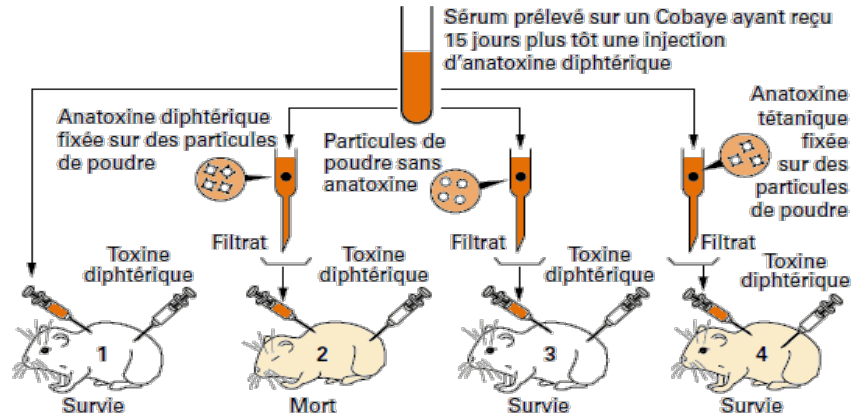


Exercices 3A « immunologie »

Exercice 1.

Lors d'une vaccination contre la diphtérie, le sujet reçoit de l'anatoxine diphtérique, toxine diphtérique ayant perdu son pouvoir pathogène mais conservant son pouvoir immunogène. Il développe alors en quelques jours une immunité par la production d'anticorps. Ces anticorps, libérés dans le milieu intérieur, neutralisent la toxine diphtérique. Des expériences sont réalisées pour déterminer le mode d'action des anticorps au cours de cette neutralisation.

Document : Expérience réalisée et résultats



*sérum = sang débarrassé de toute cellule (il ne représente donc que la fraction liquide du sang)

D'après artic.ac-besancon.fr - Bac S session 2003, Martinique

QCM : à partir des informations extraites du document, cocher la bonne réponse, pour chaque série de propositions.

1- Le sérum prélevé sur le cobaye contient :

- des AC antidiphtériques des lymphocytes des AC antidiphtériques et des lymphocytes

2- La spécificité des anticorps est montrée par les expériences sur :

- le cobaye 1 le cobaye 2 les cobayes 2 et 4

3- Le filtrat injecté au cobaye 2 contient :

- des anticorps antidiphtériques des particules de poudre avec de l'anatoxine diphtérique
 ni particule de poudre, ni anticorps antidiphtérique.

4- Le cobaye 3 survit grâce à :

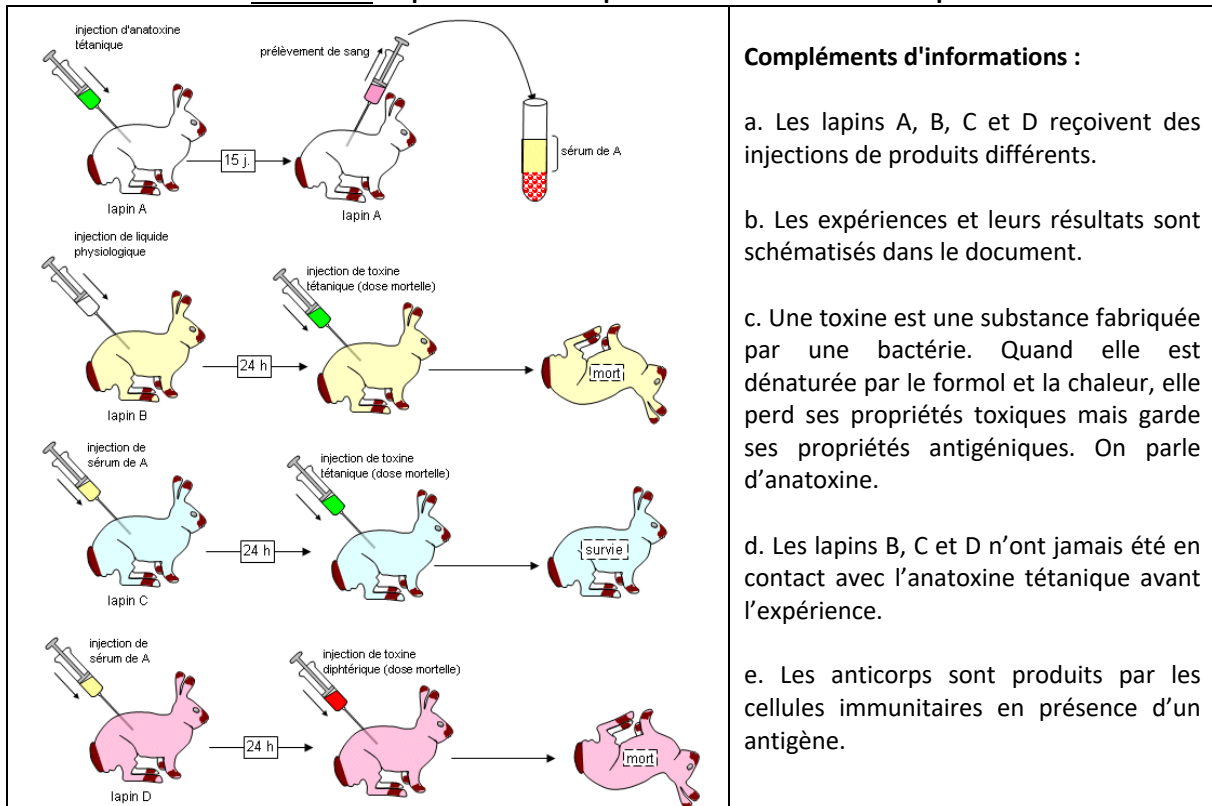
- l'injection de toxine diphtérique la présence dans le filtrat d'anticorps antidiphtériques
 la présence dans le filtrat de particules de poudre

Exercice 2.

La réponse immunitaire adaptative contribue à la défense de l'organisme contre les agressions du milieu extérieur.

Les expériences ci-dessous permettent de dégager quelques caractéristiques de cette réponse immunitaire adaptative.

Document : expériences historiques d'immunisation chez le lapin



Compléments d'informations :

a. Les lapins A, B, C et D reçoivent des injections de produits différents.

b. Les expériences et leurs résultats sont schématisés dans le document.

c. Une toxine est une substance fabriquée par une bactérie. Quand elle est dénaturée par le formol et la chaleur, elle perd ses propriétés toxiques mais garde ses propriétés antigéniques. On parle d'anatoxine.

d. Les lapins B, C et D n'ont jamais été en contact avec l'anatoxine tétanique avant l'expérience.

e. Les anticorps sont produits par les cellules immunitaires en présence d'un antigène.

QCM : identifiez la proposition exacte pour chacune des questions 1 à 3

1. L'action spécifique contre des antigènes pendant la réponse immunitaire peut être déduite des expériences sur :		2. L'immunité adaptative liée à l'action de molécules solubles est démontrée par l'expérience sur :	
a) les lapins B et C	c) les lapins C et D	a) le lapin C	c) le lapin D
b) les lapins B et D	d) les lapins A et C	b) le lapin A	d) le lapin B

3. L'existence et le rôle des anticorps étant connus, on peut dire que :

a) le sérum de A ne contient aucun anticorps	c) le sérum de A contient des AC anti-diphtérie et anti-tétanos
b) le sérum de A contient des anticorps anti-diphtérie	d) le sérum de A contient des anticorps anti-tétanos.

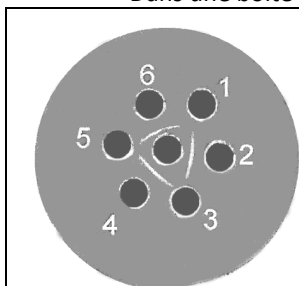
Exercice 3.

Chez certains animaux, une protéine de réserve appelée vitellogénine est transportée par le sang puis stockée dans les ovaires. On émet l'hypothèse que chaque vitellogénine est spécifique de l'espèce qui la fabrique.

À partir de l'analyse des résultats présentés dans le document, indiquez si l'hypothèse précédente est validée ou non.

Document. Résultats du test d'Ouchterlony.

Dans une boîte de Pétri renfermant un gel d'agarose, 7 puits ont été creusés et reçoivent :



- dans le puits central, du sérum d'un lapin ayant reçu plusieurs jours avant le prélèvement une injection de vitellogénine de *Xenopus laevis* (protéine capable d'induire la synthèse d'anticorps chez le Lapin)
- dans les puits périphériques,
 1. du sérum de lapin normal
 2. de la vitellogénine de *Xenopus laevis* femelle
 3. du sérum de *Xenopus laevis* mâle
 4. de la vitellogénine de *Xenopus borealis* femelle
 5. de l'albumine d'œuf de poule
 6. de la vitellogénine de *Xenopus tropicalis* femelle.

Remarque : le sérum est un extrait sanguin débarrassé des cellules du sang.

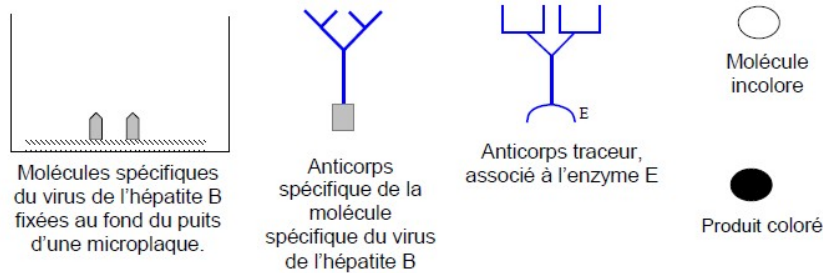
Exercice 4.

L'ESF (Établissement du Sang Français) cherche à savoir si le sang d'un donneur peut être utilisé pour une transfusion. Pour éviter une éventuelle contagion, on recherche entre autres si cet individu a été récemment en contact avec le virus de l'hépatite B. Pour cela, on cherche à identifier les anticorps spécifiques que l'organisme aurait pu produire en réponse à une infection, en réalisant un test ELISA.

Réalisez le schéma d'interprétation des résultats des puits 1 et 2 en utilisant les symboles proposés dans le document 1a, puis dites si l'ESF peut utiliser le sang du donneur en justifiant votre préconisation.

Document 1a :

Le test ELISA (*Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay*) est un test immunologique destiné à détecter et/ou doser les AC dans un liquide biologique. Dans cette technique de dosage, les puits d'une microplaque sont tapissés avec une molécule spécifique du virus de l'hépatite B. La solution à tester est ensuite déposée dans les puits de la microplaque et si l'AC recherché est présent il va se lier à la molécule spécifique du virus. Un premier lavage est réalisé. Un deuxième AC, l'AC traceur, capable de se lier à l'AC recherché, est alors ajouté dans le puits. Un deuxième lavage permet d'éliminer les AC traceurs non fixés. L'AC traceur est couplé à une enzyme. On ajoute enfin une molécule incolore qui conduit à la formation d'un produit coloré si l'enzyme est présente.



Document 1b :

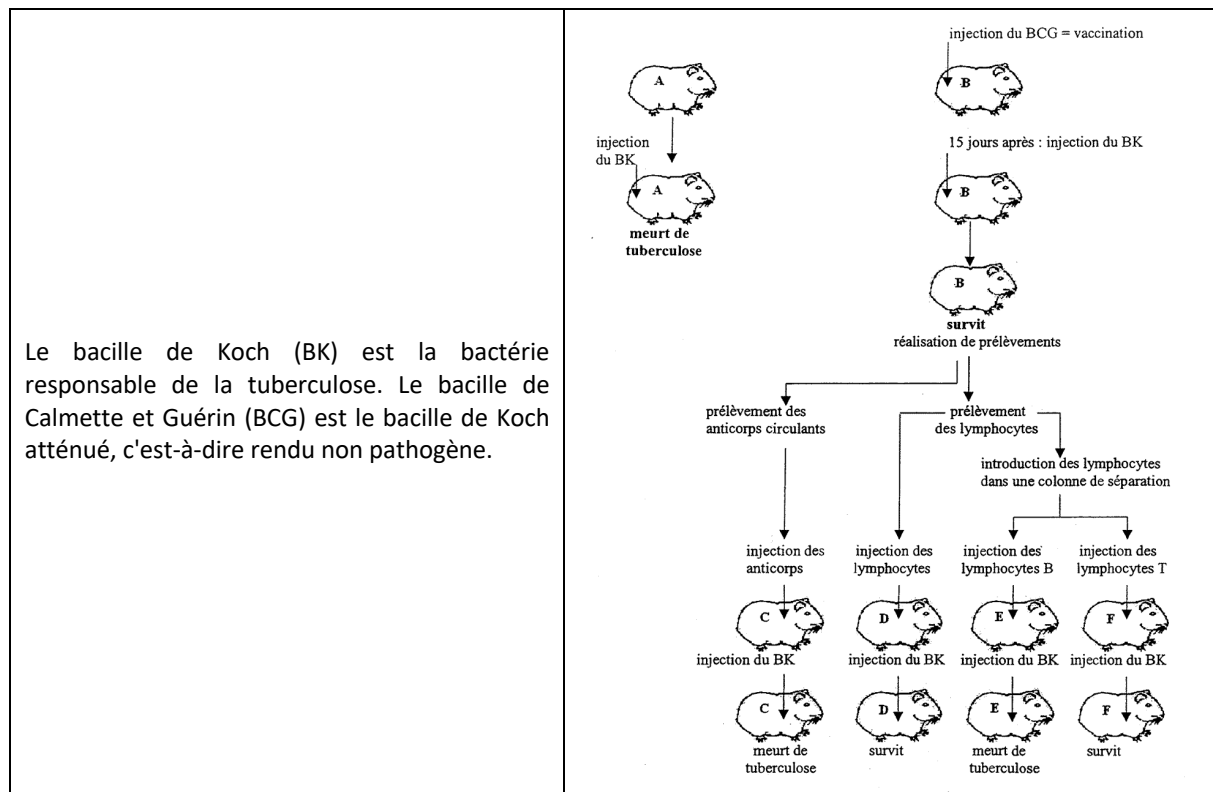
1 : puits incolore correspondant au test du sang d'un individu non infecté	
2 : puits coloré correspondant au test du sang d'un individu infecté par le virus de l'hépatite B	
3 : puits coloré correspondant au test du sang de l'individu donneur à tester	

Exercice 5.

À partir des seules informations extraites du document :

- déterminez la cause de la mort ou de la survie des cobayes A, B, C, D, E et F
- indiquez comment la vaccination par le BCG a modifié le phénotype immunitaire du cobaye B.

Document : expériences réalisées avec des cobayes A, B, C, D, E et F de même souche



Exercice 6.

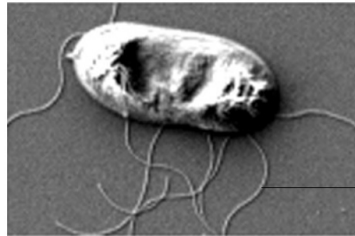
L'expérience historique de Gustav Nossal (1959)

Sir Gustav Nossal est un chercheur australien dont les travaux ont permis de construire les bases de l'immunologie moderne.

On cherche à déterminer certaines caractéristiques cellulaires et moléculaires de la réponse immunitaire.

À partir de l'analyse des résultats de l'expérience historique de Nossal, cocher la bonne réponse dans chaque série de propositions du QCM.

Document de référence : la salmonelle, *Salmonella typhimurium*.



Flagelle

Image: Yang X, Thornburg T, Suo Z, Jun S, et al. (2012)

Les salmonelles sont des bactéries mobiles car elles possèdent de nombreux flagelles.

1 µm

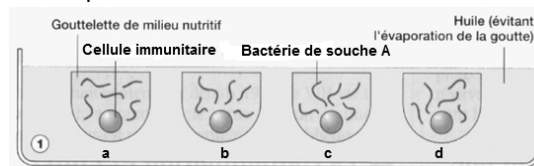
Gustav Nossal cultive sur un milieu nutritif, des salmonelles de deux souches A et B, génétiquement différentes. Chaque souche de salmonelle possède des antigènes qui lui sont spécifiques. Ces antigènes sont portés par les flagelles.

Gustav Nossal injecte à une même souris des salmonelles provenant de deux souches différentes A et B. Quelques jours plus tard, il prélève des cellules immunitaires qui sont entrées en contact avec les souches A et B.

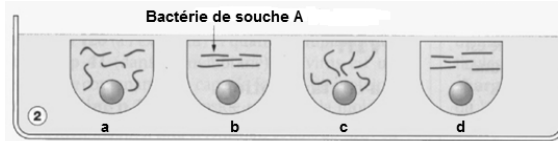
Ensuite, il place une cellule immunitaire isolée et fonctionnelle dans chaque puits.

Document : protocole et résultats de l'expérience de Nossal

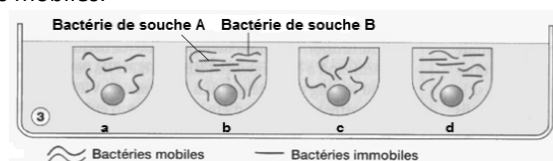
Étape numéro 1 : Gustav Nossal ajoute ensuite cinq à six bactéries de la souche A dans chacun des quatre micropuits et les observe au microscope.



Étape numéro 2 : une heure plus tard, on constate qu'à l'intérieur du micropuits « b » et du micropuits « d », bien que n'établissant aucun contact membranaire avec la cellule immunitaire prélevée, les bactéries de souche A introduites, sont immobilisées. De plus, on observe que leurs flagelles se trouvent recouverts d'anticorps (immunoglobulines), empêchant ainsi tout mouvement. Par contre à l'intérieur du micropuits « a » et du micropuits « c », les salmonelles de souche A qui ont été introduites, restent quant à elles mobiles.



Étape numéro 3 : Gustav Nossal introduit ensuite, uniquement dans les micropuits « b » et « d », des bactéries de souche B cette fois-ci. Comme le montrent les résultats de l'expérience au bout d'une heure, dans ces deux micropuits « b » et « d », alors que toutes les bactéries de souche A sont toujours immobilisées, les bactéries de souche B restent quant à elles mobiles.



A partir des infos extraites des docs, cocher la bonne réponse pour chaque série de propositions.

1. Dans l'étape numéro 2, l'immobilité des bactéries observée dans le micropuits « b » peut s'expliquer par l'action des anticorps :

<input type="checkbox"/> produits par les salmonelles de souche A	<input type="checkbox"/> produits par les cellules immunitaires prélevées
<input type="checkbox"/> introduits par Gustav Nossal lors de l'étape numéro 1	<input type="checkbox"/> produits par les salmonelles de souche B

2. L'origine et le mode d'action des anticorps (AC) étant connus, on peut dire que dans :

- l'étape 2, le micropuits « d » contient uniquement des AC dirigés contre les salmonelles de souche B
- l'étape 2, le micropuits « b » contient uniquement des AC dirigés contre les cellules immunitaires
- l'étape 3, le micropuits « b » contient uniquement des AC dirigés contre les salmonelles de souche A
- l'étape 3, le micropuits « d » ne contient aucun anticorps

3. L'action spécifique des anticorps peut être montrée en comparant les micropuits :

<input type="checkbox"/> étape 2 micropuits « b » et étape 3 micropuits « b »	<input type="checkbox"/> étape 2 micropuits « a » et étape 3 micropuits « a »
<input type="checkbox"/> étape 2 micropuits « a » et étape 3 micropuits « d »	<input type="checkbox"/> étape 2 micropuits « c » et étape 3 micropuits « c »

4. Les résultats de cette expérience permettent de déduire que la cellule prélevée par Gustav Nossal dans les ganglions lymphatiques de la souris et placée dans le puits « d » était :

<input type="checkbox"/> un macrophage	<input type="checkbox"/> un plasmocyte sécréteur d'anticorps dirigés contre les salmonelles de type B
<input type="checkbox"/> un lymphocyte T cytotoxique	<input type="checkbox"/> un plasmocyte sécréteur d'anticorps dirigés contre les salmonelles de type A

- Exercice 1.** 1- Le sérum prélevé sur le cobaye contient : des anticorps antidiphthériques
 2- La spécificité des anticorps est montrée par les expériences sur : les cobayes 2 et 4
 3- Le filtrat injecté au cobaye 2 contient : ni particule de poudre, ni anticorps antidiphthérique.
 4- Le cobaye 3 survit grâce à : la présence dans le filtrat d'anticorps antidiphthériques

- Exercice 2.** 1. L'action spécifique contre des AG peut être déduite des expériences sur : c) les lapins C et D
 2. L'immunité adaptative est démontrée par l'expérience sur : a) le lapin C
 3. L'existence et le rôle des AC étant connus, on peut dire que : d) le sérum de A contient des AC anti-tétanos.

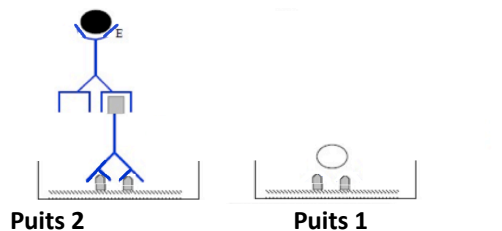
Exercice 3.

- Dans le puits central se trouve le sérum du lapin ayant reçu une injection de vitellogénine de *Xenopus laevis*.
- L'injection a induit une réaction immunitaire
- Dans ce puits central, le sérum contient donc des anticorps anti-vitellogénine de *Xenopus laevis*.
- Un arc de précipitation est observé entre le puits central et le puits n° 2 qui contient la vitellogénine de *X. laevis*.
- Suite à leur migration dans le gel, les anticorps anti-vitellogénine de *Xenopus laevis* ont formé des complexes immuns avec les AG vitellogénine ce qui a provoqué leur précipitation.
- Absence d'arc de précipitation entre le puits central et les puits 1, 3 et 5.
- L'antigène vitellogénine, reconnu par les anticorps antivitellogénine, n'est pas présent.
- Présence d'un arc entre le puits central et les puits 4 et 6 qui contiennent des vitellogénines de *X. borealis* et *tropicalis*
- Les anticorps antivitellogénine de *Xenopus laevis* ont reconnu les vitellogénines de *Xenopus borealis* et *tropicalis*, avec lesquels ils ont formés des complexes immuns

Mise en relation avec la question posée

- Les vitellogénines de *Xenopus laevis*, *Xenopus borealis* et *Xenopus tropicalis* ne sont pas différentes entre elles et ne sont pas spécifiques de l'espèce puisqu'elles sont reconnues indifféremment par les AC.
- L'hypothèse est non validée.

Exercice 4.



Il faudrait légènder les AC, ce que je n'ai pas fait.

Le puits correspondant au sang de l'individu à tester (le 3) est coloré : il est donc séropositif à l'hépatite B (ce qui signifie qu'il possède des AC anti hépatite B). Il a donc été en contact avec le virus (et en possède toujours). Il ne faut donc pas utiliser son sang pour une transfusion.

Exercice 5.

- Cobaye A** avec injection de BK → mort. Le BK est pathogène (réaction adaptative qui n'a pas le temps de se mettre en place).
- Cobaye B** avec BCG (=non pathogène mais immunogène) → pas de mort si BK (c'est une vaccination qui induit une réponse secondaire lors de la rencontre avec BK, agent pathogène).
- Par la suite, l'immunité du cobaye B est transmise à d'autres cobayes.
- Cobaye C** : AC de B prélevés et injection BK → mort. Les AC circulants ne protègent donc pas du BK.
- Cobaye D** : lymphocytes de B prélevés et injection BK → survie donc les lymphocytes permettent l'immunité contre BK.
- Cobaye E** : LB de B prélevés et injection BK → mort donc les lymphocytes B ne permettent pas l'immunité contre BK (ce qui est cohérent avec les résultats obtenus avec les AC seuls pour le cobaye C).
- Cobaye F** : LT de B prélevés et injection BK → survie donc les lymphocytes T permettent l'immunité contre BK.

Le cobaye B survit alors qu'on lui injecte BK. Vaccination par BCG a permis une augmentation probable du nb de LT anti BK d'où modification du phénotype immunitaire (création de LT mémoire).

Bilan. Lutte contre BK grâce à LT (ce qui semble montrer que la lutte contre le BK se concentre sur les cellules infectées par cette bactérie, et non dans le milieu extracellulaire). La vaccination modifie le phénotype immunitaire en augmentant le nb de LT anti BK (fabrication de LT mémoire).

Exercice 6. 1. L'immobilité des bactéries observée dans le micropuits « b » peut s'expliquer par l'action des AC : produits par les cellules immunitaires prélevées

2. L'origine et le mode d'action des AC étant connus, on peut dire que : dans l'étape 3, le micropuits « b » contient uniquement des anticorps dirigés contre les salmonelles de souche A

3. L'action spécifique des AC peut être montrée en comparant les micropuits : étape 2 micropuits « b » et étape 3 micropuits « b »

4. Les résultats permettent de déduire que la cellule prélevée par Gustav Nossal dans les ganglions lymphatiques de la souris et placée dans le puits « d » était : un plasmocyte sécréteur d'anticorps dirigés contre les salmonelles de type A