

Nom de l'élève : _____

Groupe : _____

Québec Science au Secondaire



SITUATION D'APPRENTISSAGE
ET D'ÉVALUATION

Dame Nature, cette visionnaire

CAHIER DE L'ÉLÈVE

Durée

75 min

Clientèle visée

Les élèves de deuxième année du deuxième cycle, Science et technologie et science (ST) et technologie de l'environnement (STE)

Article lié

«Dame Nature, cette visionnaire» (Magazine Québec Science, volume 55, numéro 3, novembre 2016, pages 11 et 12), rédigé par la journaliste Marine Corniou

RÉSUMÉ DE L'ARTICLE

«Les MOF, des matériaux nanoporeux synthétiques, ont la cote auprès des industriels. On les croyait tout droit sortis de l'imagination humaine. Mais la nature y avait pensé avant! »

SUGGESTION D'AMORCE

Posez cette question aux élèves :

Pensez-vous qu'il existe des matériaux que nous n'avons toujours pas encore découverts? Existe-t-il, dans l'univers, ou sur terre, des matériaux dont la structure chimique est encore inconnue ?

Discutez pour connaître l'opinion de vos élèves à ce sujet.

Enchaînez ensuite avec la question suivante : sommes-nous capables de construire de nouveaux matériaux, en laboratoire? Est-ce vous pensez que Dame Nature avait déjà pensé à tout? Est-ce qu'il y a des matériaux qu'il serait possible d'obtenir et qui n'existent pas à l'état naturel?

Lecture active - 20 minutes

Commencez par une lecture individuelle du texte.

Distribuez à chaque élève une copie du Cahier de l'élève.

Récupérez les cahiers et évaluez les élèves en fonction du barème proposé ou corrigez en classe et invitez les élèves à s'autoévaluer.

À la suite de cette SAÉ ou à un autre moment de l'année, réalisez les activités complémentaires suggérées.

CAHIER DE L'ÉLÈVE

Les réseaux métallo-organiques, ou MOF (en anglais), sont des matériaux qui pourraient révolutionner plusieurs secteurs d'activité, notamment celui des transports.

«Ces matériaux artificiels, synthétisés pour la première fois en 1992, sont des cristaux composés à la fois de molécules organiques (à base de carbone et d'hydrogène) et d'ions métalliques, comme l'aluminium ou le fer. Leur structure nanoporeuse, flexible, leur permet de capturer des gaz, comme l'hydrogène ou le CO₂».

1 Commençons par comprendre ce qu'est un MOF en décortiquant la définition donnée dans le texte.

b. Qu'est-ce qu'un cristal ?

1

c. Qu'est-ce qu'une molécule organique? D'où viennent-elles?

1

d. Qu'est-ce qu'un métal?

1

e. Qu'est-ce qu'un ion métallique ?

1

f. Résume, dans tes propres mots, ce que tu penses qu'est un *MOF* à l'aide de tes réponses précédentes

1

2 Il existe plusieurs classes de matériaux. Ces classes ont pour but de nous aider à organiser la matière, un peu comme lorsque nous classons les différentes familles du monde animal : mammifères, poissons, reptiles, oiseaux...

Parmi ces classes de matériaux, nous retrouvons les polymères (dont font partie certaines matières organiques, comme le bois et les plastiques), les céramiques et les métaux.

a. Comment s'appellent les matériaux qui mélangent des classes de matériaux ensemble ?

1. Des polymères
2. Des matériaux composites
3. Des matériaux mélangés
4. Ça n'existe pas

1

b. Quel est l'avantage de mélanger les propriétés de différents matériaux?

1

c. Nomme trois exemples d'objets qui mélangent les types de matériaux et leurs propriétés

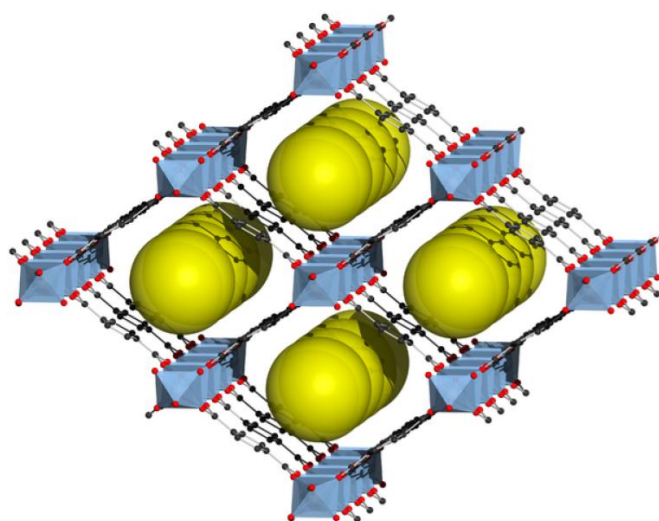
1

d. Quelles sont les deux classes de matériaux dont sont composés les *MOF* ?

1

Les *MOF* possèdent des caractéristiques étonnantes. Les scientifiques assemblent leur structure cristalline en laboratoire en utilisant des ions métalliques et des molécules organiques, comme un jeu de Legos.

« Inutile de dire qu'ils [les MOFs] suscitent un vif engouement chez les industriels, notamment auprès des compagnies gazières et des constructeurs automobiles, qui y voient une façon de stocker le gaz naturel [...] »



3 À l'intérieur des *MOF*, on retrouve des cavités, comme de petites «grottes» dans lesquelles peuvent se réfugier des molécules de gaz qu'on appelle des invités. Ces cavités sont représentées par les

boules rondes dans la modélisation ci-haut. Les cavités peuvent être de différentes grosseurs pour s'adapter à la grosseur de la molécule invitée, comme du méthane, de l'hydrogène moléculaire ou du gaz carbonique.

a. Selon toi, laquelle de ces substances nécessitera la plus petite cavité? Justifie.

1. Le gaz naturel (CH₄)
2. L'hydrogène moléculaire (H₂)
3. Le gaz carbonique (CO₂)

1 2

b. (STE) Les molécules de méthane, de gaz carbonique et de dihydrogène ont-elles des liens covalents ou des liens ioniques ? Illustre ces liaisons à l'aide de la notation de Lewis.

1. Ionique
2. Covalent

CH ₄	H ₂	CO ₂

1 2 3 4

L'industrie automobile s'intéresse particulièrement aux MOF. Celle-ci y voit une façon sécuritaire de stocker de l'hydrogène ou du gaz naturel. Ces deux gaz pourraient alimenter un moteur à combustion.

Actuellement, pour stocker ces gaz dans des bonbonnes, il faut y mettre une très grande pression à très basse température, ce qui n'est pas très sécuritaire. Imaginez simplement faire un accident avec une bonbonne de gaz comprimé explosif dans votre coffre!

4 Les MOF permettent de diminuer la pression nécessaire pour stocker du gaz à une température acceptable, ce qui rendrait l'utilisation de gaz naturel ou d'hydrogène plus sécuritaire dans les voitures.

a. Quelle est la relation entre la température et la pression d'un gaz?

1. Plus la température monte, plus la pression monte
2. Plus la température monte, plus la pression diminue.

1

b. Explique pourquoi, pour remplir une bonbonne, il faut diminuer la température du gaz.

1 2

c. Voici les formules de combustion du dihydrogène et du gaz naturel.

1. $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. $2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$

Si l'eau produite est recueillie sous forme liquide dans les deux réactions (elle ne va pas dans l'atmosphère), laquelle des deux réactions semble être préférable pour l'environnement? Justifie.

1 2

d. Le gaz naturel peut être renouvelable ou non renouvelable. Cela dépend

d'où il vient. Effectue une petite recherche pour trouver un exemple de gaz naturel provenant d'une source renouvelable, et une autre provenant d'une source non renouvelable.

1 2

5 Une autre possibilité qu'offrent les MOF est d'être utilisé comme capteur de gaz et comme filtre à gaz à effet de serre.

a. Qu'est-ce que l'effet de serre?

1

b. Quels sont les 4 principaux gaz à effet de serre?

1 2

c. Explique comment, selon toi, l'ajout de filtres de type MOF pourrait diminuer les émissions de gaz à effet de serre de certains secteurs industriels.

1

d. Trouve une façon de valoriser (rendre rentable) les déchets d'une usine produisant beaucoup de méthane avec les MOF.

1

Trouvées dans le pergélisol à 230 m sous terre, au milieu du charbon, ces

« éponges » mi-organiques, mi-minérales ne supplanteront toutefois pas les MOF de synthèse. « Ces minéraux sont très rares, et beaucoup moins sophistiqués que les MOF commerciaux, précise le chimiste. Mais d'autres pourraient exister ailleurs, de façon plus abondante. Et nous étudions en ce moment les propriétés de ces MOF, car même si leur structure est primitive, ils peuvent nous réserver des surprises ! »

6 Dame Nature a, elle aussi, «pensé» à créer des *MOF*. On apprend dans le texte qu'on a retrouvé des *MOF* à l'état naturel dans le pergélisol, dans une mine de charbon.

a. Qu'est-ce que le pergélisol?

1

b. Qu'est-ce que du charbon?

1

c. Émets une hypothèse qui explique pourquoi des Russes ont retrouvé ce type de matériaux très rare dans une mine de charbon dans le pergélisol.

1 2

Total / 32

Pour aller plus loin

Présentation orale ou recherche documentaire :

Comme tu l'as peut-être appris dans cette situation d'apprentissage, le dihydrogène pourrait être utilisé dans un moteur à explosion, comme du gaz naturel ou de l'essence.

Toutefois, le dihydrogène peut aussi être utilisé dans une pile à combustible. Ce type de pile est alimentée par un combustible (du dihydrogène) et génère de l'électricité pour alimenter un moteur électrique. Ainsi, au lieu de recharger ta pile de voiture, tu pourrais remplir une bonbonne *MOF* pour que celle-ci alimente ton automobile en électricité! Plus besoin d'attendre des heures pour recharger une pile, un simple arrêt à une station-service pour remplir ton *MOF* d'hydrogène moléculaire suffit.

Mais comment produit-on de l'hydrogène moléculaire? Bien que cet élément soit le plus abondant dans l'Univers, on le trouve relativement peu sous forme naturelle sur Terre, dû à sa grande réactivité chimique.

Effectue une recherche pour savoir comment il serait possible de produire de l'hydrogène moléculaire à grande échelle. Ensuite, liste les impacts potentiels sur l'environnement que pourrait avoir ton type d'installation et propose des solutions pour y remédier.

SAÉ conçue et réalisée grâce au soutien financier du Ministère de l'Économie, de la Science et de l'Innovation du Québec.

Recherche, rédaction, conception: Zapiens Communication Scientifique.

Graphisme et mise en page: Bishop Games