

PROPOSITION PROGRESSION TERMINALE SPE SVT

THEME 3 : Corps humain et santé

PARTIE B : Produire le mouvement : contraction musculaire et apport d'énergie.

Durée prévue = 3 semaines

Composition séances hebdomadaires : 2H TP / 2H cours / 2H TD adaptables en TP

Pré-acquis au lycée :

- Classe de 2nd :

Notion de cellule spécialisée + MEC

Métabolisme hétérotrophe

Régulation hormonale de la fonction de reproduction

- Classe 1^{ère} ESC :

Notion de métabolisme : respiration et fermentation = production d'énergie (niveau écosystème dans partie Photosynthèse + niveau cellule et organisme dans la partie bilan thermique du corps humain)

- Classe 1^{ère} Spé SVT :

Développement d'une pathologie, ex : diabète de type 2 (patrimoine génétique et santé)

Fonctionnement de l'immunité adaptative.

Objectifs en Term :

Notions centrées sur organe muscle + cellule musculaire :

Structure, mécanisme moléculaire de contraction de la cellule

Métabolisme énergétique et origine du glucose au niveau de l'organisme + régulation glycémie

ACCROCHE :

Vidéo présentant un écorché + zoom sur les muscles

<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/le-muscle-moteur-du-mouvement-119.html>

Chapitre 1 : LA CELLULE MUSCULAIRE : UNE STRUCTURE SPECIALISEE PERMETTANT SON PROPRE RACCOURCISSEMENT

PB1 : Comment la structure de la cellule musculaire permet-elle son raccourcissement et donc la contraction musculaire ?

TP 1 : LA CELLUE MUSCULAIRE A DIFFERENTES ECHELLES

OBJECTIFS DE CONNAISSANCES	OBJECTIFS DE METHODE	SUPPORTS
Fonctionnement articulation Organisation muscles Structure cellule musculaire Mécanisme moléculaire de la contraction	Suivre protocole de dissection Réaliser une préparation microscopique Exploiter des documents	Articulation fraîche Patte de grenouille Docs divers

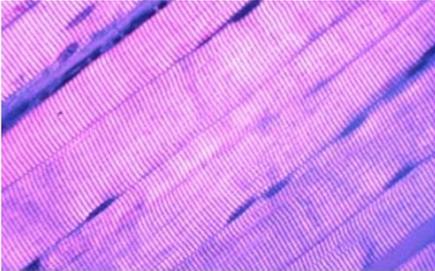
1/ ECHELLE DE L'ORGANISME

Activité :	Notions :
<i>Activité en « présentation »</i> Présentation d'une articulation fraîche (à récupérer chez le boucher) ou utilisation maquette ou vidéo. + Patte de grenouille	Muscles + articulation = production de mouvement Contraction = force Tendon = fragile

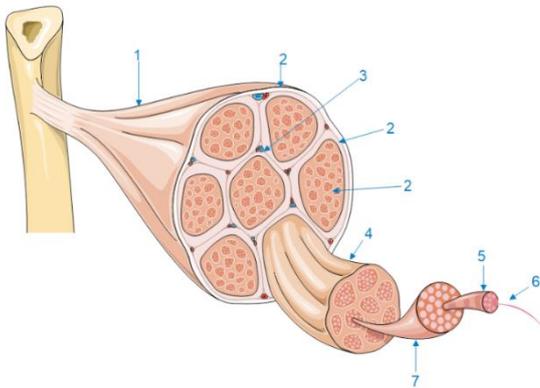
2/ ECHELLE CELLULAIRE

Activité :	Notions :
<p><i>Activité en binômes</i></p> <p>Dissection cuisse de grenouille + dilacération muscle Coloration bleu de méthylène + obs micro Production d'un doc communicable (capture numérique + titre et légendes)</p>	<p>Muscle « strié »</p>

Fibres musculaires striées observées au microscope optique
 Estimation du grossissement : x 600



Production d'élèves



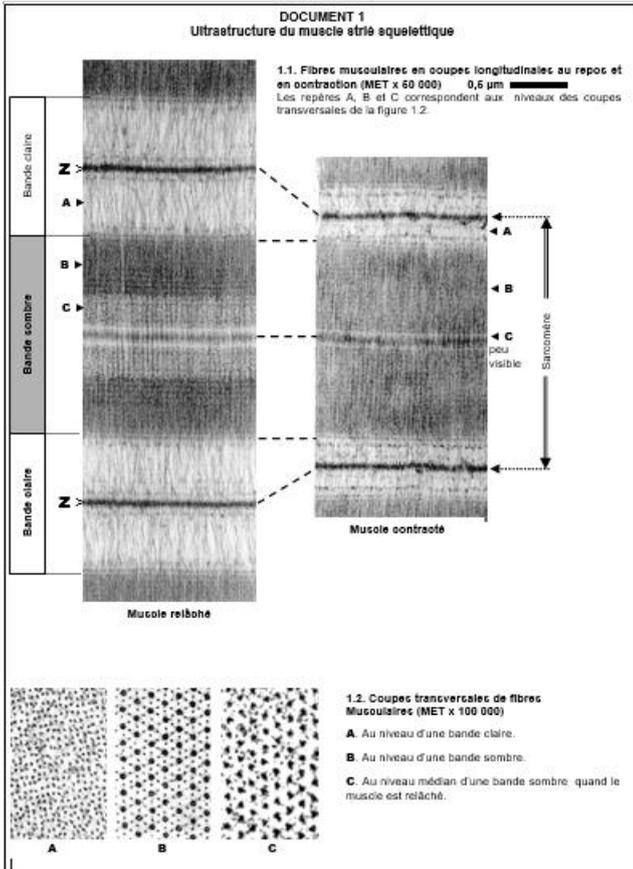
Source : Servier Medical Art

Structure faisceaux musculaires

3/ ECHELLE MOLECULAIRE

Activité :	Notions :
<p><i>Activité en binômes</i></p> <p>Exploitation docs + vidéo bilan (possibilité contrôle acquis par QCM)</p>	<p>Cytosquelette = actine + myosine Mécanisme de raccourcissement= pivotement des têtes de myosine + ATP +Ca²⁺</p>

Ressources doc :



Repérage actine / myosine

Déterminer le méca de raccourcissement

DOCUMENT 2
Quelques données sur les muscles striés squelettiques

On appelle **muscles squelettiques** des muscles qui sont reliés aux os du squelette par des **tendons**. Ils permettent les **mouvements**.

Un **muscle squelettique** est formé de **fibres musculaires** longitudinales de 10 à 100 µm de diamètre, pouvant atteindre plusieurs centimètres de long et formées de plusieurs **cellules fusionnées** (plusieurs noyaux). Chaque fibre rassemble plusieurs centaines de **myofibrilles** de 1 à 2 µm de diamètre.

Chaque myofibrille est formée d'une succession de **sarcomères** limités par deux **striés Z**. Ce sont des **unités structurales et fonctionnelles** qui se contractent toutes de manière comparable. Si la longueur d'un sarcomère passe de 2,5 µm à 2 µm, une myofibrille formée de 20 000 sarcomères se raccourcit de 1 cm (= $0,5 \cdot 10^{-6} \text{ m} \times 2 \cdot 10^4$).

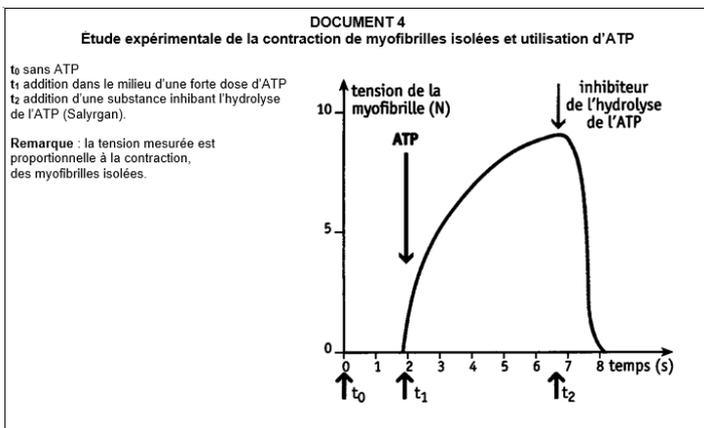
Chaque sarcomère est formé de **myofilaments** longitudinaux. Ce sont assemblages protéiques fibreux, visibles uniquement au microscope électronique et parallèles entre eux. On distingue :

- des myofilaments épais de **myosine**, localisés au niveau des bandes sombres ;
- des myofilaments fins d'**actine**, rattachés aux striés Z.

DOCUMENT 3
Étude expérimentale de la contraction musculaire et de la synthèse d'ATP

Des dosages en parallèle du glycogène et de l'ATP sont effectués avant et après contraction d'un muscle squelettique d'Amphibien stimulé pendant plusieurs minutes.

		Avant la contraction	Après la contraction
Conditions témoin	glycogène	10,8 g.kg ⁻¹	8 g.kg ⁻¹
	ATP	4 à 6 mmol.kg ⁻¹	4 à 6 mmol.kg ⁻¹
Le muscle reste contracté pendant toute la durée de la stimulation.			
Après injection d'un inhibiteur de synthèse de l'ATP	glycogène	10,8 g.kg ⁻¹	10,8 g.kg ⁻¹
	ATP	4 à 6 mmol.kg ⁻¹	0
Arrêt presque immédiat de la contraction musculaire malgré le maintien de la stimulation			



Possibilité ajouter doc1 p338 Nathan 2021 pour Ca^{2+}

Vidéo à utiliser pour le mécanisme de contraction :

<https://www.youtube.com/watch?v=HPcoot65QG4>

+ autre vidéo MOOK inserm (contraction + myopathie)

<https://www.youtube.com/watch?v=qdZcWnwLI8A>

Article ENS « planet vie » mise à niveau scientifique sur la contraction musculaire :

<https://planet-vie.ens.fr/thematiques/animaux/systeme-locomoteur/la-contraction-musculaire>

TD/TP1 : ACTIVITE MYOPATHIES

Accroche pour partie myopathies : Téléthon / Grégory Lemarchal...

Vidéo téléthon : témoignage d'une famille :

<https://www.youtube.com/watch?v=fj9SXM5q4hg>

OBJECTIFS DE CONNAISSANCES	OBJECTIFS DE METHODE	SUPPORTS
Myopathies = dégénérescence cellules musculaires Interactions entre la MEC et les protéines membranaires.	Extraire l'information utile Traiter des données Préparer un oral / présenter un oral	Docs + vidéos

Vidéo AFM Téléthon Comprendre les myopathies (Fred et Jamy)

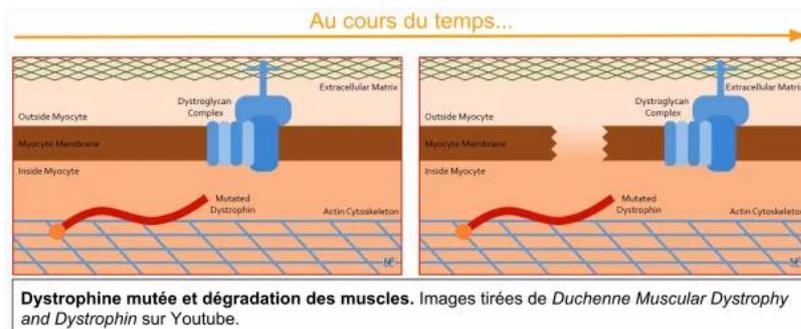
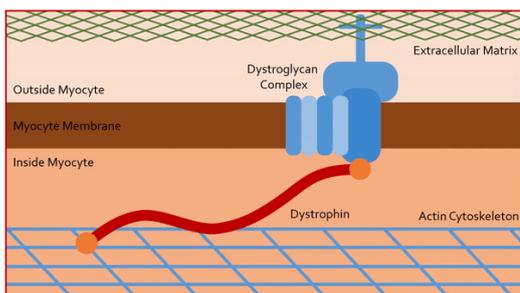
<https://www.youtube.com/watch?v=S4ARrhBGJ6E>

Vidéo téléthon, avancées recherche de traitement :

https://www.youtube.com/watch?time_continue=174&v=xYvaweg9EJE&feature=emb_logo

Vidéo en anglais...

<https://www.youtube.com/watch?v=ir8NNx85jBY>



Source : <https://bionum.univ-paris-diderot.fr/2019/02/25/therapie-genique-lodysee-de-la-mini-dystrophine/>

Activité :	Notions :
<p><i>Activité à réaliser en groupe de 3/4 élèves</i></p> <p>Etude d'arbres généalogique de différentes familles Observation de coupes de muscles témoin / myopathe</p> <p>Préparer une présentation orale des causes des myopathies : produire fichier MP3 ou MP4</p>	<p>Dégénérescence des cellules musculaires à cause de pb d'interactions entre des protéines membranaires et la MEC</p>

Pour inspiration ; cette activité (à la fin) sur la myopathie

https://cache.media.eduscol.education.fr/file/ST2S/69/9/RA19_Lycees_T_ST2S_1_BPH_1re_myopathie_1160699.pdf

COURS 1 : NOTIONS SUR LA CONTRACTION

A voir avec les docs des manuels

- I) Structure du muscle
- II) Le mécanisme de la contraction
- III) Les myopathies, un exemple de dysfonctionnement des cellules musculaires

Rem : Une partie de cette séance peut être consacrée à la présentation (1 ou 2 groupes) à la classe des oraux préparés en TD

PB2 : Quelle est l'origine de la molécule d'ATP nécessaire à la contraction de la cellule musculaire ?

Chapitre 2 : ORIGINE DE L'ATP NECESSAIRE A LA CONTRACTION DE LA CELLULE MUSCULAIRE

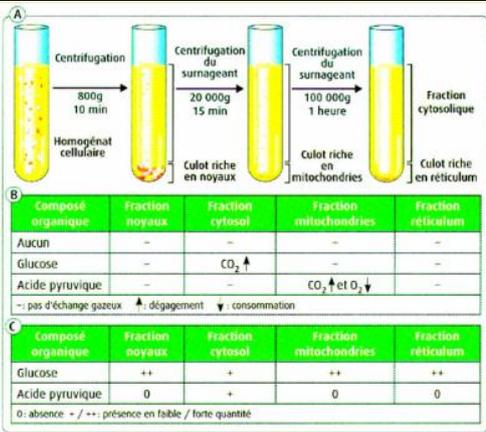
TP 2 : EXAO LEVURES RESPIRATION / FERMENTATION

OBJECTIFS DE CONNAISSANCES	OBJECTIFS DE METHODE	SUPPORTS
Respiration et fermentation consomment du glucose et produisent de l'ATP	Exploiter des résultats d'expériences Suivre un protocole	Montages expérimentaux EXAO

Possibilité de travail collaboratif par groupes de 2 binômes pour mettre en parallèle respiration et fermentation

1/ RESPIRATION CELLULAIRE

Activité :	Notions :
<p>Mise en évidence oxydation cytoplasmique du glucose (cubes de navet ébouillantés ou non + bleu de méthylène Belin p 35 spé SVT 2012 / Nathan p 354 2021)</p> <p>Exploitation doc :</p>	<p>Oxydation du glucose par glycolyse + cycle de Krebs Production CO₂ + composés réduits Chaine respiratoire = réoxydation composés réduits et réduction du O₂ en H₂O.</p>



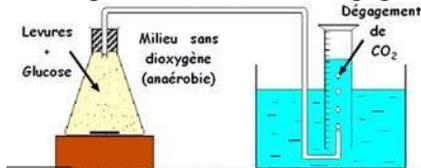
Une expérience pour localiser la respiration au niveau cellulaire.
 Des levures sont lysées et les différents compartiments cellulaires sont séparés *in vitro* par plusieurs étapes de centrifugation (A). Les échanges gazeux sont mesurés en aérobiose, en absence ou en présence de glucose ou d'acide pyruvique, sur les différentes fractions obtenues. Les résultats sont présentés dans le tableau (B). Les taux de glucose et d'acide pyruvique sont mesurés au bout de 12h dans les fractions incubées dans un milieu initialement glucosé et sans acide pyruvique. Les résultats sont présentés dans le tableau (C).

Isolément de mitochondries (possible au lycée ??) + EXAO mesure concentration O₂ suite ajout glucose et pyruvate
 Tâche complexe : les étapes de la respiration cellulaire (mais long !!)

2/ FERMENTATION

Activité :

Montage levures + tube à dégagement +/- glucose



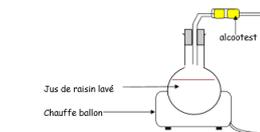
Caractérisation du gaz produit par eau de chaux

Montage avec éthylotest :

Utilisation d'un alcootest pour la mise en évidence d'éthanol :



Les granules jaunes de dichromate de potassium virent au vert en présence d'éthanol. Il faut percer l'embout en appuyant et le placer sur le tube en scellant bien avec un caoutchouc ou des bandes collantes.



Possibilité aussi de mesure EXAO (O₂ ; CO₂ ; Ethanol) dans jus de fruits frais / jus fermenté.

Etude de docs pour construire les étapes de la fermentation lactique.

Notions :

Fermentation = autre voie métabolique de production d'ATP

Respiration cellulaire : Hill, ??

Construction équation bilan respi + fermentation

Mise en évidence rôle du glucose.

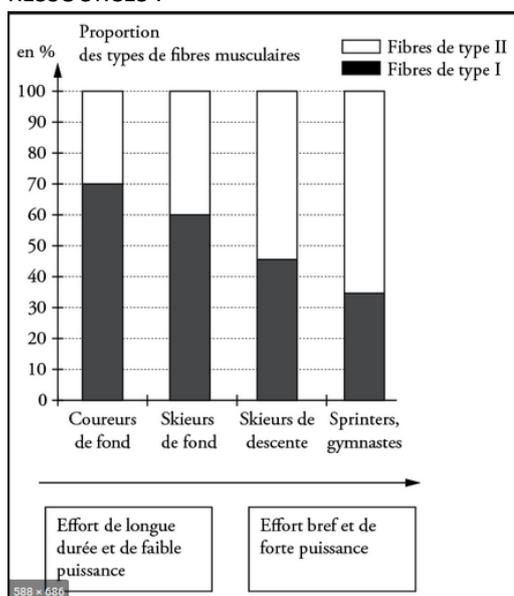
TD 2 : ACTIVITE DOC DIFFERENTES CELLULES MUSCULAIRES

OBJECTIFS DE CONNAISSANCES	OBJECTIFS DE METHODE	SUPPORTS
Composition fibres musculaires différents sportifs Métabolismes des différentes cellules musculaires Dopage	Utiliser Mesurim pour comptage et calcul de proportions	Photos coupes de muscles de différents sportifs Docs divers

1/ ATELIER : STRUCTURE ET METABOLISME DES CELLULES MUSCULAIRES

Activités :	Notions :
<p>1/ A l'aide des docs proposés, expliquer les proportions des 2 types de fibres que l'on observe chez les différents athlètes du doc 2.</p> <p>Ouvrir le logiciel Mesurim ; Récupérer les photos des sportifs 1, 2,3 et 4 dans le fichier :</p> <p>2/ Identifier pour chacun des sportifs la catégorie à laquelle il peut appartenir. Détailler votre méthode !!!!!</p> <p>3/ Présenter les résultats obtenus sous forme d'un tableau.</p> <p>4/ Présenter les modalités de régénération ATP lors de différents efforts (doc 5 p 353 Nathan 2021)</p>	<p>Les métabolismes aérobie ou anaérobie dépendent du type d'effort à fournir.</p> <p>Les différentes voies de synthèse d'ATP</p>

RESSOURCES :



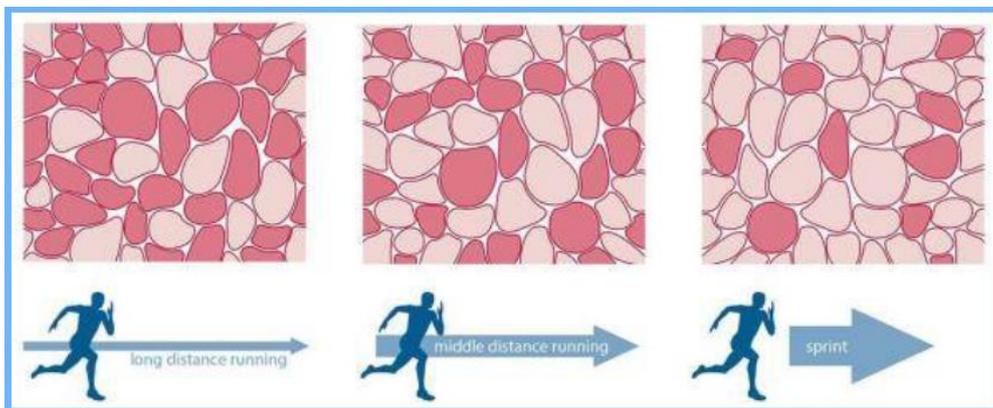
Source anabac

Voici un tableau qui récapitule les caractéristiques des 3 types de fibres musculaires :

Caractéristique	Type I (Lente)	Type IIa (Rapide)	Type IIb (Rapide)
Forme de la fibre	Longue	Intermédiaire	Courte
Diamètre de la fibre	petit	Moyen	Gros
Force et vitesse de contraction	Lente (100 millisecondes)	Rapide (50 millisecondes)	Très rapide (25 millisecondes)
Résistance à la fatigue	Élevée	Moyen	Faible
Teneur en myoglobine	Élevée	Moyen	Faible
Teneur en glycogène	Faible	Moyen	Élevée

Source (pas top !)

<https://fonctionnement-du-muscle-43.websself.net/pratiques-intensives>



2/ ACTIVITE DOPAGE ET FONCTIONNEMENT DE LA CELLULE MUSCULAIRE

Par groupe de 3/4 élèves (ce travail peut se faire en partie à la maison)

Activité :	Notions :
<p>Rechercher des informations sur les produits dopants utilisés par certains sportifs : Nature, mode de fonctionnement, effets recherchés et effets indésirables</p> <p>But : construire une affiche de sensibilisation. (affichage possible dans les zones dédiées pour l'ensemble des élèves du lycée)</p>	<p>Substances exogènes, effets sur l'organisme Education à la santé.</p>

COURS 2 : NOTIONS SUR RESPIRATION + FERMENTATION

A voir avec les docs des manuels

- I) La respiration cellulaire, une oxydation complète du glucose qui produit une grande quantité d'ATP
- II) Un autre moyen de produire l'ATP : la fermentation alcoolique

Comparaison des rendements de ces 2 mécanismes

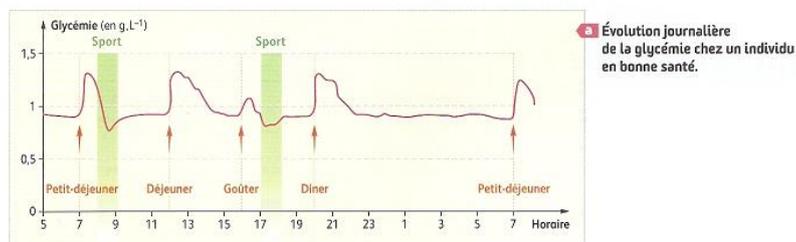
+ évocation voie de la P-crétine ???

- III) Dopage, sport et santé

*PB3 : Respiration et fermentation nécessitent une consommation de glucose.
Comment l'organisme « gère »-t-il la ressource glucose nécessaire ?*

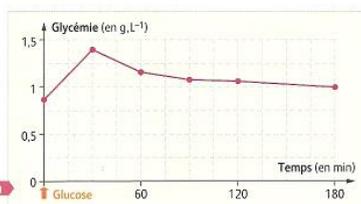
Doc intro : variation glycémie et apports discontinus de glucose

La glycémie peut être facilement mesurée par dosage du glucose dans le sang.



Le test d'hyperglycémie provoquée est un examen médical consistant à faire avaler 100 g de glucose à un patient et à suivre l'évolution de sa glycémie. Les 100 g de glucose se retrouvent dans le sang en 30 min. Le volume du milieu intérieur (sang et lymphes qui réalisent des échanges entre eux) est de 15 L chez un adulte.

Évolution de la glycémie au cours d'un test d'hyperglycémie provoquée.



Nathan spé SVT 2012

« Rappels » Circulation sanguine générale, permet apport O₂ + nutriments aux muscles et récupération CO₂ + déchets produits.

<https://www.youtube.com/watch?v=yIWKqy4iTOU>

TP 3 : Expérience du foie lavé

OBJECTIFS DE CONNAISSANCES	OBJECTIFS DE METHODE	SUPPORTS
Rôle du foie dans la régulation de la glycémie +rôle des hormones pancréatiques	Proposer une stratégie Suivre un protocole Présenter des résultats Exploiter des résultats d'expériences	Foie et muscles frais Matériel de labo

1/ TP « CLASSIQUE » EXPERIENCE DU FOIE LAVE

Activité :	Notions :
Vidéo de présentation de l'expérience historique de Claude Bernard : https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/claude-bernard-et-le-role-du-foie-143.html <i>Travail par binômes</i> Réalisation de l'activité décrite ci-dessous. Travail complémentaire en utilisant les ressources des manuels pour montrer les caractéristiques du foie (cellules ; circulation sanguine...)	Le foie est un organe source, principale réserve de glucose de l'organisme Resource = glycogène

En intro, nous avons émis l'hypothèse que la glycémie est un paramètre régulé autour d'une valeur constante : 1 g/L de sang.

Nous devons donc envisager qu'un ou plusieurs organes soit responsable du stockage et du déstockage du glucose selon les activités de l'organisme (repas, activité physique, jeûne du sommeil ...)

Doc 2 p 158

Le foie semble être l'organe qui stocke la majeure partie du glucose.

PB : Comment montrer que le foie est un organe qui peut stocker et déstocker du glucose selon les besoins de l'organisme ?

→ ETAPE A1 : Proposer une stratégie expérimentale qui permettrait de vérifier notre hypothèse : (10 min)

→ ETAPE A2 : Suivre un protocole expérimental

MATERIEL :

- Morceau de foie frais
- Morceau de muscle frais
- Ciseaux ou scalpel, pince, planche à découper
- Bandelettes test glucose
- 1 Passoire
- 2 pots en verre
- 2 Agitateurs

PROTOCOLE :

- Découper puis laver séparément et soigneusement sous le robinet les morceaux de foie et de muscle, dans le but d'éliminer le plus de sang possible, donc tout le glucose présent.
- Les placer séparément dans un pot en verre, les recouvrir d'eau et pratiquer pour chacun un test de la présence de glucose.

APPELER LE PROFESSEUR POUR VERIFICATION DU LAVAGE

- Laisser reposer pendant 20 min en agitant de temps en temps.
- Agiter une dernière fois puis Faire un 2^{ème} test de la présence de glucose

→ **ETAPE B3 : Présentation rigoureuse des résultats :**

Présenter les résultats sous une forme adaptée : graphique, tableau, dessinATTENTION : JAMAIS DE TEXTE !!!

→ **ETAPE B4 : CONCLUSION :**

- 1/ Interpréter les résultats.
- 2/ Mettre en relation cette conclusion avec la discontinuité des apports et des besoins énergétiques dans une journée pour une personne en bonne santé et ayant une activité physique moyenne.

2/ EXEMPLE D'ACTIVITE REALISABLE EN TP OU RESULTAT D'EXPERIENCE A EXPLOITER EN TD

BUT : comprendre le rôle des hormones pancréatiques sur le foie

Description du protocole :

- 1- Brancher le bain thermostaté (37°C)
- 2- Mettre dans 3 pots 20 mL de liquide de Ringer et les placer immédiatement à 37 °C.
- 3- Prélever 3 fragments de foie de 20 g chacun.
- 4- Découper les fragments de foie de chaque lot en petits morceaux.
- 5- Rincer simultanément, sous l'eau du robinet, les 3 lots de foie placés dans des passoirs. Il faut au moins 5 minutes pour éliminer le glucose présent.
- 6- Placer ces fragments dans les 3 pots clairement identifiés (au crayon indélébile : pot témoin, pots avec hormones...).

Vérifier très rapidement s'il n'y a plus de glucose grâce aux bandelettes, sinon vider les pots et recommencer les étapes 2, 5 et 6.

7- Compléter les pots :

- 4 mL d'eau distillée à l'aide d'une pipette à poire dans 1 pot (témoin).
 - 2 mL d'eau distillée à l'aide d'une pipette à poire puis 2 mL de solution de glucagon à l'aide de la seringue
 - 2 mL de solution de glucagon et 2 mL de solution d'insuline dans le 3^{ème} pot à l'aide de seringues,
- 8- Mesurer, grâce aux bandelettes, la concentration de glucose dans les béchers à 0, 10, 20 et 30 minutes.

Résultats obtenus

Evolution du taux de glucose dans le bain renfermant le foie isolé initialement lavé et placé à 37 °C en présence ou non d'hormones pancréatiques

Temps Conditions	T ₀ après lavage	10 min	20 min	30 min
Foie + Ringer	0	1 à 2,5 g.L ⁻¹	2,5 g.L ⁻¹	2,5 à 5 g.L ⁻¹
Foie + Ringer + Glucagon	0	2,5 à 5 g.L ⁻¹	5 g.L ⁻¹	5 g.L ⁻¹
Foie + Ringer + Glucagon + Insuline	0	1 g.L ⁻¹	2,5 g.L ⁻¹	2,5 g.L ⁻¹

TD 3 : ACTIVITE DOC les différents types de diabètes

OBJECTIFS DE CONNAISSANCES	OBJECTIFS DE METHODE	SUPPORTS
Double fonction du pancréas Rôle des hormones insuline et glucagon Mécanisme de régulation de la glycémie Types et caractéristiques des différents diabètes (symptômes à différentes échelles, origine)	Exploitation de documents Réalisation d'une diapo pour présentation orale Rédaction d'une fiche bilan	Documents manuels

ACTIVITE DOCUMENTAIRE TYPE TACHE COMPLEXE

Activités :	Notions :
<p><i>Activité par groupe de 2 à 4 élèves type mosaïque :</i> Utiliser les ressources des manuels permettant de réaliser une présentation (diapo + oral) plusieurs thèmes :</p> <ul style="list-style-type: none">- Fonction du pancréas : hormones de régulation de la glycémie- Fonction du pancréas : enzymes digestives ; intestin et absorption des sucres issus de la digestion- DT1 / DT2 : caractéristiques et origine <p>Observation possible de coupes histologiques de pancréas sain et diabétique + coupes intestin.</p> <p>Réalisation d'une fiche bilan par chaque groupe à distribuer à l'ensemble des élèves</p>	Régulation de la glycémie et dysfonctionnements

COURS 3 : NOTIONS SUR REGULATION DE LA GLYCEMIE

Vidéo du corpus CANOPE :

<https://www.reseau-canope.fr/corpus/video/la-glycemie-48.html>

Chapitre 3 : LE CONTROLE DES FLUX DE GLUCOSE, SOURCE ESSENTIELLE D'ENERGIE DES CELLULES MUSCULAIRES

- I) La glycémie un paramètre régulé
- II) Les organes impliqués dans la régulation
- III) Une boucle de régulation hormonale
- IV) Les diabètes, une conséquence de dysfonctionnement de cette régulation