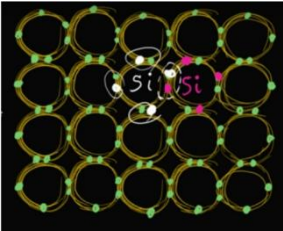


6.	Que sont les semi-conducteurs ? (18)
Groupe cible	Élèves, enseignants en option
Âge des élèves	14–18
Durée	2 heures (résultat final de l'expérience après 24 heures)
Aperçu	Les élèves créeront et observeront des cristaux de sulfate de cuivre, puis élaboreront un modèle de ce qui se passe au niveau moléculaire et appliqueront ces découvertes à d'autres substances. Les élèves apprendront comment les semi-conducteurs sont produits, et découvriront d'autres usages industriels et commerciaux de ces matériaux.
Matériel	• Bécher • Ordinateurs avec accès à YouTube et Flipgrid • Sulfate de cuivre (II) pentahydraté (70 g) • Microscope de dissection (pour observer les cristaux ; à défaut, une image peut être montrée depuis Internet) • Erlenmeyer • Papier aluminium • Entonnoir avec coton • Eau chaude (100 ml) • Ficelle en plastique • Fiche élève semi-conducteurs
Questions essentielles	1. Comment pouvons-nous utiliser des matériaux naturels pour fabriquer des composants électroniques ? 2. Comment se développe une structure cristalline ? 3. Quelle est la relation entre les semi-conducteurs et les cristaux ?
Engager	Activation des connaissances préalables • Les élèves partagent leurs connaissances sur les cristaux, les structures cristallines moléculaires et les semi-conducteurs en complétant individuellement la section A de la fiche élève • . Les élèves comparent leurs observations avec un camarade et complètent la section B de la fiche élève sur les semi-conducteurs. (NGSS SEP : poser des questions et définir des problèmes) • Chaque binôme d'élèves partage au moins une réponse, et l'enseignant établit une liste commune des connaissances, observations et interrogations de la classe. (Pratique culturellement adaptée : l'enseignant encourage et accepte toutes les réponses de la classe en valorisant les différentes idées et connaissances de base que les élèves apportent à cette leçon)
Explorer	• Exploration et création de cristaux • L'enseignant introduit la section d'exploration en partageant les grandes idées suivantes avec les élèves : • Montrer la vidéo : « Vous êtes l'avenir des semi-conducteurs ! » • → https://vimeo.com/639743392 • Les semi-conducteurs sont utilisés dans pratiquement toutes les technologies. • Le processus de fabrication d'un semi-conducteur implique du sable et des cristaux • Nous allons modéliser le processus de cristallisation avec une autre substance (le sulfate de cuivre) • Les élèves travaillent en groupes pour observer des cristaux de sulfate de cuivre (préparés par l'enseignant au moins 24 heures à l'avance) et complètent la section C de la fiche élève sur les semi-conducteurs. (NGSS SEP : poser des questions et définir des problèmes)

	Les élèves travaillent en groupes pour créer des cristaux de sulfate de cuivre et observer la structure du réseau cristallin au microscope de dissection. Les élèves complètent la section D de la fiche élève sur les semi-conducteurs. (NGSS SEP : planifier et mener des investigations)
Instructions	Les élèves commencent ici et regardent une courte vidéo de l'expérience « <i>Comment faire pousser un cristal de sulfate de cuivre (expérience simple)</i> » avant de commencer par eux-mêmes. → https://www.youtube.com/watch?v=FFR4nei9qv8 Procédure : - Ajoutez 70 grammes de sulfate de cuivre pentahydraté dans un bécher. - Versez 100 ml d'eau chaude dessus et remuez pendant 10 à 15 minutes (ou jusqu'à ce que la poudre soit dissoute). - Une fois la poudre dissoute, utilisez l'entonnoir avec le coton pour filtrer la solution dans un erlenmeyer. - Transférez le liquide de l'erlenmeyer dans un bécher et couvrez-le de papier aluminium pendant 24 heures. - Après 24 heures : versez délicatement le liquide du bécher dans un erlenmeyer pour révéler les cristaux formés.
Expliquer	- Relier les cristaux de sulfate de cuivre aux cristaux de silicium - Après avoir comparé et observé les cristaux de sulfate de cuivre et créé les leurs, les élèves sont guidés par l'enseignant à travers une discussion de classe reliant les cristaux de sulfate de cuivre aux cristaux de silicium. Les élèves regardent une courte vidéo « <i>Du sable au silicium : la fabrication d'une puce / Intel</i> » sur les semi-conducteurs et complètent des notes à trous dans la section E de la <i>fiche élève sur les semi-conducteurs</i>. (NGSS SEP : élaborer et utiliser des modèles) → https://www.youtube.com/watch?v=Q5paWn7bFg4 - Corrigé de la section Expliquer : - Teacher Research Consultants, LLC - La formation des cristaux de sulfate de cuivre est similaire à celle des cristaux de silicium. Le silicium se trouve dans le sable de silice après séparation en silicium et en oxygène. - Les cristaux de silicium peuvent être utilisés pour créer le substrat des semi-conducteurs. - Les semi-conducteurs sont utilisés dans diverses technologies telles que les téléphones portables, les ordinateurs et l'intelligence artificielle. - À quoi cela ressemblerait-il si nous zoomions sur des cristaux de silicium ? Recopiez le schéma du tableau : Schéma du cristal de silicium :  - Nous ne pouvons pas fabriquer de cristaux à partir de sable en classe car cela nécessite beaucoup plus de chaleur (plus de 3000 degrés Fahrenheit). - Nous avons utilisé du sulfate de cuivre pour fabriquer des cristaux car il est facile et sûr à manipuler. Des scientifiques en laboratoire manipulent le silicium, qui peut ensuite être utilisé dans la technologie. - Apprenons-en davantage sur ce processus maintenant.
Approfondir	Des cristaux de silicium aux semi-conducteurs - Les élèves regardent un extrait (du début à 7:30) de la vidéo de Khan Academy Khan Academy Semiconductor « <i>Introduction aux semi-conducteurs</i> » → https://www.youtube.com/watch?v=60Qz051rD_w

	Introduction, et complètent en classe la section F de la <i>fiche élève sur les semi-conducteurs</i> . (NGSS SEP : construire des explications et concevoir des solutions) • L'enseignant présente aux élèves la diversité des personnes impliquées dans la création des semi-conducteurs et met en avant le Dr Anuja DaSilva, scientifique des matériaux. → https://docs.google.com/document/d/1xfX8QJTI9cqsqw_BWl3lPczvTEZ_wGOZRmid_QY2v8E/edit?tab=t.0 (Focus métier : les scientifiques des matériaux étudient les structures et les propriétés chimiques de divers matériaux naturels, synthétiques ou composites, et travaillent à trouver des moyens de renforcer ou de développer de nouveaux matériaux pour une variété de produits.) • Corrigé de la section Approfondir : ○ Combien d'électrons de valence le silicium possède-t-il ? Qu'y a-t-il d'important à propos de ces électrons ? -> 4 électrons de valence, et ils sont importants car ils peuvent réagir avec d'autres éléments ○ Quel élément possède le plus d'électrons libres : le cuivre ou le silicium ? -> Le cuivre ○ Lequel est le meilleur conducteur d'électricité, le cuivre ou le silicium ? Pourquoi ? -> Le cuivre, car les électrons peuvent se déplacer librement ○ Qu'ajoute-t-on au silicium pour permettre aux électrons de se déplacer plus librement ? Comment appelle-t-on ce processus ? -> Des impuretés (d'autres éléments, comme le phosphore ou le bore), et ce processus s'appelle le « dopage » ○ Lorsque le silicium est dopé au phosphore, qu'est-ce qui peut commencer à circuler ? -> Un courant peut commencer à circuler ○ Que signifie le terme « semi » ? D'après ce que vous venez de regarder, comment cela s'applique-t-il au terme « semi-conducteur » ? -> « Semi » signifie « partiel » ou « demi ». Un semi-conducteur désigne quelque chose qui peut conduire partiellement l'électricité.
Évaluer	Faire la synthèse • Les élèves créent une vidéo Flipgrid de 3 à 5 minutes basée sur les questions de la section G de la <i>fiche élève sur les semi-conducteurs</i>. (NGSS SEP : construire des explications et concevoir des solutions) (Pratique culturellement adaptée : les élèves ont le choix des questions auxquelles ils répondent. Ils peuvent choisir les questions dans lesquelles ils se sentent le plus à l'aise et qui les intéressent le plus.) • Questions de la section G : ○ Comment pouvons-nous utiliser des matériaux naturels pour fabriquer des composants électroniques ○ Comment se développe une structure cristalline ? ○ Quelle est la relation entre les semi-conducteurs et les cristaux ? ○ Qu'est-ce qu'un semi-conducteur ? Pourquoi est-ce important pour moi ? ○ Quel type de scientifiques travaille sur la création de semi-conducteurs ? ○ Aimerez-vous travailler dans l'industrie des semi-conducteurs ? Pourquoi ou pourquoi pas ?
Étendre	• Les élèves peuvent regarder la vidéo « <i>Comment fonctionnent les semi-conducteurs</i> » et créer leurs propres questions avec le corrigé → https://www.youtube.com/watch?v=33vbFFFn04k

	Les élèves peuvent regarder le reste de la vidéo Khan Academy Semiconductor Introduction « <i>Introduction aux semi-conducteurs</i> » (environ cinq minutes restantes) → https://www.youtube.com/watch?v=60Qz051rD_w • Les élèves peuvent découvrir une autre scientifique des matériaux, <i>Frances Ross</i>, pour en apprendre davantage sur son parcours et ses recherches actuelles. (Focus métier : les scientifiques des matériaux dans l'industrie des semi-conducteurs ont besoin de créativité et peuvent avoir des liens artistiques dans la conception des matériaux.) → https://www.bnl.gov/newsroom/news.php?a=26342
Preuve	nombre de participants ; résumé des questions-réponses