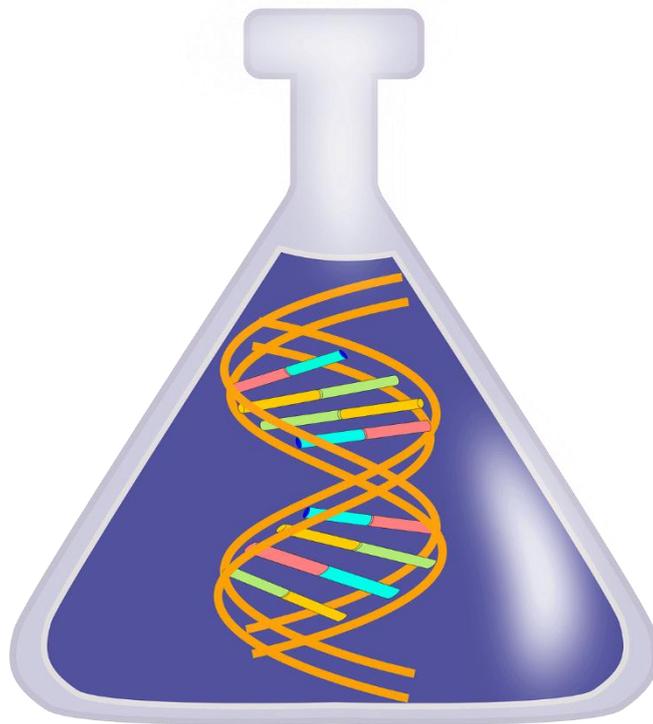


LA GÉNÉTIQUE AUTREMENT AVEC LA VALISE ADN



SECONDAIRE I

Guide de prise en main pour l'enseignant.e



Table des matières

Contenu de la valise ADN.....	3
Présentation de la valise ADN	3
Objectifs	6
Suggestions	7
Expérience 1 : observation et lyse de cellules.....	8
Expérience 2 : extraction de l'ADN	11
Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose	15



Ce guide a été conçu à partir des travaux de Master (sous la direction de Dr. Marie-Pierre Chevron) de Laurent Corboz, Nastassia Racenet, Frédéric Ribouet, Aline Bourqui, Sébastien Riedo, Morgane Yerly.

Il s'agit d'un projet de l'Université de Fribourg (Lab2Rue) en collaboration avec AutreSens, sous la direction de Dr. Marie-Pierre Chevron et Dr. Chantal Wicky.

Contenu de la valise ADN

- Tout le matériel nécessaire pour trois expériences
- Un guide de mise en œuvre des 3 expériences et des activités (plusieurs scénarios pédagogiques disponibles) à l'intention de l'enseignant.e.
- Les fiches pour les élèves :
 - Fiches d'activité 1 et 2
 - Protocoles d'expérience 1, 2 et 3
 - Fiches de synthèse 1 et 2
 - Cartes conceptuelles

Présentation de la valise ADN

Les approches expérimentales et les fiches didactiques présentées dans le présent guide ont été développées dans le cadre d'un projet de promotion MINT financé par l'Académie des Sciences Suisse intitulé « Des ateliers expérimentaux pour actualiser l'enseignement du concept de génétique ».

La valise ADN est conçue pour accompagner de manière expérimentale, ludique et rigoureuse, l'enseignement du concept scientifique d'informations génétiques, de manière à construire du sens dans son apprentissage et de contribuer au développement de la littératie scientifique chez les élèves. Les expériences proposées sont compatibles avec les programmes proposés dans les plans d'études, et sont réalisables sur temps scolaires. Les expériences peuvent être réalisées par les élèves ou par vous-même sous forme de démonstrations d'expériences. Nous proposons 3 expériences réalisables sur 3 séances au minimum.



Expérience 1 : Observation et lyse partielle de différents types de cellules sur lame

Cette expérience propose d'observer puis de lyser partiellement des cellules afin de libérer les molécules d'ADN des noyaux qui les contiennent. Ces dernières sont ensuite colorées au bleu de méthylène et rendues visibles sous microscope.

Expérience 2 : Extraction simple d'ADN sur différents types de cellules

Cette expérience propose d'extraire de l'ADN de cellules animales (cellules buccales) et végétales.

Expérience 3 : Migration d'ADN lysés sur gel

Des échantillons d'ADN particuliers découpés sont mis à la disposition des enseignants et des élèves. Ils sont déposés par l'enseignant ou par les élèves sur un gel dans lequel ils migrent sous l'effet d'un champ électrique. En fonction de leur taille, ces fragments migrent plus ou moins loin dans le gel et sont rendus visibles en une dizaine de minutes. Ils apparaissent alors sous forme de profils d'ADN, sortes de « codes-barres » caractéristiques d'un ADN particulier, extrait d'un organisme vivant particulier.

Ces expériences sont accompagnées de scénarios pédagogiques ayant pour objectif d'illustrer le fait que chaque organisme vivant, composé de cellules, contient à l'intérieur de ses cellules des informations génétiques qui le définissent et le caractérisent. Si l'on dispose de ces informations, il est possible d'obtenir des renseignements sur l'organisme vivant dont elles sont issues.

L'activité 1 et l'expérience 1 est la même pour tous les scénarios. L'activité 2, l'expérience 2 et l'expérience 3 sont à mettre en œuvre en suivant l'un des scénarios.

Deux scénarios pédagogiques sont disponibles :

- *Médecine personnalisée* : une entrée en matière est proposée sous forme de réflexion autour de l'histoire de l'actrice Angelina Jolie qui a pris la décision de procéder à une mastectomie préventive à la suite de la détection de mutations dans les gènes impliqués dans un risque accru de cancer du sein. Un jeu de rôle permet aux élèves de se confronter à la question du risque en se glissant dans la peau d'un.e patient.e en attente d'un test génétique permettant de déterminer l'existence d'une prédisposition génétique au cancer, d'un.e proche du/de la patient.e, d'un médecin et d'un.e technicien.ne de laboratoire.



- *Un cheveu dans la soupe de la génétique familiale* : ce scénario se penche sur la problématique de la démocratisation des test génétiques proposés par des sociétés privées et réalisés dans l'objectifs de découvrir ses origines ancestrales ainsi que des membres de la famille plus ou moins éloignée. Avec le jeu de rôle proposé, les élèves se lancent dans une enquête de généalogie familiale qui révélera bien des surprises et soulèvera des questions au sujet du consentement.

D'autres scénarios (détection de virus dans les eaux usées, enquêtes criminelles, ADN et archéologie) sont en préparation et seront disponibles prochainement.

L'utilisation du matériel fourni dans la valise peut être adaptée par l'enseignant.e en fonction des besoins, des objectifs, ainsi que du degré et du niveau du public cible. Le matériel peut être utilisé principalement de deux manières différentes :

- 1) Génétique en 11H : utilisation du scénario pédagogique au complet (les trois expériences) permettant de reprendre les concepts de biodiversité et de cellule, éléments essentiels pour construire une représentation solide du concept d'informations génétiques.
- 2) Biodiversité et cellule en 9H-10H : les deux premières expériences proposées peuvent être mises en pratique en amont du chapitre lié à la génétique afin d'accompagner la construction des concepts de cellule et de biodiversité.

Afin de construire du sens dans l'apprentissage du concept d'informations génétiques en 11H, nous vous encourageons à utiliser les 3 expériences proposées, car elles permettent d'établir des liens entre des concepts vus au cours des différentes années de la scolarité obligatoire. Cependant, chaque expérience peut être utilisée seule, et peut vous accompagner pour répondre aux objectifs spécifiques que vous vous êtes fixés.

Objectifs

Objectifs PER disciplinaires

- Observation et description de caractéristiques d'une cellule (paroi, membrane, cytoplasme, noyau) comme unité de base du vivant (MSN 38) → **en lien avec l'expérience 1 proposée dans la valise.**
- Reconnaissance de la diversité des cellules des organismes (cellules spécialisées) (MSN 38) → **en lien avec l'expérience 1 et 2 de la valise.**
- Identification des chromosomes, segmentés en gènes, comme le support de l'information héréditaire (MSN 38) → **en lien avec l'expérience 2 et 3 de la valise.**
- Identification des chromosomes comme support de l'information héréditaire et de la molécule d'ADN, portant les gènes (MSN 38) → **en lien avec l'expérience 2 et 3 de la valise.**

Plus spécifiquement, par le biais des 3 expériences proposées, il est possible de travailler les aspects suivants :

- Observer et décrire les caractéristiques d'une cellule comme unité de base du vivant.
- Reconnaître la diversité des cellules.
- Extraire l'ADN d'une préparation.
- Introduire les notions de gènes, chromosomes, molécule d'ADN et information héréditaire.
- Faire migrer de l'ADN sur un gel d'agarose

Objectifs PER liés à la démarche expérimentale

Les trois expériences s'inscrivent dans une démarche expérimentale et permettent de répondre aux principaux objectifs PER qui lui sont liés, entre autres :

- Réglage et utilisation d'un instrument de mesure
- Transposition des éléments d'un phénomène ou d'une situation dans le cadre des modèles étudiés préalablement
- Respect des règles du débat scientifique



Suggestions

- Débutez la séquence en mettant en évidence les représentations des élèves.
- Après chaque expérience, demandez à vos élèves un retour métacognitif.
- Faites de nombreux liens avec l'actualité et la vie de tous les jours.
- Questions à poser aux élèves et réflexions à mener tout au long de la séquence :
 - Où se trouve l'ADN ?
 - Combien possède-t-on de chromosome ?
 - Que savez-vous au sujet de cette double hélice ?
 - Comment distinguer un individu d'un autre ?
 - Ce qui varie d'un individu à l'autre c'est l'enchaînement des paires de bases (nucléotides)
 - Chez l'être humain, si l'on met bout à bout les 46 molécules d'ADN, combien peut-il y avoir de paires de bases en tout ?
 - $3.5 * 10^9$ paires de bases
 - Quel est le pourcentage de différence entre chaque individu ?

Réponses fréquentes : 0% (ce qui n'est pas possible, on serait tous jumeaux), 1% (presque la bonne réponse), 99% (ce n'est pas possible, car le chimpanzé a seulement 2% de différence avec les êtres humains).

Réponse exacte : 0.08% en moyenne. La différence est très petite car tous les êtres humains appartiennent à la même espèce. Mais 0.08 % de $3.5 * 10^9$ représente tout de même quelques millions de paires de bases.



Expérience 1 : observation et lyse de cellules



Observer l'effet du détergent sur une cellule (destruction de la membrane lipidique) et se rendre compte que l'ADN se situe dans les noyaux.



Prérequis : le vivant, la cellule



1-2
séances



Groupes
de 2

L'enseignant.e peut choisir s'il/si elle souhaite refaire cette expérience qui est habituellement réalisée en 9H, ou juste faire un rappel, ou encore juste montrer des photos aux élèves. Il est également possible de ne réaliser que la partie théorique (activité 1 + fiche de synthèse)



Matériel (pour 2 élèves) : cellules d'oignons

- 2 lames
- 4 pipettes
- Echantillons d'oignons (écailles)
- Du détergent dilué (cf. remarque)
- Du papier ménage
- 1 microscope
- 2 ciseaux
- 2 lamelles
- 2 pinces brucelles
- Du détergent dilué (cf. remarque)
- De l'eau déminéralisée
- 1 chronomètre
- Du bleu de méthylène (recette : 1g de poudre pour 1l d'H₂O déminéralisée)

Prenez un oignon bien grand, ne pas le laisser sécher après la coupe, à conserver au réfrigérateur. Pour l'observation, utilisez l'épiderme de l'oignon se trouvant à l'intérieur d'une écaille. Découpez soigneusement un morceau de cette écaille sans que celle-ci ne s'enroule.

Matériel (pour 2 élèves) : cellules buccales

- 2 lames
- 3 pipettes
- Du détergent dilué (cf. remarque)
- 1 chronomètre
- Du bleu de méthylène (recette : 1g de poudre pour 1l d'H₂O déminéralisée)
- 2 lamelles
- 2 cuillères en plastique
- 1 cure-dent
- 1 microscope

Remarque

- Dilution du détergent : 1/5 détergent, 4/5 H₂O déminéralisée. Le mélange ne doit pas ou presque pas mousser, verser délicatement d'abord l'H₂O ensuite le détergent. Déposer ce mélange dans des éprouvettes pour chaque groupe.
- Il est utile de conserver quelques lames soignées et réalisées correctement par les élèves (ou photo). Ainsi, il est possible de remonter le résultat aux élèves lors de la séance suivante.



Déroulement

Avant l'expérience

Rappel théorique caractéristiques du vivant, cellules, parenté du vivant

Mise en évidence des représentations de élèves au sujet de la génétique

Formation des groupes et distribution du matériel et des protocoles d'expérience

Rappel utilisation du microscope (si nécessaire)

Remarques d'ordre et de sécurité

Eventuellement, l'enseignant peut mettre les élèves au défi de réfléchir à un moyen de détruire les membranes lipidiques de cellules afin d'en libérer leur contenu.

Durant l'expérience

Une partie de la classe observe les cellules d'oignon, l'autre partie les cellules de la muqueuse buccale.

Les élèves suivent à 2 le protocole de l'expérience. Chaque groupe de 2 élèves étudie le même type de cellules, un élève s'occupe de la partie A et l'autre élève la partie B du protocole.

L'enseignant passe dans les rangs pour aider les élèves et surveiller le déroulement

Eventuellement prise de photos

Après l'expérience

Retour des élèves sur l'expérience. L'effet du détergent sur les membranes des cellules est expliqué.

Certains des concepts liés à la génétique (chromosomes, gènes) peuvent être institutionnalisés à l'aide des documents théoriques (l'une des cartes peut être complétée par les élèves).

Des liens sont établis avec l'objectif de l'expérience 2 : extraction d'ADN.



Documents:
Fiche élèves
activité 1



Documents :
Protocole
élèves de
l'expérience 1

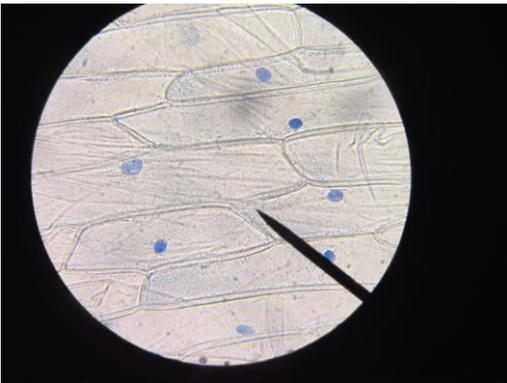


Documents :
- Fiche élèves
activité 1
- Fiche de
synthèse

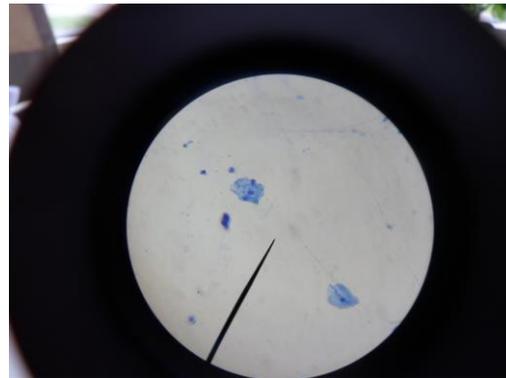


Résultats attendus

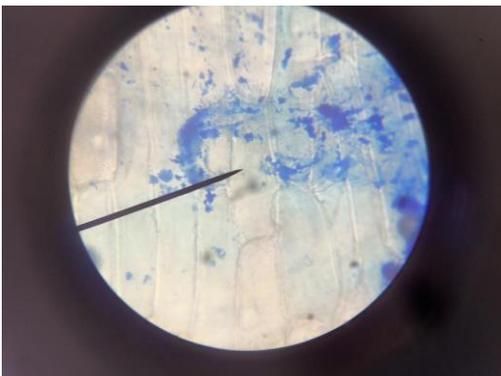
Cellules d'oignons



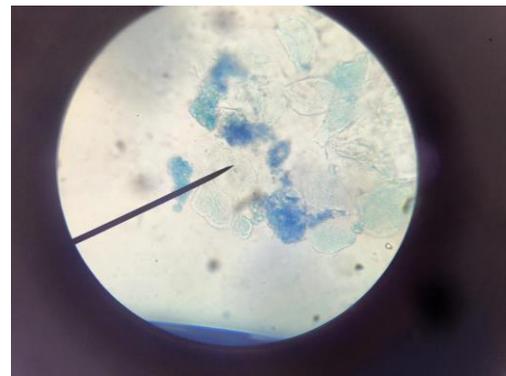
Cellules de muqueuse buccale



Cellules lysées d'oignons



Cellules lysées de muqueuse buccale



Le détergent détruit les membranes cellulaires, ce qui provoque la sortie des molécules d'ADN des noyaux.



Expérience 2 : extraction de l'ADN



Extraire l'ADN d'une préparation de cellules buccales



Prérequis : Le vivant, la cellule



1-2 séances



Groupes de 2

(cf. Remarques)



Matériel (pour 2 élèves)

- 2 éprouvettes
- 2 pipettes
- 1 cuillère à café
- Du colorant alimentaire (rouge)
- 8 ml d'alcool à brûler (min. 70%)
- 2 tubes capillaires

- Gants, blouses
- 2 gobelets en plastique
- Du détergent
- De l'eau (150 ml)
- Sel (1/2 cuillère à café)
- 2 Eppendorf



Remarques

- La difficulté essentielle pour cette expérience est de soigner l'étape 5 du protocole des élèves. L'expérience se joue à ce moment précis. On doit impérativement observer les deux phases comme démontrées ci-contre.
- Si l'enseignant.e n'a pas deux heures consécutives en sciences, il/elle peut réaliser la partie introductive (activité 2) du scénario choisi (scénario « médecine personnalisée » ou « Un cheveu dans la soupe de la génétique familiale ») après la partie théorique (activité 1) qui dure environ 30' et commencer la deuxième heure directement avec l'expérience 2.
- Pour des classes EB, il peut être nécessaire de réaliser l'expérience avec eux et de montrer le déroulement étape par étape



Sécurité

Attention : aucune des solutions utilisées dans le cadre de cette activité ne doit être mise en contact avec la bouche ! En cas d'intoxication par l'alcool ou le détergent, effectuer les mesures d'urgence et contacter le 145 (Tox Info)



Expérience 2 : extraction de l'ADN



A partir de l'expérience 2, il est possible d'entrer concrètement dans l'un des scénarios pédagogiques proposés.

Déroulement : avant l'expérience

1.

Scénario médecine personnalisée : L'enseignant introduit la notion de médecine personnalisée en précisant que de nombreuses informations accessibles par le biais de l'étude de l'ADN d'une personne sont liées à la santé. Consultation possible du site <https://humainsurmesure.ch/>

Visionnage de la vidéo disponible sur le site.

Scénario génétique familiale : L'enseignant.e introduit la problématique des tests génétiques commerciaux qui permettent à tout un chacun et pour un prix dérisoire d'obtenir des informations sur ses origines ancestrales et de retrouver des membres de sa famille.

2.

Scénario médecine personnalisée : Les élèves lisent le texte consacré à l'actrice Angelina Jolie puis en discutent en groupe en répondant aux questions.

Scénario génétique familiale : Les élèves lisent le témoignage d'une journaliste ayant eu recours à l'un de ces tests puis en discutent en groupe en répondant aux questions. Ils complètent l'arbre généalogique.



Docs :
Activité 2
(diffère selon le scénario choisi)

3.

Quelques réflexions sont mises en commun.

Eventuellement, une discussion avec l'ensemble de la classe, voire un débat, peuvent être proposés. Afin de relancer le débat et de pousser les élèves à étudier toutes les options, il est possible d'animer la mise en commun en posant des questions du type : Et si les généticiens vendaient nos informations concernant notre ADN à nos assurances ? Et si des Hackers réussissaient à obtenir vos informations génétiques ?

Dans tous les cas, dans le cas de la médecine personnalisée il est important de mettre en évidence, avant ou après la réflexion des élèves, l'importance de l'environnement sur le développement des cancers. Le facteur génétique n'explique pas tout.



Expérience 2 : extraction de l'ADN

4.

Scénario médecine personnalisée : En complément ou alternative, nous proposons également une activité transdisciplinaire (60 minutes) visant à entraîner la rédaction de texte argumentatif. Cette activité se trouve également dans les fiches élèves liées à l'activité 2.

L'élève sera capable de : - Différencier les arguments d'une opinion par rapport à un sujet de science ; prendre position dans un débat sur la base des arguments avancés ; s'exprimer lors d'un débat et en respecter les règles.

5'	Intro- duction	<p>Distribution de la feuille. Voici les éléments principaux à relever dans la consigne. Vous pouvez noter au tableau les trois étapes du travail. Consigne pour les élèves PG et G :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Il y a trois activités qui nous préparent à la dernière activité, qui sera le débat.</i> - <i>1. Lisez l'article et surlignez les arguments en faveur et les arguments contre l'analyse de l'ADN dans le sport.</i> - <i>2. Notez les arguments dans le tableau.</i> - <i>3. Ecrivez un petit texte qui exprime votre position à ce sujet.</i> - <i>Vous avez 20 minutes pour faire ceci - Travaillez individuellement.</i> <p>Consigne pour les élèves EB :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>Il y a deux activités qui nous préparent à la dernière activité, qui sera le débat.</i> - <i>1. Lisez l'article et surlignez les arguments en faveur et les arguments contre l'analyse de l'ADN dans le sport. Il est possible de lire le texte en classe à haute voix. Par contre, pas de discussion sur les arguments, svp.</i> - <i>2. Notez les arguments dans le tableau</i> - <i>S'il vous reste du temps, écrivez un petit texte qui exprime votre position à ce sujet.</i> - <i>Vous avez 20 minutes pour faire ceci</i> - <i>Travaillez individuellement (ou par deux, si vous considérez que c'est mieux).</i> 	<p>Feuille de travail (activité 2 : prolongations)</p> <p>Tableau</p>	Plénum
20'	Compréhension Analyse	<p>Les élèves travaillent individuellement sur le texte et sur la préparation des arguments. L'enseignant peut répondre éventuellement à des questions de <i>vocabulaire</i> (mais pas de structure de l'argumentation).</p>		Individuel
20'	Débat et synthèse	<p>Cette partie est libre. Je propose de former des groupes (4-6) de débat. Vous êtes libres de les former selon vos préférences (les obliger à prendre une position particulière, au choix, groupes plus grands, donner des rôles, ...). Le but est de remployer les informations acquises précédemment et réutiliser les connaissances de débats qu'ils ont acquis en cours de français. Pour les <i>classes EB</i> : faire le débat de classe ? Après 10/15 minutes, faire une synthèse / mise en commun des arguments [conclusion de l'activité].</p>		Groupes de 4-6 puis plénum



Expérience 2 : extraction de l'ADN



Déroulement : durant l'expérience

Les élèves suivent à 2 le protocole de l'expérience. Chaque élève procède à sa propre extraction.

L'enseignant passe dans les rangs pour aider les élèves et surveiller le déroulement.

Attention : Il faut dire aux élèves de ne pas faire de mousse lorsqu'ils retournent l'éprouvette (ne pas secouer l'éprouvette !)

Eventuellement prise de photos

A la fin de l'expérience, on verse de l'alcool à brûler dans les Eppendorf pour conserver l'ADN.



Documents :
Protocole
élèves de
l'expérience 2

Après l'expérience

L'enseignant met en évidence que les Eppendorf contiennent désormais de l'ADN extrait des cellules de chacun des élèves de la classe et qu'à partir de ces échantillons il est possible d'avoir de nombreuses informations sur chaque élève. L'enseignant peut annoncer à ce moment-là qu'il va ramasser les échantillons des élèves afin de réaliser une analyse d'ADN, et observer les réactions des élèves (consentement ou refus).

En conclusion, l'enseignant signale qu'aucun travail ne sera effectué sur l'ADN des élèves car la recherche est cadrée par de nombreuses restrictions légales et l'étude de l'ADN d'un individu est interdite sans l'accord du propriétaire. Les informations génétiques contenues dans l'ADN font partie de l'intégrité physique de chaque personne. Cette conclusion permet de mettre en avant les conditions pour faire un test ADN : être majeur ou avoir l'autorisation des parents, être consentant. On peut finir sur la question suivante : et si un jour le test ADN était rendu obligatoire ?



Résultats attendus





Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose



- Se familiariser avec la génétique
- Manipuler de l'ADN
- Comparer des fragments d'ADN à l'aide de la méthode de l'électrophorèse



Groupes de 4 (médecine personnalisée) ou groupes de 3 et groupes de 4 (génétique familiale)



Prérequis : Le vivant, la cellule, la molécule d'ADN (quoi, où, comment), les gènes, les chromosomes et l'information héréditaire.



1 -2 séances (cf. Remarques)



Matériel (fourni dans la valise)

- Cuve à électrophorèse MiniOne
- Microcentrifugeuse
- Solution TAE concentrée
- Caissette de « moulage » de gel
- Micropipettes et pointes
- Poubelle



-Tubes Eppendorf avec échantillons d'ADN de 4 types différents: gène a normal (a_N), gène a muté (a_m), gène b normal (b_N), gène b muté (b_m).

- Marqueur de taille

-Cup de gel d'agarose



Remarques

- Les échantillons d'ADN sont de 4 types différents et l'on peut donc choisir quels gènes ils illustreront selon le scénario choisi. Pour la médecine personnalisée, le gène a peut être le gène BRCA1, le gène b peut être le gène p53. Pour la génétique familiale, on peut utiliser le même gène pour toutes les personnes apparentées et un deuxième de profil différent pour une personne non apparentée.
- Cette expérience est réalisable sur 1 leçon si l'on choisit d'écourter les activités et les jeux de rôles qui l'accompagnent mais peut être étoffée et allongée en fonction des besoins et objectifs.
- Un petit pot de gel peut s'utiliser en tout cas deux fois. Pour ce faire, il faut laisser migrer les échantillons tout en bas du gel, puis réutiliser les puits de chargement.



Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose



Cette expérience nécessite une préparation préalable par l'enseignant.e

Préparation préalable : solution tampon TAE 1X

La solution tampon TAE fournie est concentrée (10X). Afin de l'utiliser, il faut la diluer avec de l'eau déminéralisée (9 parts d'eau pour 1 part de TAE 10X). Cette solution permettra de charger l'ADN négativement.

Préparation préalable : gel

1. Entrouvrir le couvercle du gel d'agarose
Ce gel contient un agent intercalant qui permettra de visualiser l'ADN par fluorescence
2. Passer le gel au four microonde jusqu'à ce qu'il soit liquéfié et totalement translucide
3. Verser le gel dans l'une des deux caissettes (ou les deux, selon besoin) de la boîte à « moulage ». Le peigne aura été disposé dans la boîte de manière à former les puits dans lesquels l'ADN sera déposé.
4. Laisser le gel polymériser dans la boîte (environ 10 minutes). Une fois le gel versé, veiller à ne pas agiter la boîte, la préparation doit rester immobile
5. Après solidification, enlever délicatement le peigne du gel : les puits sont formés.
Le gel est directement utilisable pour une électrophorèse ou est conservable plusieurs jours au frigo recouvert de solution TAE 1X.

Préparation préalable : échantillons d'ADN

L'enseignant.e prépare de petits tubes Eppendorf de 6 microlitres contenant l'ADN qu'il souhaite que ses élèves chargent (cf. remarques).



Déroulement

Avant l'expérience

1.

Rappel théorique des niveaux d'organisation/ ADN/
information héréditaire et explication de l'objectif de la leçon



Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose

2.

Scénario médecine personnalisée :

Un rappel de l'implication de la version mutée des gènes P53, BRCA1 et BRCA2 dans l'augmentation du risque de développer certains cancers, dont le cancer du sein, est effectuée. Le texte de la première page des fiches accompagnant l'expérience 3 est lu avec les élèves.



Documents :

- Protocole élèves de l'expérience 3 (diffère selon le scénario choisi)

Scénario génétique familiale :

Un rappel du contexte des tests génétiques à visée généalogique est effectué. Si du temps est disponible, il est possible de visionner l'émission de *Temps présent* consacrée à cette thématique.

L'émission est disponible en suivant le lien suivant :

<https://www.youtube.com/watch?v=Ni1UBeU6Qao>

Le texte de la première page des fiches accompagnant l'expérience 2 est lu avec les élèves.

3.

Présentation et explications du principe très général des enzymes de restriction et de l'électrophorèse.

Pour expliquer ce que fait une enzyme, l'utilisation du PowerPoint est conseillée. Les explications doivent être adaptées au type de classe mais idéalement les élèves devraient comprendre qu'on s'intéresse aux séquences de nucléotides. Dès qu'une enzyme reconnaît une séquence de nucléotides particulière, c'est-à-dire un enchaînement de billes de couleur spécifique, elle coupe.



- Fiches de synthèse

4.

Formation des groupes et tirage au sort des rôles selon le scénario choisi. Dans le scénario génétique familiale, les élèves reçoivent l'arbre généalogique correspondant à leur famille.

Remarques d'ordre et de sécurité. Bien insister sur le fait que le matériel est cher, en particulier les micropipettes. La manipulation des micropipettes sera expliquée aux techniciens durant l'expérience.



- Arbres généalogiques



Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose



Déroulement

Durant l'expérience

1.

Début du jeu de rôle : les élèves prennent connaissance du consentement d'analyse à la dernière page du dossier de fiches accompagnant l'expérience 2. Ils le signent dans le cas du scénario médecine personnalisée si ceci n'a pas déjà été fait lors de l'expérience 2.

2.

Les techniciens/-ennes reçoivent l'Eppendorf contenant l'ADN prêt à charger. L'enseignant leur explique comment procéder et tenir les micropipettes : toujours les tenir verticalement, comme un bâton de ski.

Scénario médecine personnalisée :

Pendant ce temps (10-15'), à l'aide de la lettre d'information pour le consentement éclairé et des fiches de synthèse, le médecin se prépare à expliquer au/à la patient/-e et à son ami/-e les bases théoriques d'une analyse génétique ainsi que ses objectifs. Le/la patient/-e et son ami/-e rédigent une question à poser au médecin. L'échange a lieu entre les deux parties.

Scénario génétique familiale :

Les élèves jouant le rôle de Lucie et Gaëlle expliquent brièvement aux membres de leurs familles respectives les raisons pour lesquelles elles souhaitent faire un test ADN. Diana, Jean-Pierre et Paul donnent leur avis à ce sujet.



Documents :

- Protocole élèves de l'expérience 3 (diffère selon le scénario choisi)



Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose

3.

Toute la classe assiste au chargement des échantillons d'ADN.

Commencer par introduire le marqueur de taille dans le premier puit afin de montrer au reste de la classe le fonctionnement des micropipettes. Les élèves qui ne sont pas dans le rôle du/de la technicien.ne peuvent s'entraîner à manier les micropipettes avec de l'eau si l'horaire le permet. L'enseignant.e explique l'utilité du marqueur aux élèves.

Les technicien.ne.s viennent introduire l'ADN avec les micropipettes dans les puits. Ils/elles chargent l'ADN du patient de leur groupe dans le scénario médecine personnalisée, ils/elles chargent l'ADN de l'un des personnages ou d'un.e autre client.e dans le cas du scénario génétique familiale.

Sur une feuille de papier, les technicien.ne.s schématisent le gel avec les puits numérotés. Après chaque dépôt, le/la technicien.ne inscrit sur la feuille à quel personnage correspond l'échantillon déposé sur le gel. Il faut attribuer un numéro à chaque personnage pour garantir l'anonymisation des résultats : seuls les médecins et les technicien.ne.s ont accès aux résultats des patient.e.s et client.e.s.

4.

Durant la migration de l'ADN (environ 10'), les groupes discutent et des questions sur les fiches accompagnant l'expérience. L'enseignant répond aux questions éventuelles des élèves.

5.

Scénario médecine personnalisée :

Une fois la migration terminée, les médecins et les technicien.ne.s restent afin d'analyser le profil de leur patient.e à l'aide de l'image dans leur protocole. Le jeu de rôle se termine sur l'annonce confidentielle du résultat à chaque patient.e (s'ils/elles ont souhaité le connaître), à savoir s'ils sont porteurs d'un gène muté pouvant être impliqué dans le cancer du sein.



Documents :

- Protocole élèves de l'expérience 3 (diffère selon le scénario choisi)



5.

Scénario génétique familiale :

A la fin de la migration de l'ADN sur le gel, les technicien.ne.s vont analyser les profils des client.e.s. Ils/elles distribuent les « cartes événement » à Lucie et à Gaëlle. Les Lucie et Gaëlle de chaque groupe se rencontrent et comparent leurs arbres généalogiques.

Tous les élèves réfléchissent aux possibilités expliquant ce lien de parenté. Ils peuvent noter/schématiser leurs idées directement sur les arbres.

Le jeu se poursuit selon les décisions des différent.e.s joueur.se.s. à l'aide des « cartes décision » : annoncer la découverte de liens de parenté aux autres membres de la famille, choisir de poursuivre les investigations, ...

Lorsque l'un des autres membres de la famille choisit également d'effectuer un test, le/ technicien.ne du groupe lui transmet le résultat sous forme d'une « carte événement ».

Même si le jeu n'est pas poursuivi jusqu'au bout (découverte que Paul n'est pas le père biologique de Diana), l'enseignant.e peut révéler le dénouement de l'histoire à la fin de la leçon.



Documents :

- Cartes du jeu « un cheveu dans la soupe de la génétique familiale »
- Arbres généalogiques du scénario génétique familiale



Déroulement

Après l'expérience

1.

A la fin de l'expérience, cônes et Eppendorf se mettent dans la poubelle biologique.

Expérience 3 : migration de l'ADN sur gel d'agarose



2.

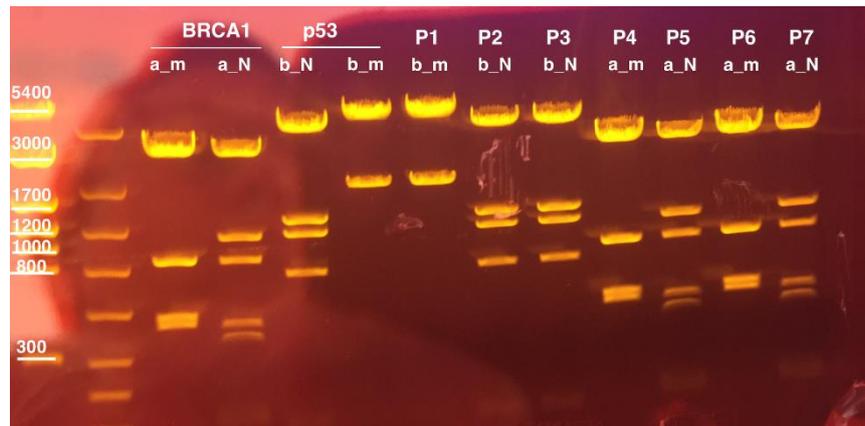
Les résultats d'expérience ainsi que les réflexions menées durant l'activité sont mis en commun

Dans le cas de la médecine personnalisée, il est essentiel de mentionner aux élèves que le diagnostic ainsi effectué propose le résultat sous forme de probabilités. Il s'agit d'un pourcentage de risque, en fonction d'un profil génétique établi sur de larges populations, de développer un cancer dans le futur. De plus, l'environnement peut très fortement influencer sur ces prédictions. Les causes environnementales jouent un rôle très important dans le développement de cancer. L'enseignant.e peut faire un retour sur les principales causes environnementales des cancers (tabac, exposition au soleil, ...)



Résultats attendus

Les différents fragments d'ADN ont migré sur le gel vers le pôle positif (bas de l'image) en fonction de leur taille : les fragments les plus gros migrent moins loin que les fragments les plus petits. La disposition de ces fragments permet de distinguer les profils.



De la gauche vers la droite : marqueur de taille, les 4 profils des gènes a et b normaux et mutés, et les profils des différents personnages 1-7 (patient.e.s ou client.e.s). En comparant le profil des personnages avec ceux des gènes normaux/mutés, il est possible d'établir le diagnostic médical ou le lien de parenté.