

Durée

30–45 min

À voir

Les progrès de la technologie des microscopes nous ont permis d'observer les cellules de plus près.

Vocabulaire

- microscope électronique

Ressources pédagogiques

DR 0.0-3 : Organisateur graphique : diagramme de Venn (comparaison de trois éléments)

DR 0.0-11 : Organisateur graphique : boîte d'idées scientifiques

Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

Ressource**complémentaire**

Site Web de sciences et technologie, 8^e année : www.duvaleducation.com/sciences

ATTENTES

- Évaluer l'impact sur la société et l'environnement des progrès scientifiques et technologiques réalisés dans le domaine de la cellule.
- Examiner, à partir d'observations et de recherches, les fonctions et les processus essentiels des cellules animales et végétales.

CONTENUS D'APPRENTISSAGE**Acquisition d'habiletés en recherche scientifique, en conception et en communication**

- Utiliser les termes justes pour décrire ses activités d'expérimentation, de recherche, d'exploration et d'observation.

Rapprochement entre les sciences, la technologie, la société et l'environnement

- Analyser l'impact de diverses technologies sur notre compréhension de la cellule et des processus cellulaires.
- Évaluer en quoi les percées scientifiques dans le domaine de la cellule et des processus cellulaires peuvent se révéler à la fois bénéfiques et néfastes pour la santé et l'environnement, en considérant différentes perspectives.

CONTEXTE SCIENTIFIQUE**Le microscope électronique**

- La résolution du microscope électronique est directement liée à la taille des particules (ou de la longueur d'ondes) utilisées pour produire l'image. Le microscope optique utilise des faisceaux de lumière pour produire une image. Le microscope électronique utilise plutôt les électrons. Les électrons sont les petites particules qui tournent autour du noyau d'un atome. Un microscope électronique peut donner une image beaucoup plus détaillée qu'un microscope optique parce que la taille d'un électron est beaucoup plus petite que la longueur d'ondes d'une onde lumineuse visible.

Le microscope électronique à balayage

- Les échantillons observés au microscope électronique à balayage (MEB) subissent une préparation spéciale qui leur permet de supporter le vide dans le microscope. Le spécimen est d'abord asséché pour l'empêcher de se rider ou de rétrécir. Il est ensuite recouvert d'une mince couche d'or pour le rendre conducteur d'électricité.
- Des « lentilles » magnétiques focalisent un faisceau d'électrons qui balaie systématiquement le spécimen. Quand le faisceau d'électrons touche le spécimen, il déloge les électrons à la surface du spécimen et ceux-ci sont détectés par un ordinateur.

- L'ordinateur analyse les régularités produites par ces électrons délogés et en fait une image. Le MEB donne une image en trois dimensions de la surface du spécimen. Ces images sont généralement en noir et blanc.

Le microscope électronique à transmission

- Le microscope électronique à transmission (MET) ressemble plus à un microscope optique qu'à un MEB. L'image obtenue par un microscope optique est le résultat des différences produites dans la transmission des ondes lumineuses lorsqu'elles traversent différentes parties du spécimen. L'image obtenue par un MET est le résultat des différences produites dans la transmission des électrons lorsqu'ils traversent le spécimen.
- Pour que les électrons puissent le traverser, le spécimen doit être très mince (moins de 1 μm). Il doit aussi pouvoir supporter le vide dans le microscope.
- Les scientifiques fixent souvent le spécimen dans du plastique ou le congèlent pour pouvoir le couper en tranches très fines. Les scientifiques peuvent aussi colorer le spécimen avec des métaux lourds comme le plomb, l'uranium ou le tungstène afin d'améliorer les contrastes dans l'image obtenue.

- Le spécimen placé dans le MET est traversé par un faisceau d'électrons. Comme dans le MEB, les lentilles magnétiques focalisent le faisceau. Certains électrons heurtent le spécimen et se dispersent, d'autres le traversent. Un capteur enregistre

le nombre et l'emplacement des électrons transmis. Ensuite, un ordinateur interprète les données pour donner une image en deux dimensions de la structure interne du spécimen.

IDÉES FAUSSES À RECTIFIER

- *Repérage* Les images du MET (et certaines images du MEB) sont colorées et les élèves peuvent penser que les microscopes électroniques produisent des images visuelles ou que les couleurs de l'image MET sont les couleurs réelles de l'objet.
- *Clarification* Les images produites par un microscope électronique sont en réalité une interprétation faite par l'ordinateur de la diffusion ou des caractéristiques de transmission des électrons qui interagissent avec le spécimen. Le faisceau d'électrons analysé par l'ordinateur ne contient aucune information quant à la couleur du spécimen. La couleur est ajoutée à l'image par l'ordinateur ou les scientifiques pour en augmenter les contrastes ou améliorer sa visibilité.
- *Et maintenant?* Demandez aux élèves : *Pourquoi les deux micrographies d'électrons du même spécimen ont-elles des couleurs différentes?* (Les couleurs sont ajoutées par l'ordinateur ou par les scientifiques qui l'utilisent. Selon le logiciel ou la personne qui l'utilise, les couleurs choisies peuvent varier pour mettre en évidence différentes composantes dans l'image.)

À la maison

Suggeriez aux élèves que cela intéresse de discuter des microscopes avec leurs parents ou leur tuteur ou tuteur. Encouragez-les à leur demander si elles ou ils ont déjà utilisé un microscope. Si c'est le cas, les élèves devraient les questionner sur leur expérience avec le microscope (p. ex., de quel type de microscope il s'agissait et à quelles fins il était utilisé). Demandez aux élèves de discuter en petits groupes de ce qu'ils ont appris.

NOTES PÉDAGOGIQUES

1 Stimuler la participation

- Demandez aux élèves d'étudier les figures 1, 3 et 4 de leur manuel. Demandez-leur en quoi ces images diffèrent de ce qu'ils ont vu à l'aide du microscope optique. Ils devraient répondre que ces images sont beaucoup plus détaillées et ont une résolution supérieure.

2 Explorer et expliquer

- Encouragez les élèves à réfléchir à la capacité des microscopes électroniques à grossir de très petits spécimens et aux progrès scientifiques qui ont découlé de cette technologie. L'objectif principal de cette section devrait être l'importance des microscopes électroniques plutôt que les détails sur leur fonctionnement.
- Attirez l'attention des élèves sur la liste des organites à la première page de cette section. Expliquez-leur que, bien que certains de ces organites (comme les mitochondries et le réticulum endoplasmique) peuvent être observés au microscope optique dans certaines conditions (soit sous un fort grossissement ou avec une teinture spéciale), seuls les microscopes électroniques permettent d'observer les détails de leurs structures. Expliquez que les microscopes électroniques permettent aussi aux scientifiques d'observer les structures des noyaux, des chloroplastes et des vacuoles (les organites présentés à la section 4.5).
- Demandez aux élèves d'observer la figure 4 de leur manuel. Insistez sur le fait que les images produites par le MEB sont en trois dimensions (figure 4(b)), tandis que le MET ne produit que des images en deux dimensions (figure 4(a)). Amorcez une discussion sur les avantages et les inconvénients de chaque type d'image.

3 Approfondir et évaluer

- Rappelez aux élèves qu'un plus fort degré de grossissement ne veut pas toujours dire une meilleure technologie. Chaque type de technologie comporte ses avantages et ses désavantages. Le choix d'un type de microscope dépend de la situation. Discutez des avantages et des désavantages du microscope optique et du microscope électronique.
- Expliquez aux élèves que le domaine de la biologie s'intéresse maintenant surtout à l'activité biologique des cellules, c'est-à-dire à la manière dont se produisent réellement les processus cellulaires internes, ce qui se produit lorsque ces processus sont perturbés et, dans ce cas, comment les scientifiques pourraient y remédier. Ces progrès sont dûs en grande partie aux nouvelles technologies de la microscopie, qui permettent aux scientifiques d'observer les choses à l'échelle moléculaire. Faites discuter les élèves des raisons pour lesquelles ces progrès étaient impossibles à l'époque où la seule technologie disponible était le microscope optique.
- Demandez aux élèves de répondre aux questions de la rubrique **Vérifie ta compréhension**.

VÉRIFIE TA COMPRÉHENSION – SUGGESTIONS DE RÉPONSES

1. a) Exemple de réponse : Les images produites par le microscope électronique sont beaucoup plus détaillées et certaines sont en trois dimensions. Le microscope optique ne permet pas de voir en trois dimensions.
b) Exemple de réponse : Je préfère les images du microscope électronique parce qu'on peut y voir beaucoup plus de détails.
2. Les microscopes électroniques permettent aux scientifiques de voir les organites plus en détail, ce qui était impossible avec le microscope optique – mitochondrie, réticulum endoplasmique, ribosomes, appareil de Golgi et lysosomes. Les microscopes électroniques permettent également aux scientifiques de voir les détails de la structure interne de différents organites.
3. Les deux types de microscopes électroniques couramment utilisés sont le MEB (microscope électronique à balayage) et le MET (microscope électronique à transmission).
4. Les microscopes électroniques sont utilisés par les biologistes pour étudier la structure et la fonction des cellules. Ils sont aussi utilisés en criminalistique, en nanotechnologie et dans l'industrie minière.
5. Les microscopes électroniques sont encombrants, demandent une formation spécialisée et coûtent cher. Les spécimens observés exigent une longue préparation et doivent être morts parce qu'ils sont insérés dans un plastique. Le MEB ne permet d'observer que l'extérieur d'un spécimen ; le MET ne permet d'observer que de minces sections d'un organisme.
6. Le MET projette des électrons sur le spécimen. Ceux-ci traversent le spécimen pour produire une image. Les autres électrons sont réfléchis ou changent de direction. Le MEB utilise les électrons qui sont réfléchis pour produire une image en trois dimensions, mais seulement de l'extérieur du spécimen.

Enseignement différencié

Outils +

- Remettez aux élèves le DR 0.0-3, « Diagramme de Venn (comparaison de trois éléments) » pour comparer le microscope optique, le microscope électronique à balayage et le microscope électronique à transmission.

Défis +

- Faites le nécessaire pour emmener les élèves que cela intéresse dans une université ou une entreprise qui utilise le microscope électronique. Si ce n'est pas possible, faites-les correspondre avec des chercheuses ou chercheurs universitaires qui utilisent le microscope électronique. Les élèves devraient préparer un rapport sur le type de microscope électronique utilisé, ainsi que la manière dont il est utilisé.

FLS

- Distribuez le DR 0.0-11, « Organisateur graphique : boîte d'idées scientifiques ». Demandez aux élèves de remplir une case pour les microscopes électroniques à balayage et une autre pour les microscopes électroniques à transmission. Encouragez-les à utiliser des dessins et des mots dans leur langue maternelle pour décrire chaque type de microscope.

Info techno : L'avenir de la microscopie

- La tomographie électronique peut être utilisée pour produire une image détaillée en trois dimensions de spécimens congelés. Durant la tomographie, on fait pivoter le spécimen par rapport au capteur d'électrons. Ceci permet au capteur de produire des images de « tranches » du spécimen. Ces tranches sont ensuite « superposées » pour former une image en trois dimensions. Ce processus ressemble beaucoup à celui de la tomographie assistée par ordinateur (tomodensitométrie) utilisée pour obtenir une image des organes à l'intérieur du corps humain.
- SPIM est le sigle anglais de *Selective Plane Illumination Microscopy*, ou microscopie par illumination sélective planaire. Dans ce type de microscopie, un spécimen est mis en suspension dans une fiole contenant un liquide. Le spécimen est éclairé latéralement par un rayon laser. Les lentilles de détection sont placées à 90° de la source lumineuse (au lieu de se trouver sur le même axe comme dans un microscope optique). La lumière traversant le spécimen donne l'image d'une « tranche » du spécimen. En faisant tourner la fiole, on peut obtenir différentes vues du spécimen. Ceci permet aux chercheuses et chercheurs d'examiner les parties du spécimen qui autrement seraient cachées.
- Le microscope SuperSTEM utilise des lentilles magnétiques spéciales pour focaliser le faisceau d'électrons avec une grande précision. Ce faisceau est moins focalisé dans les microscopes à électrons conventionnels, ce qui donne lieu à des aberrations ou à une image floue si le grossissement est trop important. (Ces aberrations sont semblables à celles que produit le microscope optique lors d'un fort grossissement, pour les mêmes raisons, c'est-à-dire qu'à ce moment le faisceau d'imagerie – lumière ou électrons – est plus large que l'objet examiné.) Dans le cas du Super STEM, la focalisation très précise du faisceau d'électrons réduit les aberrations. Ceci permet d'obtenir une image nette d'objets plus petits qu'un angström (un angström mesure 10^{-10} mètre).
- Amorcez une discussion sur les similarités et les différences entre les microscopes mentionnés dans le texte « L'avenir de la microscopie » et les microscopes optiques que les élèves ont utilisés en classe.
- À la suite de la discussion, demandez aux élèves d'imaginer que Robert Hooke voyage dans le temps et rencontre l'une ou l'un des scientifiques qui a mis au point le SPIM ou le SuperSTEM. Demandez-leur de composer un dialogue entre Robert Hooke et cette personne.

PROGRESSION DANS L'APPRENTISSAGE

Ce qu'il faut surveiller

Ce qui indique que les élèves peuvent...

- comparer et faire la différence entre un microscope optique et un microscope électronique ;
- nommer les avantages et les inconvénients des microscopes électroniques ;
- déterminer, pour un spécimen donné, quel type de microscope conviendrait le mieux et expliquer pourquoi ;
- expliquer l'impact de la microscopie électronique sur notre compréhension de la cellule.