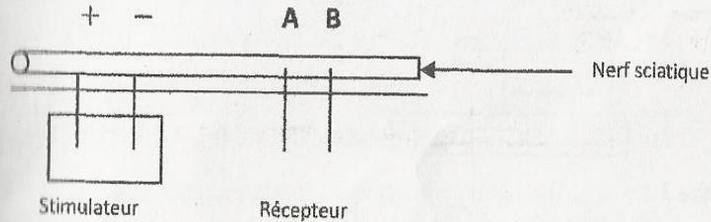


Exercice 2 :

Un nerf sciatique de grenouille est placé dans une cuve à l'électrode. Les électrodes excitatrices sont reliées à un stimulateur permettant de porter au nerf, des excitations électriques isolées dont on peut régler la tension et la durée. Deux autres électrodes A et B sont reliées à un oscilloscope permettant de détecter l'activité électrique du nerf.



On réalise les expériences suivant sur ce nerf.

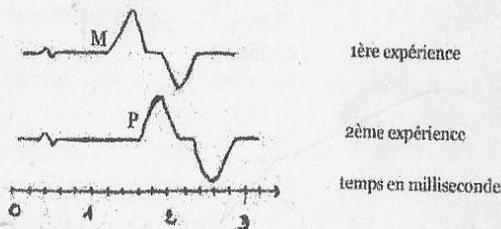
On recherche pour différents durées de la stimulation la différence de potentiels minimale nécessaire pour faire apparaître la réponse à cette excitation. On obtient les résultats figurants dans le tableau suivant :

Durée (ms)	diff. (mV)
0,52	100
0,48	100
0,44	105
0,38	110
0,36	120
0,28	130
0,24	150
0,20	170
0,18	185
0,16	200
0,14	220
0,12	250
0,10	280
0,09	300
0,08	330
0,07	370
0,06	430

- Tracer la courbe de variation de la différence de potentiel minimale efficace en fonction de la durée de l'excitation. On prendra en abscisse 2cm pour 0,1ms et en ordonnée 2cm pour 100mV.
- En déduire les valeurs caractéristiques de l'excitabilité du nerf.
- Définir chacune de ces caractéristiques.

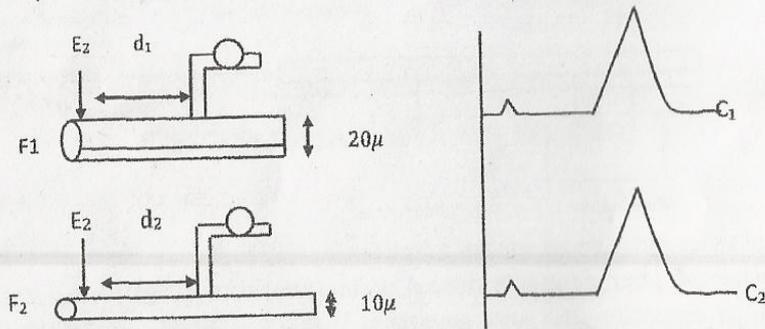
Exercice 3 :

On enregistre le potentiel d'action par des microélectrodes placées sur le nerf, sur l'écran gradué en milliseconde d'un oscillographe. La position des électrodes excitatrices E_1 et E_2 est fixe. Les électrodes réceptrices sont placées en M et N dans une première expérience, puis en 1 et 2 dans une deuxième expérience. On obtient la figure suivante.



- a) Qu'entend-on par potentiel d'action ?
- b) Si l'écartement des électrodes de même paire est constant et la distance MP égale à 10mn, calculez en mètre par seconde la vitesse de l'influx nerveux.
- c) On isole de ce nerf deux fibres nerveuses F_1 et F_2 qui ont des diamètres différents.

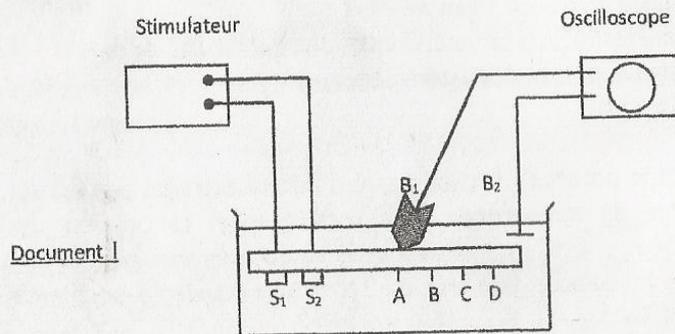
On enregistre successivement les courbes C_1 et C_2 en appliquant sur chacune des fibres une stimulation identique en E_1 et E_2 . Les conditions de l'expérience sont précisées par les schémas suivants.



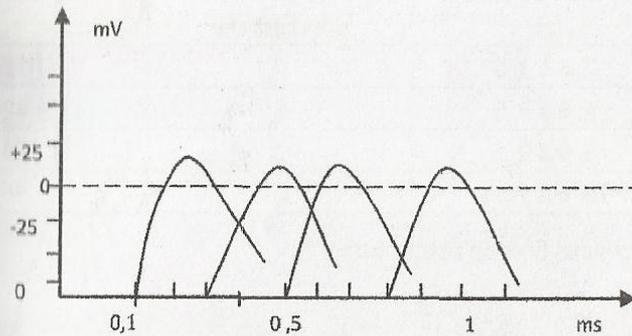
Comparer les 2 courbes C_1 et C_2 et en déduire une propriété particulière des fibres mise en évidence.

Exercice 4 :

- A. L'expérience consiste à appliquer à plusieurs reprises une même excitation d'intensité suffisante et à recueillir la réponse de la fibre en insérant successivement la microélectrode R_1 en des points A, B, C et D de plus en plus éloignés du lieu de la stimulation (document I). On obtient les enregistrements regroupés dans le document II.



- Distance par rapport à S_2
- A : 2mm
 - B : 5 mm
 - C : 10 mm
 - D : 15 mm



Document II

- I. Tracer le graphique représentant la variation du délai entre la stimulation et le début de la réponse, en fonction de la distance. (échelles imposées : en abscisse : 0,5 cm pour 1 mV ; en ordonné : 1cm pour 0,1ms.
- II. Quel paramètre biologique peut-on calculer à partir de ce graphique ? Quelle est sa valeur ?
- III. Le tableau ci-dessous donne la vitesse de l'influx nerveux pour divers types de fibres nerveuses.

Fibres nerveuses	Diamètre	Vitesse mesurée à 37°C
Fibres à myéline de Mammifères	20	120/m/s
Fibres à myéline de Mammifères	10	60 m/s
Fibres à myéline de Mammifères	5 à 2	30 à 12 m/s
Fibres sans myéline de Mammifères	5 à 2	2 m/s

1. Qu'appelle-t-on influx nerveux ?
 2. Montrer, par un schéma, le mode de conduction de l'influx nerveux sur une fibre à myéline et une fibre sans myéline. Donner le nom de chaque mode de conduction.
 3. A quoi pouvez-vous relier ces variations de vitesse de l'influx nerveux ?
- IV. L'observation des diamètres des fibres nerveuses d'un nerf conduit au tableau de distribution de fréquences suivantes :

Diamètre en micron	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Nombre de fibres nerveuses	20	65	60	55	80	60	55	45	28	28	6	18	39	90	81	70

Construire l'histogramme des fréquences correspondant, le commenter. A partir de ces 4 valeurs de la vitesse de conduction de l'influx nerveux des fibres d'un nerf moteur de Mammifères, construisez la courbe mettant en évidence la relation existant entre vitesse de conduction et diamètre des fibres.

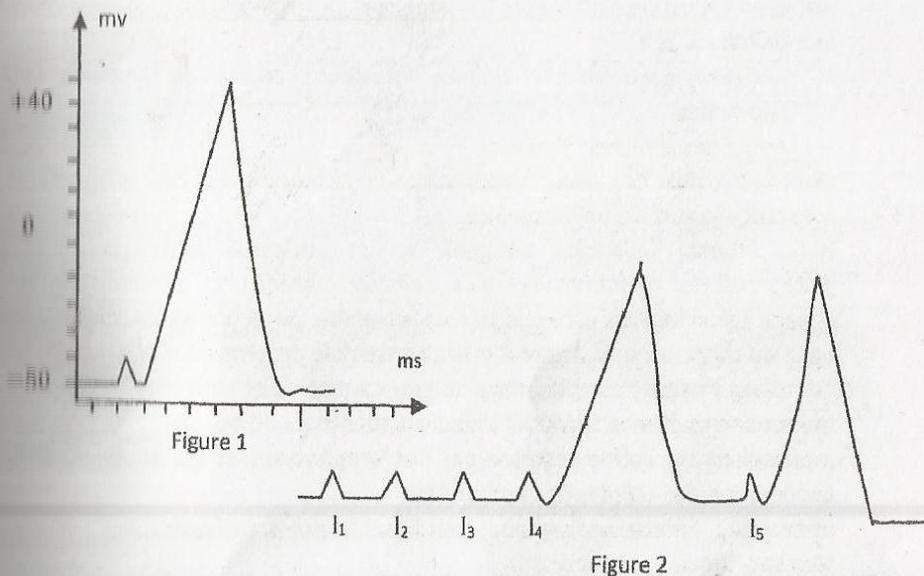
Diamètre de la fibre μm	Nombre de fibres en pourcentage	Vitesse de conduction en m/s
2,6 à 3,5	1	18
6,6 à 7,5	6	42
8,6 à 9,5	2	54
15,6 à 16,5	18	96

Que pouvez-vous tirer de cette courbe ?

Exercice 5 :

- I- On se propose d'étudier les perturbations électriques manifestées par une fibre nerveuse au un nerf après excitation.
1. On explore à l'aide de deux microélectrodes et d'un oscillographe une fibre nerveuse isolée. A la suite d'une excitation efficace, l'écran de l'oscillographe enregistre la courbe de la figure 1.
 - a) Analyser la courbe avec les valeurs repérables.
 - b) Comment a – t – on placé les microélectrodes pour obtenir un tel tracé ?
 - c) Pour cette position des électrodes, quelle serait l'allure de la courbe si la fibre n'est pas excitée ? (représenter cette courbe sur les deux axes de la figure 1). Justifier votre réponse.
 2. On utilise le même montage expérimental pour mettre en évidence les propriétés de la fibre nerveuse. On réalise l'expérience suivante : on porte successivement sur une fibre nerveuse des stimulations électriques d'intensité croissante $I_1 < I_2 < I_3 < I_4 < I_5$. La figure 2 représente les courbes obtenues.
 - a) Interpréter cette figure 2 en spécifiant les propriétés de la fibre nerveuse mises en évidence par cette expérience.
 - b) La même expérience est pratiquée sur un nerf. Dessiner les courbes que l'on devrait obtenir avec les cinq excitations d'intensité croissante (on suppose que l'écran de l'oscillographe enregistre un potentiel d'action à partir de I_2 .)

- La structure d'un nerf permet – elle d'expliquer l'allure de ces courbes ? Justifiez votre réponse.
- II- On enregistre simultanément les activités électriques et mécaniques d'un muscle gastrocnémien de rat. On obtient alors les figures 3 et 4.
1. Pourquoi l'allure du potentiel d'action obtenu sur ces figures 3 et 4 diffère – t – elle de celle de la figure 1 ?
 2. Expliquer le décalage entre la réponse électrique et la réponse mécanique du muscle.
 3. Analyser successivement ces deux figures et comparer-les. (les stimulations utilisées sont de même intensité.)
 4. Si on envoie une deuxième excitation pendant la période de latente, immédiatement après la première excitation, représenter graphiquement le myogramme que l'on devrait obtenir. Justifier votre réponse.



IMMUNOLOGIE

A. Définition

Immunologie : sciences du système immunitaire.

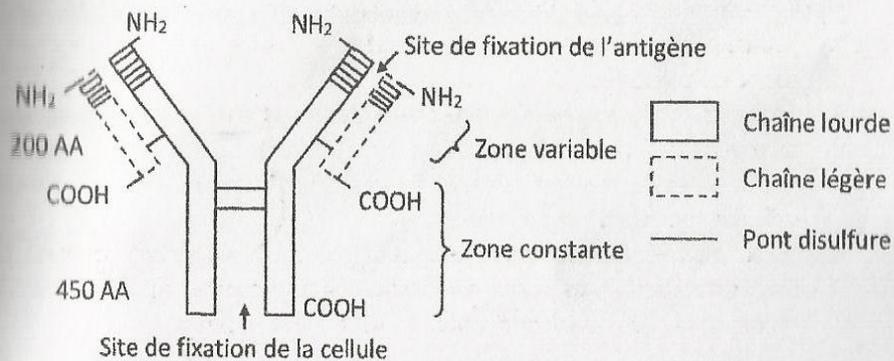
Système immunitaire : système de défense interne contre le « non soi ».

Réactions immunitaires : réaction liées à la reconnaissance du « non soi » par les lymphocytes.

Soi : tout ce qui est reconnu par l'organisme, définie par CMH (Complexe Majeur d'Histocompatibilité).

Non soi : tout ce qui n'est pas toléré par l'organisme.

Anticorps : ou immunoglobuline (Ig) : protéine sécrété par les plasmocytes après injections ou pénétration de l'antigène. Ils sont capables de neutraliser spécifiquement un antigène. (AG identique à celui qui a stimulé sa production)



Alloréactivité : phénomène de rejet

Antigène : substance étrangère à l'organisme capable de déclencher une réaction immunitaire

- Antigènes particuliers : cellules infectées ; cellule du greffon ; cellule anormales
- Antigènes solubles : toxine.

CMH : ensemble des gènes responsables de la biosynthèse des polypeptides se trouvant à la surface membranaire.

HLA : (human leukocyte antigen) ou les antigènes leucocytes humains, glycoprotéines membranaires des cellules nucléées et caractéristiques de chaque individu. HLA est codé par un ensemble de gènes situés sur la sixième paire de chromosomes. Expression de l'ensemble de gènes du CMH

Complexe immunitaire : complémentarité entre anticorps et antigène.

Immunocompétence : propriété de distinguer le soi du non soi.

Interleukine : protéine sécrétée par des lymphocytes et qui intervient dans la coopération des cellules de l'immunité.

Immunité : réponse immunitaire, spécifique ou non spécifique.

Non spécifique : phagocytose.

Spécifique : - immunité à médiation cellulaire : réponse immunitaire faisant intervenir les lymphocytes T 8.

- immunité à médiation humorale : réponse faisant intervenir les lymphocytes B appelé plasmocyte.

Complément : protéine dans le sérum assurant la lyse des cellules étrangères ou infectées

Épitope : déterminant : molécule qui peut se combiner avec un anticorps complémentaire.

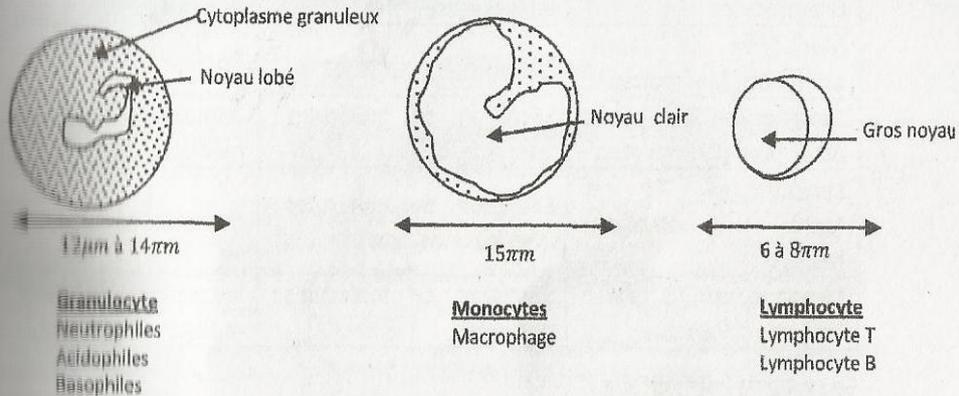
Cellules mémoires : lymphocytes T ou B à longue durée de vie capable de protéger contre une récurrence.

Maladies auto-immunes : maladies qui apparaissent lorsque les défenses immunitaires sont dirigées contre le soi.

Allergie : dérèglement de l'immunité à médiation humorale ou à médiation cellulaire.

II. Les cellules du système immunitaire

Ce sont des leucocytes : granulocytes, lymphocytes



I- L'origine des cellules immunitaires

Origine : Les cellules souches (totipotentes) localisées dans la moelle rouge des os sont à l'origine de plusieurs lignées cellulaires qui donnent naissance aux différents types de leucocytes du sang, de la lymphocyte et des tissus.

Les cellules phagocytes

- Les **granulocytes** : Ils possèdent un noyau multilobé et un cytoplasme granuleux.
- Les **monocytes** : Ces sont des cellules de grande taille, avec un noyau arqué et une longue durée de vie. Lorsqu'ils sont activés, ils se transforment en macrophages.

a) Les lymphocytes :

On distingue les lymphocytes B (Acquisition de l'immunocompétence dans la moelle rouge des os), des lymphocytes T (acquisition de l'immunocompétence dans le thymus). Dans le thymus, il existe les lymphocytes T4 ou helpers (auxiliaires) et les lymphocytes T8 killers ou cytotoxiques, caractérisés par des récepteurs protéiques différents. Les lymphocytes B deviennent des plasmocytes sécréteurs d'Ig (anticorps ou immunoglobuline) suite à l'activation par un antigène.

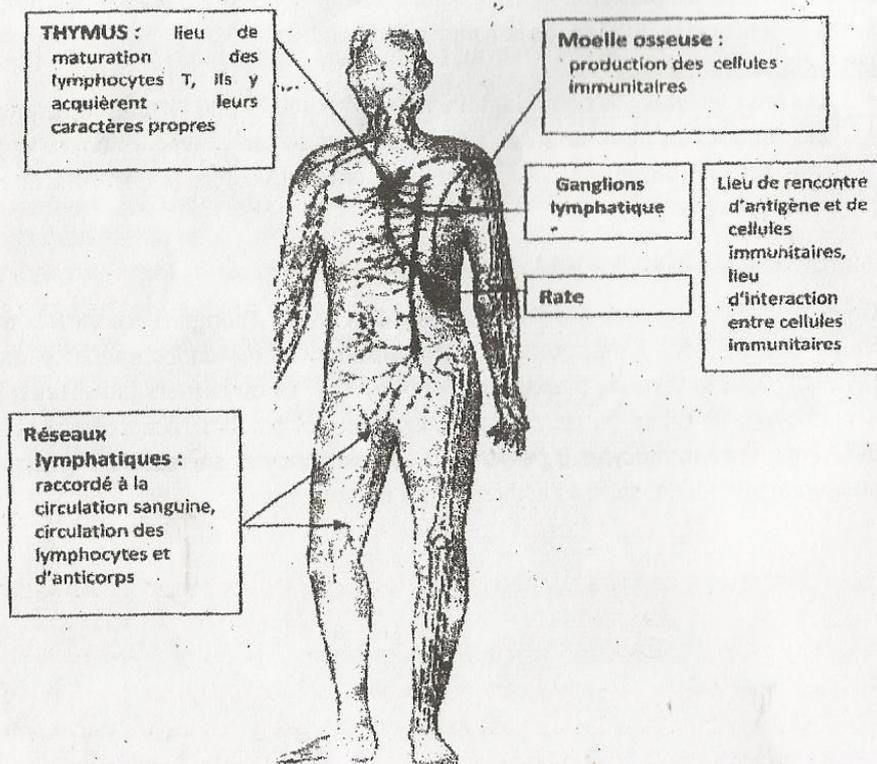
II- **Récapitulatif** : Inventaire des cellules de l'immunité.

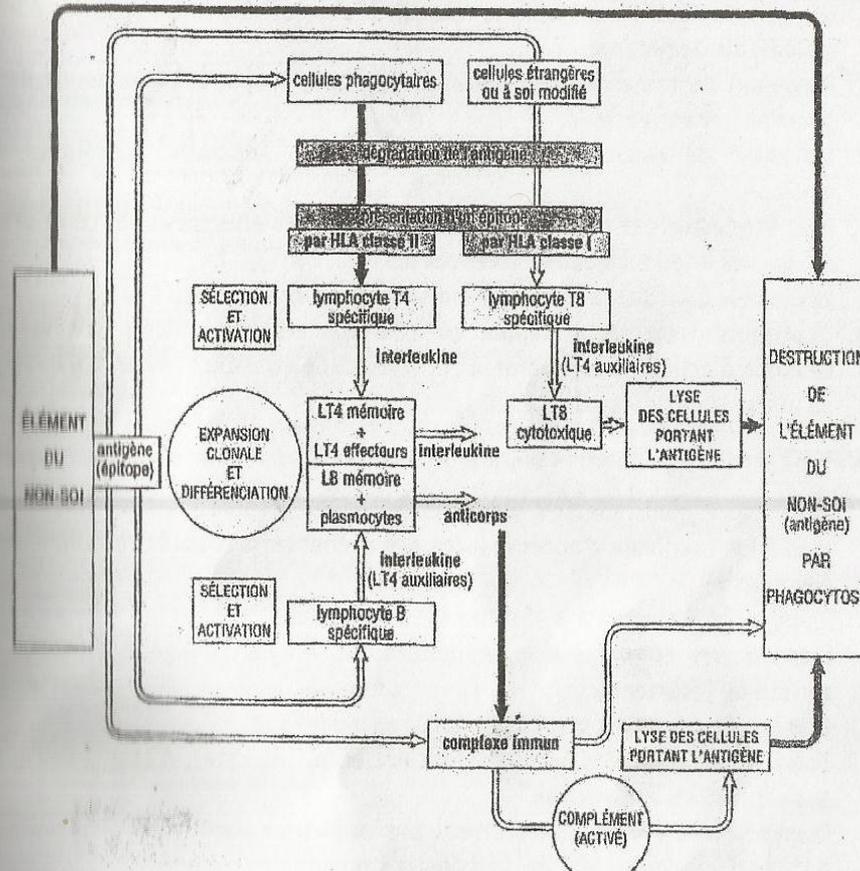
Type cellulaire	Mode d'action	Caractérisation de l'immunité
Granulocytes	Phagocytose	Non-spécifique
Monocytes et (après activation) Macrophages	Phagocytose	Non-spécifique
Lymphocytes B et (après activation) plasmocytes	Sécrétion de molécules : immunoglobulines Ig = AC	Immunité spécifique à médiation humorale
Lymphocytes T4 et (après activation) helpers	Sécrétion de molécules : interleukines	Immunité spécifique
Lymphocytes T8 (après activation) killers	Sécrétion de molécules : perforine	Immunité spécifique à médiation cellulaire.

Le système immunitaire

Formé par des éléments divers disséminés dans l'organisme.

Les organes lymphoïdes





Les différents aspects de la réponse immunitaire.

EXERCICES

EXERCICE I :

Relever les affirmations correctes et corriger les affirmations inexactes :

1. Les lymphocytes B possèdent chacun des récepteurs aux déterminants antigéniques très variés.
2. Les lymphocytes B reconnaissent les déterminants antigéniques associés à des molécules du système HLA.
3. Les lymphocytes B acquièrent leur immunocompétence dans la moelle.
4. Les lymphocytes T proviennent des cellules souches du thymus.
5. Chaque lymphocyte T a de nombreuses molécules d'un type de récepteur à un déterminant antigénique donné.
6. Les lymphocytes T acquièrent leurs récepteurs déterminants antigéniques dans le thymus.

7. Chaque clone de LB ou LT est spécifique d'un déterminant antigénique donné.
8. Un dérèglement du système immunitaire peut conduire à l'apparition d'une maladie auto-immune.
9. Au départ de toute réponse spécifique, un lymphocyte est sélectionné par un déterminant antigénique.
10. Un clone de plasmocytes synthèse de même anticorps, spécifiques d'un épitope.
11. Pour être activés et pour se différencier en cellules effectrices, les LB et LT₈ ont besoin des interleukines sécrétées par les LT₄.
12. La réponse à médiation cellulaire fait seulement intervenir les LT₈.
13. La phagocytose n'a aucun rapport avec les réponses immunitaires spécifiques.
14. Le mode d'action du complément sur une cellule étrangère ressemble beaucoup au mécanisme de lyse des cellules par les TL₈.

EXERCICE II :

1. On cherche quels sont les éléments cellulaires responsables de l'immunité à médiation humorale d'après la suite des événements ci-après reconnaissez ces éléments.

Etape 1 : les éléments **a** « absorbe » les antigènes

Etape 2 : les éléments **b** « prennent contact » avec l'antigène présenté à la surface de l'élément **a**.

Etape 3 : les éléments **b** ainsi sensibilisé se multiplient.

Etape 4 : les éléments **b** se différencient en plasmocytes, d'autres deviennent des éléments **b** à mémoires.

Etapes 5 : les éléments sont sécrétés, par les plasmocytes.

2. A l'aide d'un schéma annoté, indiquer la structure des éléments **c**.

EXERCICE III :

Chez l'homme, on sait qu'une greffe de peau d'un sujet à un autre sujet (homogreffe) se solde par un échec, le fragment de peau ou greffon est éliminé en 2 à 3 semaines. Par contre, si le greffon provient du sujet lui-même (autogreffe), il est accepté, de même si le greffon provient d'un vrai jumeau.

1. Pourquoi ces greffons entraînent-ils des réactions différentes ?
2. De quel type d'immunité s'agit-il ?
3. Décrivez le mécanisme du rejet de greffe.

EXERCICE IV :

Le bacille de Koch (BK) est l'agent de la tuberculose, grave maladie actuellement en régression grâce à un antibiotique. Ce bacille, aérobic, se fixe essentiellement dans le tissu pulmonaire, il y crée de graves lésions.

Expérience 1 : un cobaye reçoit une injection de BK ; il contracte la tuberculose et meurt rapidement.

Expérience 2 : un cobaye reçoit une injection BCG (Bacille de Calmette et Guérin = bacille de Koch atténué). Quinze jours après, on lui fait une injection de BK, il survit.

Expérience 3 : un cobaye reçoit une injection de BCG. Quinze jours après, l'animal est sacrifié. On prélève son sérum et une fraction du lymphocyte. Les deux fractions sont injectées séparément à deux cobayes non immunisés. Chacun de ces deux cobayes reçoit ensuite une injection de BK.

Le cobaye ayant reçu du sérum, meurt ; celui qui a reçu la fraction lymphocytes survit. Mais il succombe à une injection de pneumocoques (bacille, agent de la pneumonie). Analyser et interpréter ces expériences.

Expérience 4 : on dispose de deux cobayes : un témoin et un cobaye qui reçoit une injection de BCG. Quinze jours après, on inocule sous la peau (intradermo) de ces deux animaux, de la tuberculine (protéine toxique extraire du BK frais). Le cobaye ayant reçu le BCG développe une inflammation caractéristique au niveau du point d'inoculation.

L'autre ne présente aucune réaction.

- a) Interpréter cette expérience.
- b) Quel intérêt présente-t-elle sur le plan médical ?

EXERCICE V :

Au cours de sa vie, l'organisme humain évolue en permanence dans un milieu peuplé d'éléments qui lui sont étrangers. Le virus VIH se transmet chez l'homme par voie sexuelle ou sanguine.

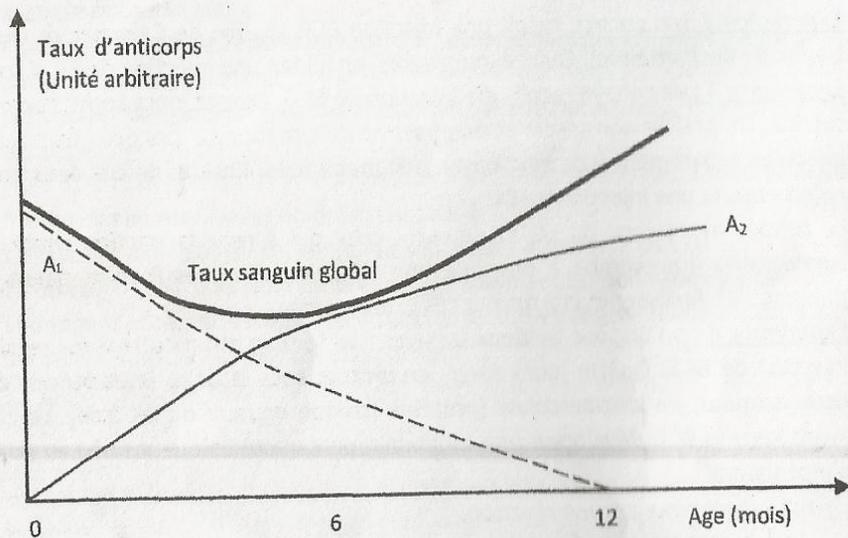
- a) Comment l'organisme peut-il distinguer un élément étranger d'un de ses constituants propres ?
- b) Dans une période de quinze jours à trois mois, une personne infectée par le VIH est dite séropositive.
 - = Comment connaître qu'une personne est séropositif ?
 - = Comment appelle-t-on les cellules responsables de la sécrétion d'anticorps ?
- c) Pourquoi le VIH du SIDA provoque-t-il une déficience de l'immunité humaine ?

EXERCICE VI :

A. Pendant sa vie fœtale le nouveau-né est resté à l'abri de presque tous les germes. A la naissance, il sera exposé à des agressions extérieures et sera sensible à la moindre infection. Pendant les premiers mois de sa vie, il peut être réfractaire à certaines infections comme le tétanos.

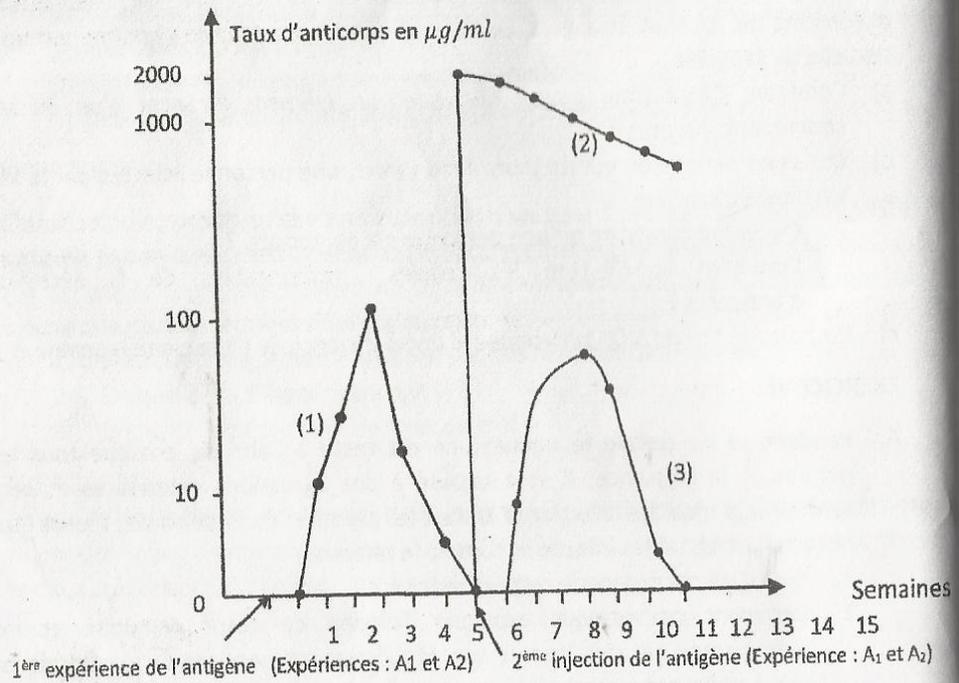
1. Qu'est-ce qui provoque cette immunité ?
2. Comment pouvez-vous expliquer l'origine de cette immunité et les mécanismes qui ont permis son établissement pendant la vie fœtale et pendant les premiers mois de sa vie.

B. Le dosage des anticorps (A_1 et A_2) dans le sang d'un nourrisson dès sa naissance jusqu'au 12^{ème} mois est représenté sur le graphique ci-dessous.



1. Donner l'origine de A_1 et A_2 .
2. Analyser et interpréter ce graphique.

EXERCICE VII :



Expérience A₁

On injecte par voie intraveineuse, chez des souris A, une dose convenable d'un antigène, la sérum-albumine-bovine. Cette injection provoque l'apparition de molécules d'anticorps capables de fixer et de provoquer l'agglutination de l'antigène. On dose, en fonction du temps, les molécules d'anticorps apparues après une première et une deuxième injection de l'antigène (voir courbes 1 et 2 du document 1).

Expérience A₂

Dans une autre expérience, chez des souris B de même souche que les souris A, on pratique les injections intraveineuses suivantes :

- *Première injection* : sérum albumine (même dose que celle utilisée pour les souris A). les résultats obtenus ont les mêmes caractéristiques que ceux observés dans l'expérience A₁ (courbes du document 1)
- *Deuxième injection* : un antigène θ différent du sérum -albumine-bovine, mais injecté à une dose équivalente. La production d'anticorps est représentée sur le document 1, courbe 3 en pointillés.

Expérience A₃

Deux semaines après la deuxième injection d'antigène, on prélève du sérum chez les souris A et B et on observe la capacité des sérums à provoquer l'agglutination, soit de l'antigène θ soit de l'antigène sérumalbumine. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous (document 2)

Sérums	Antigènes	
	Sérum albumine-bovine	Antigène θ
Sérum des souris du lot A	Agglutination	Pas d'agglutination
Sérum des souris du lot B	Pas d'agglutination	Agglutination

Document 2

1. A l'aide des informations obtenues grâce à l'étude du document 1, comparer les réponses des souris A à une première et à une deuxième injections de l'antigène sérum-albumine-bovine.
2. Quels sont les arguments tirés de l'analyse de l'ensemble des données de ces expériences qui permettent de dire que la réponse immunitaire étudiée est spécifique et douée de mémoire ?