspond à **6,02.10²³ entités**.

- En déduire la quantité de matière (n), en mol, (c'est-à-dire le nombre de « paquets »), contenue dans cet échantillon de sucre. **L'ordre de grandeur** est-il plus représentatif que le nombre de molécules N trouvé?

$n = N/N_A$ on obtient **n = 2,8 paquets** ce résultat est plus représentatif que le nombre de molécules N trouvé.

Grandeur étudiée	Echantillon de Grains de riz	Echantillon de saccharose
Masse d'une entité $m_{\text{entité}}$	$1,9 \cdot 10^{-2} \text{g}$	$5,7 \cdot 10^{-22} \text{g}$
masse m de l'échantillon étudié	$2,5 \text{ kg} = 2500 \text{ g}$	$1 \text{ kg} = 1000 \text{ g}$
Nombre N d'entités dans l'échantillon étudié	$1,3 \cdot 10^5$ grains	$1,7 \cdot 10^{24}$ molécules
Nombre N_A d'entités dans un paquet d'entités	$5,2 \cdot 10^4$ grains	$6,02 \cdot 10^{23}$ molécules
Nombre de « paquets » ou quantité de matière n	2,5	2,8

2) Retour sur la situation initiale :

Déterminer la quantité de matière n, en mol, des entités actives dans les deux médicaments étudiés.

Le document 1 indique que les deux médicaments contiennent $3,3 \cdot 10^{21}$ molécules.

D'après l'étude précédente cela correspond à $n = 3,3 \cdot 10^{21} / 6,02 \cdot 10^{23} = \underline{5,48 \cdot 10^{-3} \text{ mol}}$

Critères de réussite :

Domaine de Compétences évaluées	Critères de réussite
S'approprier (APP)	<u>Extraire des informations des documents :</u> Valeur de N_A (doc.1) Nombre de molécules actives dans les médicaments (doc.1) Masse des atomes (doc.5)
Analyser/Raisonner (ANA)	Déterminer la masse d'une entité connaissant la masse d'un échantillon d'entités Utiliser la notion de « paquet » ou de regroupement d'entités
Réaliser (REA)	Mesurer la masse de 30 grains de riz Calculer la masse d'une molécule connaissant la masse des atomes la constituant, en utilisant la notation scientifique
Valider (VAL)	<u>Porter un regard critique sur les valeurs numériques trouvées :</u> Durée de comptage des feuilles, des molécules Comparaison avec des ordres de grandeurs de durées connues