

# Leçon 2: Les défenses de l'organisme contre l'infection.

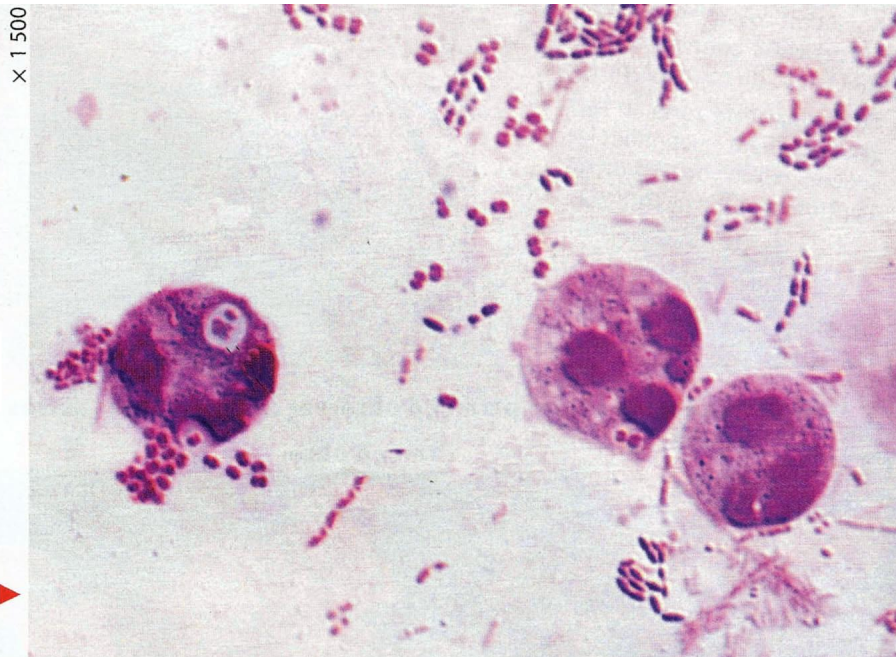
# Comment les globules blancs agissent ils ?

## I) Les défenses immunitaires:

### 1) La réaction rapide face à l'infection:

Activité 1 : Observation microscopique de globules blancs

- Activité 2: Observation et dessin d'une plaie enflammée.



Une goutte de pus observée  
au microscope. ▶

Les **globules blancs** (ou leucocytes) sont un groupe de cellules du système immunitaire qui participent à la défense de l'organisme contre les infections. Il en existe plusieurs types, dont les **phagocytes** sont une sous-catégorie. Voici les différences principales :

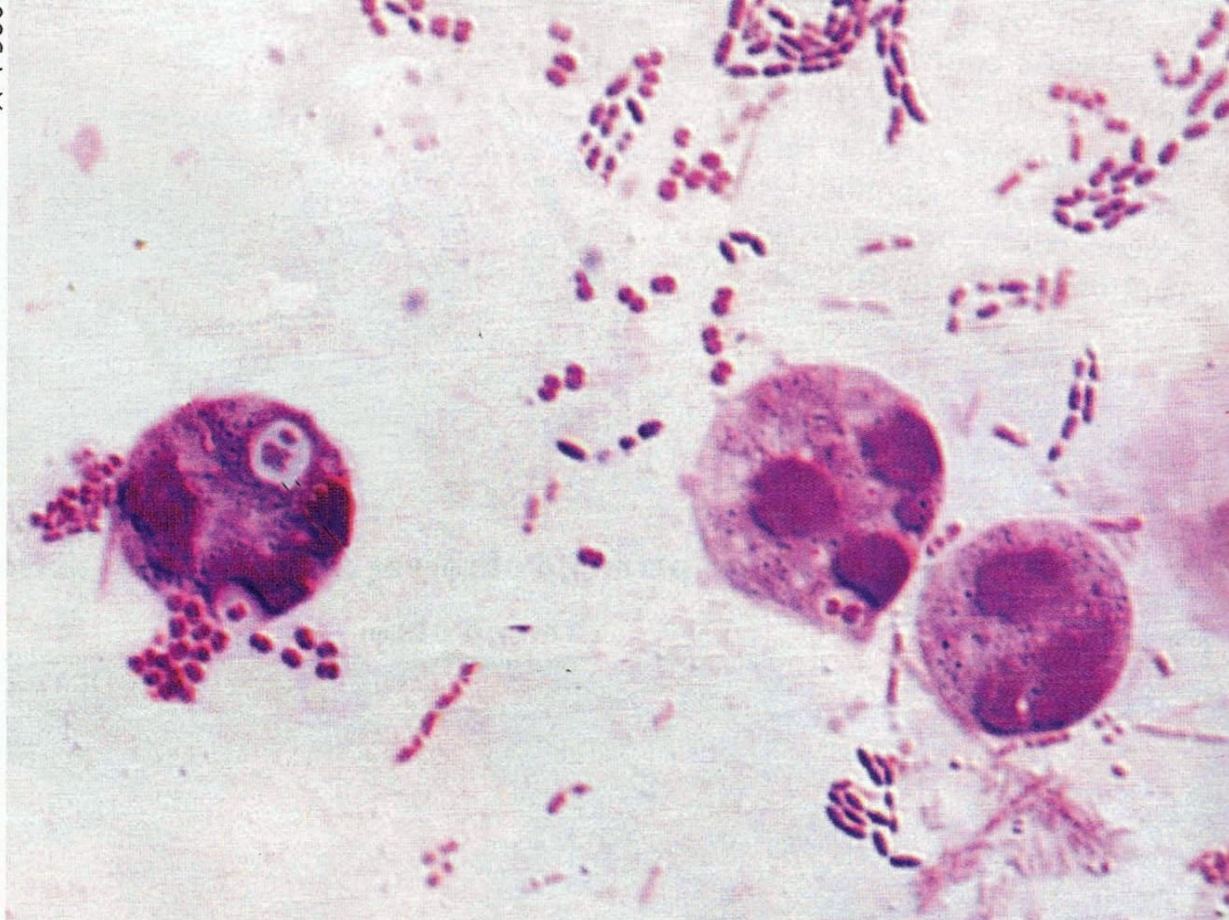
**Globules blancs (leucocytes)** : Ce terme désigne toutes les cellules impliquées dans la réponse immunitaire. Les principaux types de globules blancs sont :

- 1. Phagocytes** (comme les macrophages et les neutrophiles) : Ils ingèrent et détruisent les agents pathogènes (bactéries, virus, etc.).
- 2. Lymphocytes** : Ils jouent un rôle dans la reconnaissance spécifique des agents pathogènes et la production d'anticorps (comme les lymphocytes T et B).

**Les phagocytes** : Ce sont un type spécifique de globules blancs, spécialisés dans la **phagocytose**, un processus au cours duquel ils « avalent » et digèrent les particules étrangères, les cellules mortes ou les débris.

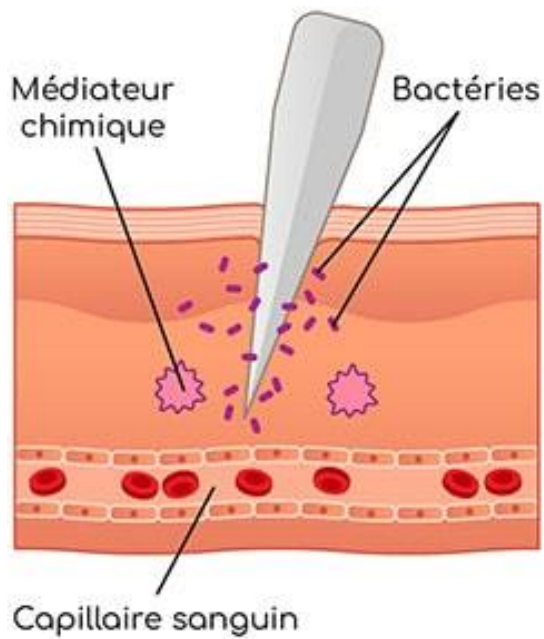
- Réaliser un dessin d'observation microscopique d'une plaie enflammée
- **Regarder la fiche méthodologique pour réaliser le dessin ! (et pour avoir une bonne note)**

X 1 500

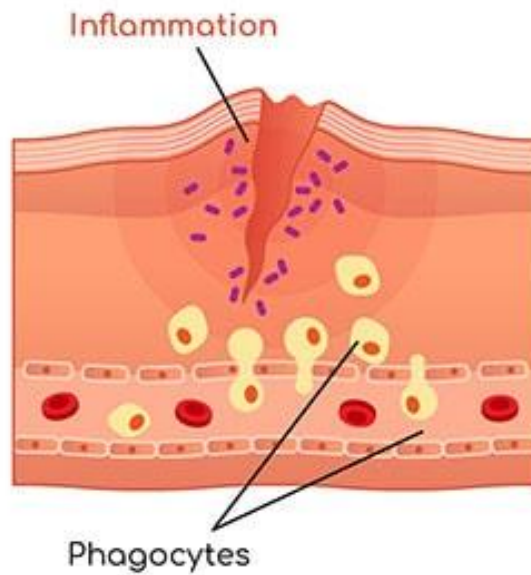


Une goutte de pus observée ►  
au microscope.

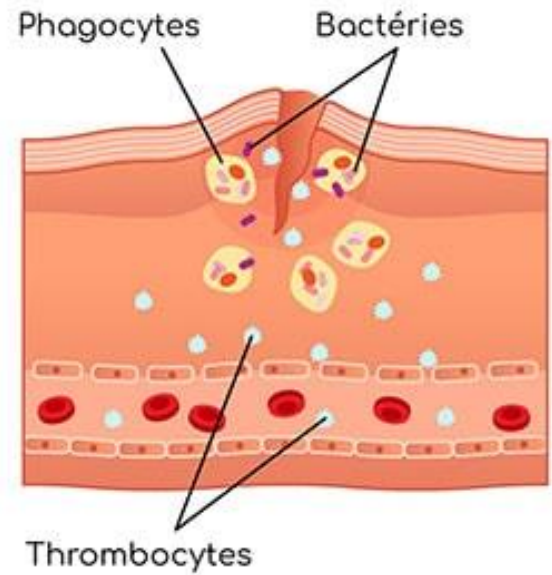




Lésion tissulaire  
Initiation de la réaction  
inflammatoire



Vasodilatation et perméabilité  
des vaisseaux sanguins  
Migration des phagocytes



Phagocytose des pathogènes  
Amorçage de la coagulation

Les globules blancs (ou leucocytes) sont un groupe de cellules du système immunitaire qui participent à la défense de l'organisme contre les infections. Ils sont présents dans le sang et la lymphe.

Les principaux types de globules blancs sont :

- **Phagocytes** (comme les macrophages et les neutrophiles)
- **Lymphocytes** (comme les lymphocytes T et B).

# Bilan

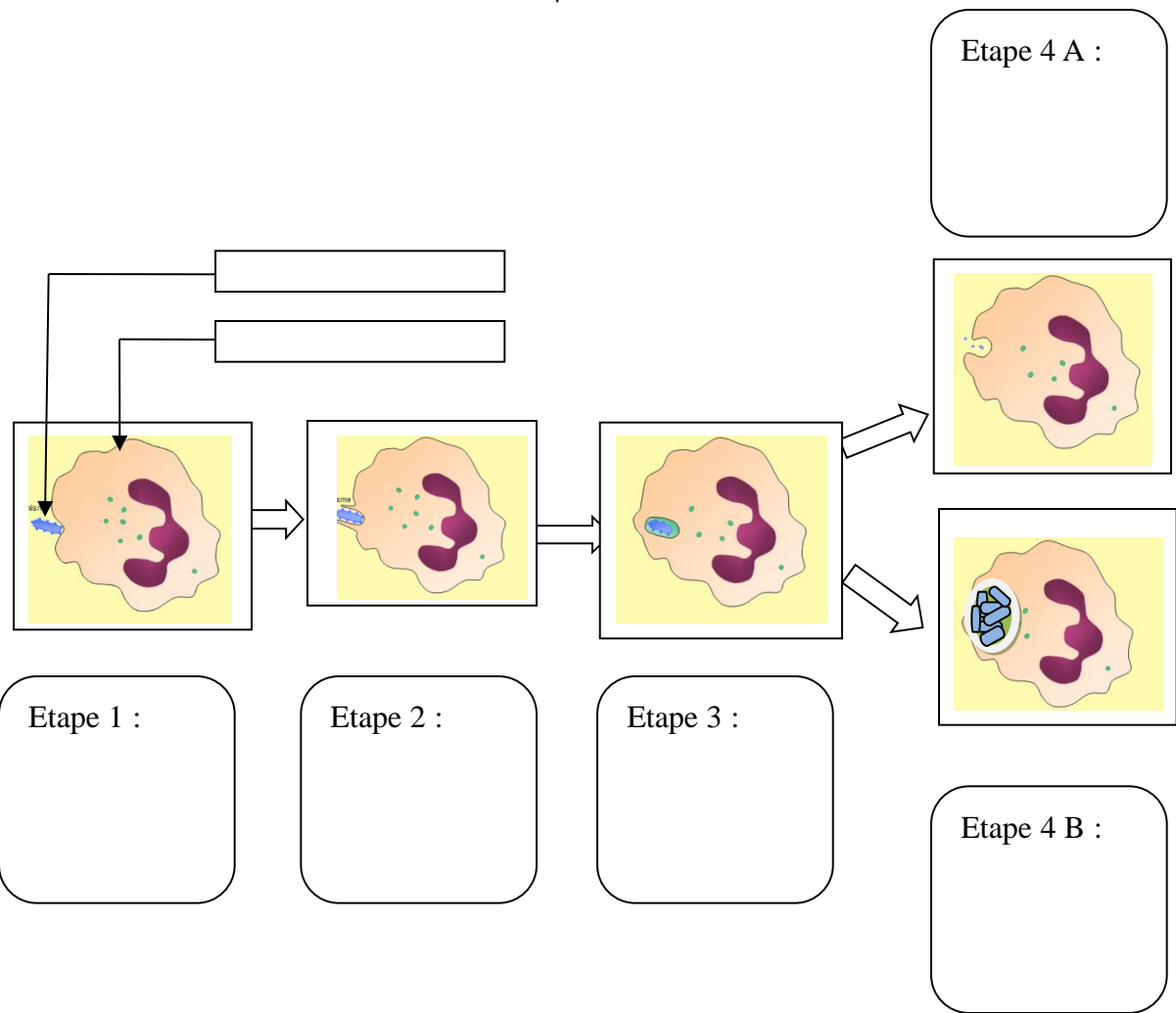
Au niveau d'une plaie, les bactéries trouvent des conditions favorables à leur multiplication: c'est l'**infection**.

La réaction inflammatoire se caractérise par:

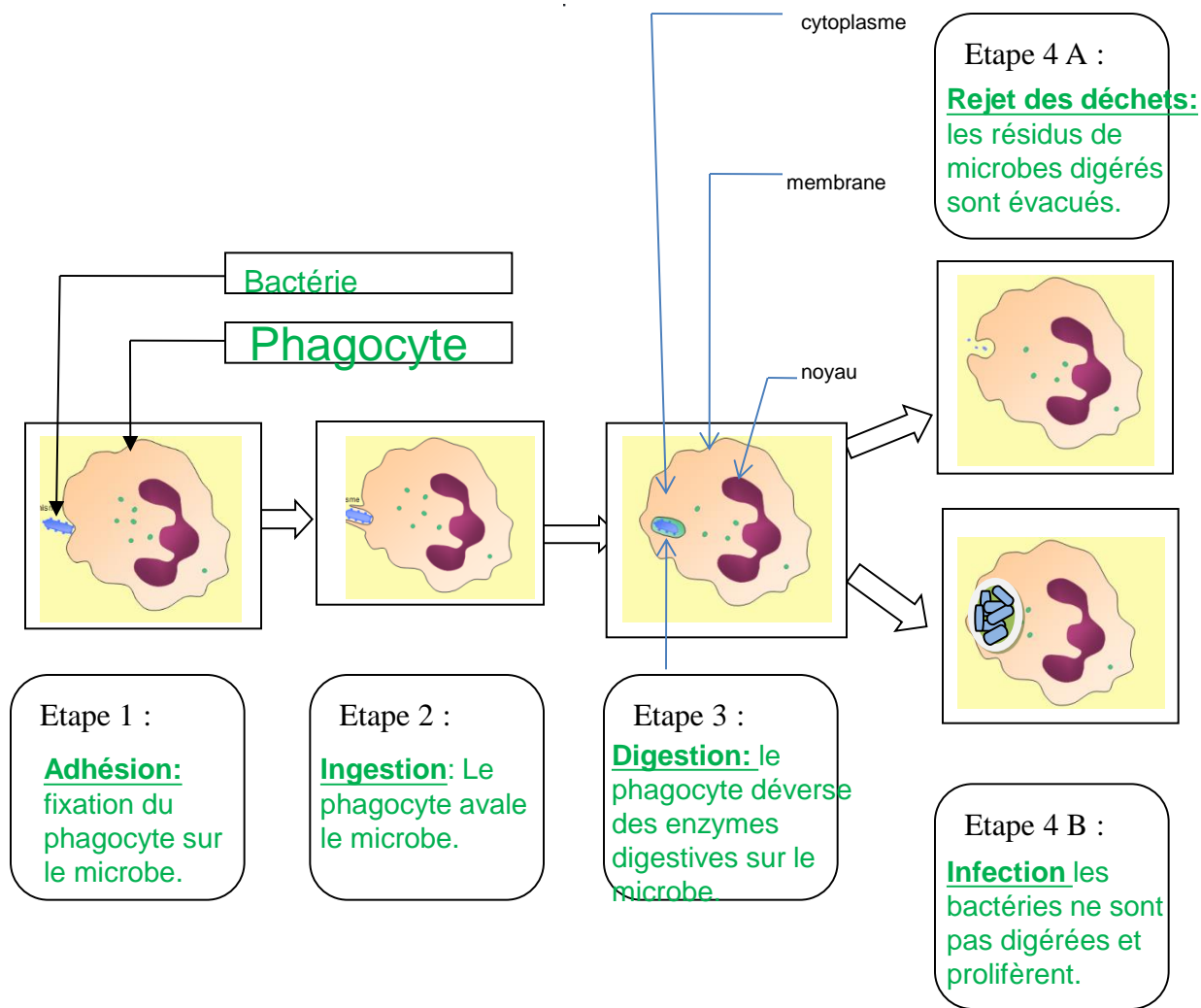
- Rougeur
- Chaleur
- Gonflement
- Douleur

La réaction locale implique des cellules appelées phagocytes.

**Activité 3 : La phagocytose**







# Conclusion sur la phagocytose:










**Une réaction rapide : la phagocytose, réalisée par des leucocytes, permet le plus souvent de stopper l'infection.**

Que se passe-t-il si la phagocytose ne suffit pas ?

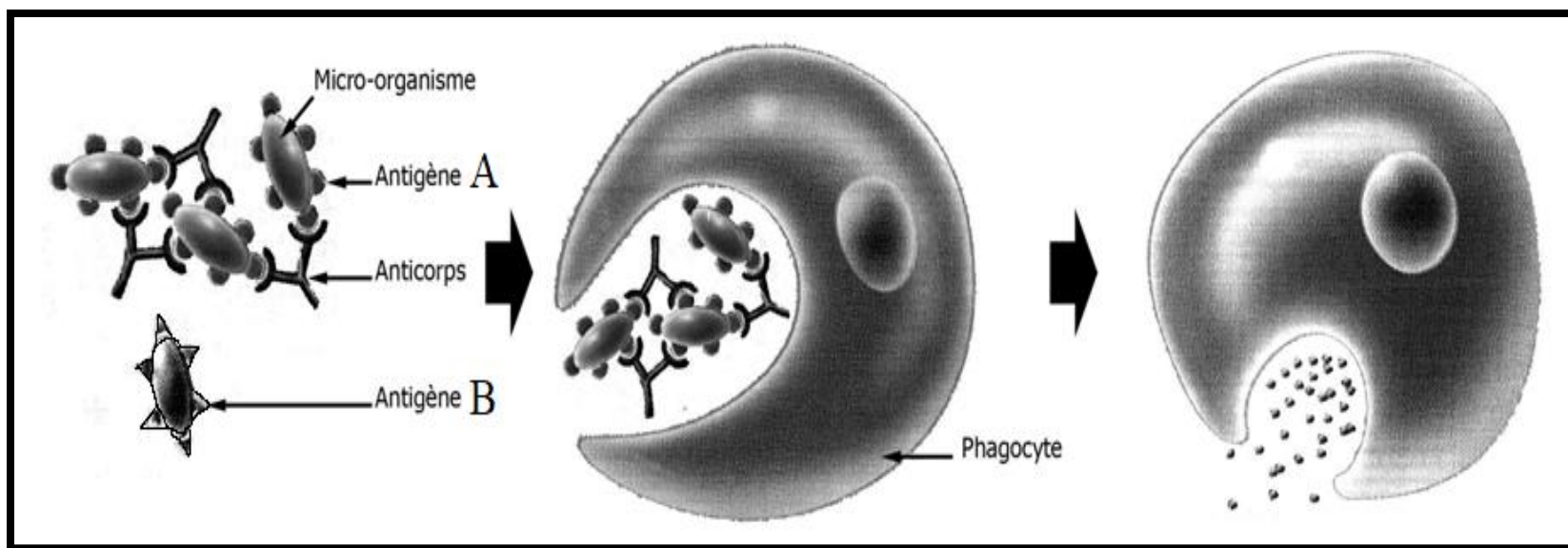
## **II) La 2<sup>ème</sup> ligne de défense face à l'infection:**

- **1) Les anticorps**

### **Activité 4: le rôle des anticorps**

Début de l'expérience	Quelques heures plus tard	Résultat
 LOT A	Injection de toxine tétanique 	Mort des animaux du tétanos 
Injection d'anticorps d'un animal atteint du tétanos.  LOT B	Injection de toxine tétanique 	Survie des animaux 
Injection d'anticorps d'un animal atteint du tétanos  LOT C	Injection de toxine diphtérique (molécule responsable de la diphtérie) 	Mort des animaux de la diphtérie 

L'injection de toxine diphtérique entraînerait le même résultat



# Enoncé des questions

- 1) D'après les expériences sur les lots de souris A et B, donner le rôle des anticorps.
- 2) Proposer une hypothèse permettant d'expliquer les résultats de l'expérience C.
- 3) Résumer sous forme d'un texte la réaction schématisée sur le document 2.



# Correction

- 1) D'après les expériences sur les lots de souris A et B, donner le rôle des anticorps.

Les résultats de l'expérience lot B prouvent que les anticorps luttent contre les microbes et stoppent l'infection : la souris survit alors que dans l'expérience témoin lot A (sans injection d'anticorps) elle meurt.

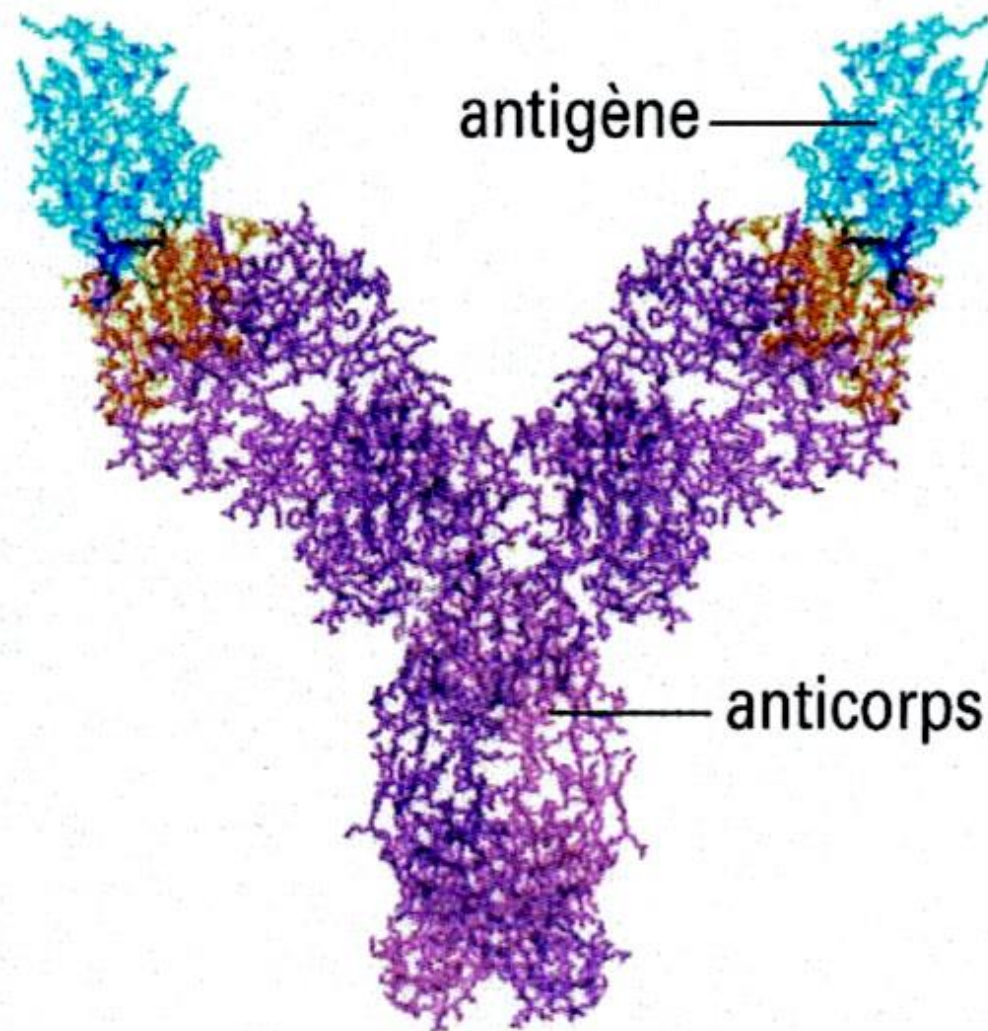
2) Proposer une hypothèse permettant d'expliquer les résultats de l'expérience C.

Les résultats du lot C prouvent que pour avoir une action contre un microbe, un anticorps doit être adapté à l'antigène du microbe ciblé.

L'anticorps anti tétanos ne pourra ainsi pas agir sur les microbes d'une autre maladie comme la diphtérie. Ceci explique la mort des souris du lot C.

3)Résumer sous forme d'un texte la réaction schématisée sur le document 2.

- Les anticorps spécifiques d'un antigène se fixent sur celui-ci grâce à des récepteurs spécifiques.
- Une fois fixés sur les antigènes des microbes ciblés ceux-ci sont neutralisés ce qui permettra une phagocytose plus efficace.





## Les anticorps :

Les **anticorps** sont des molécules en forme de Y qui apparaissent dans le sang d'un individu lorsqu'il a rencontré un antigène (molécule étrangère à l'organisme). On dit alors que l'individu est séropositif pour cet antigène.

Un **antigène** est une molécule à la surface d'un micro-organisme ou libérée par celui-ci (toxine). L'organisme déclenche alors contre lui une réponse immunitaire.

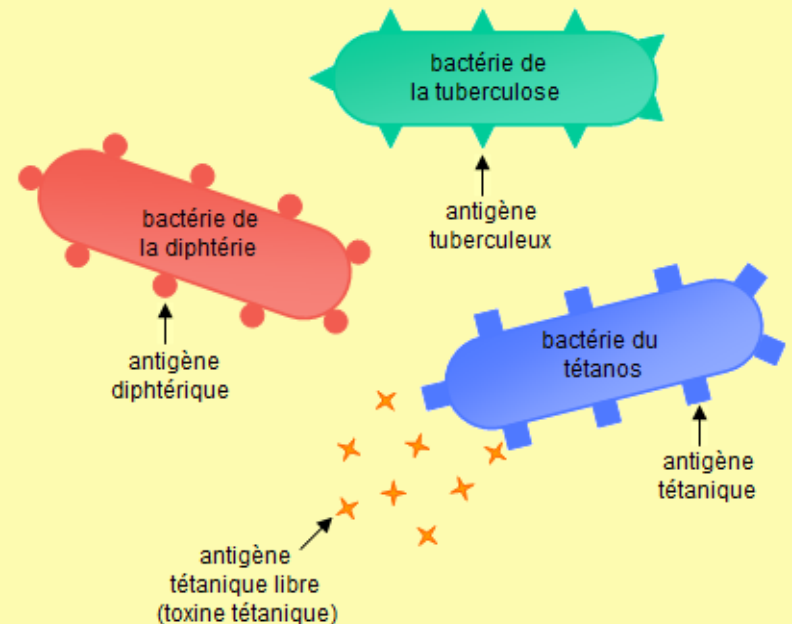
Un anticorps peut se fixer sur un antigène par l'une des deux extrémités des branches du Y dont les formes sont complémentaires de l'antigène : il le **neutralise** ainsi.



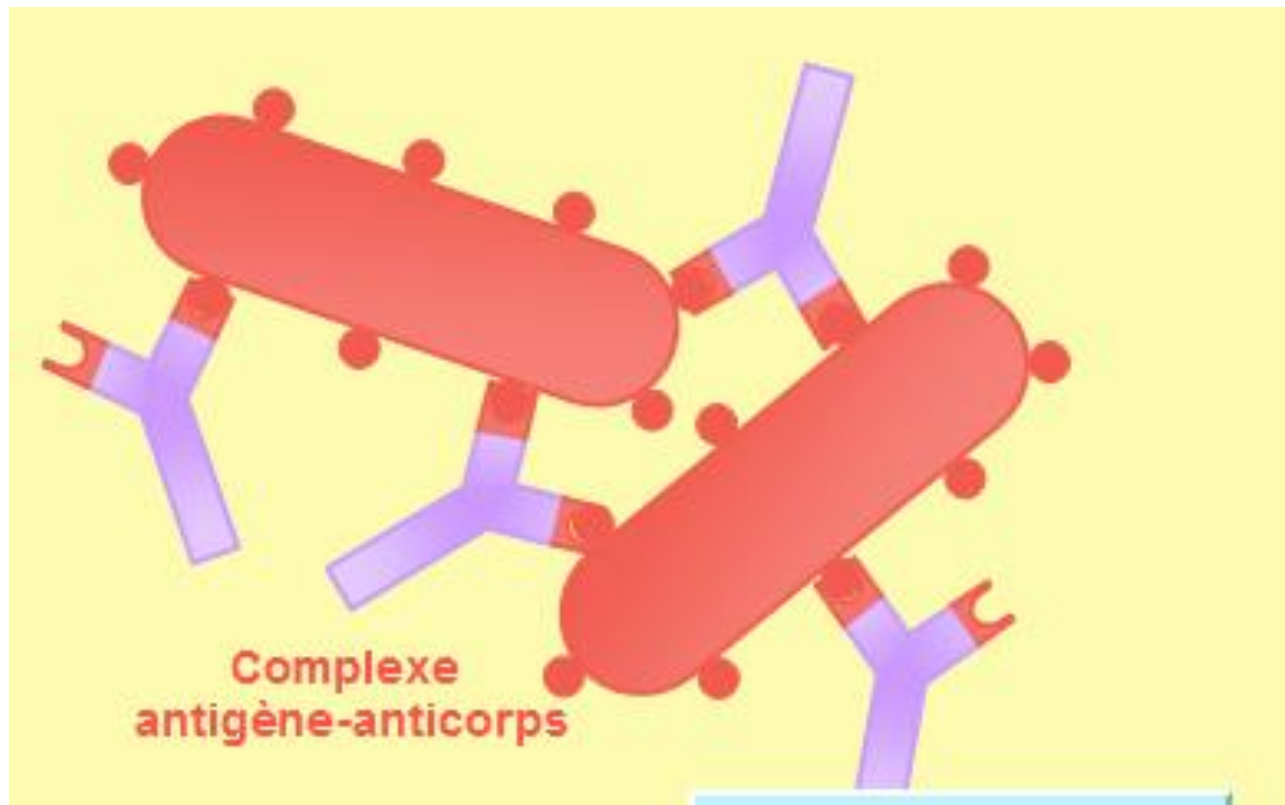
anticorps  
anti-diphtérique



anticorps  
anti-tétanique







## Conclusion anticorps:

Les anticorps sont capables de participer à la neutralisation des microorganismes et de favoriser la phagocytose. Chaque type d'anticorps est spécifique d'un seul antigène.

# Conclusion séropositivité:

Une personne est dite séropositive pour un anticorps déterminé lorsqu'elle présente cet anticorps dans son sang.

Problème : Par quoi les anticorps sont-ils fabriqués ?

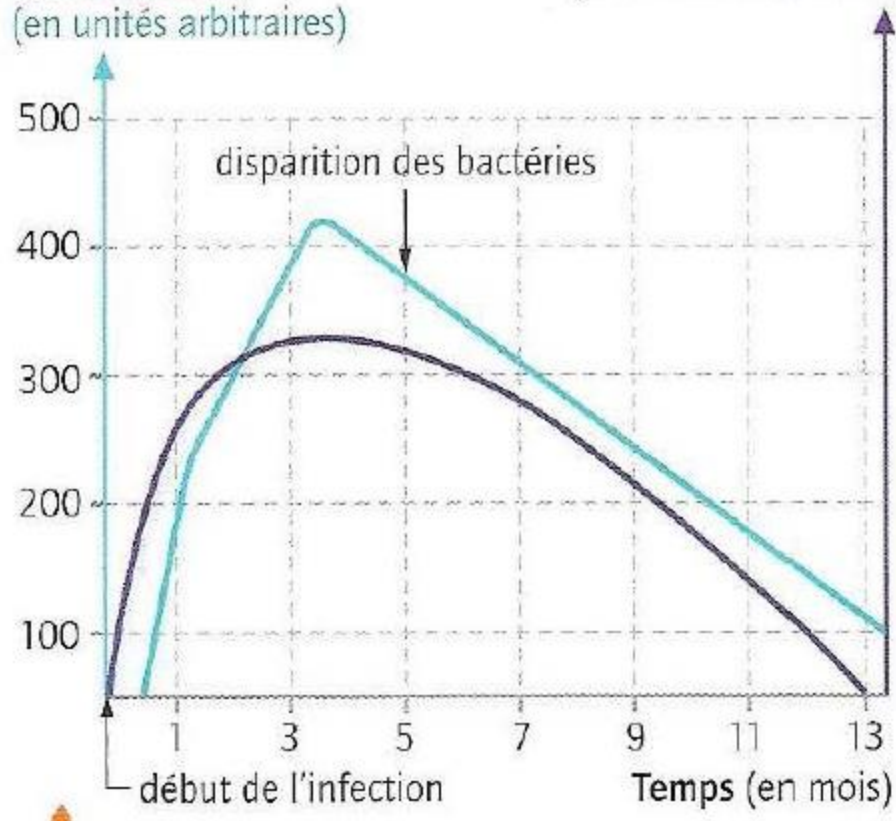
**Idée élève:** Les anticorps sont fabriqués par les lymphocytes.

## 2) Les lymphocytes

**Activité 6:** la production des anticorps.

Quantité d'anticorps  
anti-brucellose  
(en unités arbitraires)





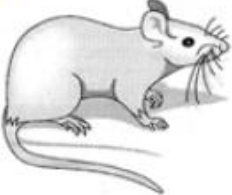
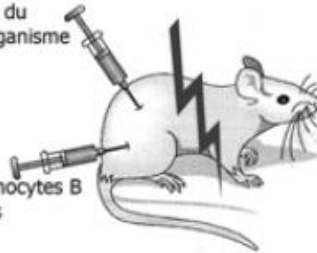
Nombre de lymphocytes B  
(en unités arbitraires)



## Activité 5: la production des anticorps.

Pour tester l'hypothèse que les lymphocytes produisent les anticorps on réalise les expériences suivantes :

Trois lots de souris, dont 2 ont subi un traitement aux rayons X, reçoivent une injection d'un même micro-organisme. Le traitement aux rayons X (souris irradiées) détruit les lymphocytes.

	Manipulation	Résultat
<b>Lot A</b> 	Souris « normale » Injection du micro-organisme 	Sécrétion d'anticorps
<b>Lot B</b> 	Souris irradiée Injection du micro-organisme 	Pas de sécrétion d'anticorps
<b>Lot C</b> 	Souris irradiée Injection du micro-organisme Injection de lymphocytes B de souris recueillis avant irradiation 	Sécrétion d'anticorps

- 1) Dire quelle est l'expérience témoin.
- 2) A l'aide des différents résultats, prouvez que les lymphocytes produisent les anticorps.
- 3) Dire quel complément d'information apporte les résultats du lot C



# Correction:

- 1) Dire quelle est l'expérience témoin.
  - L'expérience témoin qui sert de point de comparaison est le LOT A.

2) A l'aide des différents résultats, prouvez que les lymphocytes produisent les anticorps.

- Les Lymphocytes produisent les anticorps CAR dans le lot B le fait d'irradier les souris détruit leurs lymphocytes, résultat : la sécrétion d'anticorps stoppent. Donc les 2 sont liés : les anticorps sont produits par les lymphocytes.

3) Dire quel complément d'information apporte les résultats du lot C.

- Le lot C prouve que cette production d'anticorps est réalisée par des lymphocytes appelés lymphocytes B, ceci suggère qu'il doit exister d'autres familles de lymphocytes avec d'autres rôles...

# **Conclusion origine des anticorps :**

**Des lymphocytes , les lymphocytes B  
sécrètent dans le sang des molécules  
nommées anticorps.**

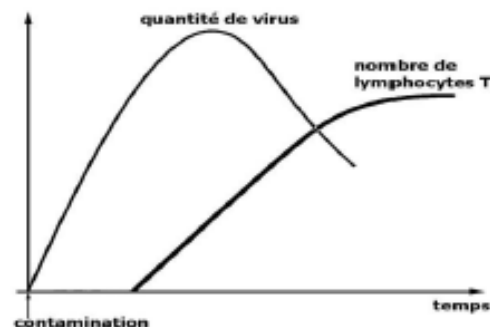
## Activité 6 ganglion lymphatique et lymphocytes T

Chaque ganglion lymphatique ainsi que la rate contiennent de nombreux lymphocytes. Lors d'une infection, certains lymphocytes B ayant reconnu l'antigène, s'y multiplient et se transforment en cellule sécrétrice d'anticorps. On constate également l'augmentation du nombre d'autres lymphocytes, les lymphocytes T.

Un ganglion lymphatique X  
1400



Doc1



Doc2

Doc3

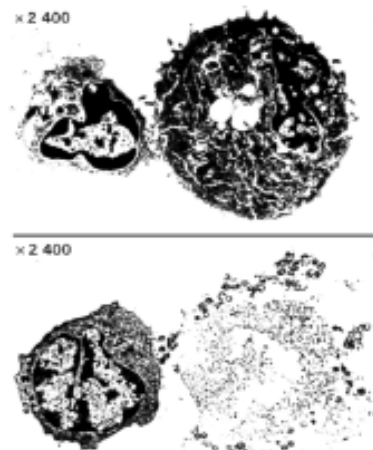
### II. Les lymphocytes T tueurs de cellules

Les lymphocytes T peuvent eux se transformer en cellules tueuses qui détruisent toutes les cellules reconnues comme étrangères ou anormales en venant directement à leur contact (cellules du corps infectées par un virus, cellules cancéreuses, cellules greffées d'un individu incompatible).

Le scénario de l'attaque est le suivant :

Le lymphocyte tueur entre en contact avec la cellule cible (à détruire). Il libère une substance chimique qui perce la membrane de la cellule attaquée. En moins de 2h, la cellule cible est détruite. Le lymphocyte T repart alors à la recherche d'une autre proie pour lui distribuer son « baiser de la mort ».

**5. Repérez** sur les photos le lymphocyte tueur et **expliquez** comment il élimine la cellule cible.



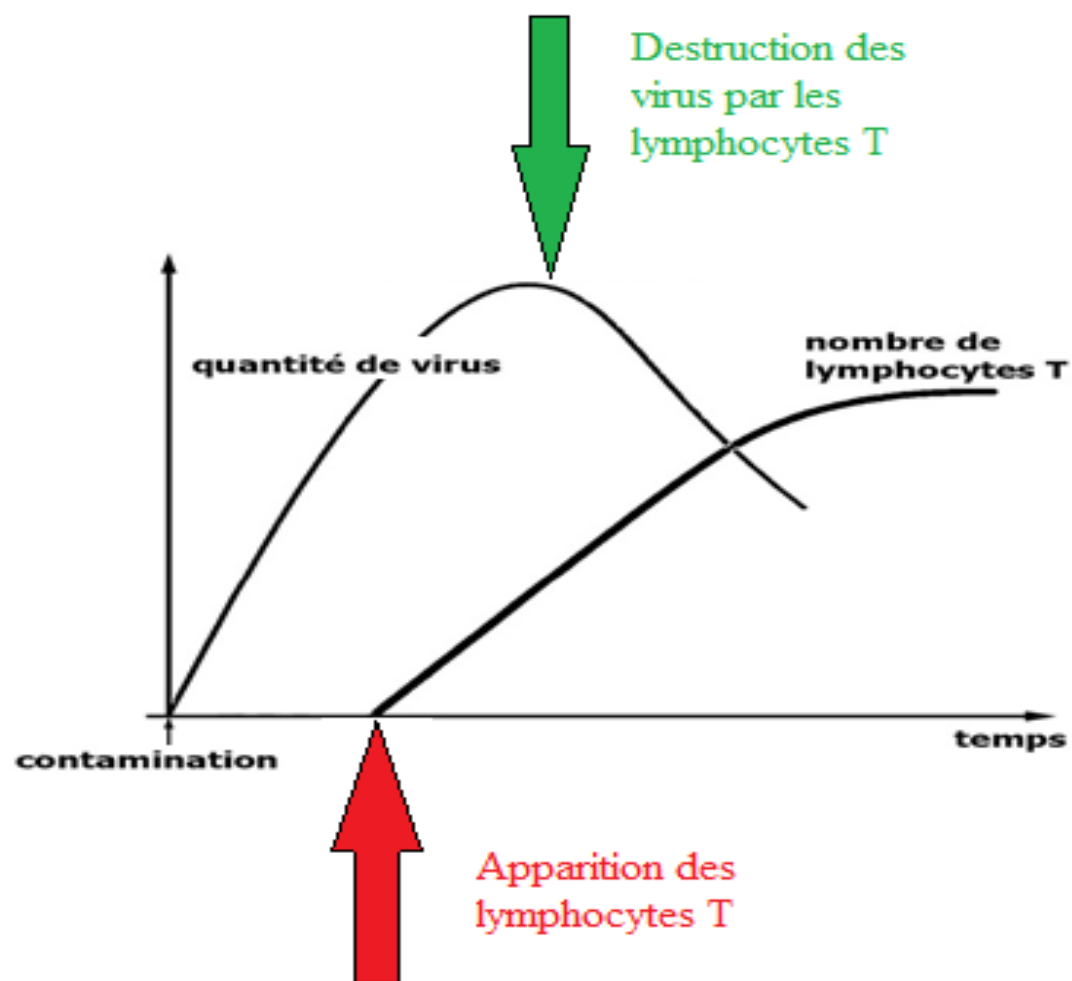
# Enoncé des questions

1. En utilisant le graphique ci-dessus **prouver que les Lymphocytes T** détruisent les virus.
2. A l'aide des documents fournis expliquer comment agissent les Lymphocytes T pour mener à bien leur action de défense contre les virus.
3. Expliquer pourquoi les Lymphocytes T n'agissent pas immédiatement dès la contamination.



# Correction

- 1) On peut supposer que les Lymphocytes T détruisent les virus car on voit sur la courbe que lorsque leur quantité a suffisamment augmentée, le nombre de virus cesse d'augmenter et diminue.



# Correction

2) Les LT ont une action par contact (baiser de la mort) qui consiste à adhérer à une cellule ciblée (car infectée par un virus) puis à perforer sa membrane par injection d'une substance chimique. Le contenu cellulaire et les virus sont ainsi détruits.

Remarque : certains Lymphocytes T sont spécialisés dans la destruction de cellules tumorales.

# Correction

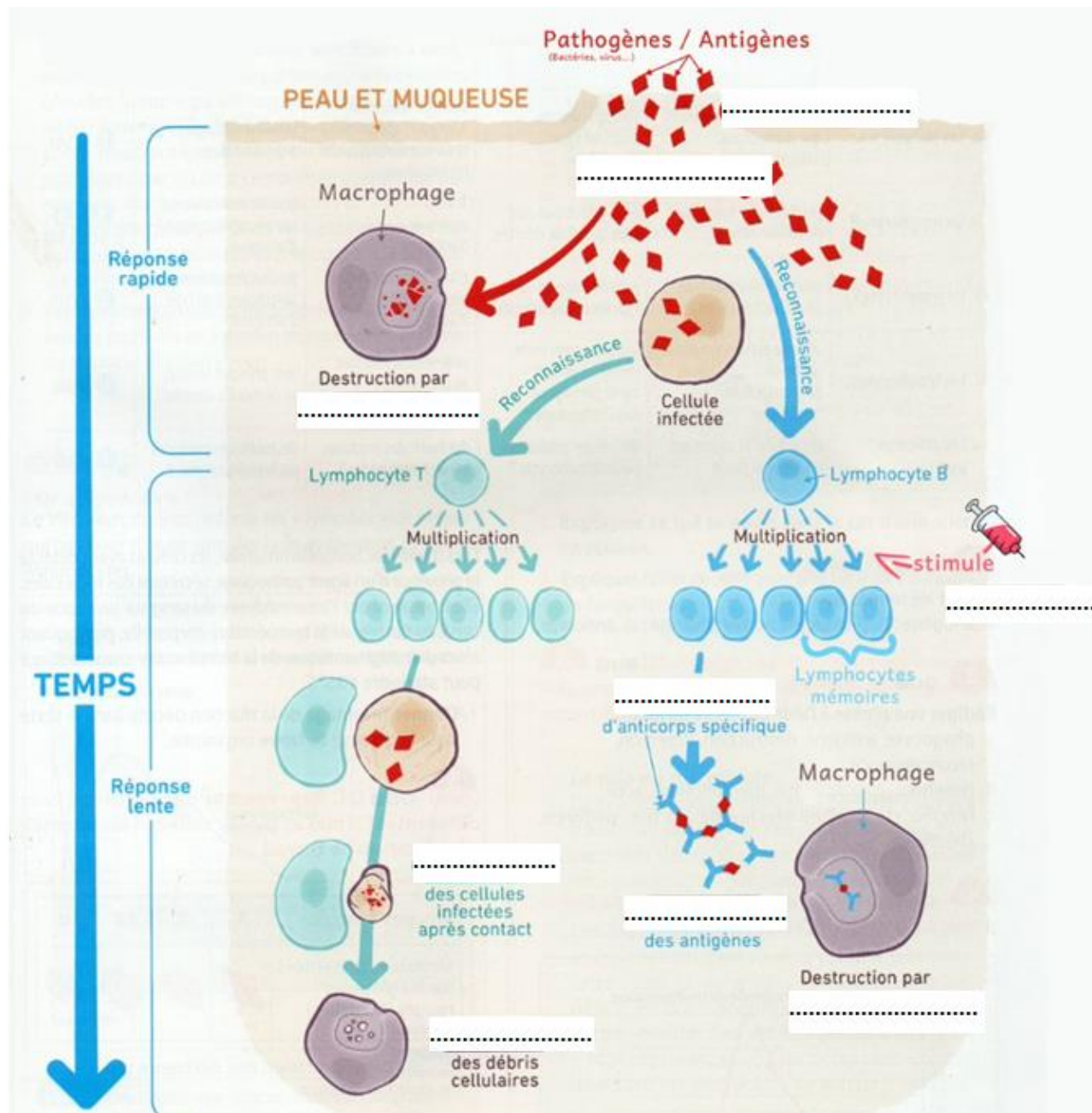
- 3) Les lymphocytes T ont un délai d'apparition car ils doivent être activés spécifiquement par une cellule présentatrice d'antigène. Ce recrutement peut prendre plusieurs jours.

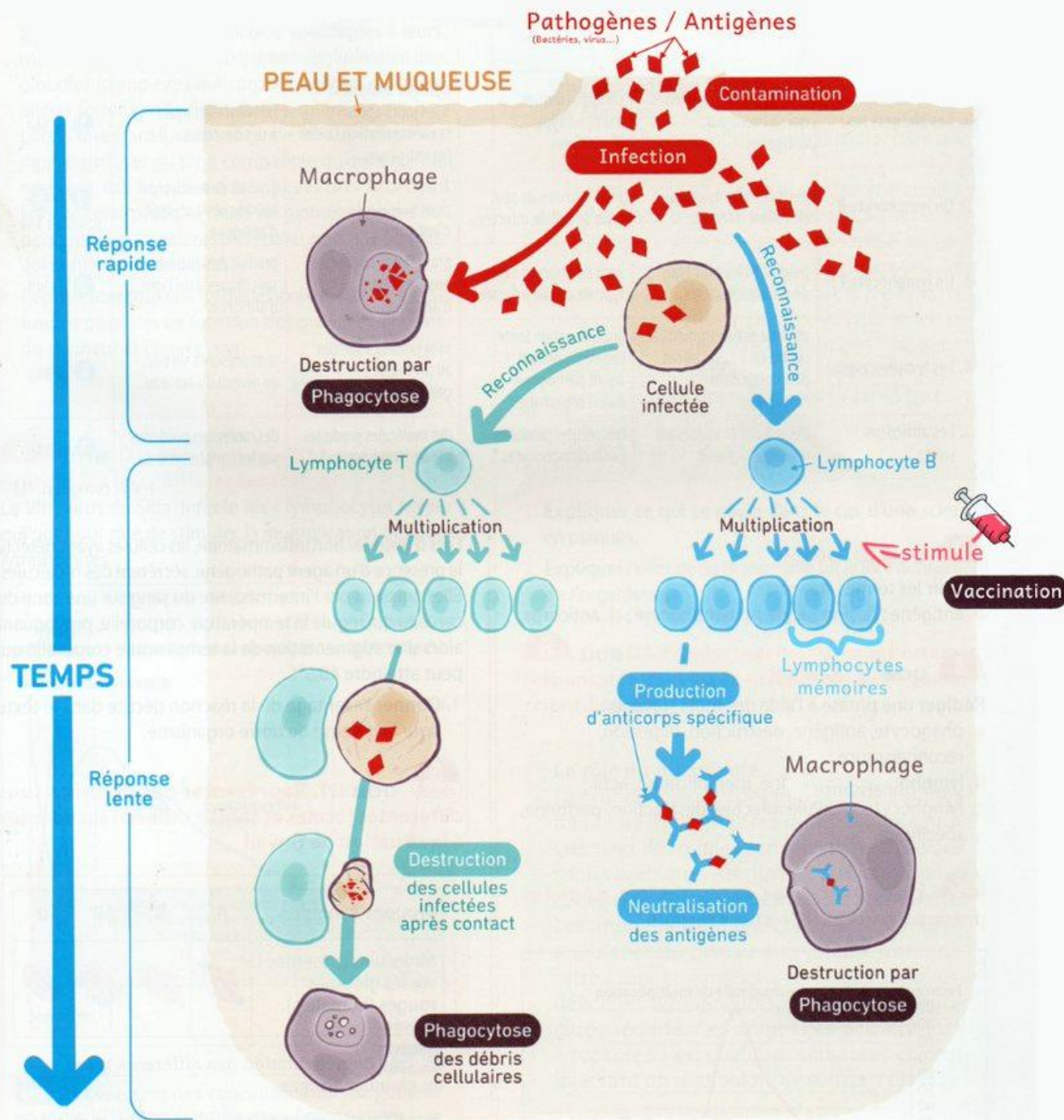
### **Conclusion lymphocytes T:**

**Les lymphocytes T détruisent par contact les cellules infectées par un virus.**

### **Conclusion multiplication des lymphocytes:**

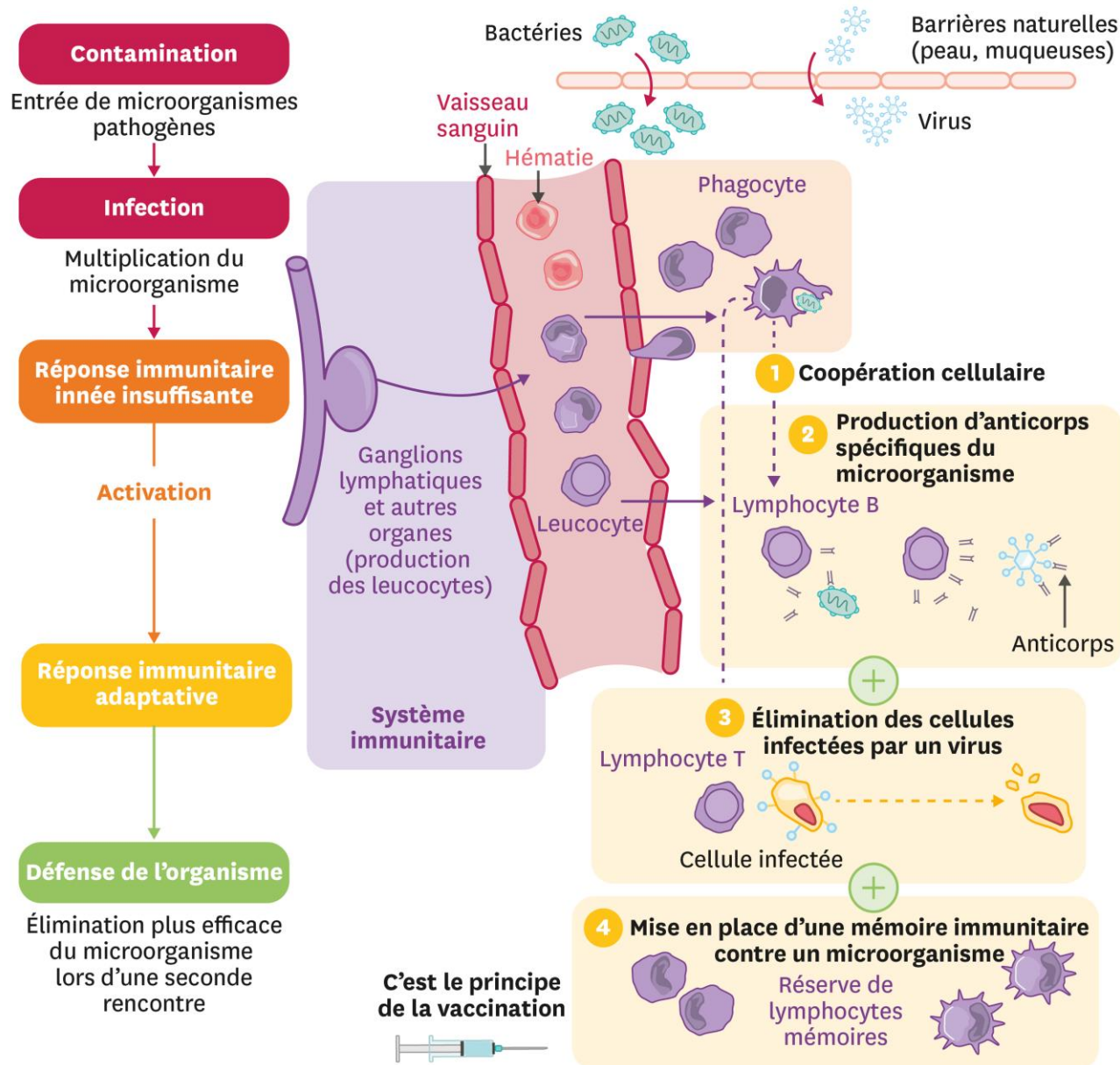
**Les lymphocytes T et B spécifiques d'un antigène reconnu se multiplient rapidement dans certains organes, particulièrement les ganglions lymphatiques.**





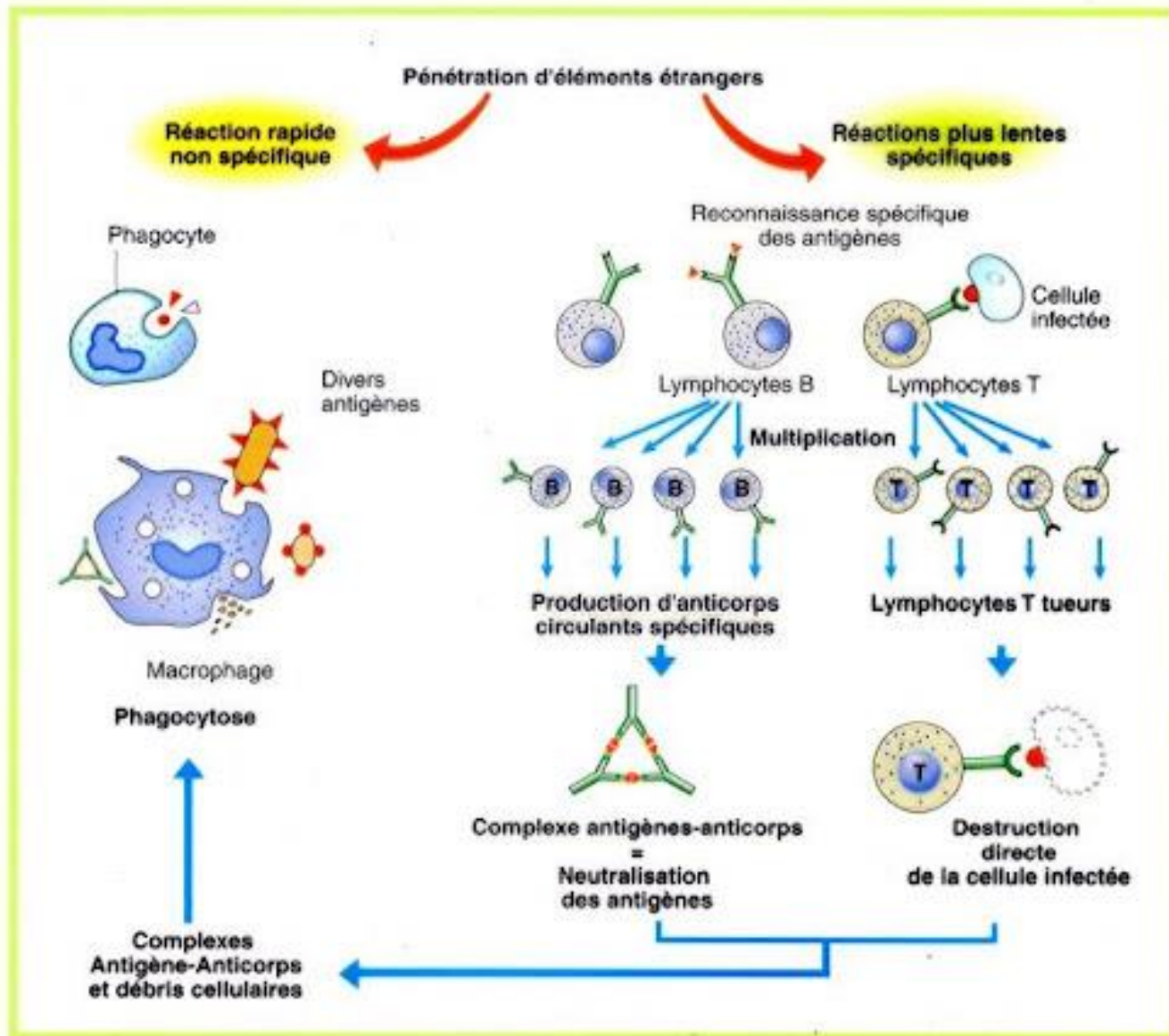


## Le système immunitaire adaptatif intervient lorsque la réponse innée est insuffisante



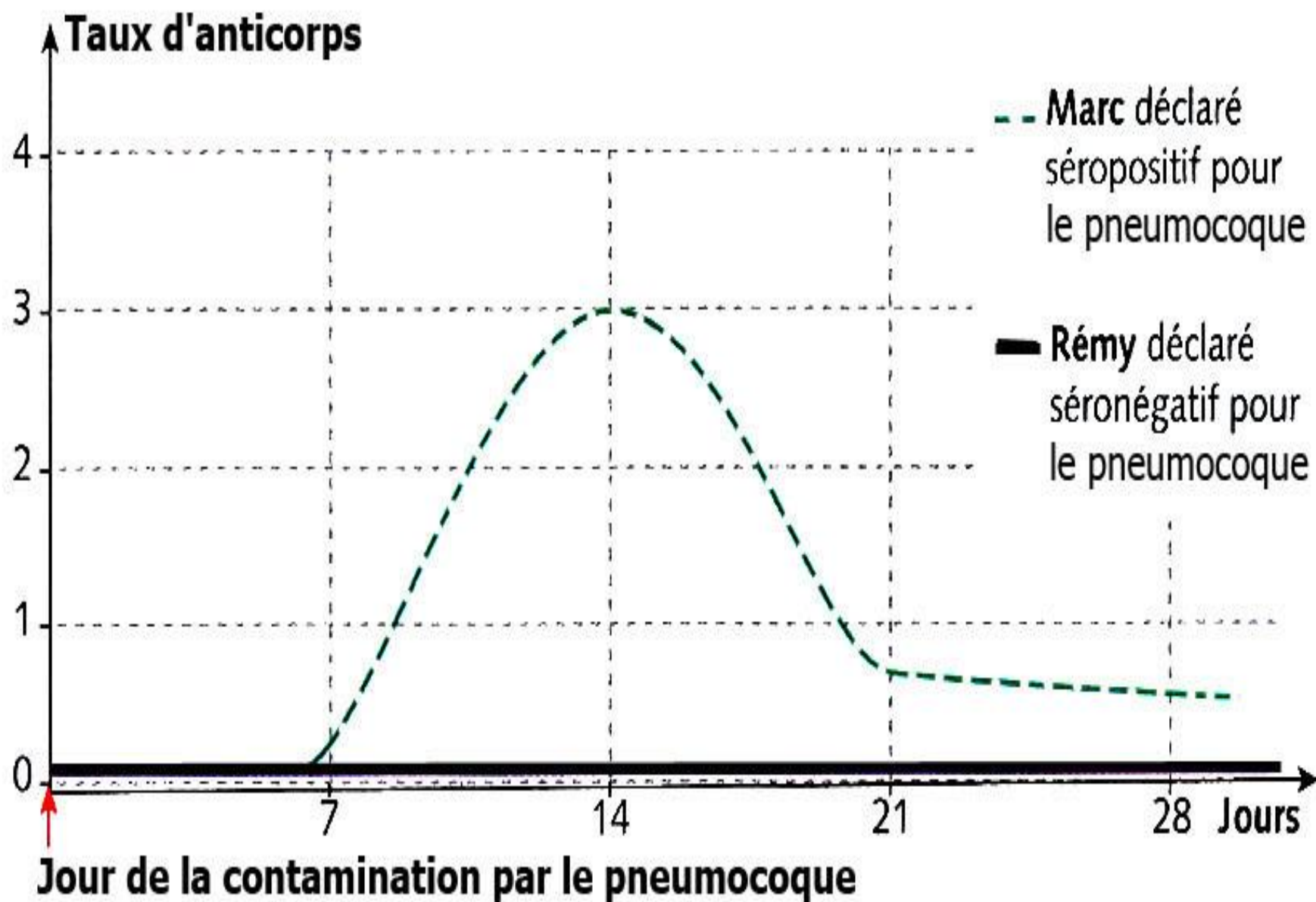


# Les réactions immunitaires



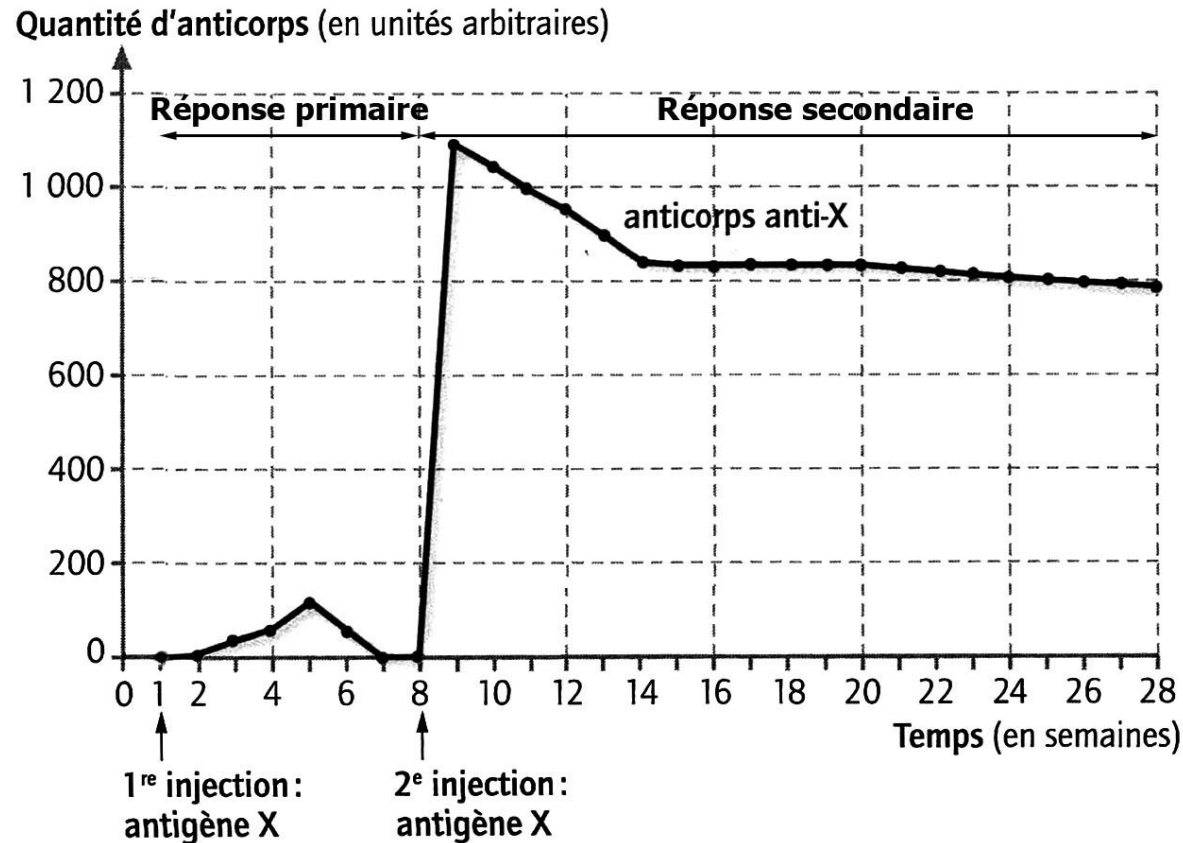
Comment expliquer que certaines maladies ne se contractent qu'une seule fois ?

Idées élèves :



### III) La mémoire immunitaire.

#### Activité 8: expériences sur la réponse immunitaire lors d'un second contact.



# Enoncé des questions

- 1) Dire ce que représente ce graphique.
- 2a) Décrire la réaction de l'organisme suite au premier contact avec un antigène.
- 2b) Donner le temps nécessaire à cette réaction.
- 3) Comparer la réponse secondaire à la réponse primaire.
- 4) En utilisant les observations précédentes, expliquer pourquoi certaines maladies ne se contractent qu'une seule fois.

# Correction

- 1) Ce graphique présente l'évolution de la quantité d'anticorps en UA en fonction du temps en semaines suite à 2 injections d'un même antigène X.
- 2) a) Suite au premier contact on observe après 1 semaine une augmentation brève ( durant 4 semaines) et faible ( 100 UA)de la quantité d'anticorps. Puis diminution et disparition à la 7<sup>ème</sup> semaine.

b) Cette réaction de l'organisme a demandé une semaine de délai.

3) La réponse secondaire est très différente de la primaire:

- Plus rapide: il faut seulement quelques heures pour voir l'augmentation.
- Plus fortes : 1100 UA d'anticorps produits, soit 11 fois plus importante.
- Plus durable: la quantité d'anticorps stagne durablement à partir de la semaine 14 à 800 UA

- 4) Certaines maladies comme la varicelle ne se déclenchent qu'une seule fois chez les gens **car** après un premier contact avec le microbe notre système immunitaire est capable de déclencher une réponse de type secondaire (beaucoup plus efficace) en cas de nouvelle contamination par ce même microbe. Cette réponse secondaire est liée à une **mémoire des Lymphocytes B**. L'individu ayant acquis cette mémoire est ainsi **immunisé** contre cette maladie plus ou moins durablement.



<https://youtu.be/m5SprSTxWfQ>

# **Conclusion contacts ultérieurs**

**Les réactions spécifiques sont plus rapides et plus efficaces lors de contacts ultérieurs avec l'antigène.**

# Conclusion bilan

**L'organisme reconnaît en permanence la présence d'éléments étrangers grâce à son système immunitaire.**

### III) Les applications médicales:

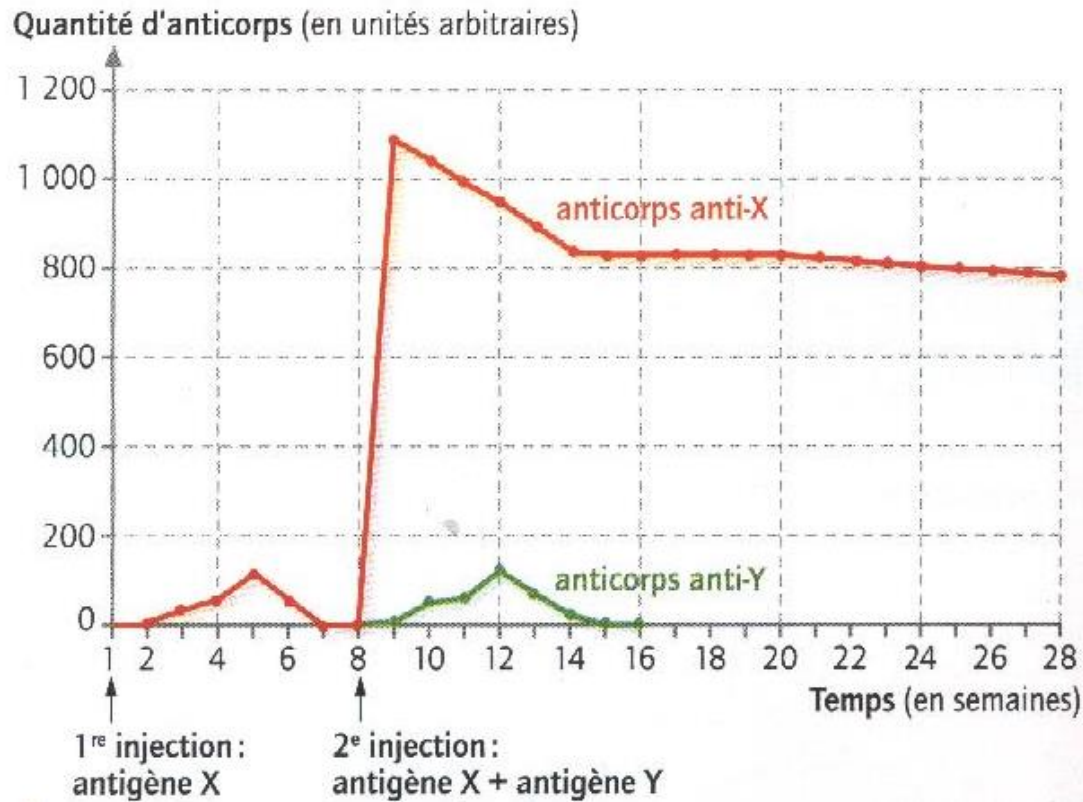
#### 1) La vaccination:

Regarder le reportage (Histoire des sciences) :

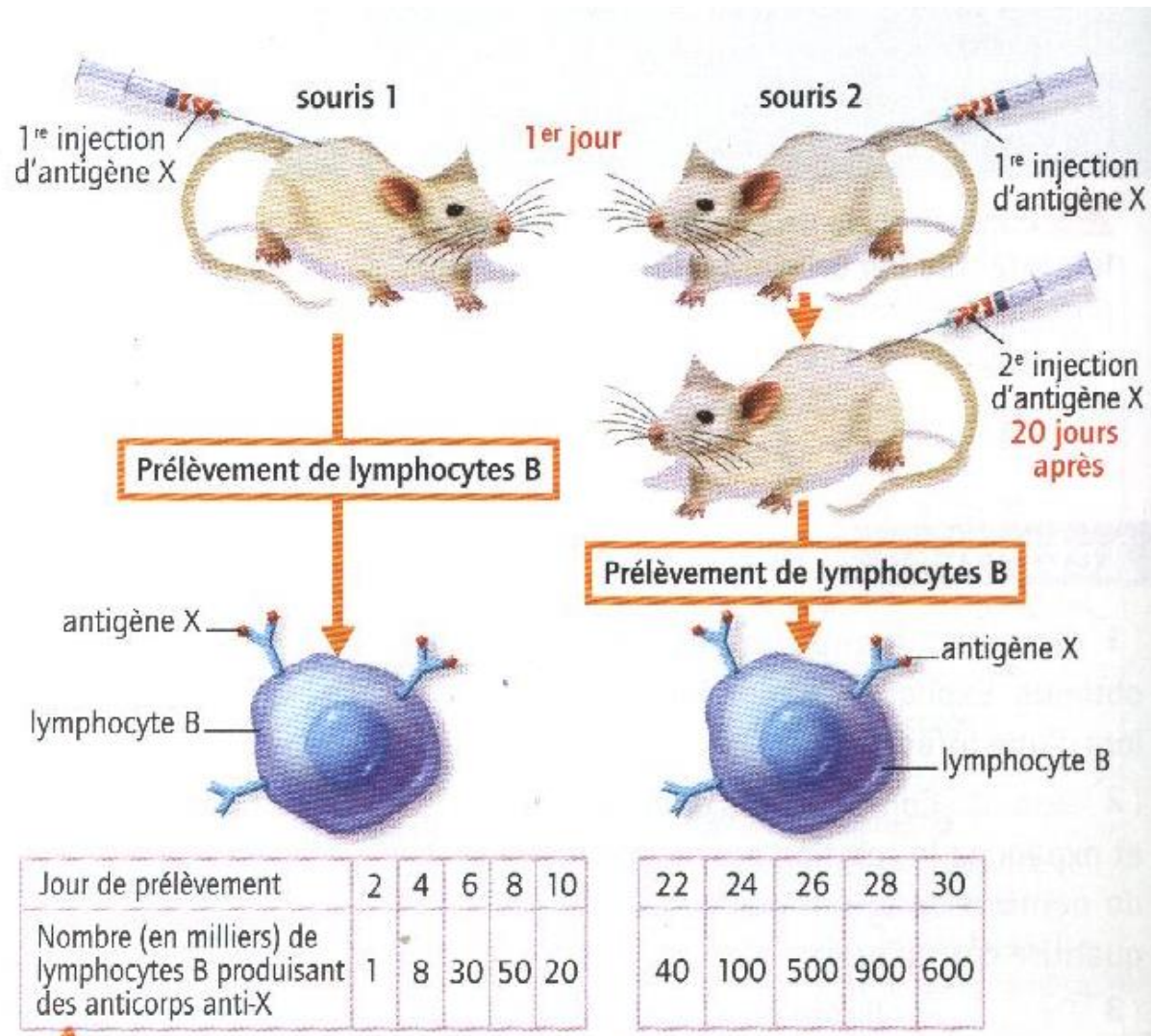
<https://youtu.be/vumNnEZELgA>

Activité 9

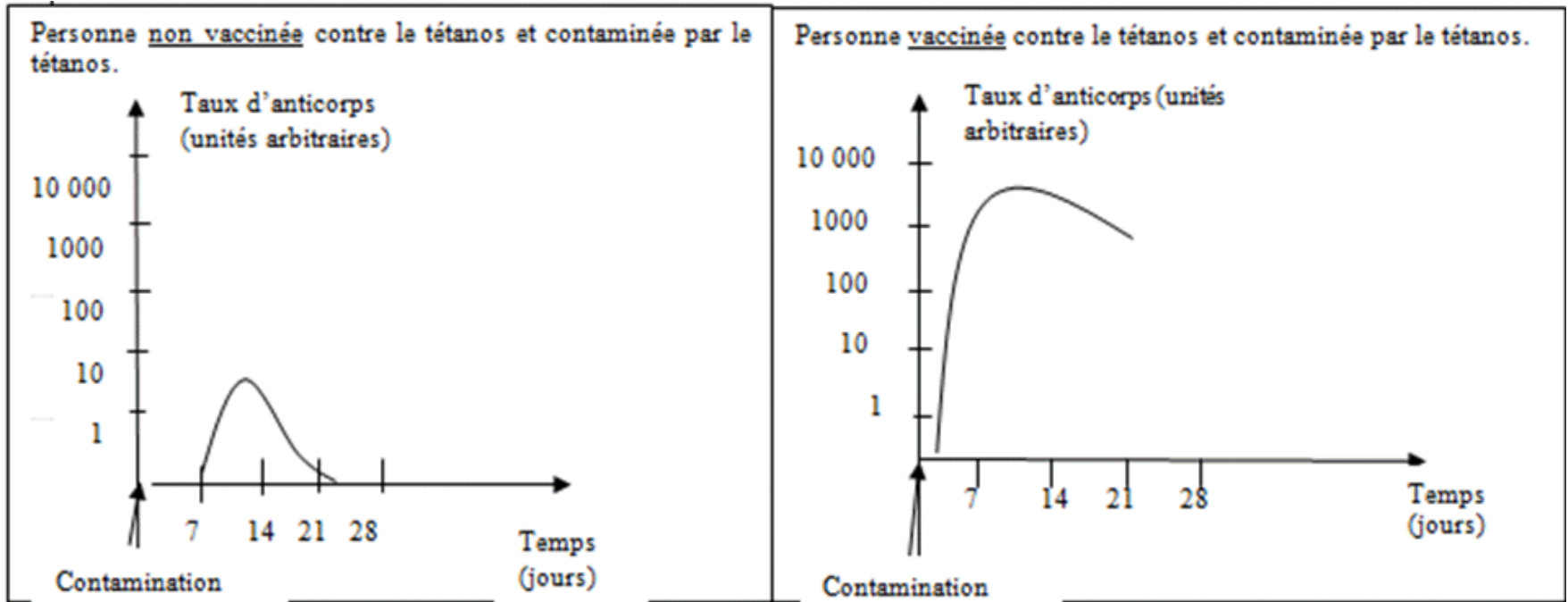
**Doc. 1 :** Evolution en fonction du temps de la quantité d'anticorps dans le sang d'une souris ayant subi deux injections d'antigènes – *Belin 3<sup>ème</sup>*



**Doc. 2** : des expériences pour mettre en évidence l'importance des LB dans la mémoire immunitaire – *Belin 3<sup>ème</sup>*



**Doc. 3 :** Evolution du taux d'anticorps en fonction du temps après contamination chez une personne non vaccinée et chez une personne vaccinée- *Bordas 3<sup>ème</sup>*



# Consignes

I) A l'aide de vos connaissances, indiquez le rôle des anticorps.

Donnez le nom des cellules sécrétant les anticorps.

II) A partir du doc.1

1) décrivez l'évolution de la quantité d'anticorps après une première injection d'antigène X et l'évolution après une deuxième injection de l'antigène X.

2) comparez les réactions de l'organisme à la suite de chaque injection d'antigène X.

III) A partir du Doc. 2 :

1) Comparez la réaction de l'organisme après une première injection d'antigène X et après une deuxième injection de l'antigène X.

2) A partir du doc 3 : Concluez sur l'intérêt pour l'organisme de cette première injection d'antigène X et précisez à quel principe médical cela peut il correspondre?

3) A partir de vos connaissances : Donnez trois caractéristiques principales de ce principe médical.



# Correction

- A l'aide de vos connaissances, indiquez le rôle des anticorps.

Les anticorps servent à se fixer spécifiquement sur un antigène donné, ce qui le neutralise et facilite sa destruction.

- Donnez le nom des cellules sécrétant les anticorps.

Les Lymphocytes B produisent les anticorps.

# Correction

II) A partir du doc.1

1) décrivez l'évolution de la quantité d'anticorps après une première injection d'antigène X et l'évolution après une deuxième injection de l'antigène X.

La quantité d'anticorps évolue comme lors d'une réaction primaire : apparition avec délai ( 1 semaine), augmentation faible (100 UA), production peu durable (6 semaines).

La seconde injection déclenche une réaction de type secondaire utilisant la mémoire immunitaire des LB : production immédiate, forte ( jusqu' à 1100 UA) et durable ( pas de disparition et maintien à un niveau élevé :800 UA).

# Correction

2) comparez les réactions de l'organisme à la suite de chaque injection d'antigène X.

La seconde injection d'antigène X déclenche une production d'anticorps spécifiques plus rapide, plus importante et plus durable ,donc plus efficace, que la première injection d'antigène X.

# Correction

A partir du Doc. 2 : comparez la réaction de l'organisme après une première injection d'antigène X et après une deuxième injection de l'antigène X.

On voit que la souris qui reçoit une seule injection de l'antigène réagit en produisant faiblement des LB spécifiques de l'antigène X : en une semaine ils passent de 1000 à 50000.

Par contre la souris qui reçoit 2 injections successives réagit en produisant beaucoup plus de LB à la 2ème injection : ils passent de 40000 à 900000, de plus les LB sont restés à un niveau élevé (40000) après la première injection.

# Correction

2) A partir du doc 3 : Concluez sur l'intérêt pour l'organisme de cette première injection d'antigène X et précisez à quel principe médical cela peut-il correspondre?

La première injection d'antigène X permet de créer une mémoire immunitaire contre un antigène précis pour permettre en cas de nouvelle contamination par cet antigène de déclencher une réponse secondaire qui empêchera la maladie de se développer. Cette technique d'injection d'un antigène rendu inoffensif est évidemment la vaccination. Après le vaccin l'individu est immunisé contre l'antigène, donc le microbe ciblé durant une période variable.

# Correction

3) A partir de vos connaissances : Donnez trois caractéristiques principales de ce principe médical.

La vaccination est une technique préventive : elle doit se faire avant de contracter la maladie.

Elle consiste à injecter un microbe rendu inoffensif par différents procédés.

La vaccination peut nécessiter plusieurs injections avec un délai : les rappels pour stimuler efficacement la mémoire immunitaire.

La vaccination protège efficacement une population si elle est généralisée.

# Conclusion vaccination

- La **vaccination** est l'injection d'un antigène rendu inoffensif, le vaccin, dans le but de stimuler la mémoire du système immunitaire d'un organisme vivant.
- Celui-ci est ainsi immunisé contre une maladie: à l'avenir, lors d'une vraie contamination, l'immunité acquise permettra le développement d'une réponse secondaire qui le protégera.
- Les inventeurs de la vaccination sont PASTEUR ( XIX<sup>ème</sup>)et JENNER (XVIII<sup>ème</sup>).

## La vaccination antigrippe débute demain

L'hiver dernier, l'épidémie avait entraîné 1,9 million de consultations. Et la surmortalité a été estimée à 14 400 décès.

Branle-bas de combat ! Alors que seulement 29 % des Français prévoient de recevoir l'injection cette année, contrairement aux 62 % qui « n'en voient pas l'utilité » (sondage Ifop de mardi), la ministre de la Santé a lancé, hier, la campagne annuelle de vaccination contre la grippe.

Celle-ci concerne plus de douze millions de personnes à risque (les 65 ans et plus, les malades chroniques, les femmes enceintes...). Les doses seront disponibles dès demain en pharmacie.

### Pharmaciens volontaires

Ce « cru » 2017-2018 comprend trois souches, dont une nouvelle de type H1N1. Selon les études épidémiologiques, le vaccin contre la grippe permet d'éviter 2 000 à 2 500 morts par an. La dernière épidémie de 2016-2017 a entraîné près de 1,9 million de consultations. La surmortalité a été estimée à 14 400 décès.

Nouveauté cette année : des pharmaciens volontaires en Auvergne Rhône-Alpes et en Nouvelle-Aquitaine vont pouvoir vacciner directement leurs « clients », après un bref



Thomas Briquard

29 % des Français prévoient de recevoir l'injection (sondage Ifop).

entretien privé dans leur officine. Cette expérimentation va durer trois ans, avant une possible extension dans tout l'Hexagone.

Une manière d'améliorer la couverture vaccinale des Français contre la grippe. Elle est seulement de 47,4 % pour la population à risque aujourd'hui. Alors que les objectifs de santé publique sont fixés à 75 %.

Yves-Marie ROBIN.



## 2)Limites le bon usage des antibiotiques:

Regarder le reportage suivant

<https://www.arte.tv/fr/videos/065448-008-A/les-decouvertes-faites-par-hasard/>

Activité 10 antibiogramme.

## Activité 10 : L'antibiogramme

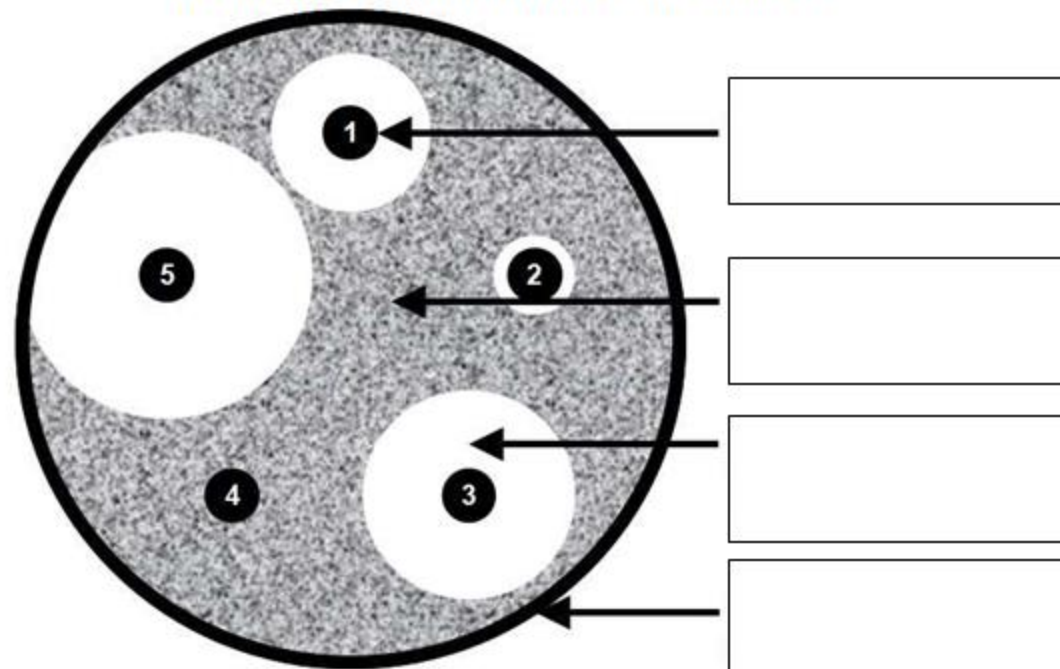
**Document 1:** Un lundi matin, en classe de 3<sup>ème</sup> au collège, deux jumeaux, Alice et Éric SoVoTo sont absents.

Le mardi matin, seule Alice revient en cours. Le professeur de S.V.T., qui l'accueille à 8h30, lui demande pourquoi elle a été absente la veille et pourquoi son frère n'est toujours pas revenu. Elle lui explique alors que tous deux ont été malades durant le week-end, elle ayant des symptômes moins prononcés que son frère. C'est pour cela que leur mère les a amenés chez le médecin le lundi matin. Celui-ci, qui suspectait une angine bactérienne, provoquée par un streptocoque (Streptococcus pyogenes = SGA), a demandé une analyse de sang qui a confirmé son premier diagnostic.

Alice s'est naturellement retrouvée guérie grâce à son système immunitaire qui a lutté contre la bactérie responsable, alors qu'Éric n'a pas réussi à lutter et a donc besoin de médicaments pour se soigner.



Document 2 : Antibiogramme réalisé pour Éric :



Antibiotique 1 = Amoxicilline

Antibiotique 3 = Colistine

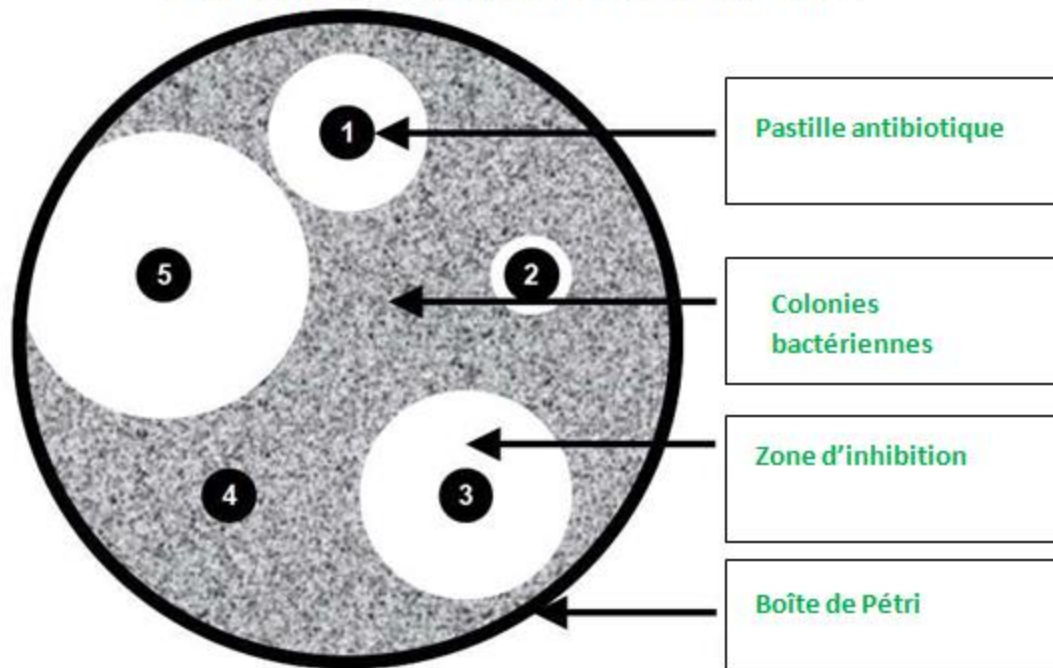
Antibiotique 5 = Ticarcilline

Antibiotique 2 = Céfalogtine

Antibiotique 4 = Pénicilline

# Correction

Document 2 : Antibiogramme réalisé pour Éric :



Antibiotique 1 = Amoxicilline	Antibiotique 2 = Céfaloine
Antibiotique 3 = Colistine	Antibiotique 4 = Pénicilline
Antibiotique 5 = Ticarcilline	

# Correction

- Question 2 : Indiquez quel antibiotique le médecin devrait prescrire à Éric. Justifiez votre réponse.

L'antibiotique à prescrire est évidemment le 5 car c'est celui qui crée la zone d'inhibition la plus grande c'est donc le plus efficace. Ensuite ce serait le 3 puis le 1 et enfin le 2 le 4 étant totalement inefficace.

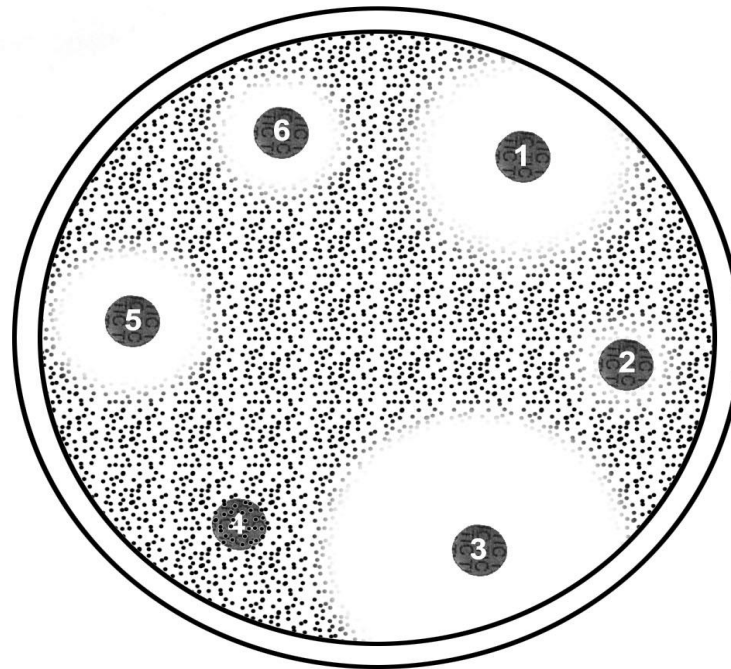
# Conclusion antibiotiques:

Les antibiotiques sont un traitement efficace contre certaines maladies bactériennes **MAIS**:

- un antibiotique a une action spécifique sur un type de bactérie donc il faut bien choisir l'antibiotique... (antibiogramme).
- Les antibiotiques sont inutiles contre les virus.
- Une mauvaise utilisation des antibiotiques entraîne une résistance bactérienne qui à terme pourrait déboucher sur une inefficacité des antibiotiques.

Doc 4 : antibiogramme.

Une souche bactérienne a été cultivée dans une boîte de Pétri. Les bactéries ont colonisé l'ensemble de la boîte, puis, on a placé sur cette culture plusieurs pastilles imprégnées chacune d'un antibiotique différent.



Colonies bactériennes



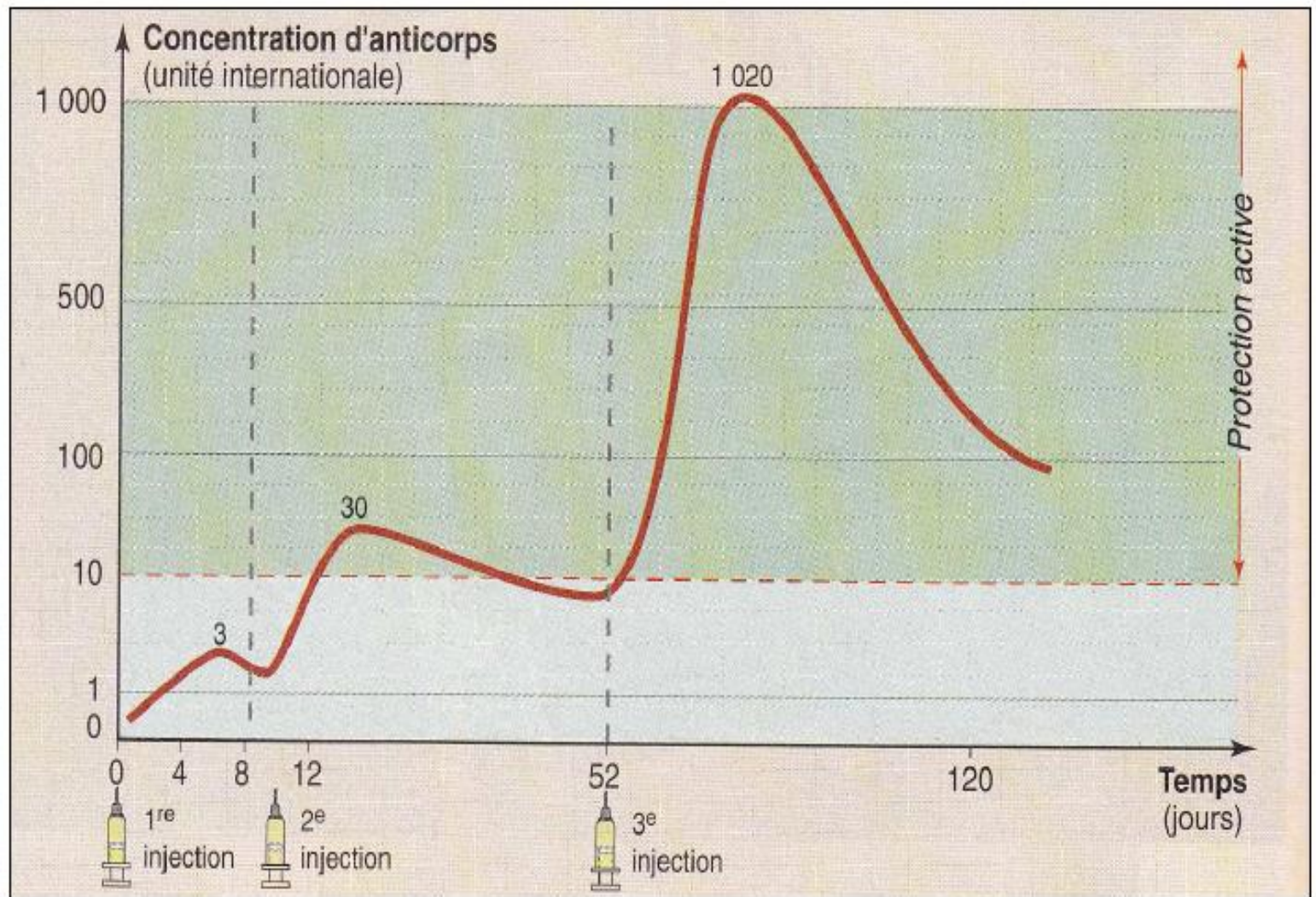
Colonies bactériennes détruites

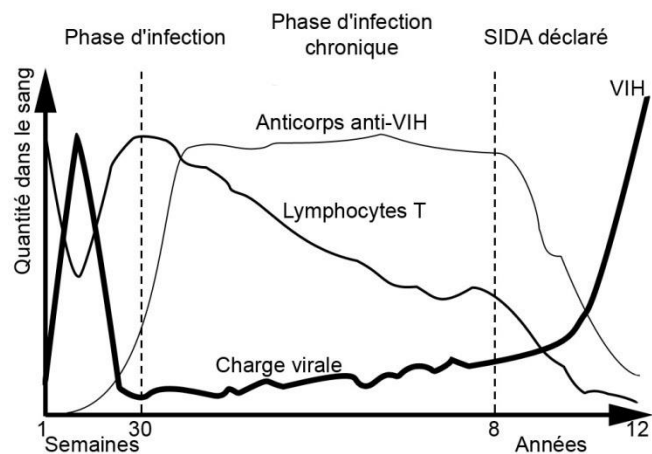


Pastille imprégnée  
d'un antibiotique

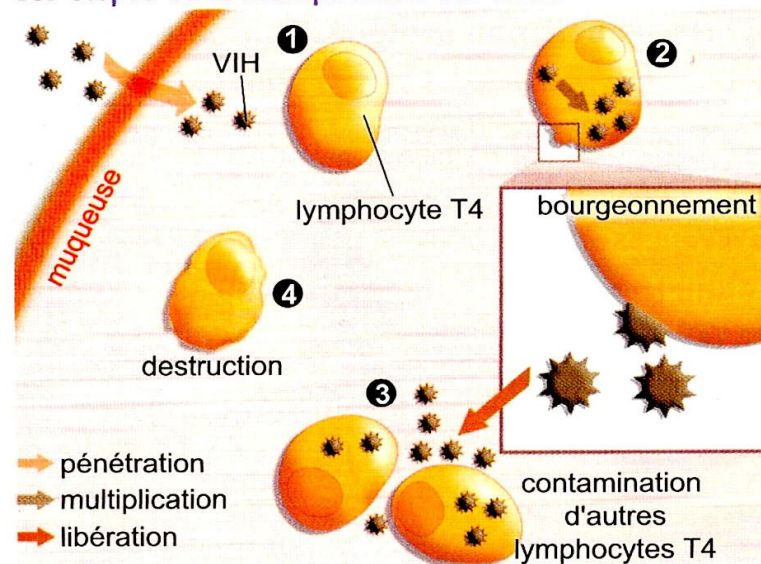
### 3) Le SIDA:







## Les étapes de la multiplication des virus.



	Premier test	Deuxième test	Etat
Personne A	Négatif	Négatif	
Personne B	Négatif	Positif	
Personne C	Positif	Positif	