BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

ÉPREUVE D'ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ

SESSION 2025

SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LA SANTÉ ET DU SOCIAL

CHIMIE - BIOLOGIE ET PHYSIOPATHOLOGIE HUMAINES

ÉPREUVE DU MARDI 9 SEPTEMBRE 2025

Durée : 4 heures Coefficient : 16

Avant de composer, le candidat s'assure que le sujet comporte bien 19 pages numérotées de 1 sur 19 à 19 sur 19.

Le candidat compose sur deux copies séparées :

- La partie Chimie, notée sur 20, d'une durée indicative de **1 heure**, coefficient 3
- La partie Biologie et physiopathologie humaines, notée sur 20, d'une durée indicative de **3 heures**, coefficient 13

La page 8 sur 19 est à rendre avec la copie de Chimie.

Aucune page n'est à rendre avec la copie de Biologie et physiopathologie humaines.

L'usage de la calculatrice avec mode examen actif est autorisé.
L'usage de la calculatrice sans mémoire, « type collège » est autorisé.

Le téléthon

L’AFM -Téléthon développe, grâce aux dons du Téléthon, des thérapies innovantes pour des maladies rares et génétiques : les biothérapies.

Ces stratégies thérapeutiques nouvelles ouvrent également des perspectives pour traiter des maladies telles que l’amyotrophie spinale proximale, la rétinite pigmentaire ou le diabète de type 1.

Source : L’AFM -Téléthon

Le sujet comporte deux parties indépendantes :

– La partie Chimie : **Le diabète.**

– La partie BPH : **La révolution des biothérapies.**

Toute réponse, même incomplète, montrant la qualité rédactionnelle et la démarche de recherche du candidat sera prise en compte.

Partie Chimie

Le diabète

Les exercices sont indépendants.

Exercice 1 : Dépistage et traitement du diabète (10 points)

Dans le cadre du dépistage d'un diabète, un patient se voit prescrire une analyse de sang pour déterminer la concentration de glucose (aussi appelée glycémie) lorsqu'il est à jeun. Une des techniques de dosage repose sur une méthode spectrophotométrique.

Cette méthode utilise un réactif qui contient de l'ortho-dianisidine et deux enzymes, dont l'action sur le glucose après chauffage forme un produit coloré. Un dosage spectrophotométrique peut donc être effectué.
On prépare avec cette méthode, une solution mère S_0 de concentration initiale en masse de glucose égale à 0,50 $g \cdot L^{-1}$.
Des solutions étalons de volume V = 25 mL sont obtenues par dilution de cette solution mère.
On mesure leur absorbance A à une longueur d'onde appropriée.

Solutions étalons	**S_1**	**S_2**	**S_3**
Concentration en masse en $mg \cdot L^{-1}$	10	25	40
Absorbance *A* (sans unité)	0,125	0,352	0,512

On souhaite préparer la solution S_3 à partir de la solution mère S_0.

1. Calculer le volume de solution mère S_0 à prélever.

2. À partir du matériel disponible listé ci-dessous, choisir le matériel adapté pour préparer la solution S_3.

Matériel disponible :
- pipettes jaugées : 2,0 mL, 10,0 mL, 20,0 mL, 25,0 mL
- fioles jaugées : 25,0 mL, 50,0 mL, 100,0 mL, 150,0 mL.

3. Sur l'**ANNEXE page 8 sur 19 À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE**, tracer la courbe d'étalonnage représentant l'absorbance A des solutions étalons en fonction de leur concentration en masse C de glucose.

4. À partir de la courbe d'étalonnage, conclure sur la relation entre l'absorbance A de la solution de glucose et la concentration en masse de glucose.

En appliquant le même protocole, on mesure l'absorbance de l'échantillon de sang dilué 50 fois : $A_{\text{sang dilué}}$ = 0,39.

5. Déterminer la concentration en masse en glucose $C_{\text{sang dilué}}$ dans l'échantillon de sang dilué.

Document 1 : La glycémie

La glycémie dans le sang peut varier en fonction de plusieurs facteurs : alimentation, activité physique, pathologie (diabète)…
À jeun, la glycémie se situe normalement entre 0,70 et 1,10 g par litre de sang.
Après le repas, la glycémie doit être inférieure à 1,40 g par litre de sang, mais ne doit pas être inférieure à 0,60 g par litre (hypoglycémie).

D'après : https://www.federationdesdiabetiques.org/

6. En déduire que la concentration en masse en glucose C_{sang} dans l'échantillon de sang prélevé est proche de 1,5 $g \cdot L^{-1}$. Conclure quant à la glycémie à jeun de ce patient.

Document 2 : La théranostique du diabète avec les nanotechnologies

Aujourd'hui, l'utilisation des nanoparticules dans la composition de certains médicaments laisse penser que la nanomédecine, plus performante en termes de diagnostic et de soin se réalisera prochainement. Cette innovation médicale est possible grâce à l'émergence de nanoparticules porteuses de l'agent d'imagerie pour le diagnostic et de molécules de reconnaissance, permettant une livraison ciblée aux cellules concernées. En plus, la même nanoparticule d'imagerie peut être modelée à des fins thérapeutiques, en ajoutant par exemple des médicaments qui protègeront les cellules des méfaits du diabète. Ces nanoparticules multifonctionnelles sont dites théranostiques car elles allient thérapie et diagnostic. Elles constituent désormais les nouvelles armes de la nanomédecine pour le soin personnalisé du diabète.

D'après « Diabeteetobesite.fr »

7. À l'aide du **document 2**, définir un nanomédicament et préciser l'ordre de grandeur de ses dimensions.

8. À l'aide du **document 2**, développer les avancées que constitue l'usage de nanomédicaments dans le traitement du diabète.

Exercice 2 : La coronarographie (10 points)

Un patient qui présente un début de diabète ressent une douleur thoracique. Il est nécessaire alors de pratiquer une coronarographie.

<u>Document 1</u> : Examen du cœur : la coronarographie

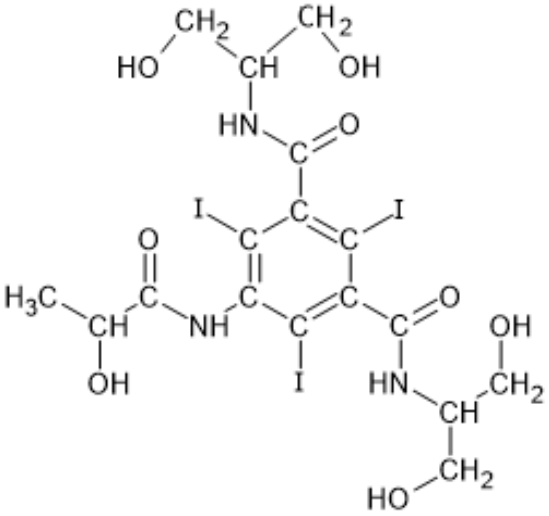
La coronarographie est une méthode radiographique par rayons X visualisant les artères du cœur appelées coronaires grâce à un produit de contraste radio-opaque à base d'iode.

Exemples de clichés de coronarographie
Indication de lecture : les zones les plus sombres de ces clichés sont celles pour lesquelles le support radiographique a reçu le moins de rayonnement.

D'après : *https://www.action-groupe.org/*

1. En utilisant le **document 1** et les connaissances, définir le terme « produit de contraste radio-opaque » et préciser son utilité.

Le iopamidol, de formule brute $C_{17}H_{22}I_3N_3O_8$, est un produit de contraste iodé utilisé pour la coronarographie.
Sa formule est donnée ci-dessous :



Données :

- Le cœur contient principalement les éléments hydrogène H, carbone C, azote N et oxygène O.
- Numéros atomiques de quelques éléments :

Élément	H	C	N	O	I
Numéro atomique Z	1	6	7	8	53
Masse molaire atomique en g·mol^{-1}	1	12	14	16	127

2. Vérifier que la masse molaire moléculaire du iopamidol est de 777 g·mol^{-1}.

3. Indiquer, en justifiant, les atomes qui contribuent à rendre le iopamidol radio-opaque.

4. Le iopamidol a été injecté dans les artères du patient. Expliquer si les artères devraient être perçues plus sombres ou plus claires que le cœur sur le cliché.
Confronter la réponse avec les clichés du **document 1** et indiquer si elle est conforme aux attentes.

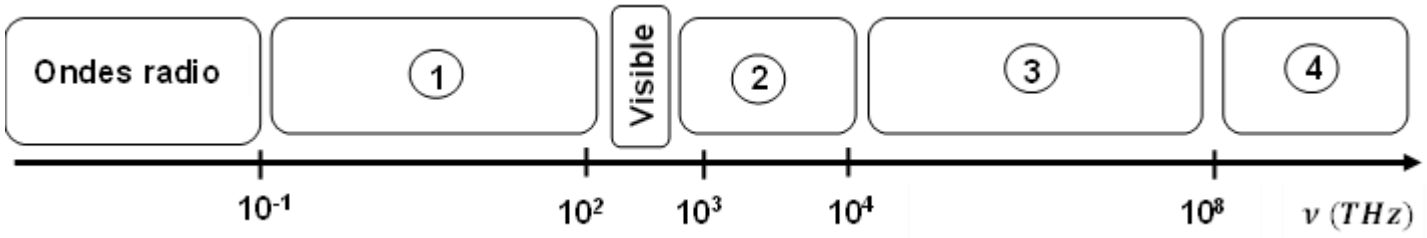
La relation entre la longueur d'onde λ, la fréquence ν et la vitesse c d'une onde électromagnétique est : $\lambda = \frac{c}{\nu}$.
Pour réaliser la coronarographie, on utilise des ondes électromagnétiques dont les longueurs d'onde dans l'air ont des valeurs comprises entre λ_1 = 10 pm et λ_2 = 100 pm.

Données :

- Vitesse des ondes électromagnétiques dans le vide ou dans l'air :
  c = 3,00 × 10^8 m·s^{-1}
- 1 pm = 1 × 10^{-12} m ; 1THz = 1 × 10^{12} Hz ;

5. Calculer en Hz les valeurs ν_1 et ν_2 respectives des fréquences associées aux rayonnement de longueur d'onde λ_1 et λ_2.

6. Sur l'échelle des fréquences ci-dessous, attribuer le numéro correspondant au domaine des rayons X utilisés dans cette coronarographie.

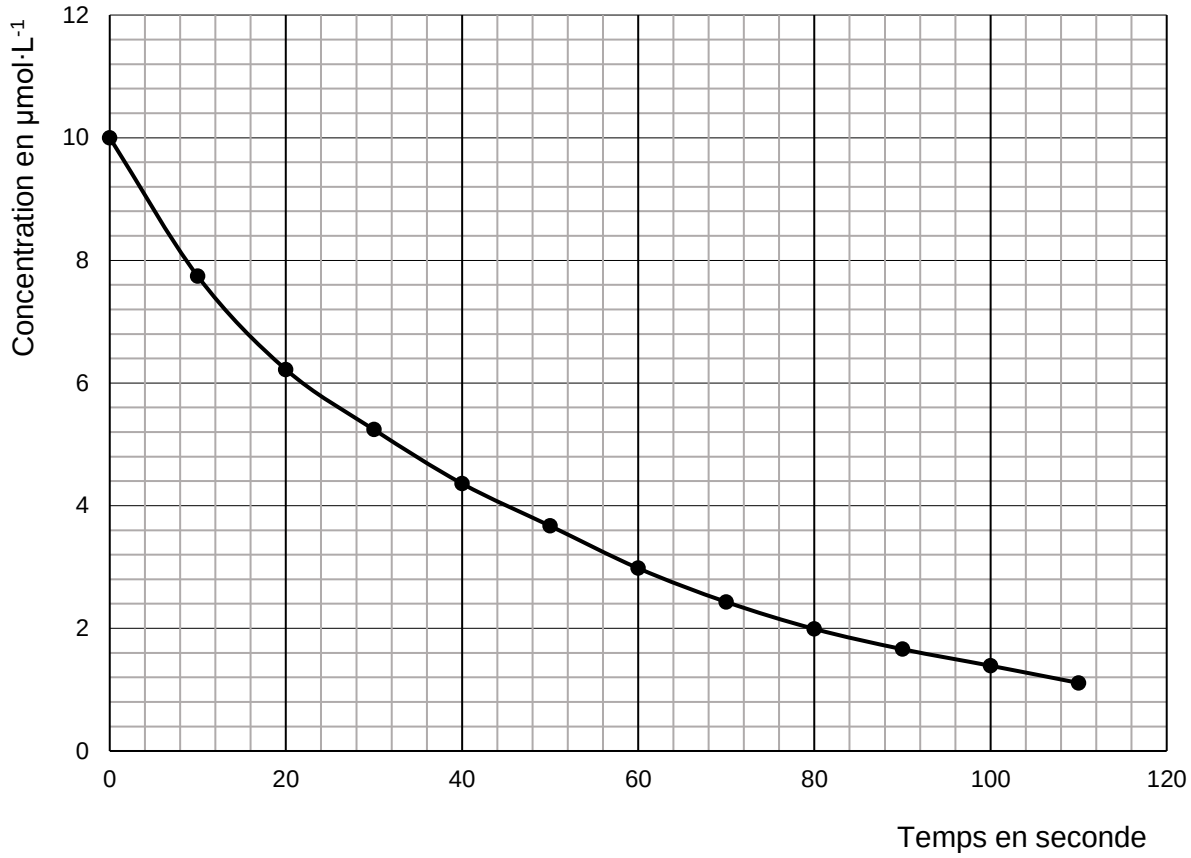


Le produit de contraste est éliminé dans l'urine des patients. Afin de limiter les rejets de iopamidol dans le milieu naturel, un établissement de santé traite ses eaux usées. Le produit de contraste est dégradé sous l'effet d'un rayonnement ultraviolet.

7. Attribuer le numéro correspondant au domaine des rayons ultraviolets sur l'échelle des fréquences ci-dessus.

La concentration initiale en iopamidol dans les eaux usées est $c_0 = 10 \times 10^{-6}$ mol·L^{-1}.
On souhaite ne pas dépasser une concentration en masse $c_m = 2{,}0 \times 10^{-3}$ g·L^{-1}.

<u>Document 2</u> : Évolution de la concentration en iopamidol au cours du temps lors de sa dégradation par exposition au rayonnement UV

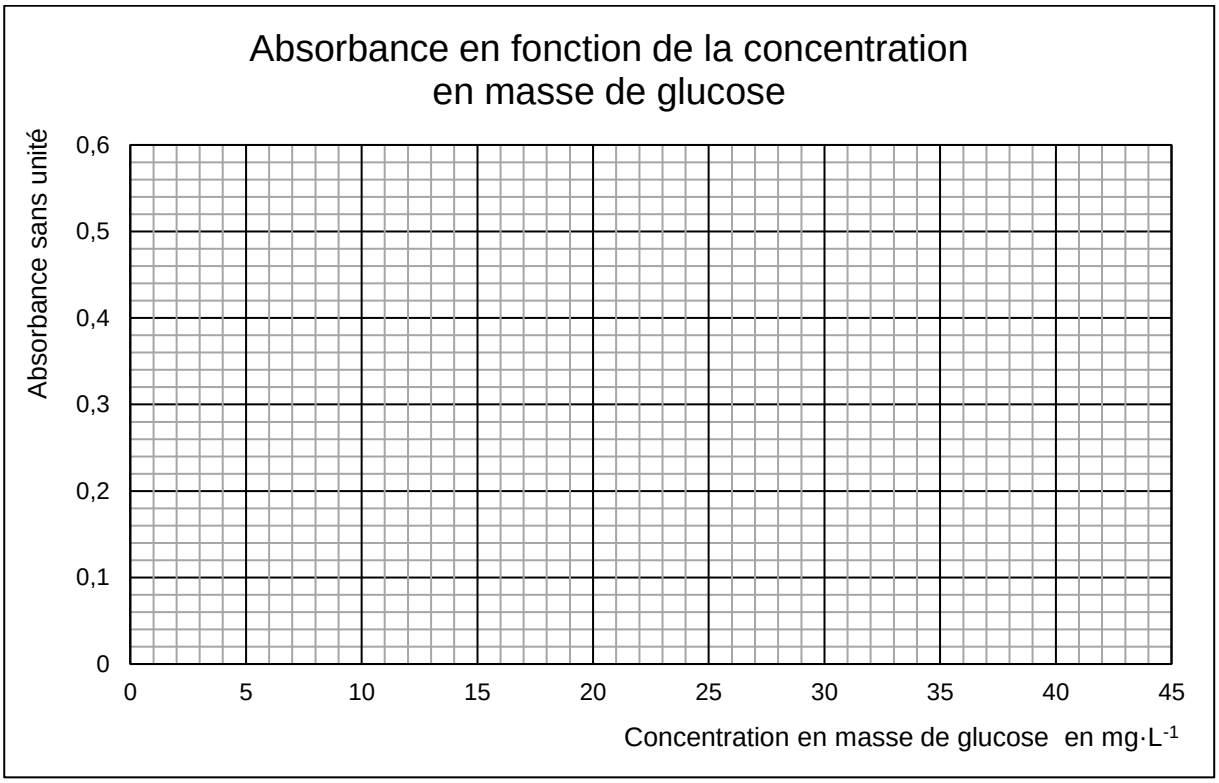


<u>Donnée</u> : 1 µmol·L^{-1} = 1 × 10^{-6} mol·L^{-1}.

8. En explicitant la démarche, déterminer la durée minimale de l'exposition aux U.V à l'aide du **document 2**.

ANNEXE À RENDRE AVEC LA COPIE DE CHIMIE

Exercice 1 : question 3



Partie Biologie et physiopathologie humaines

La révolution des biothérapies

La thérapie génique et la thérapie cellulaire sont des traitements issus des biotechnologies. L'objectif des biothérapies est d'adapter chaque stratégie thérapeutique à la maladie génétique à traiter.

1 Thérapie génique et amyotrophie spinale proximale

La thérapie génique est une stratégie thérapeutique qui consiste à introduire des gènes dans des cellules pour les rendre fonctionnelles et traiter une maladie. Elle est mise en œuvre dans le traitement de l'amyotrophie spinale proximale, une maladie rare d'origine génétique.

Cette maladie est due à une dégénérescence des neurones moteurs au niveau des unités motrices. Une unité motrice est constituée d'un neurone moteur et des fibres musculaires qu'il innerve. Les unités motrices assurent la contraction des muscles squelettiques et donc le mouvement. Le **document 1A** illustre la notion d'unité motrice.

1.1 Reporter sur la copie les annotations 1 à 5 du **document 1A**.

Une des conséquences de cette maladie est une diminution du nombre de **myocytes** entraînant, chez les patients atteints, une baisse de la force musculaire et une **amyotrophie.**
Ces patients bénéficient d'une prise en charge pluridisciplinaire afin d'empêcher ou retarder la survenue de certains symptômes : kinésithérapie, suivi respiratoire pour des **dyspnées**, séances d'orthophonie en cas d'**aphasie** et de **dysphagie**.

1.2 Décomposer en unités de sens les cinq termes en caractère gras. Préciser la signification de chacune des unités ainsi formées, puis proposer une définition de chaque terme.

Le **document 1B** présente le lien entre la mobilisation des unités motrices et la force musculaire développée.

1.3 Argumenter, à l'aide du **document 1B**, la baisse de la force musculaire observée chez les patients atteints d'amyotrophie spinale.

Les étapes du diagnostic de l'amyotrophie spinale sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Étape 1	**Observation des signes** évocateurs de la maladie comme la faiblesse musculaire et l'absence de réflexes ostéotendineux, problèmes respiratoires.
Étape 2	**Recherche de troubles** de la sensibilité ou du développement cognitif (mémoire, attention, raisonnement …).
Étape 3	**Dosage sanguin** d'une enzyme présente dans les cellules musculaires, la créatine kinase.
Étape 4	**Électromyographie** éventuelle pour confirmer la faiblesse musculaire.
Étape 5	**Réalisation d'un test génétique** pour mettre en évidence une défaillance au niveau génétique.

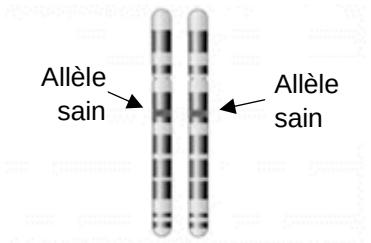
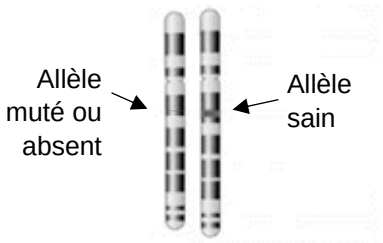
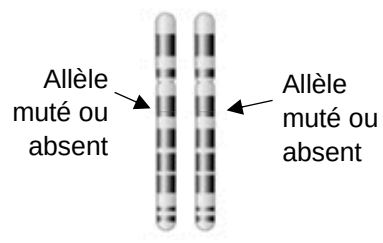
1.4 Classer ces étapes de diagnostic en fonction de leur appartenance à des examens cliniques ou paracliniques. Justifier la réponse.

1.5 Expliquer pourquoi un dosage sanguin d'enzymes musculaires (étape 3 du diagnostic) permet d'évaluer le niveau de destruction des cellules musculaires.

Dans le cadre du suivi respiratoire des patients, une spirométrie peut être réalisée pour ajuster au mieux la prise en charge. Un spirogramme d'une personne saine est présenté dans le **document 2**.

1.6 Expliquer, à l'aide du **document 2**, le principe de la spirométrie puis indiquer les volumes respiratoires correspondant aux annotations 1 à 4.

Une mutation du gène *SMN1*, localisée sur le chromosome 5, est à l'origine de l'amyotrophie spinale. Il s'agit dans 90 à 95 % des cas d'une délétion totale du gène et dans 5 à 10 % des cas d'une mutation ponctuelle. Elle se transmet sur un mode autosomique récessif. Le **document ci-dessous** présente des données sur l'origine génétique de cette maladie.

Gène *SMN1* et amyotrophie spinale		
Individu non atteint	Individu non atteint	Patient atteint
		
Synthèse d'une protéine SMN fonctionnelle	Synthèse d'une protéine SMN fonctionnelle	Synthèse d'une protéine SMN non fonctionnelle ou absence de la protéine SMN

1.7 Justifier la donnée soulignée dans le texte à l'aide du document et du texte ci-dessus.

Le Zolgensma® est un traitement de thérapie génique pour l'amyotrophie spinale ayant obtenu depuis quelques années une autorisation de mise sur le marché. Ce produit contient une version saine du gène *SMN1* encapsulé dans un vecteur viral permettant le transport et l'insertion du gène dans les cellules.

Un fragment de la séquence de l'allèle sain du gène *SMN1* est présenté ci-dessous :

Allèle *SMN1* sain :

5'…ATGATGTTCGCCAGGAGG…3' *Brin non transcrit*
3'…TACTACAAGCGGTCCTCC …5' *Brin transcrit*

1.8 Déterminer, à l'aide du code génétique, la séquence peptidique correspondant au fragment de l'allèle sain utilisé en thérapie génique. Expliquer la démarche.

Le tableau du code génétique

Première lettre	Deuxième lettre U	Deuxième lettre C	Deuxième lettre A	Deuxième lettre G	Troisième lettre
U	UUU Phe	UCU Ser	UAU Tyr	UGU Cys	U
	UUC Phe	UCC Ser	UAC Tyr	UGC Cys	C
	UUA Leu	UCA Ser	UAA Stop	UGA Stop	A
	UUG Leu	UCG Ser	UAG Stop	UGG Trp	G
C	CUU Leu	CCU Pro	CAU His	CGU Arg	U
	CUC Leu	CCC Pro	CAC His	CGC Arg	C
	CUA Leu	CCA Pro	CAA Gln	CGA Arg	A
	CUG Leu	CCG Pro	CAG Gln	CGG Arg	G
A	AUU Ile	ACU Thr	AAU Asn	AGU Ser	U
	AUC Ile	ACC Thr	AAC Asn	AGC Ser	C
	AUA Ile	ACA Thr	AAA Lys	AGA Arg	A
	AUG Met	ACG Thr	AAG Lys	AGG Arg	G
G	GUU Val	GCU Ala	GAU Asp	GGU Gly	U
	GUC Val	GCC Ala	GAC Asp	GGC Gly	C
	GUA Val	GCA Ala	GAA Glu	GGA Gly	A
	GUG Val	GCG Ala	GAG Glu	GGG Gly	G

1.9 Justifier que le Zolgensma® permet de traiter les patients atteints de SMA.

2 Thérapie cellulaire et rétinite pigmentaire

La rétinite pigmentaire est une dégénérescence lente de la rétine et de l'épithélium pigmentaire causant des déficiences visuelles.
Cette maladie peut être traitée par thérapie cellulaire. Celle-ci consiste à greffer des cellules saines afin de restaurer la fonction d'un tissu ou d'un organe. Les cellules souches utilisées pour produire ces cellules saines ont deux propriétés communes : celle de s'autorenouveler indéfiniment par mitoses successives et celle de pouvoir se différencier en plusieurs types cellulaires : neurones, cellules du sang ou cellules du foie. La thérapie cellulaire est aujourd'hui envisagée notamment dans le traitement des maladies du cœur, de la rétine ou de la peau.
Dans le cas de la rétinite pigmentaire ce traitement consiste à greffer un ensemble de cellules d'épithélium pigmentaire rétinien afin de traiter la maladie.

2.1 Donner les termes médicaux correspondant aux deux expressions soulignées dans le texte.

Le **document 3** présente l'organisation histologique d'une rétine saine.

2.2 Argumenter le fait que les cellules pigmentaires forment un tissu épithélial à l'aide du **document 3**.

Le **document 4** présente l'évolution de la quantité d'ADN dans une cellule souche.

2.3 Délimiter un cycle cellulaire à l'aide des lettres A à I du **document 4**.

2.4 Analyser les variations de la quantité d'ADN au cours d'un cycle cellulaire afin de nommer les différentes phases du cycle.

Il existe différents types de cellules souches pouvant être utilisées en thérapie cellulaire mais toutes possèdent la capacité de se différencier. Elles sont prélevées soit sur le patient lui-même soit sur un donneur. Certaines cellules souches présentent l'avantage d'être bien tolérées, d'autres au contraire peuvent être à l'origine de rejets de greffes.

Le **document 5A** présente des expériences de greffes réalisées sur des souris.

2.5 Analyser et interpréter les expériences 1, 2 et 3 du **document 5A**.

2.6 Interpréter l'expérience 4 du **document 5A** afin d'identifier précisément le type de réponse immunitaire impliquée dans le rejet de greffe.

Le **document 5B** présente la réponse immunitaire mise en jeu lors d'un rejet de greffe.

2.7 Présenter les événements A à D du **document 5B**.

Actuellement, les essais cliniques utilisent souvent les cellules souches mésenchymateuses, provenant d'un donneur sain, pour réaliser la greffe. Ces cellules expriment faiblement les marqueurs du Complexe Majeur d'Histocompatibilité. De plus, elles secrètent des facteurs immunosuppresseurs qui limitent les réactions immunitaires.

2.8 Argumenter le fait que les cellules souches mésenchymateuses soient couramment utilisées dans les essais cliniques de thérapie cellulaire.

3 Thérapie cellulaire et thérapie génique dans le traitement du diabète

Une nouvelle thérapie, à la fois cellulaire et génique, est actuellement à l'étude dans le cas de patients atteints d'un diabète de type 1 ou de type 2 à un stade avancé. Les diabètes sont caractérisés par plusieurs symptômes dont une **polyurie**, une **polydipsie**, ainsi qu'une fatigue importante.

3.1 Décomposer en unités de sens, les deux termes en caractère gras. Préciser la signification de chacune des unités ainsi formées, puis proposer une définition de chaque terme.

3.2 Donner le terme médical correspondant à l'expression soulignée dans le texte ci-dessus.

Le diagnostic est généralement posé à la suite de dosages sanguins chez le patient à jeun.

3.3 Nommer la molécule dosée dans le sang d'un patient à jeun afin de diagnostiquer un diabète de type 1 ou 2.

En avril 2024, une équipe de médecins a publié une étude présentant notamment les résultats obtenus après traitement sur un homme de 59 ans, qui souffrait d'un diabète de type 2 depuis 25 ans. Cette thérapie semble prometteuse car cela fait plus de 33 mois que le patient ne prend plus d'insuline.

Le **document 6** présente les différentes étapes du traitement réalisé.

3.4 Expliquer pourquoi un diabète de type 1 ou type 2 à un stade avancé, a pu être traité par une greffe d'îlots de Langerhans.

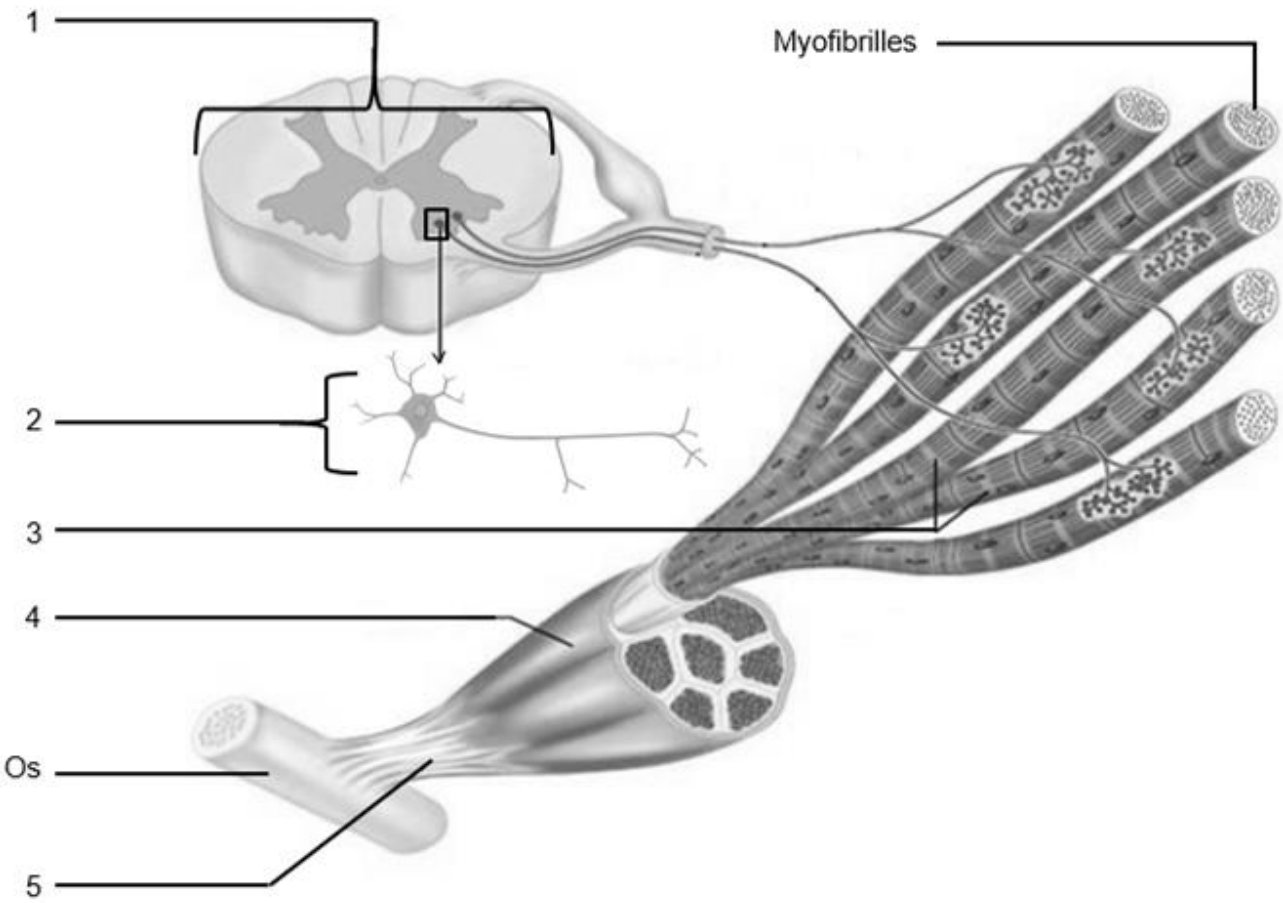
3.5 Montrer, à l'aide du **document 6**, l'intérêt de combiner la thérapie génique et la thérapie cellulaire dans le cadre du traitement de cette pathologie.

4 Synthèse

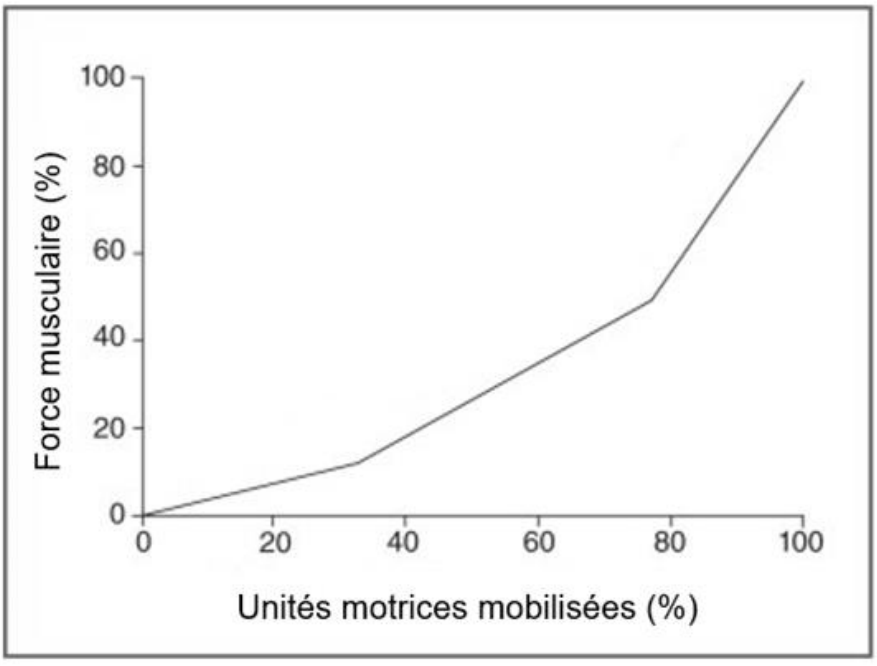
Proposer une synthèse (texte court, schéma, tableau ou carte mentale) exposant l'intérêt des trois biothérapies étudiées. Illustrer les propos à l'aide d'exemples étudiés dans le sujet.

<u>Document 1</u> : unités motrices : organisation et mobilisation lors de l'effort

<u>Document 1A</u> : Organisation structurale d'unité motrice



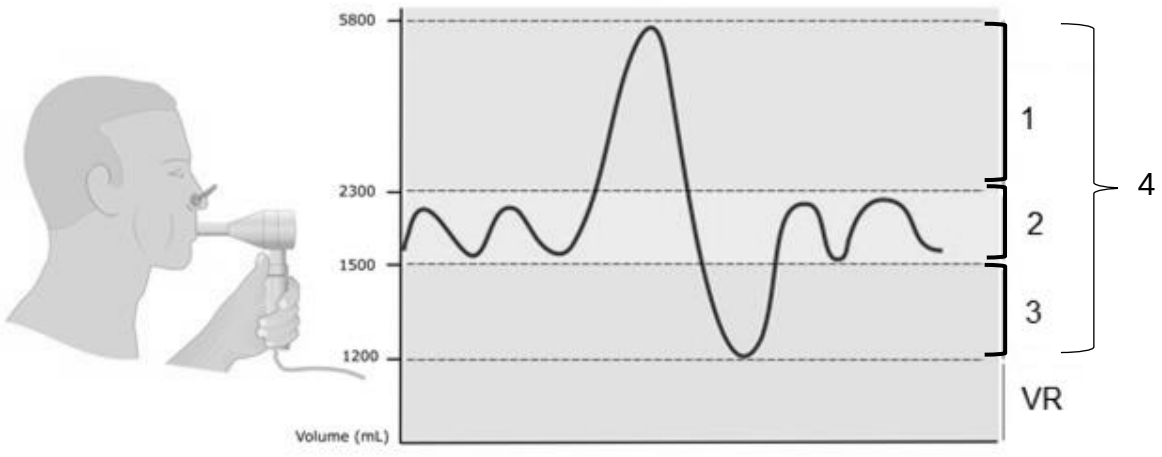
<u>Document 1B</u> : Mobilisation des unités motrices lors d'un travail musculaire



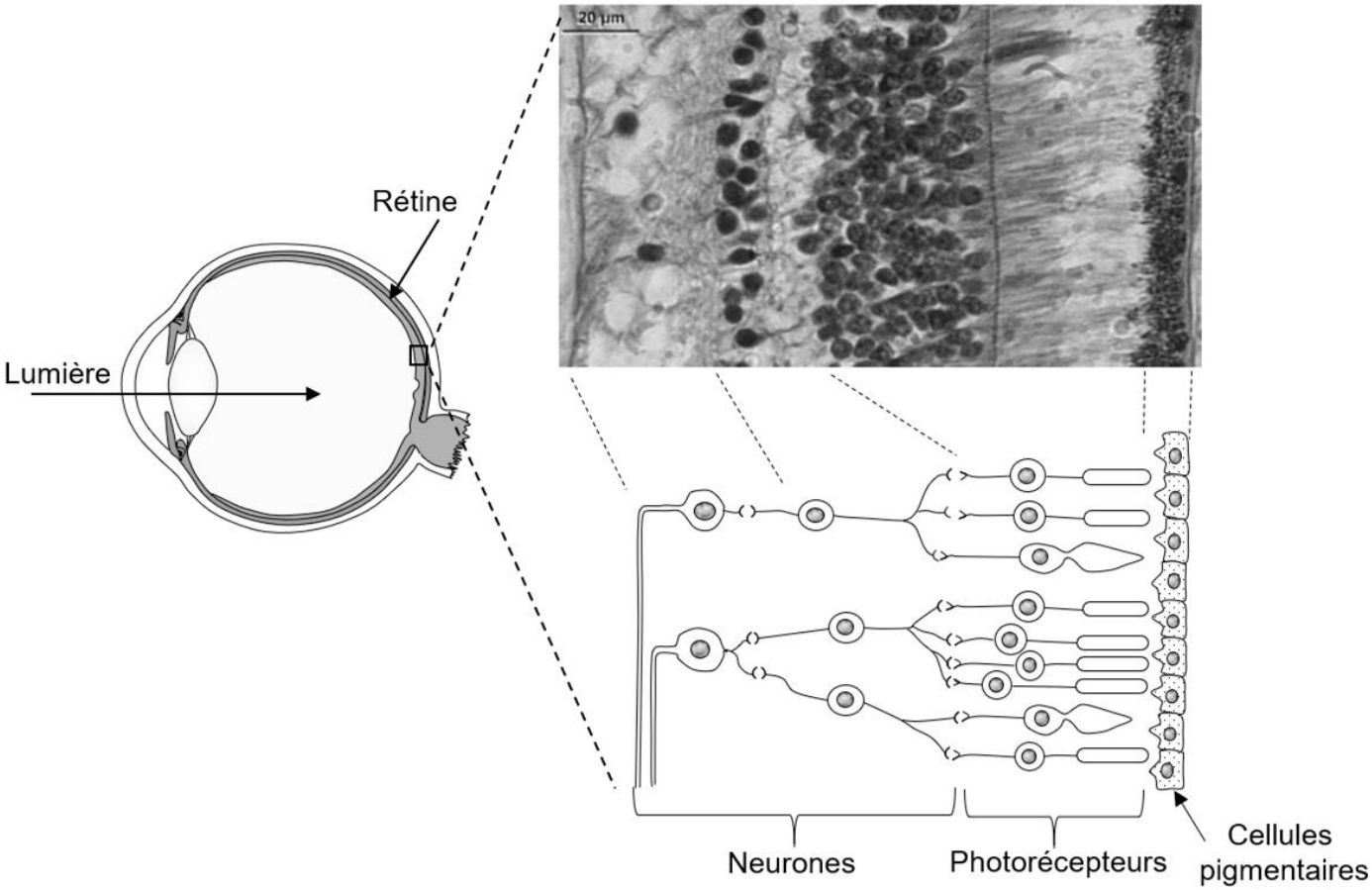
<u>Document 2</u> : Spirogramme d'une personne saine

Grâce à la spirométrie, plusieurs volumes peuvent être déterminés :

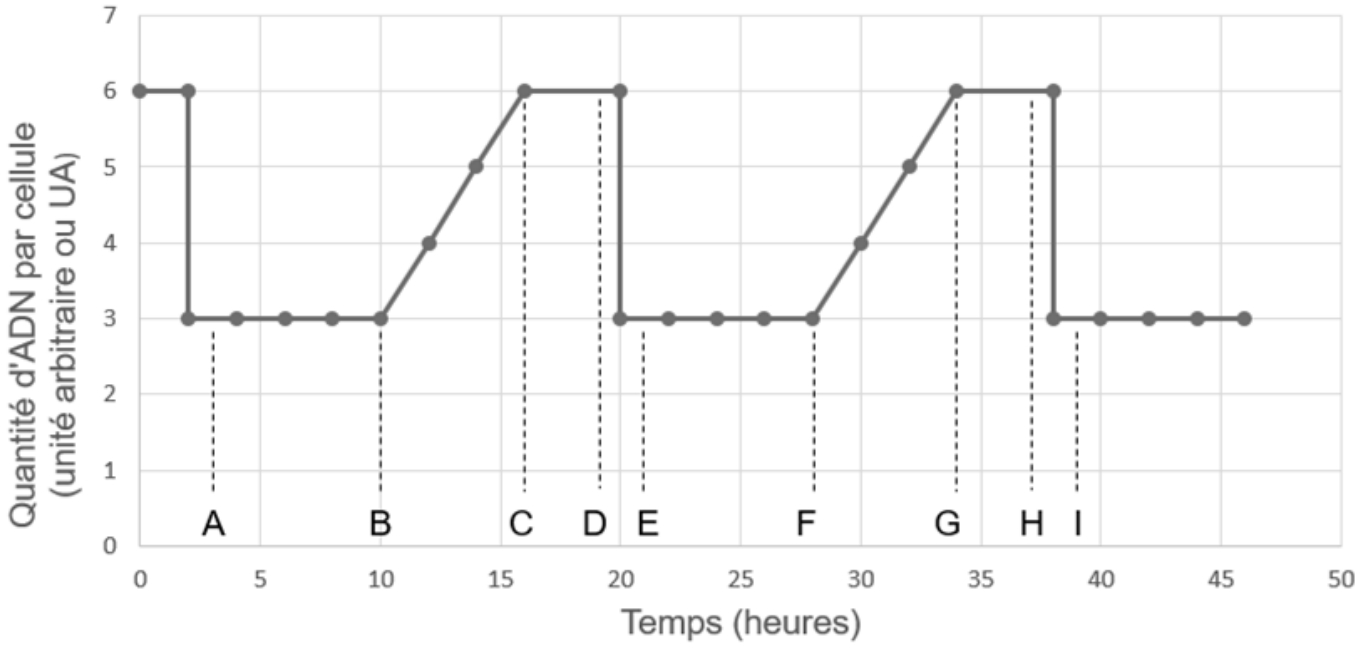
- la capacité pulmonaire totale correspondant au volume d'air maximum contenu dans les voies aériennes après une inspiration forcée,
- la capacité vitale forcée ou volume maximal d'air pouvant entrer et sortir des poumons lors d'une inspiration et d'une expiration forcée,
- le volume de réserve inspiratoire et expiratoire permettant de déterminer le volume maximal inspiré ou expiré après une respiration normale,
- le volume courant représentant le volume d'air inspiré ou expiré à chaque cycle respiratoire,
- le volume résiduel, volume d'air restant dans les poumons après une respiration forcée.



<u>Document 3</u> : Organisation histologique de la rétine

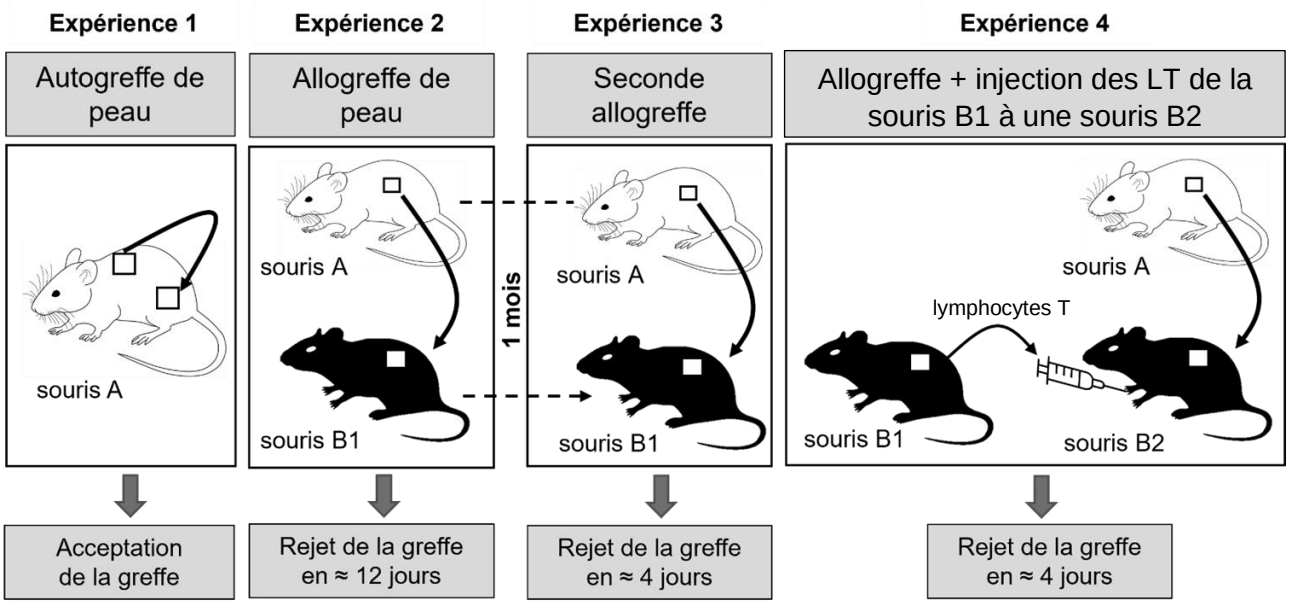


<u>Document 4</u> : Evolution de la quantité d'ADN lors du renouvellement des cellules souches



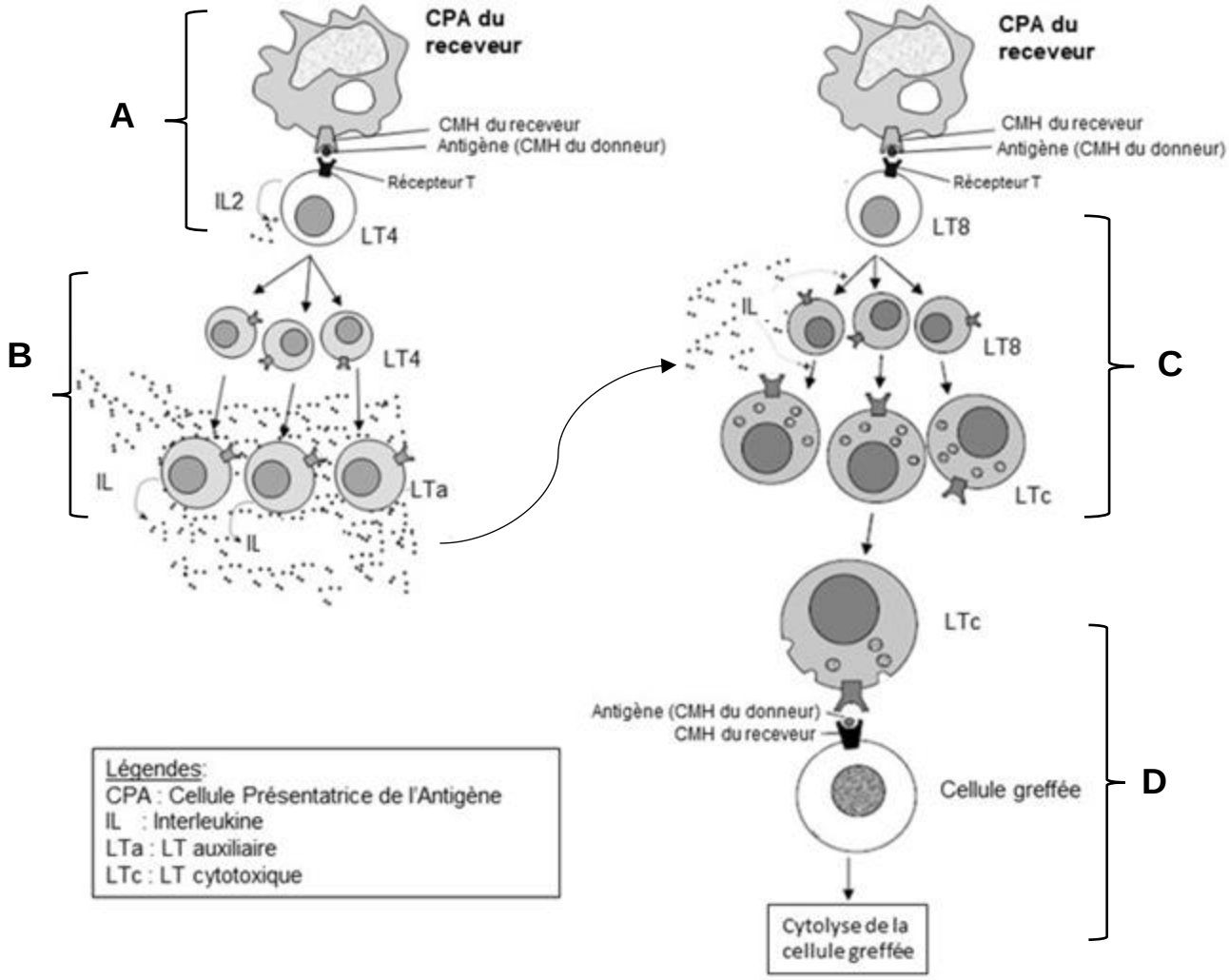
Document 5 : Le rejet de greffe

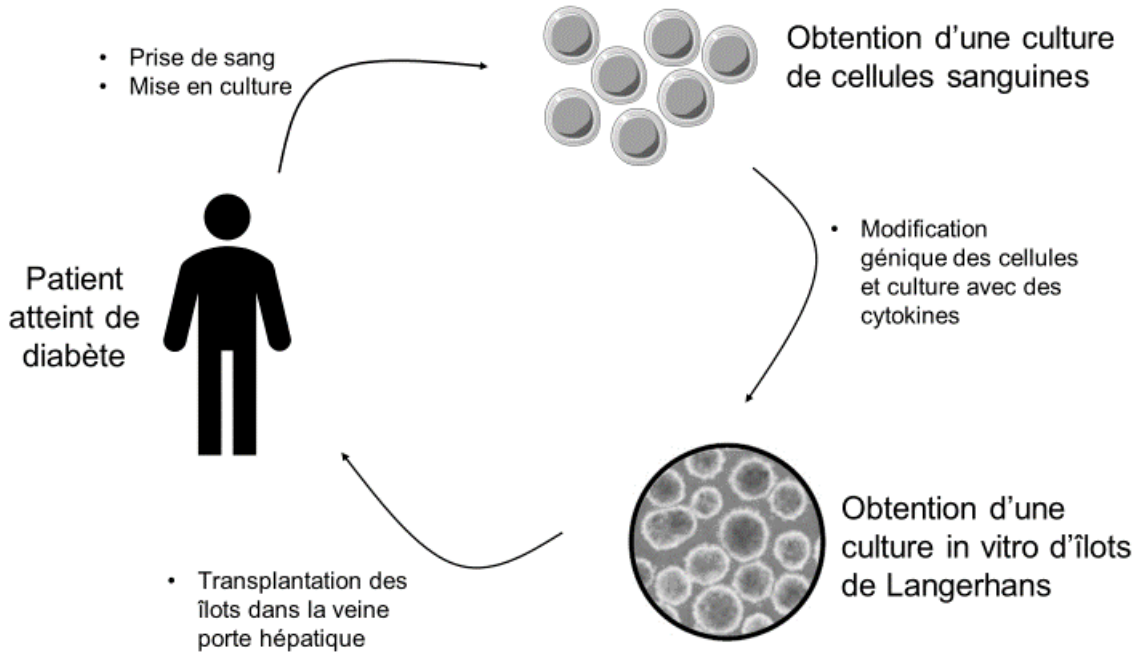
Document 5A : Expériences de greffes



=> Les souris A sont génétiquement identiques entre elles.
=> Les souris B sont génétiquement identiques entre elles.
=> Les souris A et B sont génétiquement différentes.

<u>Document 5B</u> : La réaction immunitaire impliquée dans le rejet de greffe



<u>Document 6</u> : Combinaison de la thérapie cellulaire et la thérapie génique dans le traitement du diabète

La technique consiste en une transplantation de cellules pancréatiques dérivées de cellules souches dites « pluripotentes induites ». Ces cellules souches sont obtenues à partir de cellules prélevées chez le patient puis mise en culture in vitro. Le schéma ci-dessous résume la stratégie thérapeutique utilisée.