

LE DR DREW, LA DENSITÉ ET LA DIFFUSION :

DR CHARLES RICHARD DREW :

DONNER LA VIE GRÂCE À LA RECHERCHE SANGUINE

Disciplines de STEM²D :
sciences, mathématiques

Public cible :
élèves de 8 à 14 ans



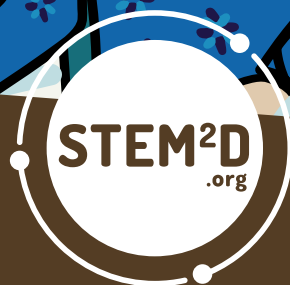
Smithsonian
Science Education Center



NATIONAL MUSEUM
of AFRICAN AMERICAN
HISTORY & CULTURE



Smithsonian





Smithsonian
Science Education Center

Johnson & Johnson

LE DR DREW, LA DENSITÉ ET LA DIFFUSION : Dr Charles Richard Drew : Donner la vie grâce à la recherche sanguine fait partie de la série d'activités pour étudiants STEM2D. Le contenu a été développé par le Musée national de l'histoire et de la culture afro-américaines, le ministère de l'Éducation américain et la Teaching and Learning Unit, avec le généreux soutien de la Dow Chemical Company. La mise en page a été conçue par le Centre d'éducation scientifique du Smithsonian, dans le cadre de l'initiative STEM²D de Johnson & Johnson à l'aide d'un modèle fourni par FHI 360 et JA Worldwide. Cette série propose un ensemble d'activités interactives, stimulantes et pratiques destinées aux filles et aux garçons du monde entier et âgés de 5 à 18 ans.

© 2020 Smithsonian Institution
Tous droits réservés. Première édition 2019.

Déclaration concernant les droits d'auteur

Aucune partie ni aucune activité dérivée du présent module ne peut être utilisée, partagée ou reproduite pour quelque motif que ce soit, en dehors d'une utilisation équitable, sans l'accord écrit ou l'autorisation adéquate du Centre d'éducation scientifique Smithsonian et du Musée national de l'histoire et de la culture afro-américaines.

Conception et illustration par Sofia Elia

DR CHARLES RICHARD DREW :

DONNER LA VIE GRÂCE À LA RECHERCHE SANGUINE

INFORMATIONS GÉNÉRALES

Le Dr Charles Drew était un médecin et chercheur en transfusion sanguine afro-américain du début du XX^e siècle. Ses recherches ont posé les bases de la Banque du sang moderne, notamment grâce à la création de techniques de prélèvement et de stockage du sang, dont beaucoup sont encore utilisées à l'heure actuelle. Cette série de leçons permettra aux participants de découvrir le parcours du Dr Drew en tant que médecin et chercheur afro-américain au début du XX^e siècle grâce à des activités sur la densité, la diffusion et les systèmes circulatoires et respiratoires. Nous souhaitons que les élèves saisissent l'importance des contributions du Dr Drew et comprennent les principes des STEM dans son travail.



National Portrait Gallery, Smithsonian Institution ; don de la Harmon Foundation

LE DR DREW, LA DENSITÉ ET LA DIFFUSION :

Le lien entre les systèmes circulatoire et respiratoire

Activité préparatoire

(uniquement si vous avez le temps, sinon passez à l'activité 1)

Disciplines : sciences, mathématiques

Public cible : élèves de 8 à 14 ans

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

Cette activité propose à vos élèves de découvrir les systèmes circulatoire et respiratoire et la manière dont ces systèmes sont liés. Avant de commencer cette activité avec vos élèves, cherchez à connaître l'étendue de leurs connaissances sur les systèmes circulatoire et respiratoire en posant des questions telles que « comment respirons-nous ? » et « pourquoi notre cœur bat-il ? ». Tout au long de l'activité, les élèves pourront partager leurs hypothèses et leur raisonnement sur les conséquences éventuelles après avoir effectué certaines étapes.



DURÉE PRÉVUE :

comptez environ 20 minutes pour cette session.

APPRENTISSAGES DES ÉLÈVES

Les élèves :

- identifieront la nature interconnectée des systèmes circulatoire et respiratoire ;
- participeront à une expérience pédagogique en équipe ;
- apprendront à utiliser les domaines STEM²D (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques, fabrication et conception), pour comprendre le corps humain et les systèmes circulatoire et respiratoire ;
- développeront des compétences STEM²D importantes telles que la prise de mesures, la prise de décisions et la résolution de problèmes.

PRÉPARATION

Matériel : suggestion du matériel à organiser avant l'activité avec les élèves.

- Liste de vérification de l'animateur
- Formulaire Mon parcours
- PowerPoint : Le Dr Drew, la densité et la diffusion
- 1 petit élastique (facultatif) par étudiant
- 1 minuteur/horloge/montre/téléphone portable par étudiant

Budget pour le matériel :



L'animateur doit dépenser moins de 0,10 \$ par étudiant (3,00 \$ par classe) en matériel pour effectuer cette activité avec 24 participants.

PRÉPARATION DE L'ANIMATEUR

1. Lire **Spark WiSTEM²D**. Cette lecture est essentielle pour tous les bénévoles désireux de travailler avec des jeunes, car ce document fournit des informations importantes sur les STEM²D, des stratégies visant à susciter l'intérêt des élèves ainsi que des astuces pour travailler avec des groupes d'élèves. À télécharger sur [STEM²D.org](http://STEM2D.org).
2. Consulter la **liste de vérification de l'animateur** pour obtenir des informations sur la planification et la préparation de cette activité et connaître la marche à suivre.
3. Consulter la **présentation générale des activités STEM²D des élèves** pour obtenir des informations supplémentaires.
4. Prendre le temps de découvrir les activités de ce guide pour mieux comprendre les défis que doivent relever les élèves.

Accueil et introduction (15 minutes)

- Souhaitez la bienvenue aux élèves.
- Présentez-vous et indiquez le nom de votre organisation/entreprise. Parlez de votre parcours éducatif et professionnel. Basez vos remarques sur le formulaire **Mon parcours**. Soyez prêt à parler de votre travail et de vos activités quotidiennes, et fournissez des informations sur votre parcours, notamment :
 - vos études, en insistant sur votre parcours secondaire et tertiaire ;
 - vos projets professionnels actuels ;
 - vos intérêts et vos hobbies ;
 - la raison pour laquelle vous aimez les STEM²D et leurs liens avec votre travail.
- Demandez aux élèves et à tous les autres bénévoles éventuellement présents de se présenter.
- Utilisez les sujets de conversation pour vous familiariser avec les élèves et découvrir leurs intérêts.
- Parlez des opportunités qui existent dans la communauté locale pour accompagner les élèves au cours du développement de leurs intérêts et de leurs expériences personnelles.
- Rappelez aux élèves que votre carrière est seulement une carrière parmi de nombreuses autres possibles dans les domaines STEM²D (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques, fabrication et conception).
- Expliquez que les profils STEM²D sont très prisés, ouvrent d'excellentes perspectives d'évolution professionnelle et continueront d'être très recherchés au cours des dix prochaines années.
- Certaines carrières STEM²D ne nécessitent pas de diplômes universitaires et offrent aux jeunes des opportunités stimulantes et lucratives. Insistez sur l'importance de développer des compétences en mathématiques et en ingénierie pour faire carrière dans n'importe quel domaine STEM²D.

SUJETS DE CONVERSATION : PLANIFICATION DE CARRIÈRE

- Lorsque vous pensez à votre avenir, qu'est-ce qui suscite le plus d'enthousiasme en vous ?
- Vous voyez-vous travailler au sein d'un collectif, pour une grande entreprise, avec des amis, à votre compte ? Pourquoi ou pourquoi pas ?
- Pour vous, comment se déroule une journée de travail idéale ? Travaillez-vous à l'extérieur ? Travaillez-vous seul ? Avec d'autres personnes ? Résolez-vous des problèmes ? Réparez-vous ou construisez-vous quelque chose ?

INSTRUCTIONS ÉTAPE PAR ÉTAPE :

Mesure de la fréquence cardiaque au repos

- Les élèves devront rester assis en bougeant le moins possible pendant 1 à 2 minutes.
- Ensuite, ils utiliseront leur index et leur majeur pour trouver leur pouls au niveau du poignet.
- Ils compteront alors le nombre de battements qu'ils perçoivent sur une période de 10 secondes. (Utilisez un chronomètre ou une horloge dotée d'une trotteuse pour plus de précision.)
- Après avoir compté le nombre de pulsations, demandez-leur de multiplier ce chiffre par 6 pour calculer leur fréquence cardiaque au repos pendant une minute.
- Le nombre obtenu correspond au nombre de fois où leur cœur bat en une minute au repos.

Augmentation de la fréquence cardiaque en mouvement

- Tout d'abord, demandez à vos élèves de deviner dans quelle mesure leur fréquence cardiaque évoluera après 30 secondes d'exercice. Demandez à vos élèves combien de battements cardiaques ils compteront 10 secondes après avoir effectué des sauts en étoile pendant 30 secondes.
- Demandez à vos élèves de trouver un endroit dans la pièce où ils peuvent écartier les bras sans heurter une autre personne.
- Ensuite, demandez-leur de faire des sauts en étoile pendant 30 secondes.
- Une fois les sauts terminés, demandez-leur de revenir à leur chaise et de mesurer leur fréquence cardiaque pendant 10 secondes, comme dans l'exercice précédent. Pensez à leur demander de multiplier le nombre obtenu par 6 pour connaître leur fréquence cardiaque après l'exercice.

Diminution de la fréquence cardiaque grâce à la respiration profonde

- Demandez aux élèves de s'asseoir confortablement sur leur chaise.
- Expliquez aux élèves qu'ils vont à présent tenter de modifier leur fréquence cardiaque à l'aide d'un exercice de respiration.
- Demandez aux élèves de deviner leur fréquence cardiaque après l'exercice de respiration d'une minute.
- Demandez-leur d'inspirer lentement sur quatre temps et d'expirer lentement sur quatre temps. Comptez à voix haute, inspirez-2-3-4, expirez-2-3-4 (répétez cette opération pendant une minute).
- Après avoir terminé la minute de respiration profonde, demandez aux étudiants de mesurer à nouveau leur fréquence cardiaque.
- Les élèves doivent utiliser leurs deux doigts et mesurer leur pouls pendant 10 secondes, puis multiplier le nombre obtenu par 6.
- Demandez-leur de comparer les résultats de leur fréquence cardiaque au repos, leurs prévisions après exercice, leurs mesures après exercice, leurs prévisions après l'exercice de respiration et leurs mesures après l'exercice de respiration.

ACTIVITÉS D'APPROFONDISSEMENT

Voici quelques idées pour prolonger cette activité pédagogique :

1. Parlez des athlètes dont la fréquence cardiaque est plus lente. Comment cela est-ce possible ? Expliquez que le cœur est un muscle et qu'il peut être entraîné pour devenir plus fort et plus efficace.
2. C'est l'occasion de parler de la pression artérielle, des antécédents familiaux, des moyens de réduire la pression artérielle et d'aborder un point de mathématiques. Indiquez aux élèves le nombre de battements cardiaques et l'espérance de vie moyens et demandez-leur de calculer le nombre de battements cardiaques estimés par jour, par heure, par minute, etc.
3. C'est l'occasion pour les élèves de discuter du poids et de la taille et de deviner à quel animal appartient le cœur de 181 kg (400 livres).
4. Demandez aux élèves pourquoi, selon eux, il existe des différences dans la taille du cœur des animaux.
5. Pourquoi multiplions-nous nos résultats par 6 ? Quels sont les avantages/inconvénients d'une mesure sur 10 secondes et d'une mesure sur 60 secondes ?
6. À quel moment pensez-vous que votre fréquence cardiaque est la plus lente ? À quel moment est-elle la plus élevée ?
7. Que pensez-vous pouvoir apprendre d'une personne en examinant sa fréquence cardiaque ?
8. À votre avis, qu'est-ce qui peut modifier votre fréquence cardiaque ?

MODIFICATIONS DE L'ACTIVITÉ

Pour les élèves les plus jeunes :

- Demandez aux élèves qui en sont capables de représenter leur fréquence cardiaque sous forme de graphique. Invitez les autres élèves à classer leurs fréquences cardiaques à l'aide des signes $<$, $>$ et $=$.

Pour les élèves plus âgés :

- Demandez aux élèves de prouver que les êtres vivants sont constitués de cellules à l'aide de microscopes et/ou de loupes. Vous pouvez commander des frottis sanguins sur lames de microscope déjà préparés.
- Demandez-leur de calculer le nombre de battements que leur cœur a effectué à ce jour ou jusqu'à un certain moment de leur vie. Cela nécessite une connaissance de base des techniques de multiplication et de division.
- Les élèves pourront ensuite créer des graphiques comparant la fréquence cardiaque au repos à la fréquence cardiaque après exercice, et voir s'ils peuvent regrouper et comparer les données. La comparaison des données peut être relative ou absolue.

LE DR DREW, LA DENSITÉ ET LA DIFFUSION :

La colonne de densité

Activité 1

Disciplines : sciences, mathématiques

Public cible : élèves de 8 à 14 ans

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

L'activité de la colonne de densité permet aux élèves de découvrir le concept de densité, facilement associable aux concepts de STEM liés au poids et au volume. Présentez cette activité sous forme de scénario.

Exemple : les élèves travaillent pour une société de forage qui souhaite recueillir l'intégralité d'un liquide présent dans la colonne. Ils devront déterminer à quelle hauteur le liquide se trouvera dans la colonne en utilisant les valeurs de densité et en mesurant la distance depuis le haut de l'éprouvette graduée. Pour ce faire, ils devront déterminer à quel endroit chaque liquide se trouve par rapport aux autres. Cette activité les incitera à utiliser les signes $<$, $>$ et $=$, et à utiliser la règle graduée en système métrique ou en unités de mesure anglo-saxonnes. Tant que vous n'êtes pas certain(e) que vos élèves sont capables de verser et superposer des liquides avec délicatesse, veillez à ce qu'ils suivent les instructions ci-dessous.



DURÉE PRÉVUE :

comptez environ 20 minutes pour cette session.

APPRENTISSAGES DES ÉLÈVES

Les élèves :

- étudieront la densité à l'aide d'objets solides ;
- étudieront la densité à l'aide de liquides pour créer une colonne de densité composée de plusieurs couches ;
- détermineront comment le sang peut être séparé en composants individuels ;
- participeront à une expérience pédagogique en équipe ;
- apprendront à utiliser les domaines STEM²D (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques, fabrication et conception) afin de séparer et de conserver le sang pour les transfusions en toute sécurité ;

- développeront des compétences STEM²D importantes telles que la prise de mesures, la prise de décisions et la résolution de problèmes.

PRÉPARATION

Matériel (par groupe)

- 1 éprouvette graduée de 1 250 millilitres
- 7 gobelets de salle de bain en plastique
- 1 boîte de colorants alimentaires
- 30 millilitres de sirop de maïs
- 30 millilitres de coulis de chocolat
- 30 millilitres d'huile végétale
- 30 millilitres d'alcool à friction
- 30 millilitres d'eau
- 30 millilitres de lait entier
- 30 millilitres de boisson aux fruits
- 3 bâtonnets en bois (pour remuer)
- 5 pipettes en plastique
- 7 morceaux de ruban adhésif transparent de 5 centimètres
- 1 feutre ou stylo indélébile
- 1 bouteille d'eau/de soda vide d'environ 500 millilitres (facultatif pour les jeunes étudiants)

Budget pour le matériel :

L'animateur doit dépenser environ 8 \$ par groupe (< 100 \$ par classe). Le coût de 100 \$ devrait permettre à plusieurs groupes issus de différentes classes de réaliser l'activité (environ 30-40 groupes). Les éprouvettes graduées, les gobelets de salle de bain, les bâtonnets et les pipettes sont réutilisables. La plupart des consommables peuvent être réutilisés pour différentes classes, notamment le sirop de maïs, le coulis de chocolat, l'huile végétale, l'alcool à friction, le lait et la boisson aux fruits.

INSTRUCTIONS ÉTAPE PAR ÉTAPE :

- Les élèves doivent étiqueter chaque gobelet avec le nom du liquide qu'il contient.
- Chaque groupe doit remplir les gobelets aux trois quarts avec chacun des sept liquides.
- Ajoutez trois gouttes de colorant alimentaire au lait, à l'eau et à l'alcool à friction, puis mélangez avec un bâtonnet. Veillez à utiliser des couleurs différentes pour chaque liquide.
- Les élèves doivent ajouter les liquides dans l'ordre suivant :
 1. Sirop de maïs (à verser)
 2. Coulis de chocolat (à verser)
 3. Lait entier (utiliser la pipette)
 4. Huile (à verser)
 5. Boisson aux fruits (utiliser la pipette)
 6. Eau (utiliser la pipette)
 7. Alcool à friction (utiliser la pipette)
- Les élèves peuvent noter leurs observations suite à l'ajout de chaque liquide.
- Ajoutez ensuite des notes autocollantes indiquant la mesure de la densité de chaque liquide.
- Les élèves peuvent dessiner ce qu'ils observent et marquer l'emplacement probable des différents composants sanguins dans la colonne de densité. Pour montrer où se situent les différents composants sanguins, les élèves doivent dessiner la colonne de densité avec les sept couches décrites. Ensuite, ils indiqueront la position des différentes couches de sang (si elles se trouvaient dans la colonne de densité) à l'aide de flèches. Par exemple, le plasma et le lait entier devraient se trouver à peu près au même endroit, alors que les globules rouges se trouveraient à l'intérieur ou à côté de la couche de boisson aux fruits.

Substance	Densité
Sirop de maïs	1,4 g/ml
Coulis de chocolat	1,18 g/ml
Lait entier	1,03 g/ml
Huile végétale	0,93 g/ml
Boisson aux fruits	1,13 g/ml
Eau	1,0 g/ml
Alcool à friction	0,79 g/ml
Sang total	environ 1,06 g/ml
Plasma	environ 1,03 g/ml
Globules blancs	environ 1,07 g/ml
Globules rouges	environ 1,13 g/ml

ACTIVITÉS D'APPROFONDISSEMENT

Voici quelques idées pour prolonger cette activité pédagogique :

1. Outre la densité, quelles autres différences peut-on observer entre les différents liquides et de quelle autre manière les élèves peuvent-ils déterminer les différences entre les liquides ?
2. Demandez aux élèves de fournir des exemples d'objets de même masse, mais de densité différente, et de même densité, mais de masse différente.
3. En quoi la capacité des matières à se mélanger affecte-t-elle la colonne de densité (solubilité) ?

MODIFICATIONS DE L'ACTIVITÉ

Pour les élèves les plus jeunes :

- Créez un poste où ils peuvent réaliser leurs propres mélanges afin de déterminer si les matières peuvent se mélanger ou restent séparées. Vous aurez besoin de matières à mélanger et de petites bouteilles en plastique transparent avec bouchons pour agiter les mélanges.
- Demandez aux jeunes élèves d'utiliser les notions « supérieur à » et « inférieur à » concernant la densité, et aux étudiants plus âgés de faire appel aux mathématiques.
- Faites simple avec une colonne à trois niveaux.
- Utilisez également des objets et des matières de densités très différentes que les élèves connaissent bien, tels que les piles, le chocolat, les guimauves, les barres de céréale, le riz, les haricots, etc.
- Comparez leur densité à l'aide des signes $>$ et $<$.

Pour les élèves plus âgés :

- Comment pouvons-nous créer notre propre centrifugeuse pour observer la séparation plus facilement ?
- Expliquez comment mesurer la densité en fonction de la masse et du volume d'un point de vue plus technique. Cela peut nécessiter une balance.

IDÉES FAUSSES

Plus lourd = plus dense.

- [Explication] Nous mesurons les objets en fonction de leur poids et de leur masse. Un kilo d'acier pèse autant qu'un kilo de plumes et un kilo de beurre. Cependant, leurs densités sont différentes. Même s'il pèse le même poids, le kilo de plumes (le moins dense) occupe plus d'espace que le kilo d'acier (le plus dense). Le kilo de beurre se trouve au milieu.

La densité d'une substance est constante.

- [Explication] La densité d'une substance change avec la température. Lorsque l'on chauffe de l'eau, sa densité diminue. L'eau évaporée (vapeur) est la forme d'eau la moins dense. Refroidir de l'eau la rend plus dense. L'eau est plus dense à 4 °C et moins dense lorsqu'elle est sous forme de glace, c'est pourquoi la glace flotte dans l'eau.

On peut modifier la densité d'une substance en modifiant sa quantité.

- [Explication] La modification de la quantité d'une substance modifie uniquement la masse ou le poids d'un objet, mais sa densité reste la même. Par exemple, pour modifier la densité de l'eau, il faut la chauffer (la rendre moins dense) ou la refroidir (la rendre plus dense).

Les bateaux doivent être moins denses que l'eau car ils flottent (confusion entre flottabilité et densité).

- [Explication] Les navires qui flottent sur l'eau sont plus denses que l'eau, mais flottent en raison de la quantité d'eau qu'ils déplacent. Plus ils déplacent d'eau (flottabilité), plus ils flottent facilement à la surface. Si l'on changeait la forme d'un bateau pour en faire un cube géant de même poids, il coulerait.

LE DR DREW, LA DENSITÉ ET LA DIFFUSION :

La diffusion dans les liquides

Activité 2

Disciplines : sciences, mathématiques

Public cible : élèves de 8 à 14 ans

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

L'activité de diffusion permet aux élèves de découvrir le concept de diffusion dans les liquides en manipulant plusieurs variables qui affectent la vitesse de diffusion, telles que l'énergie, la température et la forme du récipient (surface). La diffusion est le mouvement aléatoire des molécules d'une zone à forte concentration vers une zone à faible concentration. Pour ces expériences de diffusion, il est important que les groupes utilisent la même couleur pour toutes leurs expériences, car les molécules de colorant peuvent avoir des masses moléculaires différentes, ce qui entraînera des résultats différents. Il s'agit là d'une expérience intéressante à réaliser. Présentez cette activité sous forme de scénario.

Exemple : lorsque vous proposez l'activité sur la diffusion et la forme des récipients à vos élèves, présentez-la sous la forme d'un défi à relever. Vous pouvez utiliser une mise en situation réelle à laquelle le Dr Drew et d'autres chercheurs sur le sang ont été confrontés. Dites aux élèves que nous devons sélectionner le récipient qui empêche l'eau d'atteindre l'équilibre le plus longtemps possible. Tout comme lors de l'expérience du Dr Drew, nous voulons utiliser un récipient qui ralentit le processus de diffusion. Le Dr Drew essayait de ralentir la propagation du potassium des globules rouges dans le plasma. Vous essayez de ralentir le mouvement des colorants alimentaires dans l'eau.

Vous disposez de deux types de récipients. Une fois que les étudiants auront identifié le récipient le plus adapté, ils devront déterminer si le processus de diffusion peut être ralenti grâce à différentes températures de l'eau.



DURÉE PRÉVUE :

comptez environ 30 minutes pour cette session.

APPRENTISSAGES DES ÉLÈVES

Les élèves :

- étudieront et décriront la diffusion des colorants alimentaires dans l'eau ;

- décriront l'impact de la température de l'eau sur la vitesse de diffusion ;
- étudieront et décriront la manière dont la forme et la surface du récipient affectent la vitesse de diffusion dans les liquides ;
- participeront à une expérience pédagogique en équipe ;
- apprendront à utiliser les domaines STEM²D (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques, fabrication et conception) afin de séparer et de conserver le sang pour les transfusions en toute sécurité ;
- développeront des compétences STEM²D importantes telles que la prise de mesures, la prise de décisions et la résolution de problèmes.

PRÉPARATION

Matériel (par groupe)

- Eau du robinet
- Glace (ou eau glacée)
- Four à micro-ondes/plaque chauffante
- 30 millilitres d'huile végétale
- 1 boîte de colorants alimentaires
- 3 gobelets en plastique transparent de 500 millilitres
- 2 gobelets de salle de bain en plastique
- 2 bâtonnets en bois
- 1 éprouvette graduée de 1 250 millilitres
- 1 minuteur/horloge/montre/téléphone portable (si vous le souhaitez)
- 1 thermomètre (si vous le souhaitez)
- 1 gobelet à café jetable

Budget pour le matériel :

L'animateur doit dépenser 5 \$ par groupe (< 100 \$ par classe). Le coût de 100 \$ devrait permettre à plusieurs groupes issus de différentes classes de réaliser l'activité (environ 30-40 groupes). La plupart des fournitures sont réutilisables, comme les éprouvettes graduées, les gobelets de salle de bain, les bâtonnets et les pipettes.

INSTRUCTIONS ÉTAPE PAR ÉTAPE :

La diffusion dans l'eau (démonstration du professeur)

- Demandez aux élèves de deviner ce qui se passera lorsque plusieurs gouttes de colorant alimentaire seront ajoutées dans l'eau.
- Versez plusieurs gouttes de colorant alimentaire dans l'eau.
- Les élèves n'ont pas besoin d'attendre que le colorant alimentaire se diffuse entièrement dans le gobelet, mais doivent comprendre que le processus de diffusion et de mouvement moléculaire se produit en permanence, même lorsque nous ne pouvons pas le détecter. L'ajout de colorant alimentaire nous permet d'observer ce processus.

Dans les yeux du Dr Drew : faire le lien entre diffusion et température

- Chaque équipe doit avoir deux gobelets en plastique.
- Remplissez l'un d'eau froide et l'autre d'eau chauffée au micro-ondes pendant 1 minute. Utilisez le gobelet à café jetable pour chauffer l'eau au micro-ondes. Manipulez l'eau chaude avec précaution.
- Les élèves essayent de deviner : dans quel gobelet le colorant alimentaire se diffuse-t-il et atteint-il l'équilibre le plus rapidement ?
- Vérifiez que les gobelets possèdent bien la même quantité d'eau.
- Ajoutez quatre gouttes de colorant alimentaire au centre de chaque gobelet. Utilisez la même couleur pour chaque gobelet.
- Observez le résultat pendant 5-10 minutes. Qu'observez-vous ? La diffusion est-elle plus rapide dans un gobelet que dans l'autre ? Si oui, pourquoi ? Comment pouvons-nous tester cette hypothèse ?
- Remarque : c'est le moment idéal pour intégrer l'utilisation du thermomètre et du chronomètre afin que les élèves plus âgés puissent mesurer l'impact de la température sur la vitesse de diffusion. Les élèves plus jeunes peuvent se concentrer sur l'utilisation des signes $<$, $>$ ou $=$.

Dans les yeux du Dr Drew : lien entre diffusion et forme du récipient

- Chaque groupe d'élèves doit disposer d'une éprouvette graduée et d'un gobelet en plastique transparent de 500 millilitres.
- Chaque récipient doit contenir 200 millilitres d'eau à température ambiante. L'eau doit être à la même température dans tous les récipients.
- Les élèves doivent deviner : dans quel récipient rempli d'eau le colorant alimentaire se diffuse-t-il et atteint-il l'équilibre le plus rapidement ?
- Versez ensuite 30 millilitres d'huile végétale dans deux gobelets en plastique.
- Ajoutez six gouttes de colorant alimentaire dans chaque gobelet rempli d'huile végétale et remuez vigoureusement jusqu'à ce que le colorant alimentaire soit uniformément mélangé. Notez que le colorant alimentaire ne se mélange pas complètement avec l'huile car il est à base d'eau.

- Versez délicatement l'huile dans chaque récipient contenant l'eau.
- Les élèves doivent noter ce qu'ils observent dans chaque récipient et dans lequel l'équilibre est atteint en premier.
- Observez la couche d'huile, la couche d'eau et l'interface (zone de contact entre l'huile et l'eau) pendant 5-10 minutes. Que se passe-t-il dans chacun des récipients ?
- Lorsque le colorant se déplace dans l'eau, qu'arrive-t-il à l'huile végétale ?
- Lorsque le colorant quitte l'huile, qu'arrive-t-il à l'eau ?
- Demandez aux élèves de décrire les points communs et les différences entre cette activité et les expériences du Dr Drew. Encouragez les élèves à réfléchir aux différences de temps, de température, etc.

ACTIVITÉS D'APPROFONDISSEMENT

Voici quelques idées pour prolonger cette activité pédagogique :

1. Quels sont les avantages et les inconvénients des différents récipients pour la conservation du sang ?
2. Quels sont les autres types de variables (pression, température, etc.) ? En quoi sont-elles similaires et différentes les unes des autres ?
3. Qui est Frederick McKinley Jones ? En quoi est-il associé au prélèvement sanguin et à la conservation du sang ?
4. Pourquoi la réfrigération ralentit-elle la détérioration du sang ?

MODIFICATIONS DE L'ACTIVITÉ

Pour les élèves les plus jeunes :

- Les élèves qui en sont capables peuvent apprendre à mesurer la surface de différentes formes
- Pour quelles raisons souhaite-t-on créer une nouvelle technologie ?
- Quelles difficultés peuvent survenir lors de la création de nouvelles technologies ?
- Avez-vous des exemples de choses qui ont considérablement changé depuis votre naissance ? (Le téléphone fixe remplacé par le téléphone portable, applications de taxi, etc.)
- Quel problème cherchiez-vous à résoudre ? Comment vous y prendriez-vous ? Quelles connaissances vous faudrait-il ? Avec qui devriez-vous travailler ? Auriez-vous besoin de connaissances en histoire ou dans d'autres disciplines ?

Pour les élèves plus âgés :

- Ces exemples peuvent offrir une chance aux élèves de s'améliorer. Tous les standards en matière d'ingénierie, de technologie et d'application des sciences issus des Next Generation Science Standards (ETS) pourraient être
 - o Pourquoi créer cela ?
 - o Quelles difficultés ont sans doute été rencontrées en cours de route ?
 - o Avez-vous des exemples de choses qui ont considérablement changé depuis votre naissance ?
 - o Quel problème chercheriez-vous à résoudre ? Comment vous y prendriez-vous ? Quelles connaissances vous faudrait-il ? Avec qui devriez-vous travailler ? Auriez-vous besoin de connaissances en histoire ou dans d'autres disciplines ? Quels progrès technologiques ou scientifiques pourraient vous aider à résoudre ce problème ?
- Demandez aux élèves de déterminer ce qui pourrait être amélioré dans leur vie. Demandez-leur d'imaginer un plan à mettre en œuvre pour faire de ces améliorations une réalité.
- Les élèves qui en sont capables peuvent apprendre à mesurer la surface d'objets bidimensionnels et tridimensionnels et faire le lien avec l'activité sur la diffusion dans différents récipients.
- Quel est le rapport entre la diffusion, la pollution de l'air et de l'eau et son impact sur la population mondiale ?

IDÉES FAUSSES

La diffusion se produit rapidement (par exemple, le requin détecte du sang dans l'eau)

- [Explication] La diffusion est un processus incroyablement lent qui repose sur le mouvement des molécules individuelles. Par exemple, si l'on ajoute des gouttes de colorant alimentaire à environ quatre litres d'eau, il peut se passer plusieurs heures avant que le colorant ne se répande uniformément dans l'eau. La vitesse de diffusion peut être accélérée grâce à un processus appelé « diffusion facilitée ». Avec la diffusion facilitée, les molécules se propagent plus rapidement et uniformément grâce à des mouvements d'air ou des courants d'eau (par exemple, lorsqu'on utilise une cuillère pour brasser le mélange eau-colorant). La diffusion facilitée nécessite un apport d'énergie. Les requins peuvent détecter rapidement le sang dans l'eau, même de loin, en raison des courants marins.

LE DR DREW, LA DENSITÉ ET LA DIFFUSION : La diffusion dans les globules rouges

Activité 3

Disciplines : sciences, mathématiques

Public cible : élèves de 8 à 14 ans

DESCRIPTION DE L'ACTIVITÉ

Cette activité permet aux élèves de découvrir la manière dont la diffusion se produit à travers une membrane, comme dans notre corps. Les élèves feront appel aux concepts de diffusion étudiés précédemment pour mettre au point un modèle illustrant le fonctionnement des globules rouges et la diffusion des gaz dans notre corps. Lorsque vous abordez le modèle des globules rouges avec vos élèves, profitez-en pour évoquer avec eux les concepts de surface, de volume, de taille et d'échelle.



DURÉE PRÉVUE :

comptez environ 30 minutes pour cette session.

APPRENTISSAGES DES ÉLÈVES

Les élèves :

- créeront et utiliseront un modèle pour démontrer comment l'oxygène et le dioxyde de carbone entrent et sortent des globules rouges grâce à la diffusion ;
- participeront à une expérience pédagogique en équipe ;
- apprendront à utiliser les domaines STEM²D (sciences, technologie, ingénierie, mathématiques, fabrication et conception) afin de séparer et de conserver le sang pour les transfusions en toute sécurité ;
- développeront des compétences STEM²D importantes telles que la prise de mesures, la prise de décisions et la résolution de problèmes.

PRÉPARATION

Matériel (par groupe)

- 2 tubes pour dialyse de 10 cm
- 1 couleur de la boîte de colorants alimentaires

- 4 gobelets de salle de bain en plastique
- Eau
- 6 élastiques
- 1 gobelet à café jetable
- 1 feutre indélébile
- 1 minuteur/horloge/montre/téléphone portable (si vous le souhaitez)
- 1 thermomètre (si vous le souhaitez)
- 1 bâtonnet en bois
- 1 pipette en plastique

Budget pour le matériel :

L'animateur doit dépenser environ 5 \$ par groupe (environ 50 \$ par classe). Le coût de 50\$ devrait permettre à plusieurs groupes issus de différentes classes de réaliser l'activité (environ 20-30 groupes). La plupart des fournitures sont réutilisables (tubes de dialyse, gobelets de salle de bain, élastiques, gobelets à café, bâtonnets en bois et pipettes). En ce qui concerne les denrées consommables, vous pourrez utiliser plusieurs fois les tubes de colorants alimentaires.

INSTRUCTIONS ÉTAPE PAR ÉTAPE :

Toutes les expériences ci-dessous peuvent être effectuées avec une eau à différentes températures. Pour obtenir un résultat plus rapide, utilisez de l'eau tiède et inversement.

Entrée d'oxygène

- Coupez un morceau de tube pour dialyse de 10 cm de long.
- Fermez une extrémité à l'aide d'un élastique de façon à empêcher tout écoulement de liquide.
- Remplissez le tube pour dialyse d'environ 60 à 75 % d'eau.
- Fermez l'autre extrémité du tube pour dialyse à l'aide d'un élastique de façon à empêcher toute infiltration ou tout écoulement de liquide.
- À l'aide d'un gobelet à café jetable, faites chauffer l'eau pendant 1 minute au micro-ondes.

- Ajoutez trois gouttes de colorant alimentaire dans l'eau chaude et remuez.
- Remplissez aux trois quarts un gobelet de salle de bain en plastique avec l'eau chaude colorée.
- Placez le tube pour dialyse fermé de deux côtés dans le gobelet de salle de bain en plastique rempli d'eau colorée.
- Vérifiez le trois quarts les 5 minutes pendant 15 minutes, en partageant vos observations.
- Au bout de 15 minutes, comparez la couleur de l'eau à celle d'une eau non colorée. Notez vos observations.
- Pour vérifier la couleur finale de l'eau à l'intérieur du tube, retirez les élastiques et versez l'eau dans un gobelet en plastique propre pour la comparer avec de l'eau claire.

Compte rendu : prenez le temps d'expliquer aux élèves que le tube de dialyse est une membrane semi-perméable, comme celle de leurs globules rouges. Ces membranes permettent à certaines matières de passer, mais pas à d'autres. Faites-leur comprendre que, comme l'**oxygène** dans notre corps, le colorant se déplace en suivant le gradient de concentration, du gobelet vers l'intérieur du tube. Le colorant est plus concentré dans l'eau à l'extérieur du tube et se déplace vers la zone où la concentration est inférieure grâce au mouvement aléatoire des molécules de colorant et d'eau.

Sortie de dioxyde de carbone

- Coupez un morceau de tube de 10 cm de long.
- Fermez une extrémité à l'aide d'un élastique de façon à empêcher tout écoulement de liquide.
- Remplissez le tube pour dialyse d'environ 60 à 75 % d'eau.
- Ajoutez trois gouttes de colorant alimentaire.
- Fermez l'autre extrémité du tube pour dialyse à l'aide d'un élastique de façon à empêcher toute infiltration ou tout écoulement de liquide.
- Effacez toute trace de colorant à l'extrémité et à l'extérieur du tube avec une feuille d'essuie-tout.
- À l'aide d'un gobelet à café jetable, faites chauffer l'eau pendant 1 minute au micro-ondes.
- Remplissez aux trois quarts un gobelet de salle de bain en plastique avec l'eau chaude.
- Placez le tube pour dialyse fermé des deux côtés et rempli d'eau colorée dans gobelet de salle de bain en plastique.
- Vérifiez le gobelet de salle de bain toutes les 5 minutes pendant 15 minutes, en partageant vos observations.

- Après 15 minutes, retirez le tube de l'eau et comparez la couleur de l'eau contenue dans le gobelet à celle de l'eau claire. Notez vos observations.

Compte rendu : prenez le temps d'expliquer aux élèves que le tube de dialyse est une membrane semi-perméable, comme celle de leurs globules rouges. Ces membranes permettent à certaines matières de passer, mais pas à d'autres. Faites-leur comprendre que, comme le **dioxyde de carbone** dans notre corps, le colorant se déplace en fonction du gradient de concentration, de l'intérieur du tube vers l'eau du gobelet. Le colorant est plus concentré à l'intérieur du tube et se déplace vers la zone où la concentration est inférieure grâce au mouvement aléatoire des molécules de colorant et d'eau.

Réflexion des élèves (10 minutes)

Demandez aux élèves de réfléchir à cette activité en répondant aux questions suivantes :

- Qu'avez-vous appris sur le Dr Drew ?
- Avez-vous trouvé cette activité amusante ? Qu'est-ce qui l'a rendue amusante ?
- À qui allez-vous parler de l'activité d'aujourd'hui ? Pourquoi ?
- Qu'avez-vous appris (citez un exemple d'activité que vous avez réalisé) ?
- Aimerez-vous devenir ingénieur technique ? Expliquez.

Au bout de quelques minutes, invitez les élèves à donner leur avis. Remerciez les élèves pour leur participation.

C'est l'occasion idéale de remettre à chaque élève un certificat personnalisé préparé et signé par le bénévole de Johnson & Johnson. Distribuez également à chaque élève un poster WiSTEM²D

ACTIVITÉS D'APPROFONDISSEMENT

Voici quelques idées pour prolonger cette activité pédagogique :

1. Au cours de cette expérience, la diffusion s'est produite en quelques minutes. Pourquoi ce processus est-il plus rapide dans notre corps ?
2. Que se passerait-il si la diffusion dans nos cellules prenait autant de temps qu'au cours de cette activité ?
3. Pourquoi avons-nous besoin de respirer ? Pourquoi ne pouvons-nous pas compter sur la diffusion pour déplacer l'oxygène et le dioxyde de carbone pour nous ?

RÉFLEXION DE L'ANIMATEUR :

- Après l'activité, prenez quelques minutes pour réfléchir aux points suivants :
- Qu'est-ce qui s'est bien passé et que pouvez-vous améliorer ?
- Que feriez-vous différemment la prochaine fois ?
- Étiez-vous à l'aise pour diriger cette expérience d'apprentissage ?
- Comprenez-vous mieux les concepts de STEM²D ?
- Les informations présentées dans Spark WiSTEM²D ont-elles été utiles ?
- Seriez-vous prêt à renouveler ce type d'expérience ?

MODIFICATIONS DE L'ACTIVITÉ

Pour les élèves les plus jeunes :

- Liez ces activités à des échelles de taille et de temps.
- Testez l'activité du tube pour dialyse avec différentes températures d'eau et utilisez les signes $<$, $>$ ou $=$ pour comparer la vitesse à laquelle le colorant se déplace.
- Demandez aux élèves de deviner et de mesurer le temps nécessaire pour que la couleur de l'eau des gobelets et du tube se mélange.

Pour les élèves plus âgés :

- Liez ces activités aux maladies pulmonaires et à leur impact sur l'échange gazeux dans les poumons.
- Liez ces activités à des échelles de taille et de temps.
- Testez l'activité du tube pour dialyse avec différentes températures d'eau, puis demandez aux élèves de représenter graphiquement la vitesse de diffusion lorsque la température de l'eau augmente.
- Demandez aux élèves de se pencher sur les maladies des globules rouges, leur impact sur l'individu, les personnes vulnérables à la maladie et les avantages (le cas échéant) de la maladie (ex. : drépanocytose, carence en fer, thalassémie, etc.).

IDÉES FAUSSES

Les globules rouges ne sont pas vivants

- [Explication] Les globules rouges sont des cellules vivantes. Contrairement à la plupart des autres cellules de notre corps, elles possèdent peu d'organelles comme les mitochondries et le noyau. Les globules rouges ont un métabolisme limité qui nécessite du glucose pour produire de l'énergie (comme la plupart des cellules).

Les globules rouges de tous les animaux sont identiques aux globules rouges humains

- [Explication] Bien que les globules rouges humains n'aient pas de noyau, les globules rouges des animaux, tels que les oiseaux et les amphibiens, en possèdent un.

LIENS PROFESSIONNELS DES STEM²D

Présentez les métiers suivants à vos élèves en évoquant notamment les études à suivre, la formation et les responsabilités associées :

- Médecins
- Infirmières
- Entraîneurs sportifs
- Phlébotomistes
- Biologistes moléculaires
- Biologistes des protéines
- Préparateurs physiques (consommation maximale d'oxygène)
- Scientifiques des matériaux
- Inventeurs
- Spécialistes des sciences de la Terre
- Hydrologues
- Archéologues

Références

Informations sur le Dr Charles Drew

- Hardwick, R. (1967). Charles Richard Drew: Pioneer in Blood Research. New York, États-Unis. Charles Scribner's Sons.
- Love, S. (1996). One Blood: The Death and Resurrection of Charles R. Drew. The University of North Carolina Press Chapel Hill and Londres.
- <https://profiles.nlm.nih.gov/BG/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=hANr29x4yTA>

Histoire de la transfusion sanguine et des dons du sang

- <https://stanfordbloodcenter.org/a-brief-history-of-blood-transfusion-through-the-years/>

- <https://www.redcrossblood.org/donate-blood/blood-donation-process/what-happens-to-donated-blood/blood-transfusions/history-blood-transfusion.html>
- <http://www.aabb.org/tm/Pages/highlights.aspx>
- <http://givingblood.org/about-blood/history-of-blood-banking.aspx>
- <https://www.blood.co.uk/the-donation-process/after-your-donation/the-journey-of-a-blood-donation/>

Informations sur le cœur

- <https://cvm.ncsu.edu/10-amazing-animal-heart-facts/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=TmcXm-8H-ks>
- <https://www.youtube.com/watch?v=xWkeidr2T8o>
- <https://www.healthline.com/health/blood-cell-disorders>

Informations sur le récipient pour conserver le sang utilisé par le Dr Drew

- <https://patents.google.com/patent/US2301710A/en>

LISTE DE VÉRIFICATION DE L'ANIMATEUR :

AIDE-MÉMOIRE . .

- ☐ Lire Spark WiSTEM2D. Ce document est essentiel pour tous les bénévoles désirant travailler auprès des jeunes. Il définit les principes et la philosophie de STEM²D et fournit des stratégies et des conseils fondés sur la recherche pour dialoguer et interagir avec des élèves de sexe féminin. Télécharger le document en allant sur www.STEM2D.org.
- ☐ Visiter le site où se déroulera l'activité et observer les élèves. (Facultatif) En cas de visite, noter les points suivants :
 - ☐ Comment le site encourage-t-il une participation disciplinée ? Par exemple, les élèves lèvent-ils la main pour répondre à une question ou pour intervenir pendant les discussions ? Comment les interruptions sont-elles gérées ? Envisagez-vous des problèmes potentiels dans la gestion d'une classe de jeunes élèves ?
 - ☐ Quelles sont les méthodes du site pour donner à chaque élève l'impression qu'il est important et pour le mettre à l'aise ?
 - ☐ Comment est organisée la pièce ? Avez-vous besoin de déplacer les bureaux, les chaises pour une certaine partie de votre présentation ?
 - ☐ Comment pouvez-vous établir un rapport avec le représentant du site pendant votre présentation ?
- ☐ Rencontrer le représentant du site et finaliser les aspects logistiques.
 - ☐ Confirmer la date, l'heure et l'emplacement de l'activité.
 - ☐ Confirmer le nombre d'élèves. Connaître ces éléments vous aidera à décider comment répartir les élèves en groupe ainsi que le matériel approprié à acheter.
- ☐ Recruter des bénévoles supplémentaires le cas échéant.
- ☐ Préparer l'activité :
 - ☐ Avez-vous lu tout le texte de l'activité avant de l'exécuter ?
 - ☐ Avez-vous, si nécessaire, personnalisé l'activité, afin de tenir compte de vos antécédents et de vos expériences, ainsi que des normes culturelles et de la langue des élèves ?
 - ☐ Avez-vous rempli le formulaire Mon Parcours, qui vous aidera à vous préparer à parler aux élèves de votre parcours éducatif et professionnel ?
 - ☐ S'il est nécessaire de répartir les élèves en équipes pour cette activité, demandez au professeur de le faire à l'avance.
- ☐ Répéter votre présentation, y compris les diverses activités pratiques et de réflexion. Veuillez :
 - ☐ Effectuer l'activité ; vérifier que vous pouvez, si nécessaire, expliquer les concepts aux élèves, et que vous connaissez les bonnes réponses.
- ☐ Obtenir le matériel nécessaire (voir les sections Matériel et Budget pour le matériel) et, si indiqué dans la section Préparation, photocopier les livrets de l'élève et les feuilles de test des matériaux. En outre :
 - ☐ Organiser le matériel pour que chaque équipe ait à sa disposition tous les articles répertoriés dans la section Matériel. N'oubliez pas que certains articles sont partagés entre les équipes.
- ☐ Préparer l'espace. En particulier :
 - ☐ Les tables et les chaises doivent être disposées de façon à accueillir des groupes d'élèves.
 - ☐ Apporter un appareil photo, le cas échéant, pour prendre des photos.
- ☐ Obtenir et récupérer, le cas échéant, les autorisations et les formulaires de publication de photos nécessaires pour l'activité.
- ☐ Amusez-vous bien !

Formulaire Mon parcours

Ce formulaire aide les bénévoles qui animent les activités à se préparer à parler de leurs centres d'intérêt, de leurs études et de leur carrière dans les domaines STEM²D.

PRÉSENTATION

Nom : _____

Occupation : _____

Entreprise : _____

Quand/pourquoi vous êtes-vous intéressé aux disciplines STEM²D ? _____

Quels sont les bénéfices que vous souhaitez voir les jeunes personnes, en particulier les filles, tirer de cette activité ? _____

FAIT INTÉRESSANT

Parlez un peu de vous. Suggestions :

- Racontez un souvenir d'enfance que vous associez à l'éveil de votre intérêt pour les STEM.
- Parlez de votre parcours, de ce que vous avez essayé, de ce que vous avez appris, des étapes que vous avez franchies vers la réussite, etc.
- Les échecs sont également utiles à évoquer : difficultés et/ou problèmes et comment vous les avez surmontés.

ÉTUDES ET CARRIÈRE PROFESSIONNELLE

Parmi les sujets que vous avez étudiés à l'école secondaire et les cours suivis à l'université, quels sont ceux qui vous ont le plus aidé ou le plus intéressé ? _____

Comment avez-vous su que vous souhaitiez faire une carrière STEM²D ?

Quel a été votre parcours universitaire, y compris l'établissement que vous avez fréquenté et le diplôme que vous avez obtenu ? *Si vous avez changé de discipline, expliquez-en les motifs aux élèves.*

Décrivez votre travail actuel. *N'oubliez pas d'expliquer comment vous utilisez les disciplines STEM²D au cours d'une journée de travail typique.*

D^r Charles Drew : Donner la vie grâce à la recherche sanguine

1. Activité 1 : La colonne de densité

- Définissez la *densité* :
- Quelle est votre hypothèse ?
- Quelles sont vos observations ?

2. Activité 2 : La diffusion dans les liquides

- Définissez la *diffusion* :
- Les colorants alimentaires se propagent-ils plus rapidement dans l'eau froide ou dans l'eau chaude ? Pourquoi ?
- Quelle forme de récipient atteindra l'équilibre en premier ? Pourquoi ?

3. Activité 3 : La diffusion dans les globules rouges

- Quelle est votre hypothèse ?
- Pourquoi ce processus est-il plus rapide dans notre corps ?



Smithsonian
Science Education Center

Johnson & Johnson



NATIONAL MUSEUM
of AFRICAN AMERICAN
HISTORY & CULTURE

 Smithsonian