

A la découverte de l'ADN

Cours central de biologie SSPSN, Köniz octobre 2026



Hostettler Lola, Dr. Chantal Wicky, Dr. Marie-Pierre
Chevron

Table des matières

Préambule : Insertion du projet dans le plan d'étude cadre.....	3
Introduction : Une séquence de génétique en trois sessions	5
Session 1 : Distribution des scénarios et adaptation des protocoles.....	6
Session 2 : Réalisation des protocoles.....	6
Session 3 : Mise en commun	10
Procédure de commande du matériel	10
Supports des élèves.....	12
La méthode RFLP	13
A. Résistances aux antibiotiques	17
B. Diagnostic pré-implantatoire.....	19
C. Enquêtes criminelles	21
D. Création d'une nouvelle réserve naturelle cantonale.....	23
E. Le gène SRY et la détermination du sexe chez les athlètes	25
F. Médecine du sport et génétique	27
Ont participé à ce projet.....	29

Préambule : Insertion du projet dans le plan d'étude cadre

La réforme de la maturité gymnasial (MAT-EO) inscrit l'éducation à la citoyenneté (EC), l'éducation au développement durable (EDD), l'éducation numérique (NUM), la propédeutique scientifique (PS) et l'interdisciplinarité (ID) au cœur du nouveau plan d'étude cadre (PEC). La prise en compte de ces domaines, ainsi que le développement de compétences transversales (CT), posent une question pédagogique concrète : comment amener des enseignant·e·s disciplinaires à collaborer réellement, et des élèves à véritablement intégrer des savoirs entre eux, plutôt que de les juxtaposer ? A cet égard, le cadre théorique du *meaningful learning* propose d'intéressantes pistes de réflexion.

L'association Autresens, en collaboration avec l'UNIFR, développe des outils pédagogiques pour accompagner un enseignement selon les principes du *meaningful learning*. L'objectif est de guider l'enseignant·e, et l'élève en rendant explicites (métacognition) les efforts à consentir dans trois moments clés/piliers de l'apprentissage : l'**engagement**¹ dans l'activité, la **structuration**² des contenus, et le **transfert**³ des concepts appris dans de nouvelles situations. Ces trois piliers se nourrissent les uns des autres et permettent de travailler ce que souhaitent développer les différents domaines transversaux du PEC c'est-à-dire : un ancrage des savoirs disciplinaires dans la résolution d'une situation problème complexe.

Concrètement, dans le cadre du projet « *la génétique autrement* », nous proposons du matériel de biologie moléculaire ainsi que des fiches pédagogiques d'accompagnement au *meaningful learning* (adaptés au secondaire 1 et 2). Sur demande, des valises contenant le matériel nécessaire à la réalisation d'expériences de laboratoire en génétique peuvent être fournies.

La séquence proposée ci-après s'articule autour des différentes étapes de la démarche scientifique (PS). Afin d'engager l'élève dans son apprentissage, chacun est libre de choisir une question de recherche en génétique parmi plusieurs possibilités. Regroupés selon la thématique choisie, les élèves mènent ensuite une expérience pratique et effectuent des recherches documentaires afin d'arriver à une conclusion qui sera communiquée à la classe en plénum.

¹ Importance des représentations, actualisation des contenus, susciter la curiosité, le conflit cognitif, etc.

² La structure de la connaissance est explicitée dans un contexte défini : textes, cartes conceptuelles structurées, représentations graphiques explicites, etc.

³ Les transferts successifs permettent une généralisation des concepts et l'élaboration de concepts seuils.

Les **concepts seuils** sont des concepts complexes à élaborer (ils font appel à de nombreuses notions ou composantes). Ils permettent de lier des champs disciplinaires éloignés, ils ne sont plus jamais oubliés et ils changent le regard porté sur le monde. Par exemple, la démocratie, la tragédie, la vie, etc.

Un transfert réussi est également l'indicateur que **du sens** a été construit.

Cette séquence permet, d'une part, d'actualiser les contenus en abordant des problématiques citoyennes complexes comme celles du diagnostic pré-implantatoire, de l'utilisation du gène SRY dans la détermination du sexe chez les athlètes, ou de la résistance aux antibiotiques (EC).

D'autre part, la réalisation et l'interprétation d'une expérience pratique ainsi que la recherche documentaire permettent de structurer les connaissances en génétique (PS). De plus, la multiplicité des situations choisies dans la classe exerce le transfert de connaissances.

Finalement, la possibilité de demander aux élèves de rapporter leurs résultats en différents formats de communication (rapport d'expériences, posters, vidéos, podcast, flyers, débats...) ouvre la possibilité de travaux interdisciplinaires et numériques (ID, NUM) ainsi que la prise en compte et l'expression des émotions face à la problématique abordée.

Introduction : Une séquence de génétique en trois sessions

La méthode **RFLP** (*Restriction Fragment Length Polymorphism*, ou Polymorphisme de Longueur des Fragments de Restriction) est une technique historique de biologie moléculaire permettant d'analyser les variations de l'ADN entre différents individus. Si, aujourd'hui, on lui préfère souvent le séquençage, elle reste une méthode de choix en laboratoire de recherche et permet aux élèves d'intégrer différentes notions fondamentales en génétique.

Nous avons établi un protocole, pouvant être réalisé en classe, sur les machines Minione afin de distinguer (au maximum) 4 profils ADN grâce à la méthode RFLP. Ces protocoles sont bien évidemment adaptables à n'importe quelle machine d'électrophorèse.

Nous proposons plusieurs scénarios de mise en situation de ce protocole :

- A. Résistances aux antibiotiques
- B. Diagnostic pré-implantatoire
- C. Enquêtes criminelles
- D. Création d'une nouvelle réserve naturelle cantonale
- E. Le gène SRY et la détermination du sexe chez les athlètes
- F. Médecine du sport et génétique

En général, il nous semble que les élèves sont d'autant plus motivés qu'on leur laisse le choix de la problématique abordée. Puisque le matériel est toujours le même pour les différents scénarios, proposés à la classe, les élèves peuvent choisir le scénario qui les intéresse le plus !

Il est également possible de faire un seul scénario pour toute la classe. L'enseignant peut alors faire uniquement la session 2 avec le scénario de son choix.

Voici les différentes étapes de la séquence imaginée :

Sessions	Durée	Contenu
1	2 périodes	Présentation des problématiques et distribution des scénarios Présentation de la méthode RFLP Adaptation des protocoles par les élèves
2	2 périodes	Réalisation du protocole Digestion (à faire faire aux élèves, à faire en amont, ou vous pouvez commander des échantillons digérés directement) Electrophorèse
3	1-2 périodes	Mise en commun, possibilité de travaux interdisciplinaires et de prise en compte des émotions

Session 1 : Distribution des scénarios et adaptation des protocoles

L'enseignant.e propose aux élèves plusieurs problématiques de recherches à choix parmi :

- A. Résistances aux antibiotiques
- B. Diagnostic pré-implantatoire
- C. Enquêtes criminelles
- D. Création d'une nouvelle réserve naturelle cantonale
- E. Le gène SRY et la détermination du sexe chez les athlètes
- F. Médecine du sport et génétique

Les élèves se regroupent par choix de problématique (5 élèves par problématique).

L'enseignant.e dit à la classe qu'il-elle doit ensuite se procurer les échantillons et que la partie pratique du TP commence au cours suivant.

Lors de la suite du cours, l'enseignant.e distribue deux fiches aux élèves :

- les scénarios détaillés de chaque groupe selon le choix thématique
- la fiche : Méthode RFLP

L'enseignant explique la méthode RFLP et le protocole en général.

L'idée étant que chaque groupe présente ses résultats dans un rapport scientifique (ou un poster, un podcast, un flyer, une vidéo etc...), les élèves se mettent ensuite au travail et commencent la rédaction de leur production finale : ils lisent leur scénario, effectuent quelques recherches, adaptent le protocole à leur situation.

Finalement, chaque groupe présente son travail préliminaire à la classe et les adaptations éventuelles du protocole sont discutées en plénum.

Session 2 : Réalisation des protocoles

Matériel

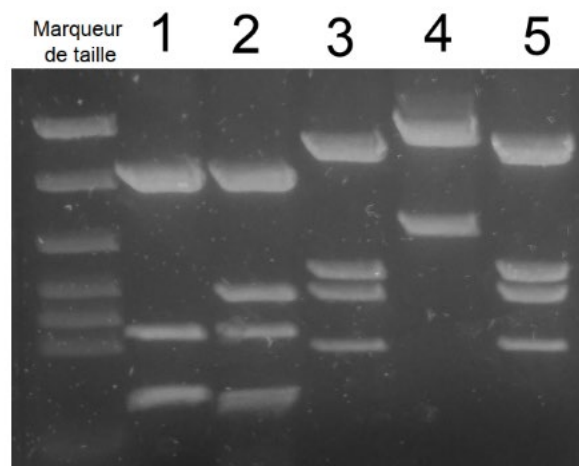
Quatre ADN 1 à 4 sont fournis dans le kit (tous issus de gènes de souris et possédant différents sites de restrictions ce que les élèves ne doivent pas savoir !). Après digestion avec PST1, on obtient 4 profils distincts.

ATTENTION :

Chaque tube d'ADN 1 à 4 reçu contient suffisamment de matériel pour effectuer 10 digestions de restriction dont le résultat peut être chargé sur un gel d'agarose pour électrophorèse. C'est-à-dire 55uL d'ADN.

La distribution des profils est à adapter pour chaque groupe de travail en fonction de la problématique abordée. L'enseignant·e ou la personne en charge des préparations de laboratoire doit donc aliquoter les échantillons 1 à 4 reçus pour chaque groupe. **Il faut 5 uL d'ADN pour faire la digestion et l'électrophorèse.**

Profils 1 à 4 obtenus



A titre indicatif, le kit contient suffisamment d'ADN pour faire chacun des scénarios ci-dessous une fois ou 3 fois un même scénario. Si l'on fait des groupes de 4-5, on a une classe de 24-30 élèves.

D'autres combinaisons ou d'autres scénarios sont bien sûr possibles. Partagez-les-nous et nous les ajouterons volontiers au catalogue de notre site. A vous de jouer !!!

Scénarios	Profils à distribuer	Représente...	A noter sur le tube	Résultats attendus
A.	3.	Réf. Matériel génétique d'une souche bactérienne sensible à un antibiotique	Réf Sensi	
	4.	Réf. Matériel génétique d'une souche bactérienne résistante à un antibiotique	Réf Rés	

	3.	Test Matériel génétique de la souche bactérienne du patient X	Test p. X	La souche prélevée sur le patient X est sensible, il peut être traité.
	3	Test Matériel génétique de la souche bactérienne du patient Y	Test p. Y	La souche prélevée sur le patient Y est sensible, il peut être traité.
	4	Test Matériel génétique de la souche bactérienne du patient Z	Test p. Z	La souche prélevée sur le patient Z est résistante, il ne peut pas être traité.
B.	1.	Réf. Allèle sain de la myopathie de Duchenne	Réf sain MD	
	2.	Réf. Allèle muté de la myopathie de Duchenne	Réf malade MD	
	2.	Test de l'embryon X	Test E. X	L'embryon est malade.
	1.	Test de l'embryon Y	Test E. X	L'embryon est sain.
	1.	Test de l'embryon Z	Test E. X	L'embryon est sain.
C.	1.	ADN du suspect I	SI	
	2.	ADN du suspect II	SII	
	3.	ADN du suspect III	SIII	
	4.	ADN du suspect IV	SIV	
	4.	Scène de crime	Scène de crime	Le coupable est le suspect IV.
D.	2.	ADN chloroplastique amplifié de gentiane du site I	SI	
	3.	ADN chloroplastique amplifié de gentiane du site II	SII	
	2.	ADN chloroplastique amplifié de gentiane du site III	SIII	
	2.	ADN chloroplastique amplifié de gentiane du site IV	SIV	
	3.	Réf ADN chloroplastique amplifié de <i>Gentiana clusii</i>	Réf	<i>Gentiana clusii</i> est présente sur le site II

E.	0	ADN amplifié de l'athlète A	AA	<i>L'athlète n'est pas porteuse du gène SRY</i>
	3.	ADN amplifié de l'athlète B	AB	<i>L'athlète est porteuse du gène SRY intact</i>
	4.	ADN amplifié de l'athlète C	AC	<i>L'athlète est porteuse du gène SRY muté</i>
	4.	ADN amplifié de l'athlète D	AD	<i>L'athlète est porteuse du gène SRY muté</i>
	3.	ADN amplifié du gène SRY intact	Réf SRYi	
	4.	ADN amplifié du gène SRY muté	Réf SRYm	
F.	1	ADN amplifié du footballeur A	FA	<i>Le footballeur est porteur du gène muté homozygote</i>
	4	ADN amplifié du footballeur B	FB	<i>Le footballeur est porteur du gène intact homozygote</i>
	4	ADN amplifié du footballeur C	FC	<i>Le footballeur est porteur du gène intact homozygote</i>
	4	ADN amplifié de l'allèle ACTN3 intact	Réf Ci	
	1	ADN amplifié de l'allèle ACTN3 1 muté	Réf Cm	

Méthode

Chacun réalise son expérience, les ADN sont chargés sur les mêmes gel. Une feuille est déposée à côté du gel, et les élèves notent ce qui est chargé dans l'ordre.

Deux à trois sessions d'électrophorèse peuvent être nécessaires selon le nombre total de profils à analyser. Pendant l'attente, les élèves travaillent sur leur production finale.

Session 3 : Mise en commun

Les différents résultats obtenus par chaque groupe sont finalement présentés à la classe. Cette session pourrait être l'occasion de faire de l'interdisciplinarité par exemple en français ou en Art visuels selon le produit final demandé.

Propositions d'ouvertures interdisciplinaires

1. En français

- Rédigez un rapport scientifique détaillé à l'attention de votre chef-fe de laboratoire (enseignant-e) présentant la problématique abordée, l'expérience effectuée, les résultats obtenus et une conclusion. (ID, PS)
- Présentez votre rapport oralement à la classe (ID PS)
- Débattiez autour du sujet ... (ID EC)

2. En arts-visuels

- Faites un poster présentant l'expérience et les résultats obtenus. (ID)
- Produisez un flyer, un podcast ou une vidéo de sensibilisation à la problématique abordée (NUM, ID)

Procédure de commande du matériel

Pour commander les ADNs (ou la valise si besoin), vous pouvez vous adresser à chantal.wicky@unifr.ch et Marie-Pierre Chevron marie-pierre.chevron@unifr.ch ou vous rendre sur le site www.autresens.org.

Vous pouvez choisir de l'ADN non digéré ou de l'ADN digéré (avec ou sans partie I digestion du protocole). Il vous sera facturé : 80.- par kit. Les ADNs potentiellement restants peuvent être conservés au congélateur.

Les échantillons d'ADN 1,2,3,4 sont également disponibles sur le site de Jeulin.

Matériel

Matériel spécifique

- système d'électrophorèse MiniOne (supports pour couler les gels ; peignes ; cuve d'électrophorèse ; chargeur pour migration)
- micro-centrifugeuse
- incubateur (pour digestion à 37°C)

Matériel standard de laboratoire

- micropipettes p20 et p10 et pointes
- portoirs pour micro-tubes Eppendorf
- tubes Eppendorf et micro-tubes
- micro-ondes
- gants
- gants pour le chauffage
- nacelles à peser
- spatules
- erlenmeyer
- cylindre gradué
- balance de précision

Réactifs

- profils ADN 1 à 4 digérés ou non
- enzyme de restriction PST1 avec tampon de digestion
- tampon de charge
- eau stérile
- agarose
- intercalant Gelgreen de chez Merck n° commande SCT125, à diluer 10'000 X
- tampon TAE à diluer pour obtention d'une solution TAE 1x (Tris-Acétate, EDTA)
- marqueur de taille (NEB #3200)

Supports des élèves

0. La méthode RFLP

Les scénarios :

A. Résistances aux antibiotiques

B. Diagnostic pré-implantatoire

C. Enquêtes criminelles

D. Création d'une nouvelle réserve naturelle cantonale

E. Le gène SRY et la détermination du sexe chez les athlètes

F. Médecine du sport et génétique

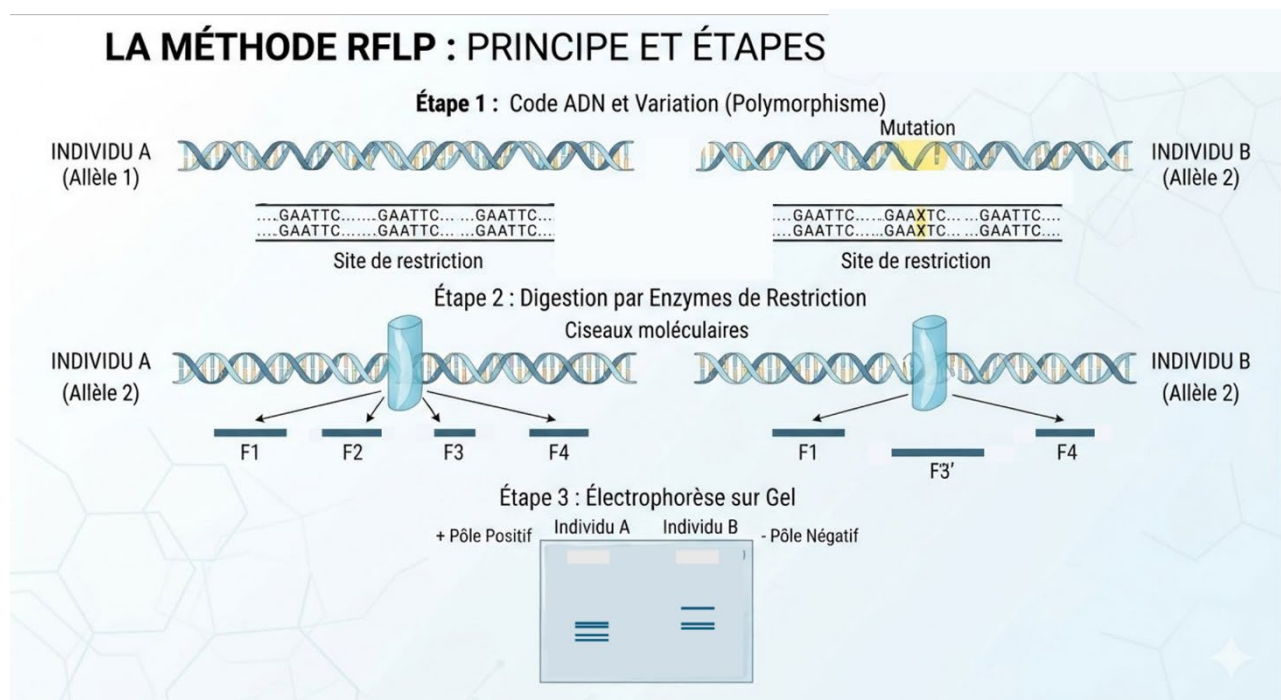
La méthode RFLP

Introduction

L'électrophorèse sur gel est une méthode analytique de biologie moléculaire qui permet de séparer les fragments d'ADN selon leur taille. Cette méthode implique deux étapes cruciales : la digestion des échantillons par une enzyme de restriction et la séparation des brins d'ADN obtenus selon leur taille par électrophorèse sur gel pour permettre leur visualisation.

La vidéo suivante présente le fonctionnement de la méthode :

[Gel Electrophoresis](#), amoeba sisters version française



Si vous avez commandé des ADN déjà digérés, allez directement à la partie II

Partie I Digestion

Sur glace

But : digérer l'ADN par des enzymes de restriction

Matériel :

- micro-centrifugeuse
- incubateur (pour digestion à 37°C)
- micropipettes p20 et p10 et pointes
- portoirs pour micro-tubes Eppendorf
- micro-tubes vides

Réactifs

- tubes Eppendorf contenant les ADN à analyser
- enzyme de restriction PST1 avec tampon de digestion
- tampon de charge (violet)
- eau stérile

Méthode :

Chaque échantillon est digéré dans un micro-tube séparé.

1. Pour permettre la digestion d'un échantillon, mélangez précisément avec une micropipette les volumes suivants dans un micro-tube :

Echantillons	ADN	H ₂ O	Tampon de digestion	Enzyme de restriction PSTI	Vol. final
X	5uL	4uL	1uL	1uL	11ul

2. L'échantillon est rapidement centrifugé pour récupérer toutes les gouttelettes des parois du micro-tube et s'assurer que les 11uL de mélange de digestion final sont bien mélangés.

3. Incuber l'échantillon à 37°C pendant 20min au minimum et 45min au maximum.

Pendant ce temps, préparer la partie II.

4. Ajouter 2uL de tampon de charge pour permettre l'électrophorèse.

L'ADN digéré peut être conservé au congélateur pour une utilisation ultérieure

Partie II Electrophorèse sur gel

But : séparer les fragments d'ADN obtenus selon leurs tailles pour obtenir des profils génétiques

Matériel

- système d'électrophorèse MiniOne (supports pour couler les gels ; peignes ; cuve d'électrophorèse ; chargeur pour migration)
- micropipettes p20 et pointes
- portoirs pour micro-tubes Eppendorf
- micro-ondes
- nacelles à peser
- spatules
- erlenmeyer
- cylindre gradué
- balance de précision

- gants
- gants pour le chauffage
- blouse de laboratoire
- lunettes de protection

Réactifs

- micro-tubes des échantillons ADN digérés
- agarose
- intercalant Gelgreen de chez Merck n° commande SCT125, à diluer 10'000 X
- tampon TAE à diluer pour obtention d'une solution TAE 1x (Tris-Acétate, EDTA)
- marqueur de taille (NEB #3200)

Méthode⁴

Portez des gants, une blouse et des lunettes de protection

Couler les gels

Pour 25 ml de gel d'agarose 1% , (2 gels car 1 gel MiniOne contient 10ml d'agarose)

Préparer le support du gel avec le peigne

1. Peser 0.25g d'agarose dans une nacelle à peser
2. Mesurer 25mL de TAE 1x
3. Mélanger l'agarose et le TAE dans un Erlenmeyer
4. Porter le mélange à ébullition dans le micro-ondes (attention aux éclaboussures, il ne doit plus y avoir de pastille de solide dans le gel).
5. Laisser refroidir le mélange jusqu'à ce que vous puissiez le toucher avec les mains
6. Ajouter 2.5uL de Gelgreen (enseignant)
7. Couler le gel, éliminer toutes les bulles
8. Attendre 15-20min que le gel polymérise (Ne pas déplacer le gel pendant la polymérisation).

Procéder à l'électrophorèse

1. Retirer délicatement le peigne
2. Déposer le gel et son support dans la cuve d'électrophorèse Minione
3. Ajouter le TAE1x jusqu'à recouvrement du gel (environ 140mL)
4. Déposer 5uL de marqueur de taille

⁴ [MiniOne Videos and User Manuals • MiniOne Systems Europe](#), 29 septembre 2026

5. Changer de pointe
6. Déposer, dans les puits, 5uL d'échantillon ADN reçu déjà digéré ou tout le volume de votre digestion. Changer de pointe à chaque échantillon.
7. Fermer la cuve
8. Enclencher la cuve et faire migrer 15-20min

Résultats

Observer les bandes obtenues.

Rangements

Tout le matériel, à l'exception des pipettes, est nettoyé consciencieusement au savon, séché et rangé.

Les gants, les pointes de pipettes et tubes et les gels sont à jeter dans le bidon blanc des déchets contaminés.

Le TAE du bain peut être conservé au frigo pour une utilisation ultérieure. S'il n'est pas réutilisé, il doit être évacué au bidon rouge.

Si besoin, le gel peut être conservé au frais, recouvert de TAE afin d'éviter sa dessiccation.

A. Résistances aux antibiotiques

Au HFR, plusieurs patients souffrent d'infections nosocomiales graves par *S. aureus*. Ces dernières années, cette souche bactérienne a développé une résistance aux antibiotiques du type beta-lactamine.

Vous recevez du HFR de l'ADN amplifié des bactéries infectieuses de chacun des patients ainsi que celui d'une bactérie sensible et d'une bactérie résistante. Par RFLP, déterminez si les patients peuvent être traités par beta-lactamine.

Procédure

A. Effectuer des recherches

Avant de manipuler l'ADN, vous devez maîtriser votre sujet. Effectuez des recherches approfondies pour répondre aux points suivants.

- **Action des antibiotiques :** Décrivez l'action des antibiotiques de la famille des beta-lactamines sur les bactéries. Comment fonctionnent ces antibiotiques ?
- **Génétique :** Quel est le gène principalement responsable de la résistance aux antibiotiques dans le cas présenté ? Où est-il situé dans la bactérie et comment peut-il être transmis entre les bactéries ?
- **Résistance :** Décrivez ce qui se passe lorsque la bactérie devient résistante à l'échelle moléculaire et cellulaire : quelle protéine et quelle action sur la bactérie par rapport à l'antibiotique ?
- **Clinique :** Quels sont les symptômes et quels sont les risques d'une infection à *S. aureus* résistante aux antibiotiques chez les patients ?
- **Prise en charge :** Pourriez-vous citer un autre outils de diagnostic (autre RFLP) et deux pistes de traitements possibles en cas de résistance de la souche bactérienne ?

B. Préparer votre protocole

Votre enseignant·e vous a expliqué le principe de la méthode RFLP et fourni un protocole standard. Votre tâche est maintenant de l'adapter spécifiquement à votre problématique.

C. Réaliser l'expérience

Réaliser l'expérience à partir des échantillons ADN reçus.

D. Communiquer vos résultats

Votre travail scientifique fera l'objet d'une double présentation :

1. Un rapport de recherche écrit

A fournir rendre à votre chef·fe de laboratoire (votre enseignant·e).

Ce rapport doit obligatoirement suivre une structure scientifique standard :

- Introduction : présente la problématique abordée
- Fondements théoriques : à rédiger sur la base de vos recherches
- Matériel et Méthode : explication de la technique RFLP adaptée à la problématique choisie. Utiliser des paragraphes et des phrases au passif.
- Résultats : lecture du gel
- Analyse des résultats
- Conclusion : reprend les résultats et pose diagnostic final pour les patients.
Emotions : que ressentez-vous par rapport à cette problématique ?

2. Une présentation orale

Parce qu'un chercheur doit savoir partager ses découvertes, vous présenterez vos conclusions lors d'un colloque scientifique devant les autres équipes de biologistes (vos camarades de classe).

B. Diagnostic pré-implantatoire

La myopathie de Duchenne

Le laboratoire de génétique médicale du HFR a reçu une demande urgente. Julie et Marc (nom d'emprunt utilisé pour préserver l'anonymat de la famille) souhaitent avoir un enfant. Très heureux, ils sont pourtant profondément anxieux : le frère de Julie est décédé à l'adolescence d'une myopathie de Duchenne, une maladie génétique neuromusculaire grave.

Le couple souhaite faire un diagnostic pré-implantatoire. A la suite de la procédure de fécondation *in vitro*, ils ont obtenu plusieurs embryons disponibles pour implantation dans l'utérus de Julie et souhaiteraient s'assurer que leur futur enfant soit sain.

Vous allez devoir poser un diagnostic moléculaire pour éclairer l'avenir de cette famille, quel embryon implanter ? Pour répondre à cette question, vous disposez de l'ADN amplifié des embryons, ainsi que de profils RFLP de référence (individus sains vs individus malades).

Procédure

A. Effectuer des recherches

Avant de manipuler l'ADN, vous devez maîtriser votre sujet. Effectuez des recherches approfondies pour répondre aux points suivants.

- **Génétique** : Quel est le mode de transmission de la myopathie de Duchenne ? Quels sont les génotypes possibles pour un individu sain, porteur sain ou malade ?
- **Phénotypes** : Décrivez le phénotype à l'échelle ...
 - Moléculaire, quelle protéine est touchée et quel est son rôle ?
 - Cellulaire, dans quelles cellules ?
 - Macroscopique, dans quels tissus et organes ?
 - Quels sont les symptômes observés chez les patients ?
- **Prise en charge** : Pourriez-vous citer un autre outils de diagnostic (autre RFLP) et deux pistes actuelles de traitements proposées ?

B. Préparer votre protocole

Votre enseignant·e vous a expliqué le principe de la méthode RFLP et fourni un protocole standard. Votre tâche est maintenant de l'adapter spécifiquement à votre problématique.

C. Réaliser l'expérience

Réaliser l'expérience à partir des échantillons d'ADN reçus.

D. Communiquer vos résultats

Votre travail scientifique fera l'objet d'une double présentation :

1. Un rapport de recherche écrit

A fournir rendre à votre chef de laboratoire (votre enseignant-e).

Ce rapport doit obligatoirement suivre une structure scientifique standard :

- Introduction : présente la problématique abordée
- Fondements théoriques : à rédiger sur la base de vos recherches
- Matériel et Méthode : explication de la technique RFLP adaptée à la problématique choisie. Utiliser des paragraphes et des phrases au passif.
- Résultats : lecture du gel
- Analyse des résultats
- Conclusion : reprend les résultats et pose diagnostic final pour les embryons et recommandations pour les parents.

Emotions : Que ressentez-vous par rapport à cette problématique ?

2. Une présentation orale

Parce qu'un chercheur doit savoir partager ses découvertes, vous présenterez vos conclusions lors d'un colloque scientifique devant les autres équipes de biologistes (vos camarades de classe) 1 slide ppt.

C. Enquêtes criminelles

Jeudi dernier à 23h45, le corps sans vie d'un chercheur a été découvert par un agent de sécurité dans son bureau. La victime présentait une plaie ouverte à la tête, causée par un objet contondant (un microscope a été retrouvé brisé au sol).

Le chercheur, dont l'identité ne peut être révélée car l'enquête est en court, travaillait sur le développement d'un vecteur viral innovant pour la thérapie génique d'une maladie génétique neurodégénérative rare. Cette découverte médicale majeure était sur le point d'être brevetée pour une valeur de plusieurs millions de francs. Le ou les agresseurs ont cherché à s'emparer de ces données : les disques durs contenant les séquences génétiques ont été volés.

Lors de l'agression, une lutte violente a eu lieu. Les techniciens de la police scientifique ont relevé des traces de sang et de peau sous les ongles de la victime, provenant des griffures infligées à son agresseur. L'ADN de cette trace de lutte a été extrait et amplifié par PCR. Plusieurs suspects ont été interpellés en raison de leur présence sur les caméras de surveillance de la rue ou de leur lien direct avec la victime. A ce jour aucune information n'a encore filtré sur internet, nous comptons sur votre discrétion.

Vous disposez de l'ADN de la scène de crime et de celui des suspects. Utilisez la méthode RFLP pour identifier le meurtrier présumé.

Procédure

A. Effectuer des recherches

Avant de manipuler l'ADN, vous devez maîtriser votre sujet. Effectuez des recherches approfondies pour répondre aux points suivants.

- **Prélèvement** : Précisez quels tissus peuvent être prélevés chez les suspects, pourquoi les globules rouges ne peuvent-ils pas être utilisés ? Pourquoi prélève-t-on aujourd'hui plusieurs types de tissus ?
- **Génotype** :
 - Quelles séquences du génome humain sont utilisées pour réaliser un test génétique dans le cadre de l'identification de personnes ? Pourquoi ces séquences ?
 - Comment fonctionne ce type d'identification d'un point de vue moléculaire ?

- **Conclusion :**

- Que concluez-vous concernant la culpabilité éventuelle des suspects ?
- Quelles hypothèses alternatives ou expériences complémentaires pourriez-vous suggérer ?
- Dans quel(s) cas pourrait-on obtenir un « faux positif » ?

B. Préparer votre protocole

Votre enseignant·e vous a expliqué le principe de la méthode RFLP et fourni un protocole standard. Votre tâche est maintenant de l'adapter spécifiquement à votre problématique.

C. Réaliser l'expérience

Réaliser l'expérience à partir des échantillons d'ADN reçus.

D. Communiquer vos résultats

Votre travail scientifique fera l'objet d'une double présentation :

1. Un rapport de recherche écrit

A fournir rendre à votre chef de laboratoire (votre enseignant·e).

Ce rapport doit obligatoirement suivre une structure scientifique standard :

- Introduction : présente la problématique abordée
- Fondements théoriques : à rédiger sur la base de vos recherches
- Matériel et Méthode : explication de la technique RFLP adaptée à la problématique choisie. Utiliser des paragraphes et des phrases au passif.
- Résultats : lecture du gel
- Analyse des résultats
- Conclusion : reprend les résultats et identifie le meurtrier présumé.
Emotions : que ressentez-vous par rapport à l'analyse ADN sur des scènes de crimes ?

2. Une présentation orale

Parce qu'un chercheur doit savoir partager ses découvertes, vous présenterez vos conclusions lors d'un colloque scientifique devant les autres équipes de biologistes (vos camarades de classe).

D. Création d'une nouvelle réserve naturelle cantonale

Mandataire : Service de la nature et du paysage du canton de Fribourg

Objectif : Sélection du site d'implantation de la nouvelle réserve naturelle cantonale

Dans le cadre de son plan d'action pour la biodiversité, le canton de Fribourg a débloqué des fonds pour sanctuariser un vallon d'altitude dans les Préalpes. Plusieurs sites à forte valeur paysagère ont été présélectionnés.

L'élément décisif pour trancher entre ces sites repose sur la présence d'une espèce végétale protégée : la **Gentiane de Clusius (*Gentiana clusii*)**.

La Gentiane de Clusius possède une « espèce jumelle » très commune : la Gentiane acaule (*Gentiana acaulis*).

Mandatés par le canton, vous recevez des échantillons d'ADN chloroplastiques amplifiés prélevés sur des rosettes de feuilles dans les différents vallons, ainsi qu'un échantillon d'ADN chloroplastique amplifié de référence certifié de *Gentiana clusii*.

À l'aide de la méthode RFLP (analyse des fragments de restriction), identifier le vallon à protéger en priorité.

A. Effectuer des recherches

Avant de manipuler l'ADN, vous devez maîtriser votre sujet. Effectuez des recherches approfondies pour répondre aux points suivants.

- **Classification** : Quelle est la classification binomiale de la Gentiane de Clusius ? Image de la plante, origine.
- **Ecosystème**
 - Dans quel type d'écosystème se développe cette plante ?
 - Bioindicateur : Pourquoi la *Gentiane de Clusius* est-elle un bioindicateur majeur (qualité du sol, pollinisateurs...) ? Qu'en est-il de son espèce jumelle ?
- **Génotype** : Pourquoi utilise-t-on plutôt de l'ADN chloroplastique pour identifier une espèce végétale ?

B. Préparer votre protocole

Votre enseignant·e vous a expliqué le principe de la méthode RFLP et fourni un protocole standard. Votre tâche est maintenant de l'adapter spécifiquement à votre problématique.

C. Réaliser l'expérience

Réaliser l'expérience à partir des échantillons ADN reçus.

D. Communiquer vos résultats

Votre travail scientifique fera l'objet d'une double présentation :

1. Un rapport de recherche écrit

A fournir rendre à votre chef de laboratoire (votre enseignant·e).

Ce rapport doit obligatoirement suivre une structure scientifique standard :

- Introduction : présente la problématique abordée
- Fondements théoriques : à rédiger sur la base de vos recherches
- Matériel et Méthode : explication de la technique RFLP adaptée à la problématique choisie. Utiliser des paragraphes et des phrases au passif.
- Résultats : lecture du gel
- Analyse des résultats
- Conclusion : reprend les résultats et propose un lieu pour la création de la nouvelle réserve.

Emotions : que ressentez-vous par rapport à la problématique environnementale ?

2. Une présentation orale

Parce qu'un chercheur doit savoir partager ses découvertes, vous présenterez vos conclusions lors d'un colloque scientifique devant les autres équipes de biologistes (vos camarades de classe).

E. Le gène SRY et la détermination du sexe chez les athlètes

Pour les JO 2028, l'admissibilité aux compétitions olympiques féminines sera désormais réservée aux personnes de sexe biologique féminin non porteuses du gène SRY, selon le CIO⁵.

Des prélèvements génétiques suivis d'une amplification du gène par PCR ont été effectués sur des athlètes dont les performances récentes font douter le CIO quant à leur sexe. Par la méthode RFLP, déterminez quelles athlètes parmi les personnes testées seront autorisées à concourir en catégorie féminine en 2028. Pour ce faire, vous recevez de l'ADN amplifié du gène SRY intact et du gène SRY muté. En l'absence de gène SRY, aucun ADN ne devrait être amplifié, et donc digéré, ce qui devrait également être visible sur vos tests. Faites de recherches et positionnez-vous par rapport à cette décision du CIO.

Procédure

A. Effectuer des recherches

Avant de manipuler l'ADN, vous devez maîtriser votre sujet. Effectuez des recherches approfondies pour répondre aux points suivants.

Phénotypes : Décrivez les différentes étapes de la différenciation sexuelle à partir de la présence du gène SRY intact à l'échelle ...⁶

- Moléculaire, quelle protéine est exprimée et quel est son rôle ?
- Cellulaire, dans quelles cellules ?
- Macroscopique, dans quels tissus et organes ?
- Que se passe-t-il concernant la différenciation sexuelle en absence du gène ?
- Que se passe-t-il si le gène est muté ?
- Est-il possible d'être une femme et porter le gène SRY intact ? Comment ?
- **Prise en charge** : Pourriez-vous citer un autre outil de diagnostic (autre RFLP) et que peuvent faire les athlètes porteuses du gène pour tout de même concourir aux JO ?

⁵ [Le CIO rétablit les tests génétiques de féminité pour les JO 2028 | RTS](#) 30 septembre 2026

⁶ [World Athletics' mandatory genetic test for women athletes is misguided. I should know – I discovered the relevant gene in 1990](#) 30 septembre 2026

B. Préparer votre protocole

Votre enseignant·e vous a expliqué le principe de la méthode RFLP et fourni un protocole standard. Votre tâche est maintenant de l'adapter spécifiquement à votre problématique.

C. Réaliser l'expérience

Réaliser l'expérience à partir des échantillons ADN reçus.

D. Communiquer vos résultats

Votre travail scientifique fera l'objet d'une double présentation :

3. Un rapport de recherche écrit

A fournir rendre à votre chef de laboratoire (votre enseignant·e).

Ce rapport doit obligatoirement suivre une structure scientifique standard :

- Introduction : présente la problématique abordée
- Fondements théoriques : à rédiger sur la base de vos recherches
- Matériel et Méthode : explication de la technique RFLP adaptée à la problématique choisie. Utiliser des paragraphes et des phrases au passif.
- Résultats : lecture du gel
- Analyse des résultats
- Conclusion : reprend les résultats et propose une réponse au CIO.
Emotions : Que ressentez-vous par rapport à la décision du CIO ?

4. Une présentation orale

Parce qu'un chercheur doit savoir partager ses découvertes, vous présenterez vos conclusions lors d'un colloque scientifique devant les autres équipes de biologistes (vos camarades de classe).

F. Médecine du sport et génétique

[Discovered genotype that increases the risk of injury among footballers - Barça Innovation Hub](#)

[Plongée dans l'ADN du Lausanne-Sport - Le Temps](#)

De plus en plus de clubs de football en Europe incluent des tests génétiques dans la prise en charge de leurs joueurs. Dans le cadre de sa politique médicale, la cellule de performance d'un club, qui souhaite rester anonyme, veut offrir un suivi ultra-personnalisé à ses recrues dès leur arrivée.

Pour prévenir les blessures graves, le médecin du club demande un dépistage génétique du gène ACTN3. Un polymorphisme de ce gène (rs1815739) modifie la structure de la protéine α -actinine-3 dans les fibres musculaires à contraction rapide. Vous recevez l'ADN amplifié du gène ACTN3 de plusieurs footballeurs ainsi qu'un ADN amplifié de référence de l'allèle non muté (intact) et de l'allèle muté.

Procédure

A. Effectuer des recherches

Avant de manipuler l'ADN, vous devez maîtriser votre sujet. Effectuez des recherches approfondies pour répondre aux points suivants. Vous pouvez utiliser l'IA, attention à vérifier vos sources. Utilisez l'IA.

- **Génétique** : Quels sont les génotypes possibles pour un individu ?
- **Phénotypes** : Décrivez le phénotype à l'échelle ...
 - Moléculaire, quelle est la conséquence de la mutation sur les filaments d'actine ?
 - Cellulaire, dans quelles cellules ?
 - Macroscopique, dans quels tissus et organes ?
 - Quelles sont les conséquences pour les athlètes ?
- **Prise en charge** : Pourriez-vous citer un autre outils de diagnostic (autre RFLP) ? Quelles adaptations peuvent être envisagées pour les athlètes ? Y a-t-il des dérives possibles à ce type de test ?

B. Préparer votre protocole

Votre enseignant·e vous a expliqué le principe de la méthode RFLP et fourni un protocole standard. Votre tâche est maintenant de l'adapter spécifiquement à votre problématique.

C. Réaliser l'expérience

Réaliser l'expérience à partir des ADNs reçus.

D. Communiquer vos résultats

Votre travail scientifique fera l'objet d'une double présentation :

5. Un rapport de recherche écrit

A fournir rendre à votre chef de laboratoire (votre enseignant·e).

Ce rapport doit obligatoirement suivre une structure scientifique standard :

- Introduction : présente la problématique abordée
- Fondements théoriques : à rédiger sur la base de vos recherches
- Matériel et Méthode : explication de la technique RFLP adaptée à la problématique choisie. Utiliser des paragraphes et des phrases au passif.
- Résultats : lecture du gel
- Analyse des résultats
- Conclusion : reprend les résultats et répond au médecin du club
Emotions : que ressentez-vous par rapport à cette pratique ?

6. Une présentation orale

Parce qu'un chercheur doit savoir partager ses découvertes, vous présenterez vos conclusions lors d'un colloque scientifique devant les autres équipes de biologistes (vos camarades de classe).

Ont participé à ce projet

Marie-Pierre Chevron, Chantal Wicky, Lola Hostettler, Bosco-clément Geneviève, Conus Sébastien, Decrey Guillaume, Janett Elia, Page Carmen, Renevey Valentine, Vial Anne-Julie, Léonard Cardinaux, Adrien Pairraud, Sophie Bongard, Valentin Grandjean, Yann Fragnière, Luc Le Grand, Catherine Pfister Aspert, Lisa Schild, Peter Wandeler, Jean-Christophe Lallement, Christian Lexer, Gregor Kozlowski, Marjorie Berthouzoz.