

**Thème : Maintien de  
l'intégrité de l'organisme :  
quelques aspects de la réaction  
immunitaire.**

**Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

**Chapitre 2: L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée**

# Réponse immunitaire adaptative

Seulement chez les vertébrés (5 % des espèces)

Poissons à squelette cartilagineux



Poissons à squelette osseux



Amphibiens



Sauriens  
Oiseaux



Mammifères



- 450 Ma

Poissons sans mâchoires



- 800 Ma

Tous les animaux pluricellulaires

Unité innée + adaptative (5 % des espèces)

# Réponse immunitaire innée

**Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

**Chapitre 2: L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée**

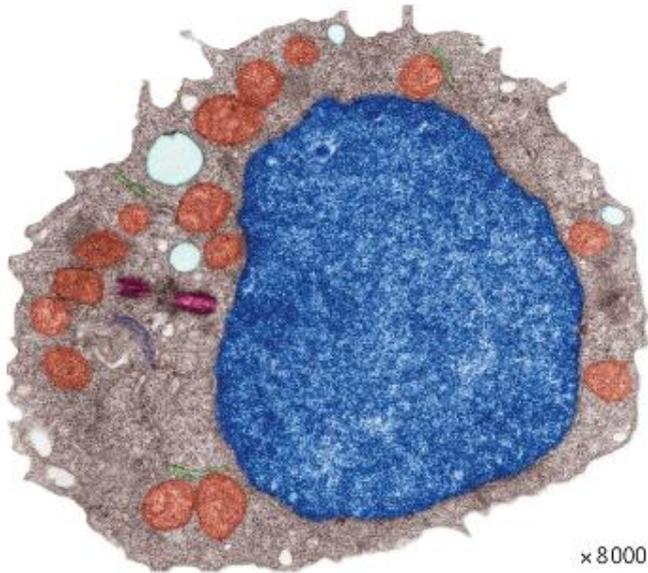
**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

# Les lymphocytes , cellules de l'immunité adaptative



**a** Un lymphocyte vu en microscopie optique

- Cellule à gros noyau
- 8 à 12  $\mu\text{m}$
- 1000 à 4000/  $\text{mm}^2$  (20 à 40 % des leucocytes)



**b** Un lymphocyte vu en microscopie électronique à transmission

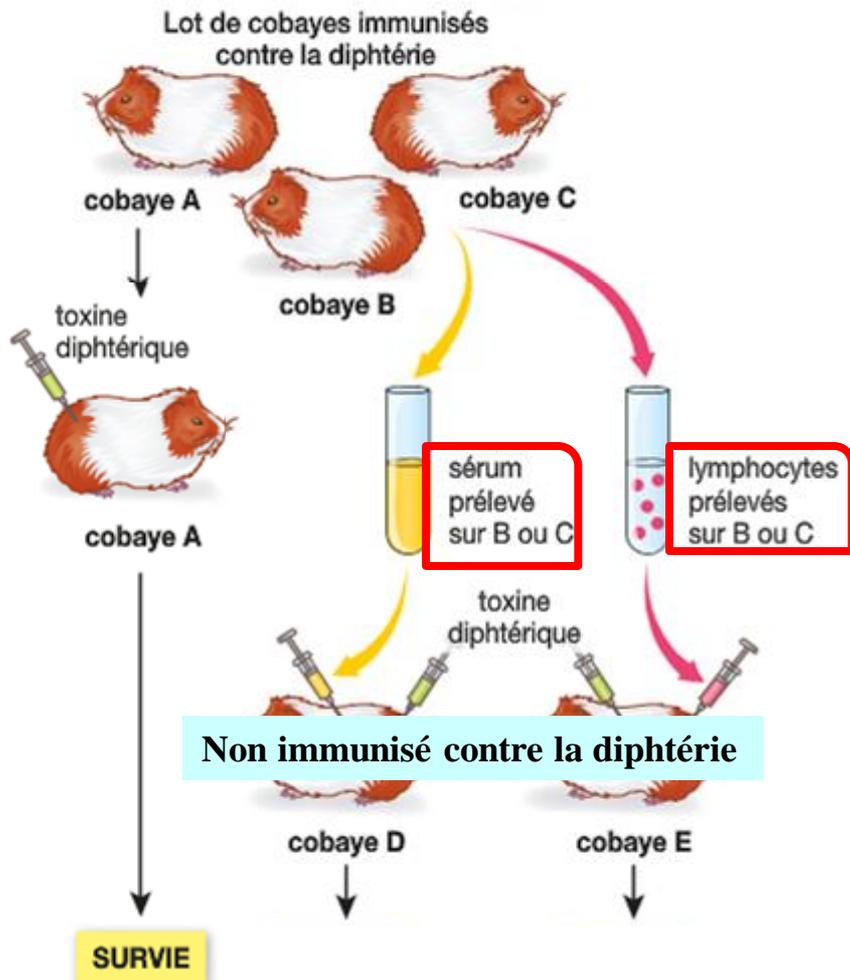
→Lymphocytes B (LB)

→Lymphocytes T (LT) :

- Lymphocytes T CD4 (LT CD4)

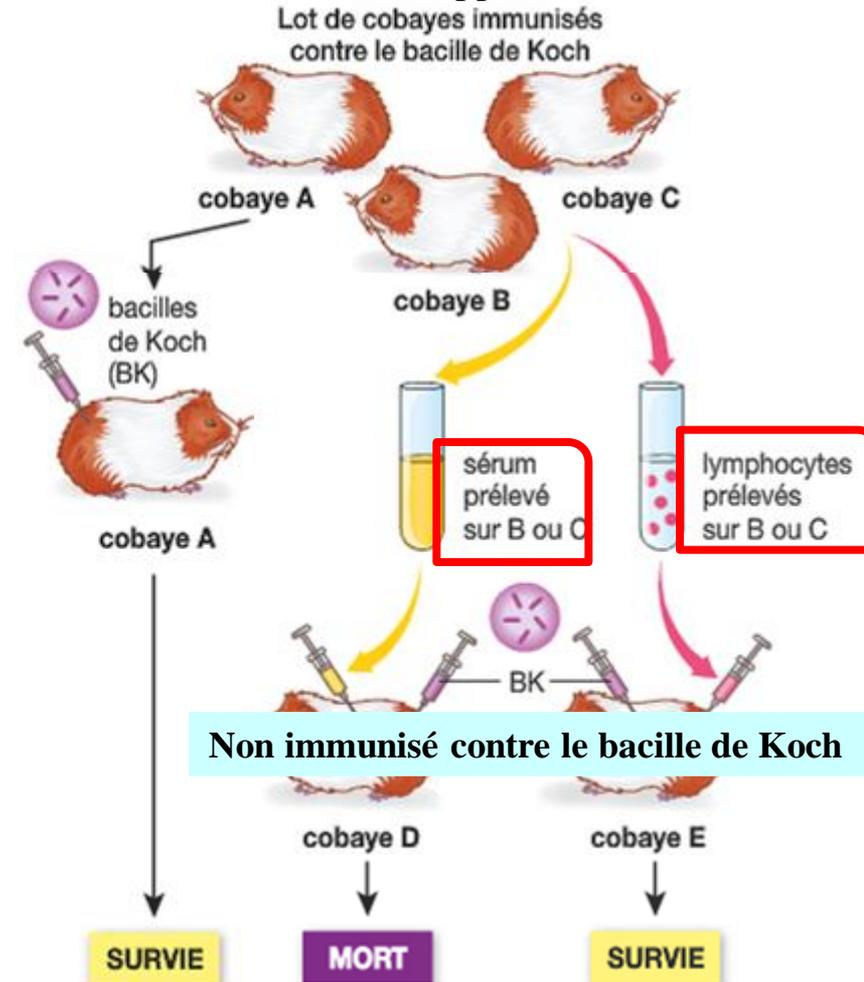
- Lymphocytes T CD8 (LT CD8)

# Supports de l'immunité adaptative



substances solubles dans le plasma sanguin  
⇒ **immunité à médiation humorale**

Bacille de Koch → se développe dans les cellules



**certains lymphocytes T** ⇒  
**immunité à médiation cellulaire**

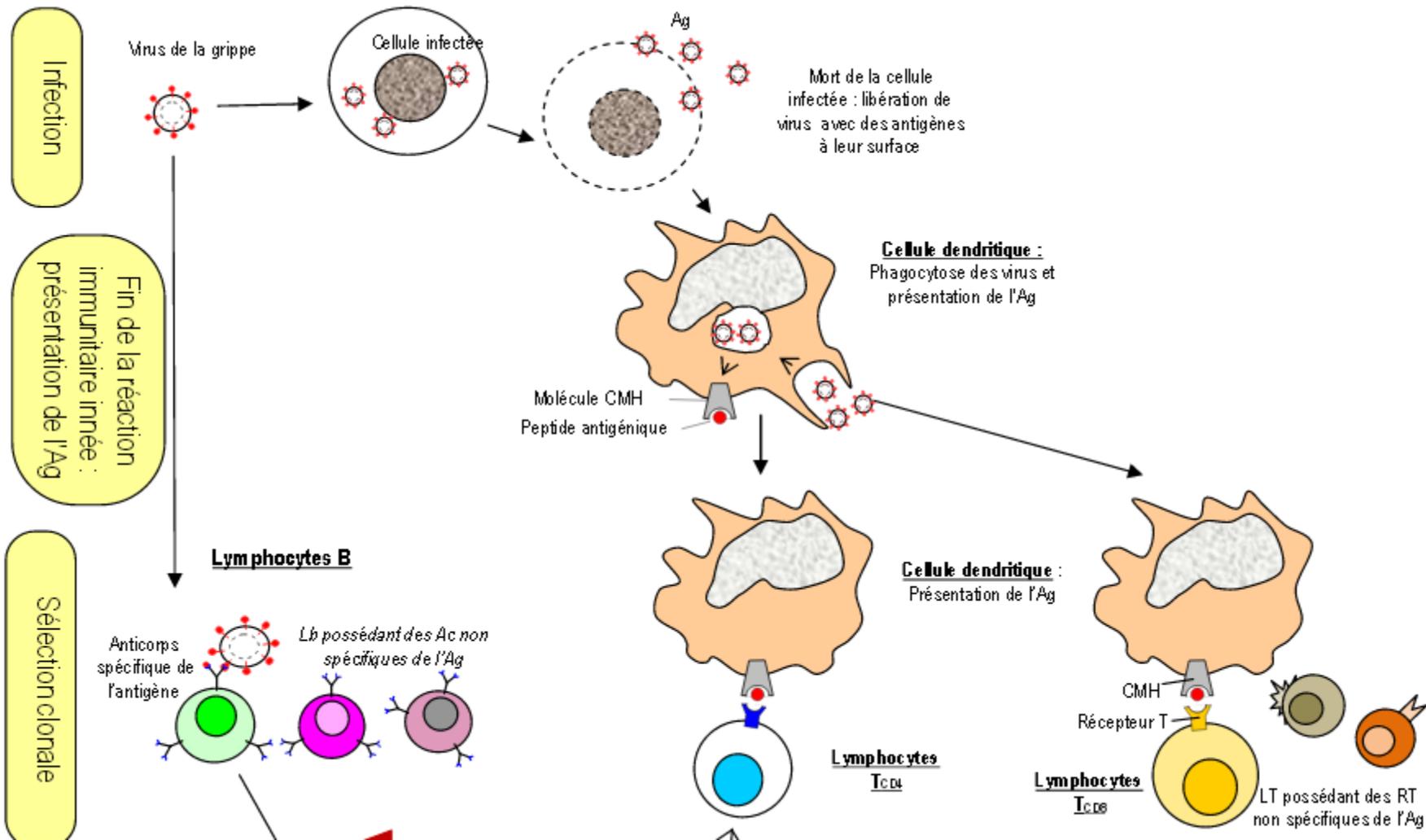
# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée**

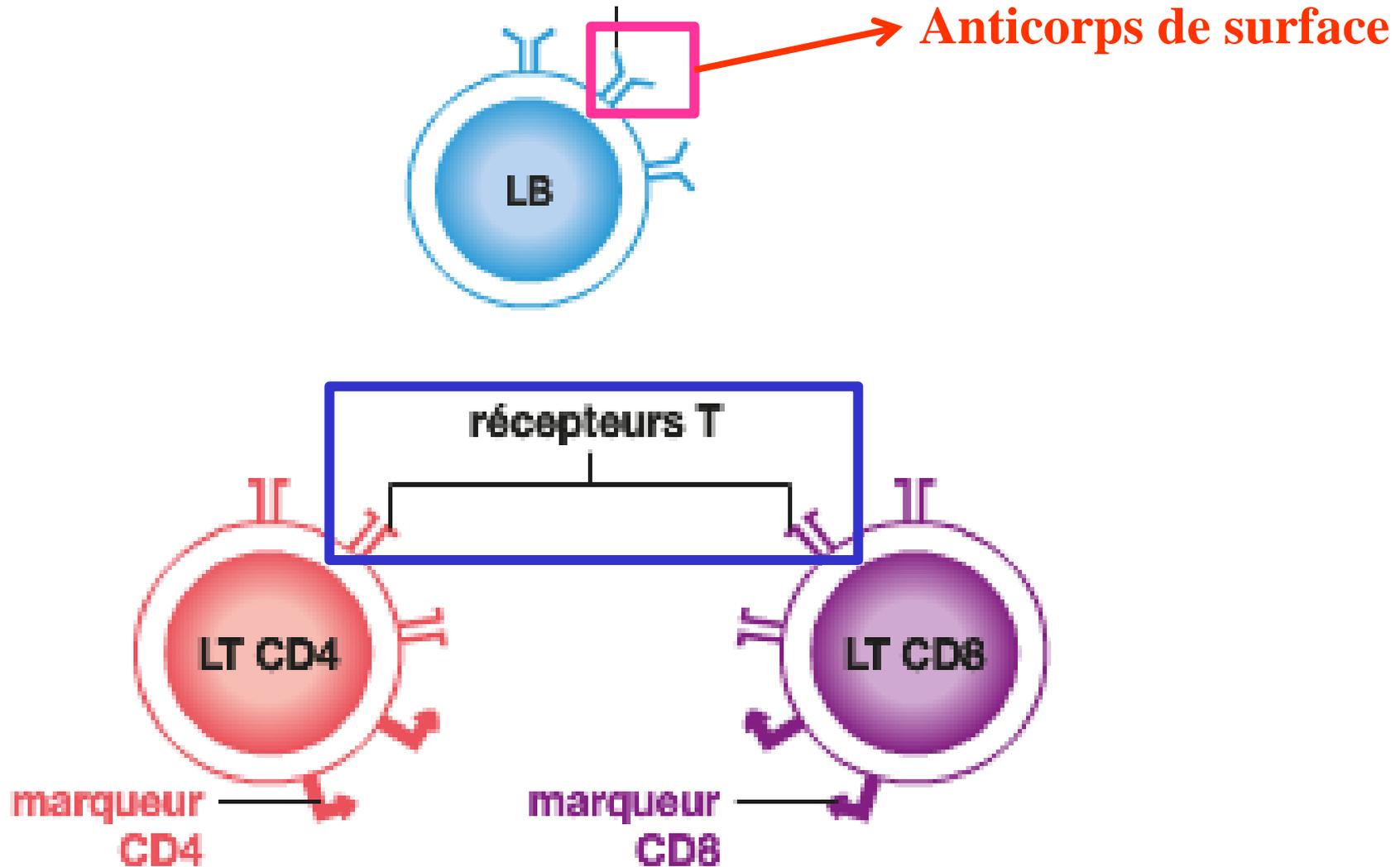
**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

**II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**

**A - La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène = sélection clonale.**

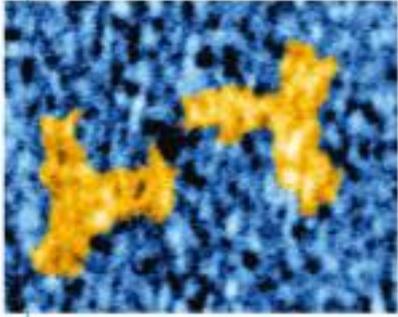


# Reconnaissance de l'antigène grâce à des récepteurs membranaires

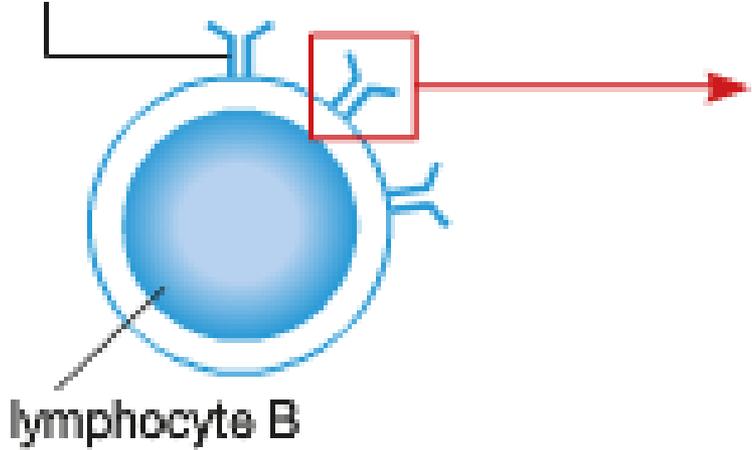


# Reconnaissance de l'antigène par les lymphocytes B

# La reconnaissance des antigènes par les LB



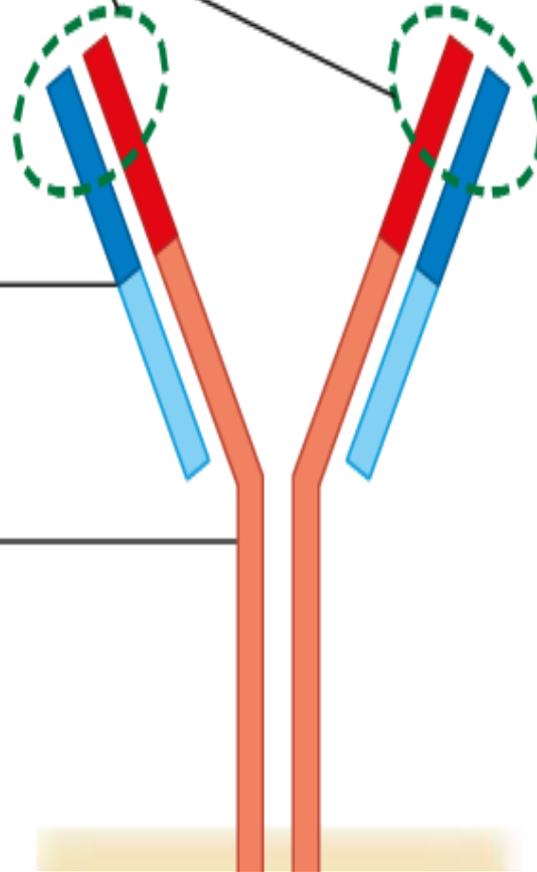
récepteur B  
(anticorps membranaire)



sites de fixation de l'antigène  
(sites anticorps)

chaîne légère (L)

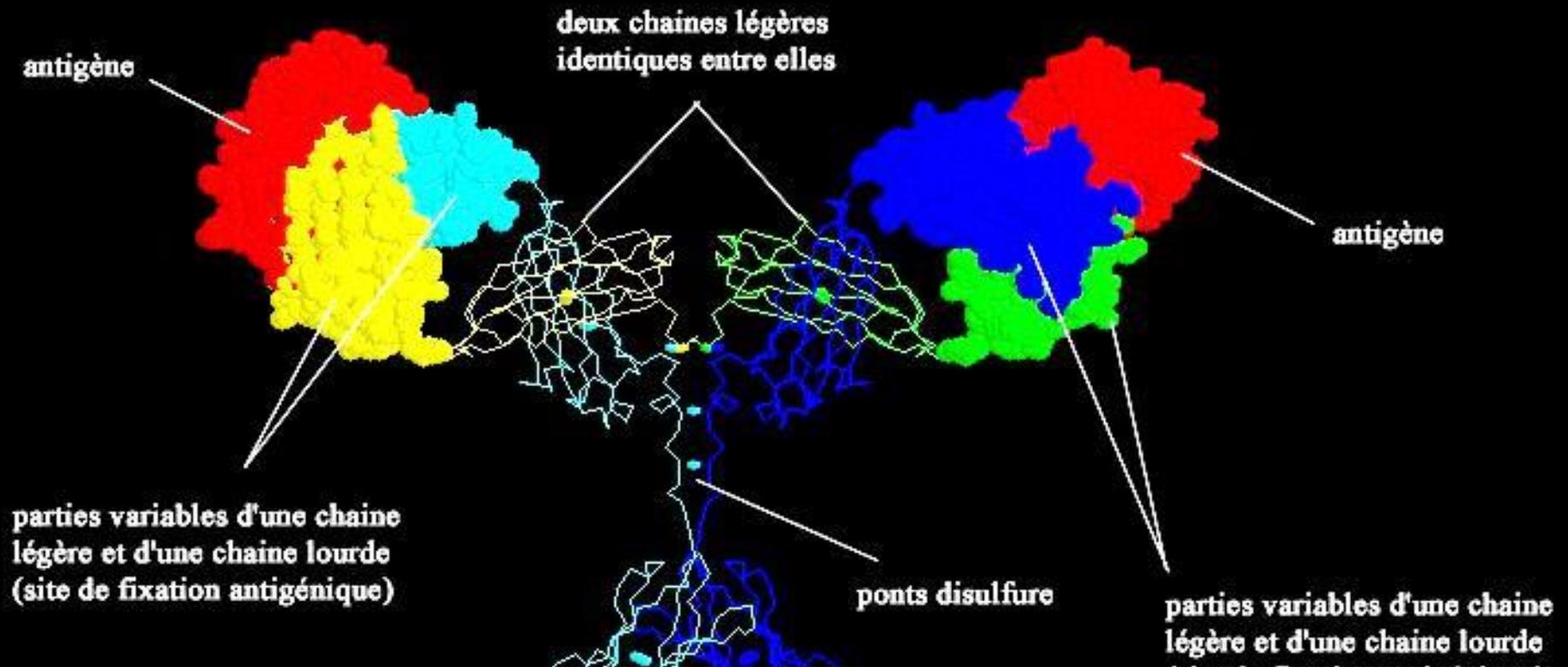
chaîne lourde (H)



partie variable

partie constante

**C'est au niveau des parties variables des anticorps (extrémités des bras du Y) que se fait la reconnaissance de l'antigène.**

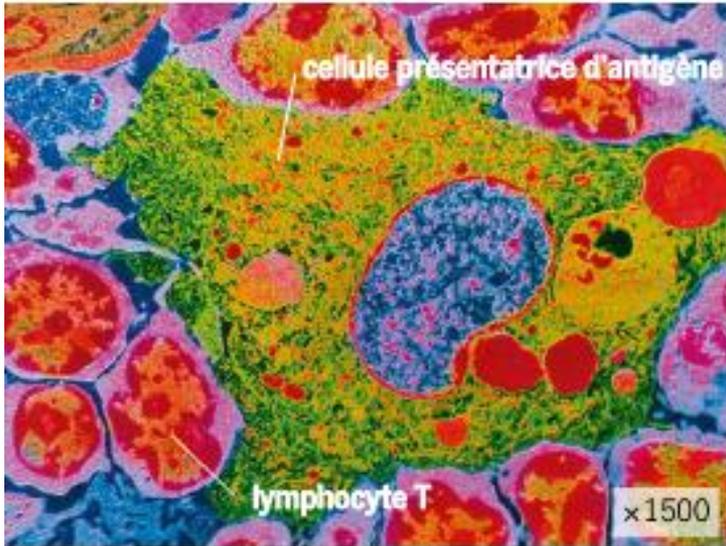


**La reconnaissance s'effectue par complémentarité de forme**

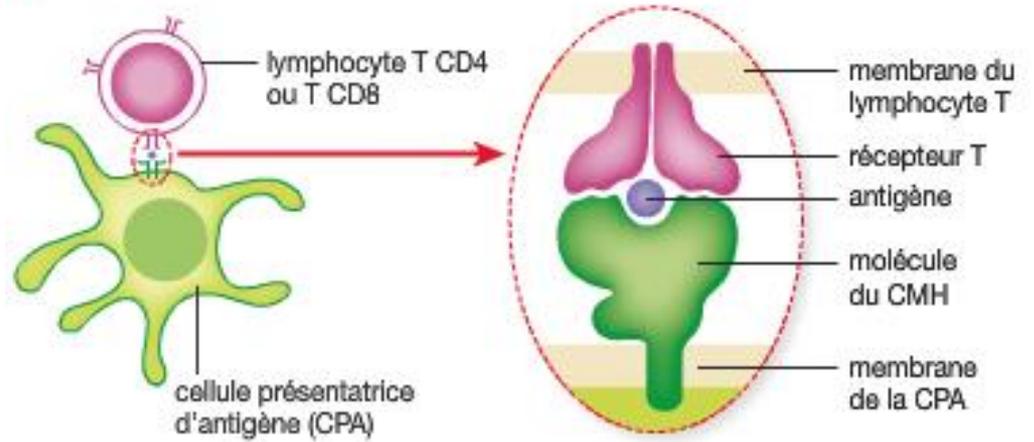
Structure d'une molécule d'IgG

# Reconnaissance de l'antigène par les lymphocytes T

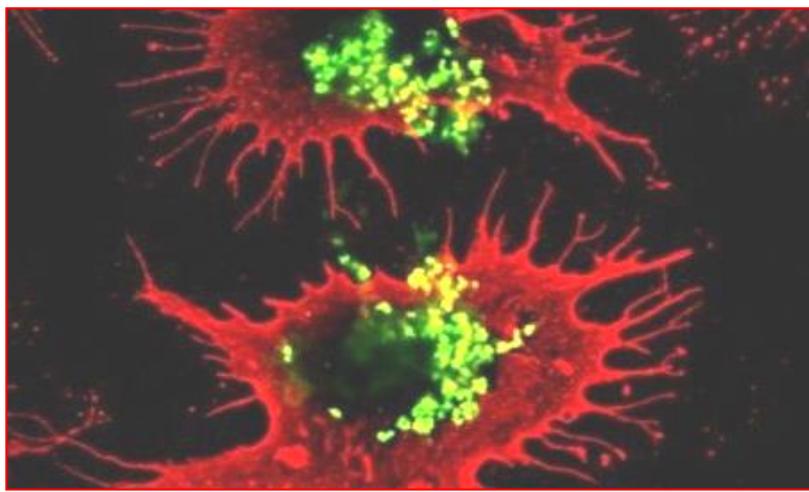
# La reconnaissance des antigènes par les LT



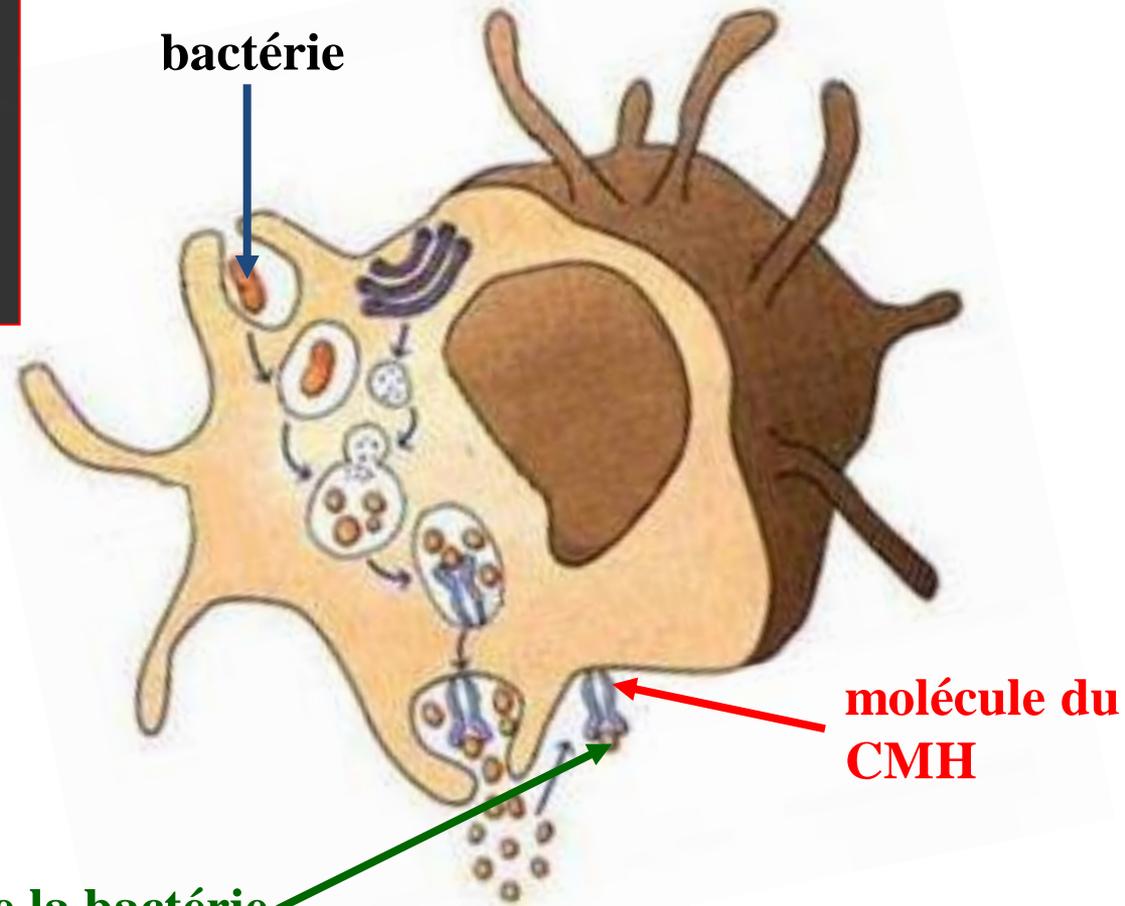
## • Les molécules de la reconnaissance



## phagocytose et présentation de l'antigène par une cellule dendritique



cellules dendritiques  
phagocytant des bactéries (en  
vert)

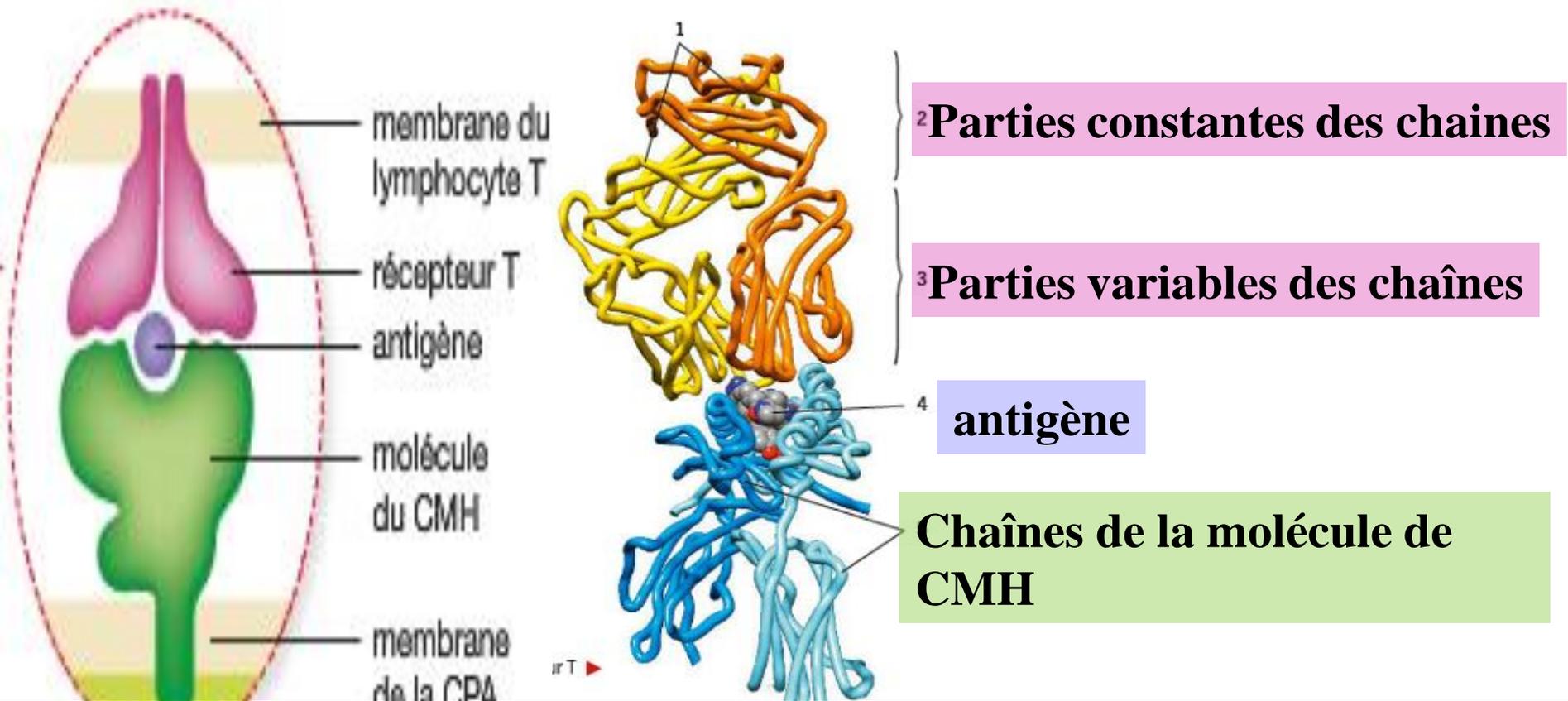


Fragment de la bactérie  
= antigène

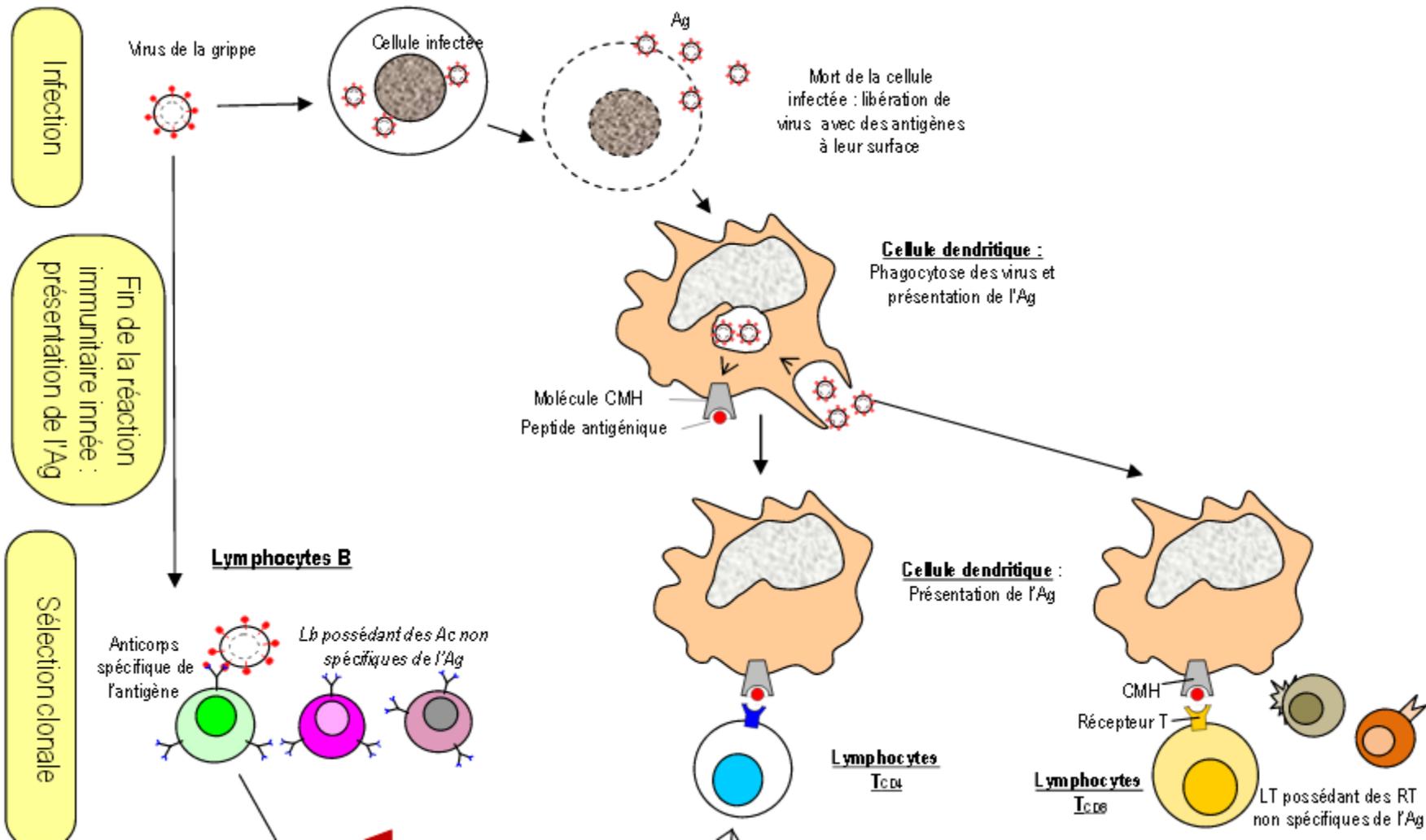
molécule du  
CMH

**Les cellules présentatrices d'antigène (CPA) vont présenter l'antigène associé à des molécules du CMH aux Lymphocytes T**

# Un récepteurs T



**C'est au niveau des parties variables du récepteur T que se fait la reconnaissance de l'antigène associé à une molécule de CMH.**



# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, le prolongement de l'immunité innée**

**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

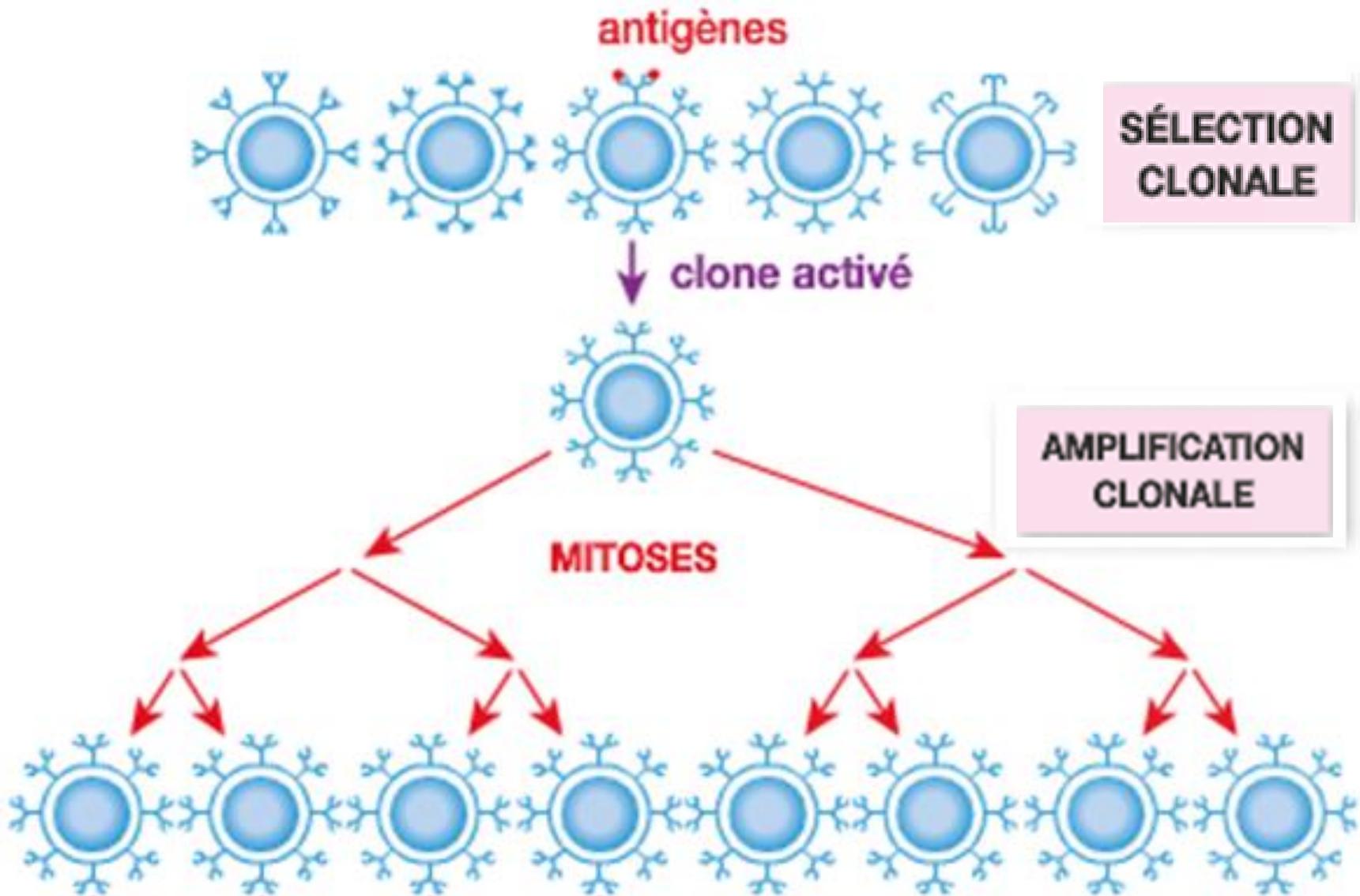
**II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**

**A - La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène.**

**B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.**

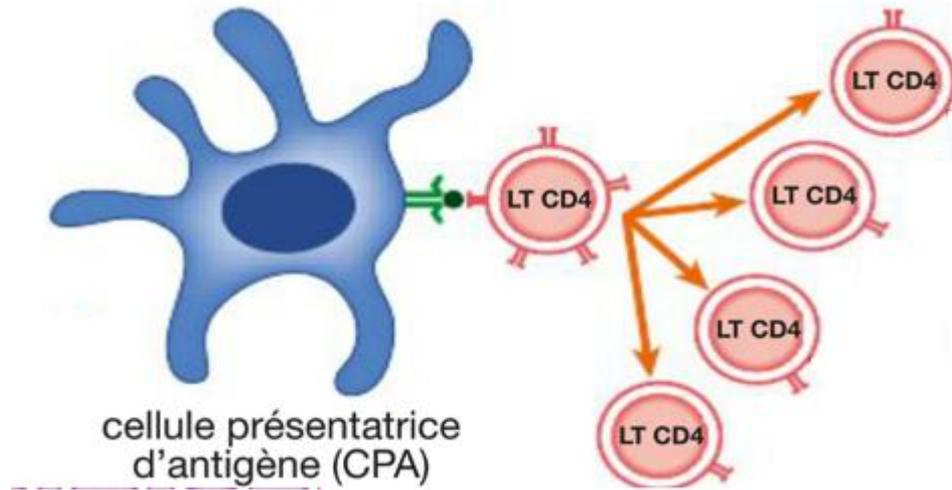
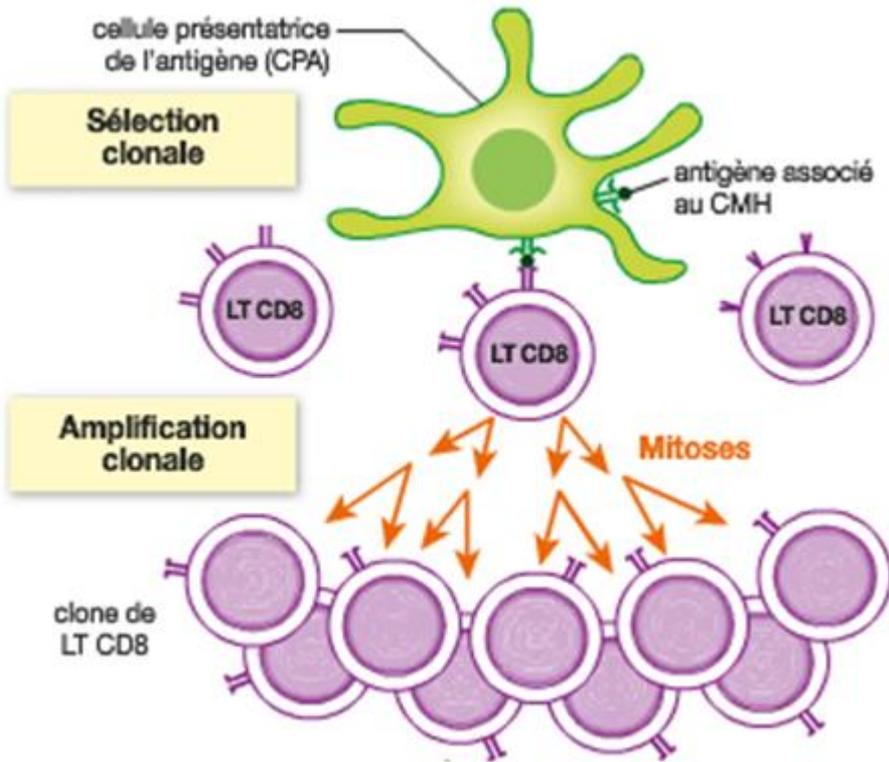
**1. L'amplification clonale.**

# Prolifération de LB spécifique de l'antigène



**Grand nombre de lymphocytes B de même spécificité**

# Prolifération des LT spécifiques de l'antigène



**Sélection et amplification clonale des LT CD4**

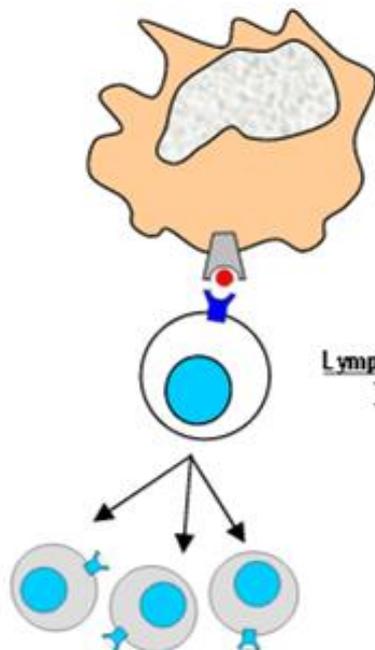
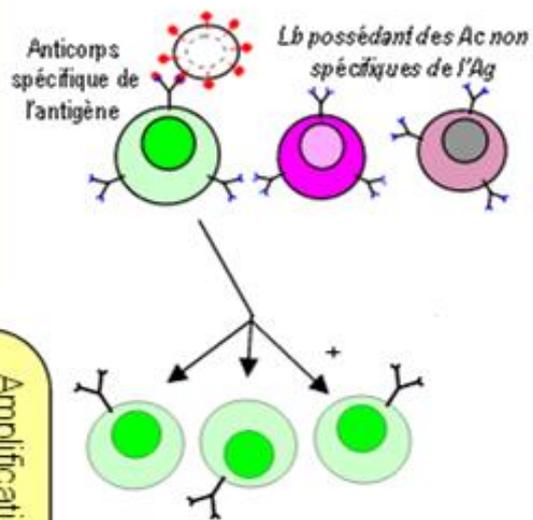
**Sélection et amplification clonale des LT CD8**

**Grand nombre de lymphocytes T (CD4 et CD8) de même spécificité**

Sélection clonale

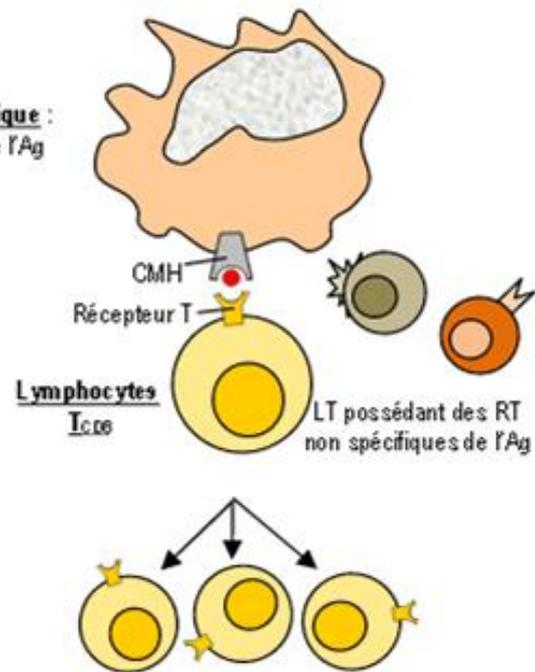
Amplification clonale

### Lymphocytes B



Cellule dendritique :  
Présentation de l'Ag

Lymphocytes  
Tc04



Lymphocytes  
Tc06

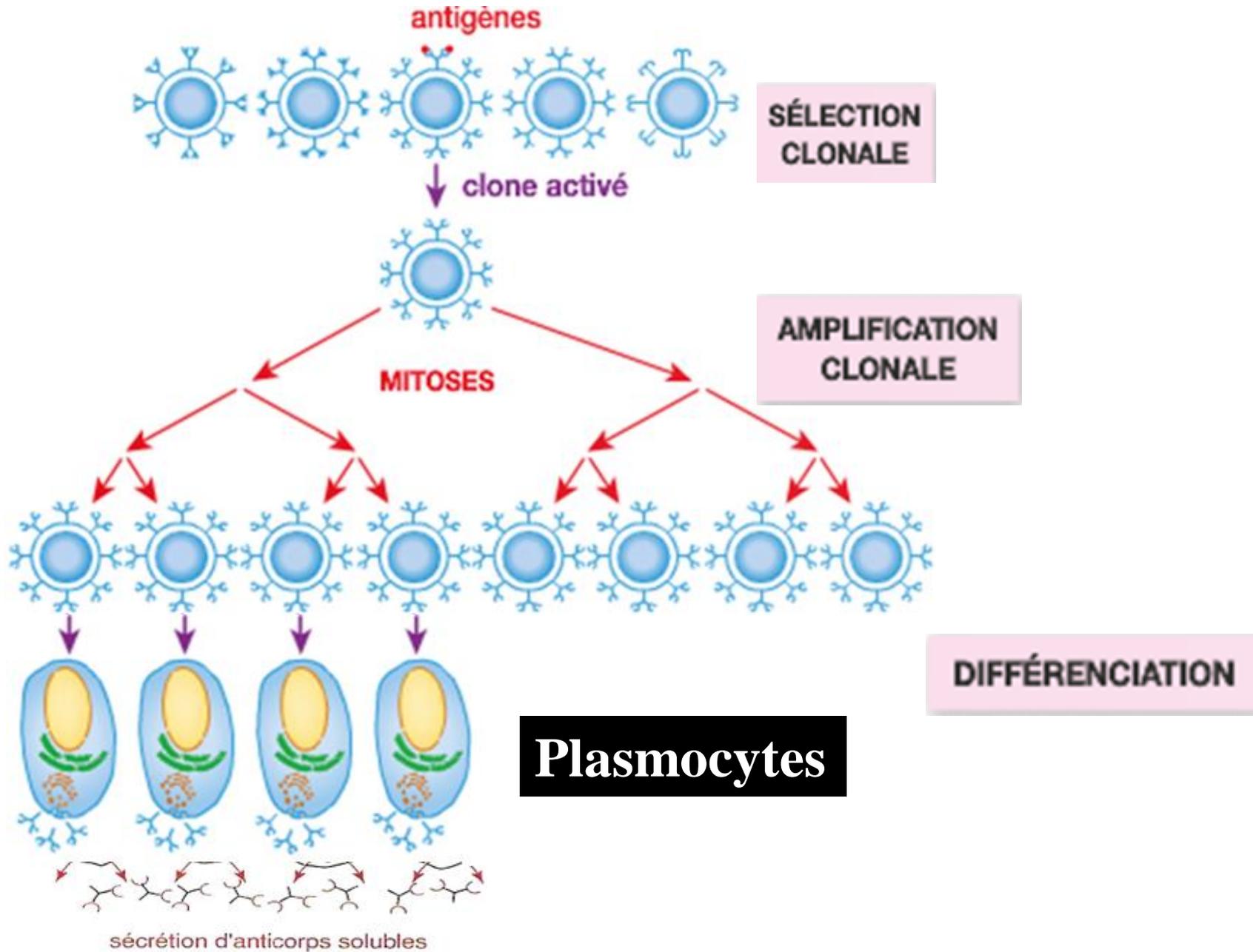
# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, le prolongement de l'immunité innée**

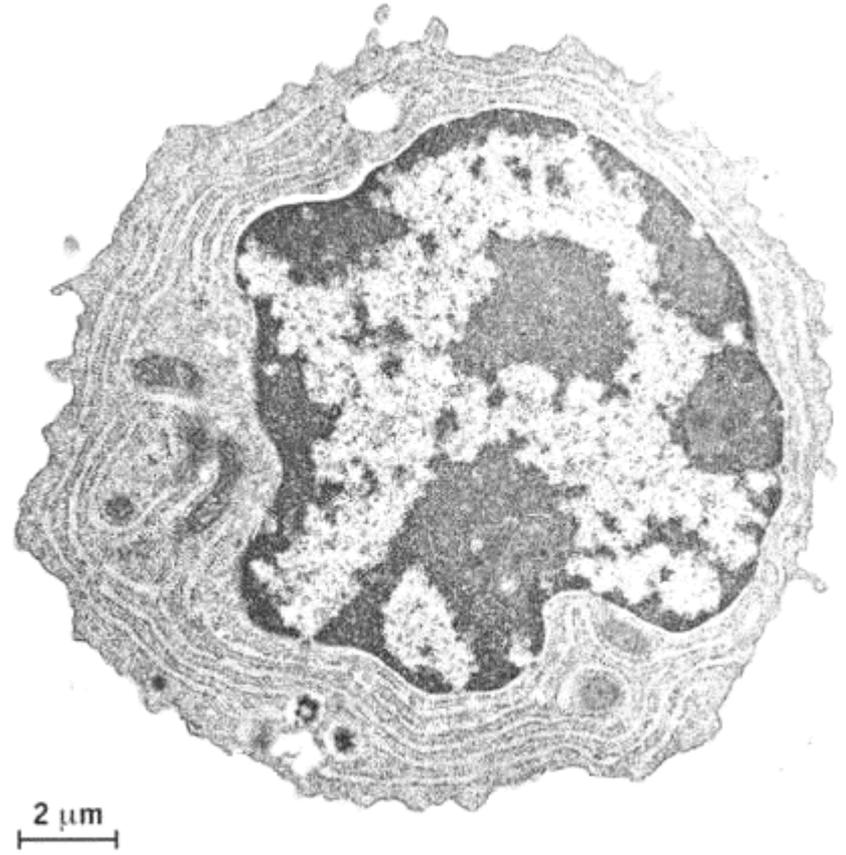
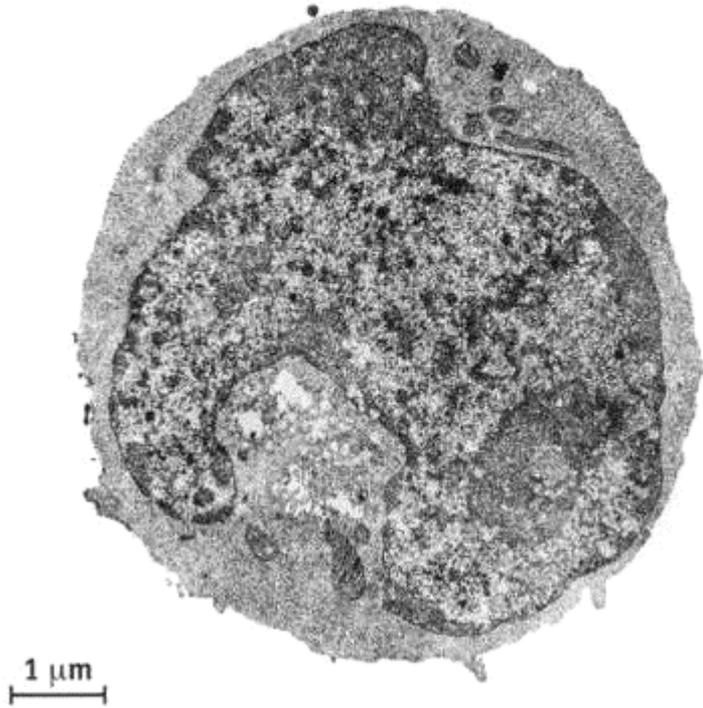
- I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**
- II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**
  - A. La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène.**
  - B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.**
    - 1. L'amplification clonale.**
    - 2. Différenciation des cellules issues de la prolifération.**

# Différenciation des lymphocytes B

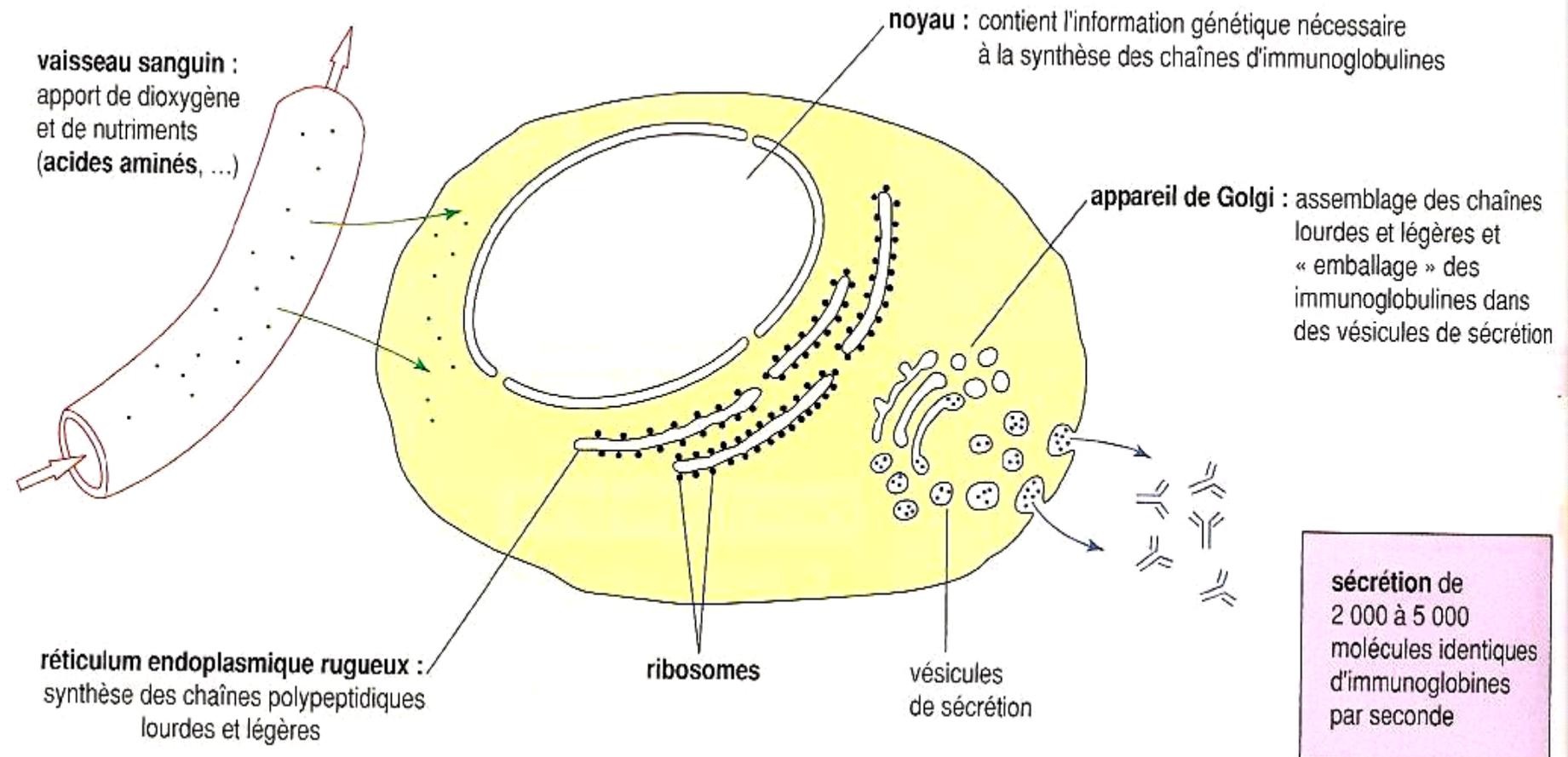
# Différenciation des LB



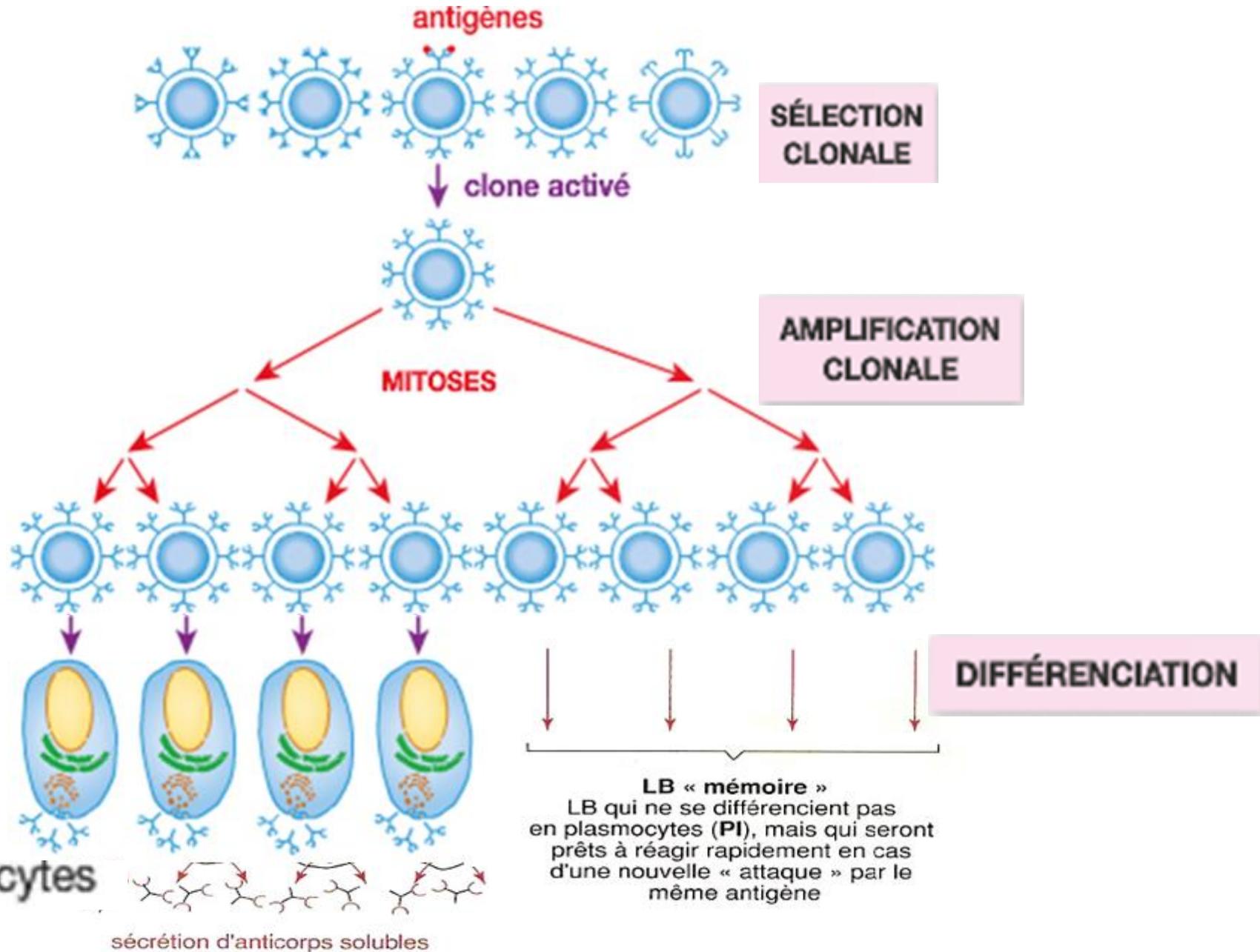
# Comparaison LB plasmocyte



# Les plasmocytes, des cellules spécialisées dans la production d'anticorps



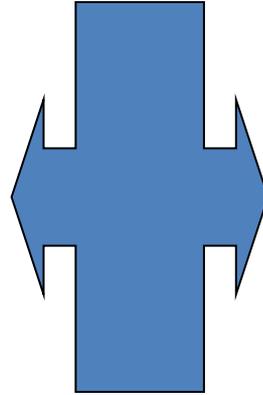
# Différenciation des LB



## **LB issus de l'amplification clonale**

**plasmocytes**

**Cellules sécrétrices d'AC  
solubles  
spécifiques de l'antigène  
qui a déclenché la  
réaction immunitaire**

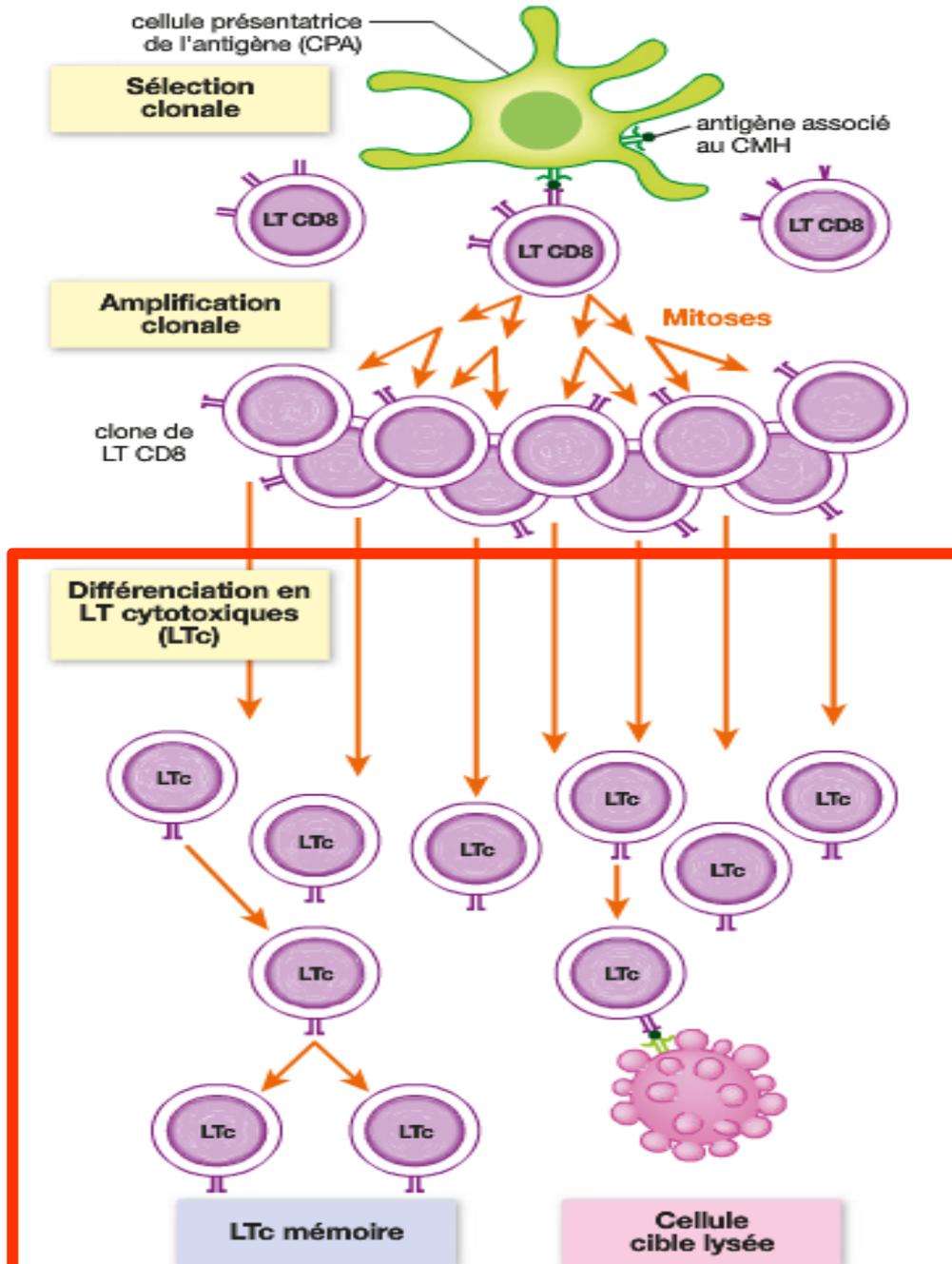


**LB mémoires**

- **Longue durée de vie**
- **plus nombreux que la population LB (spécifiques de l'antigène) présente au départ**

# Différenciation des lymphocytes T

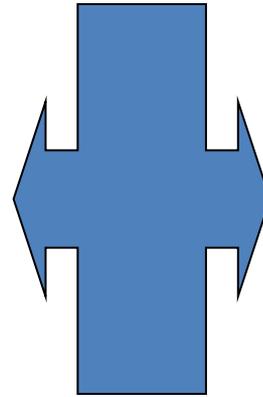
# Différenciation des lymphocytes T CD8



## LT CD8 issus de l'amplification clonale

### Lymphocytes T Cytotoxiques (LTc)

Capables de détruire les  
cellules exposant à leur  
surface l'antigène qui a  
été reconnu (associé au  
CMH)

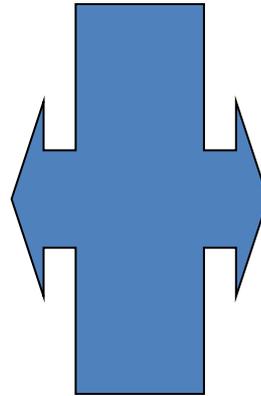


### LTc mémoires

- Longue durée de vie
- plus nombreux que  
population LT CD8 initiale

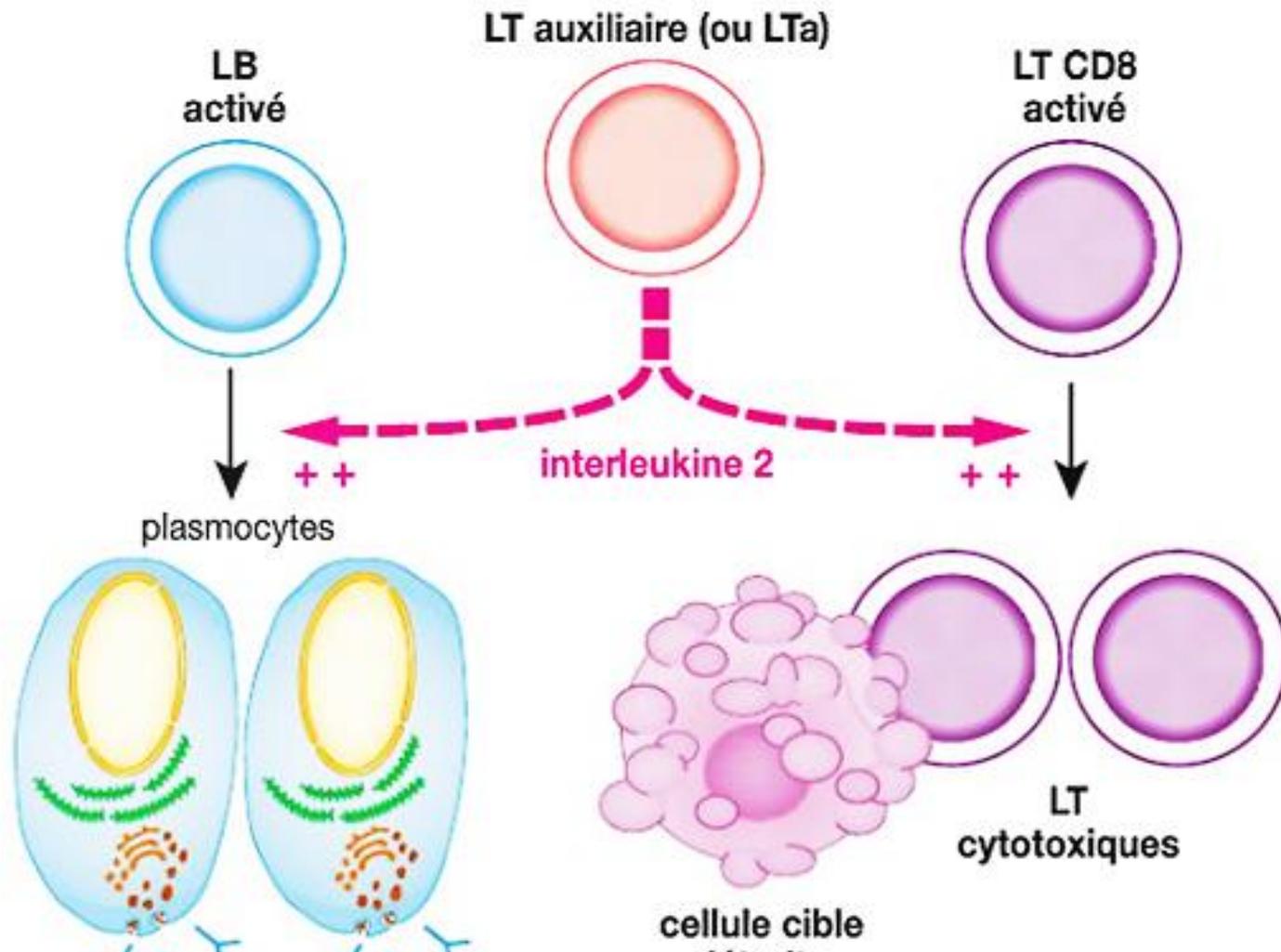
**LT CD4 issus de l'amplification clonale**

**Lymphocytes T  
auxiliaires (LTa)**

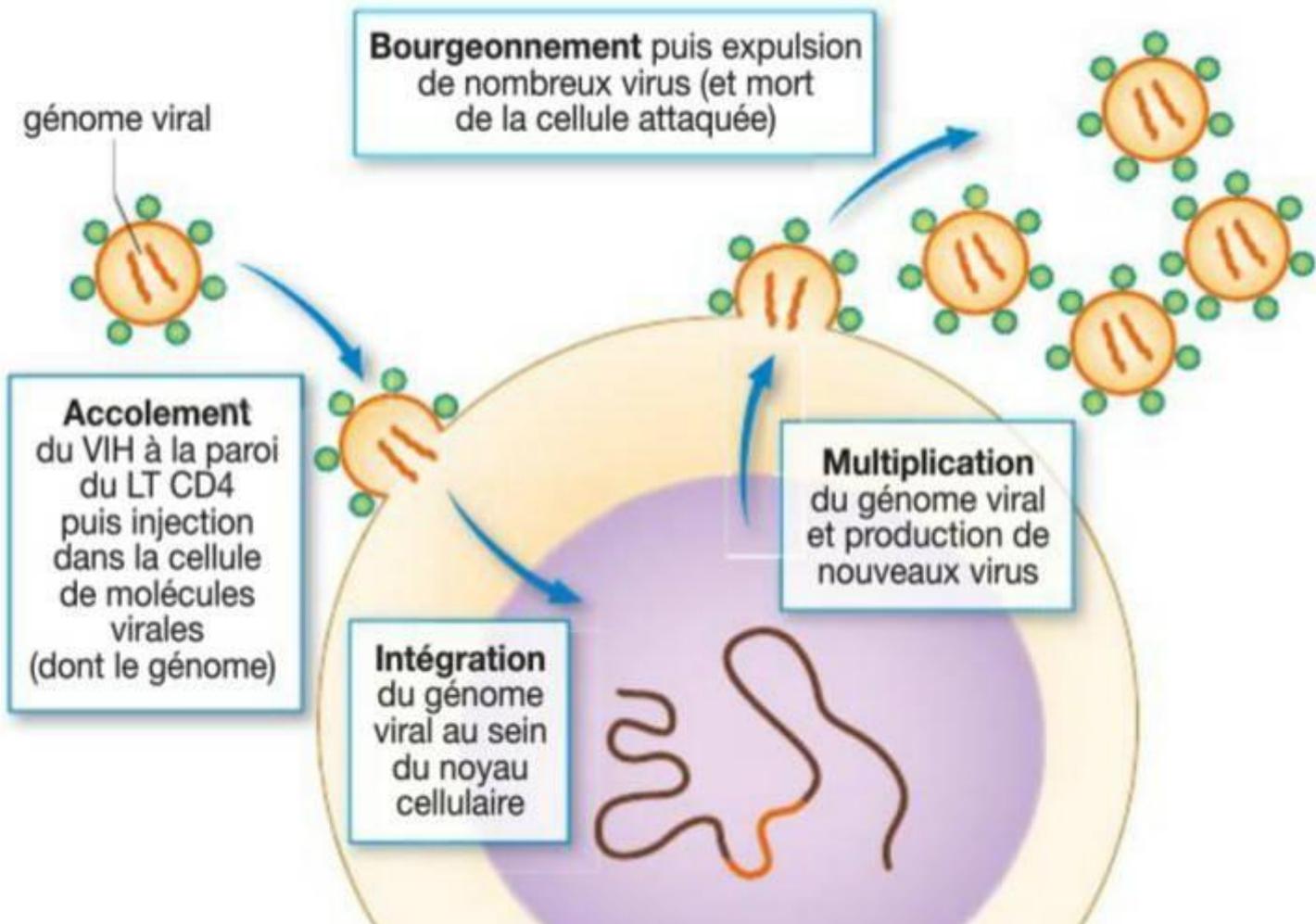


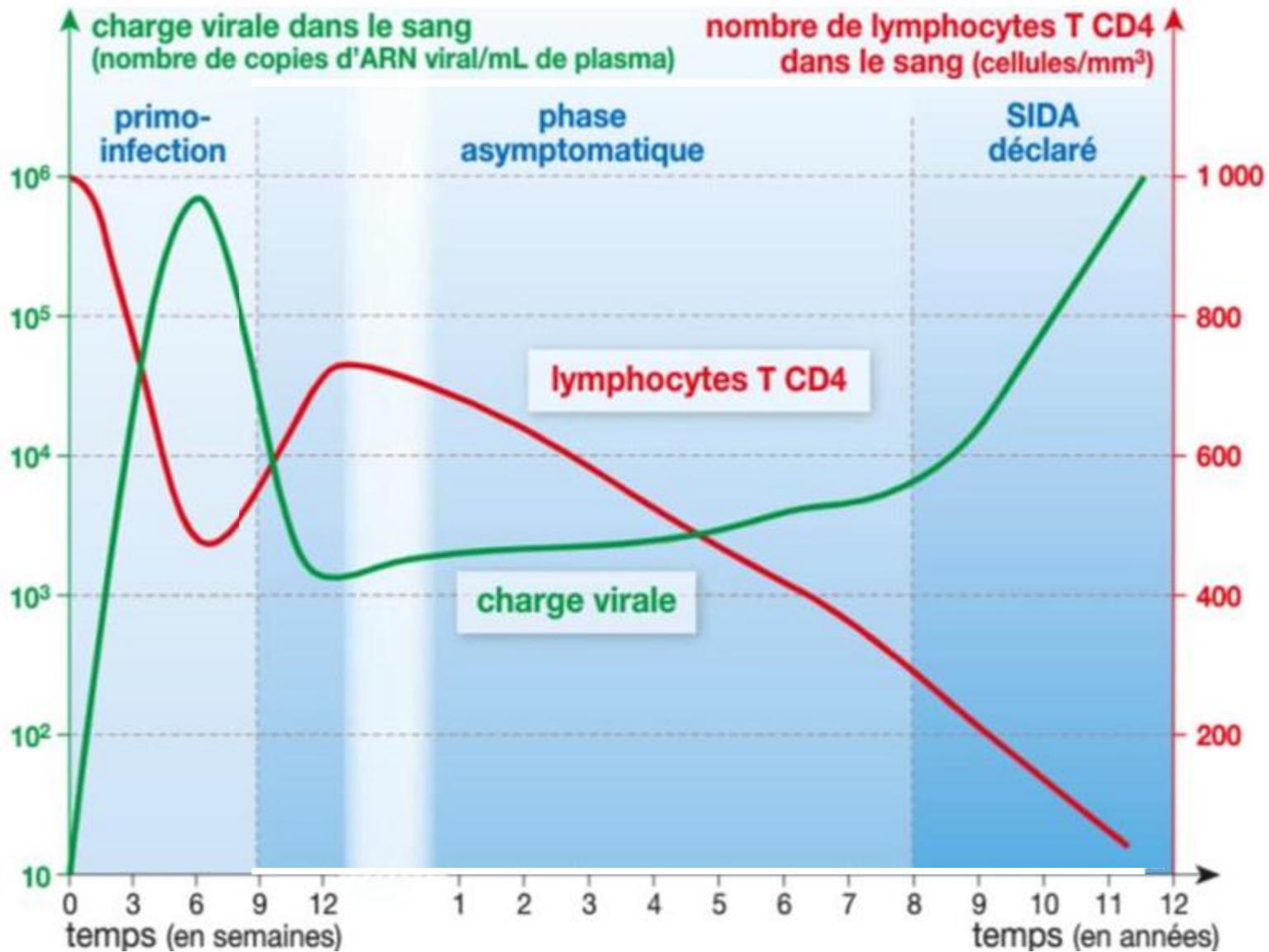
**Cellules sécrétrices  
d'interleukine 2**

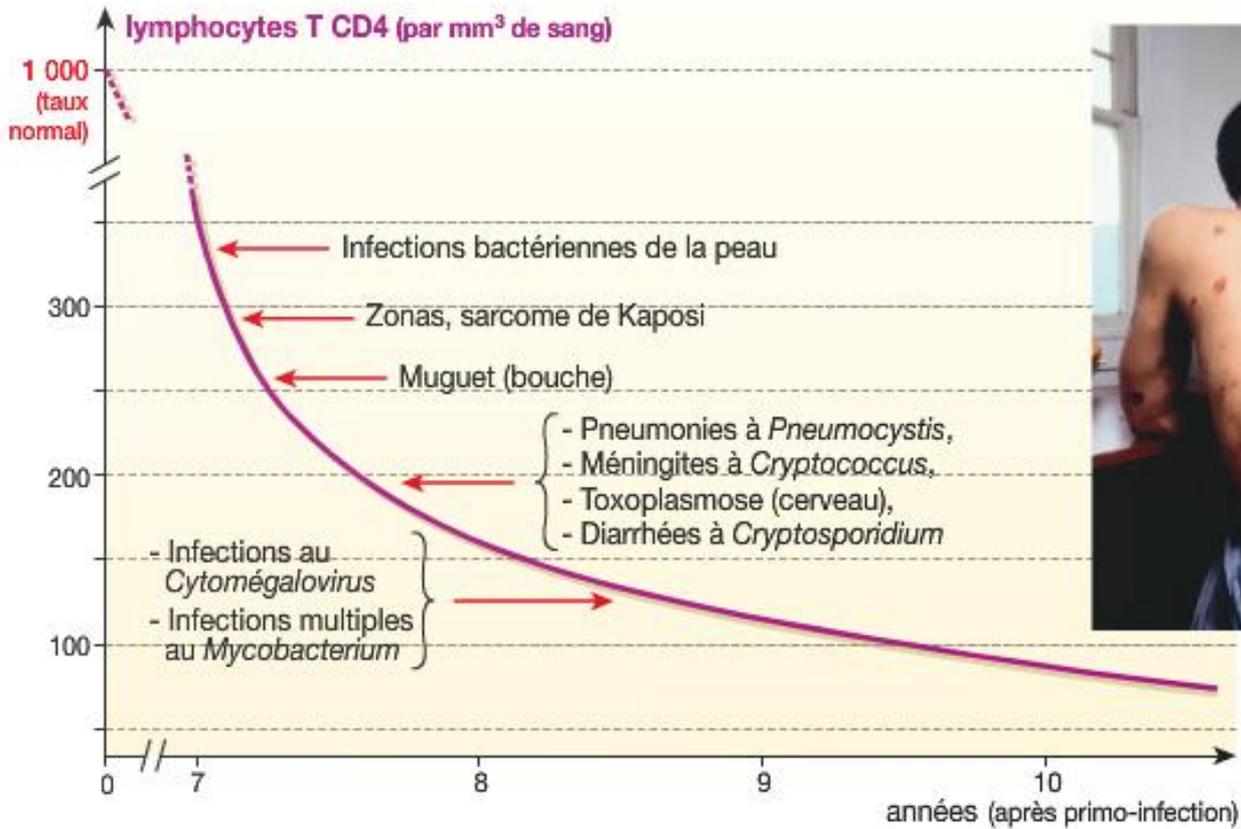
# Action des LTa



**Les lymphocytes T auxiliaires sont au centre des réactions immunitaires adaptatives**





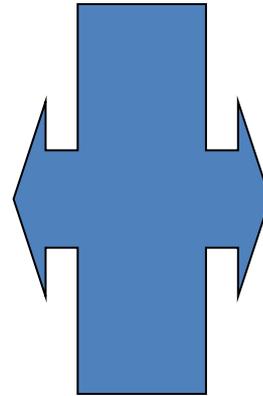


**Le sarcome de Kaposi**, un cancer de la peau fréquent chez les malades en phase de SIDA déclaré

## **LT CD4 issus de l'amplification clonale**

**Lymphocytes T  
auxiliaires (LTa)**

**Cellules sécrétrices  
d'interleukine 2**



**LTa mémoires**

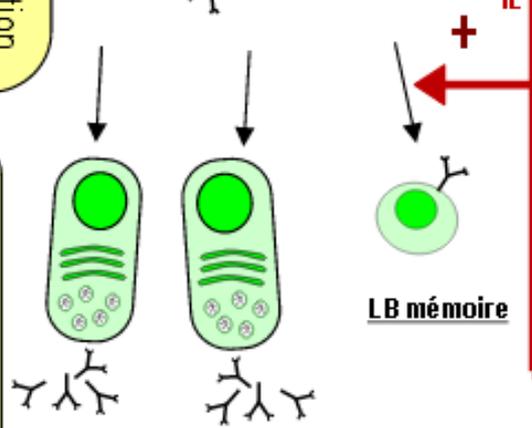
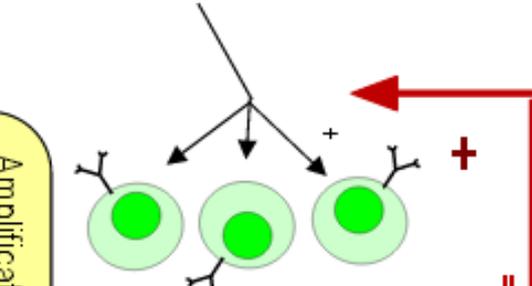
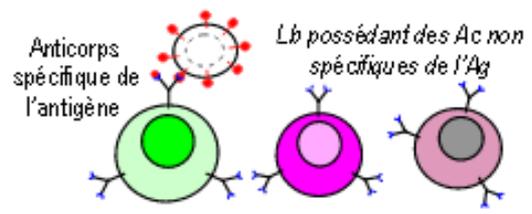
- **Longue durée de vie**
- **plus nombreux que population LT CD4 initiale**

Selection clonale

Amplification clonale

Differentiation clonale

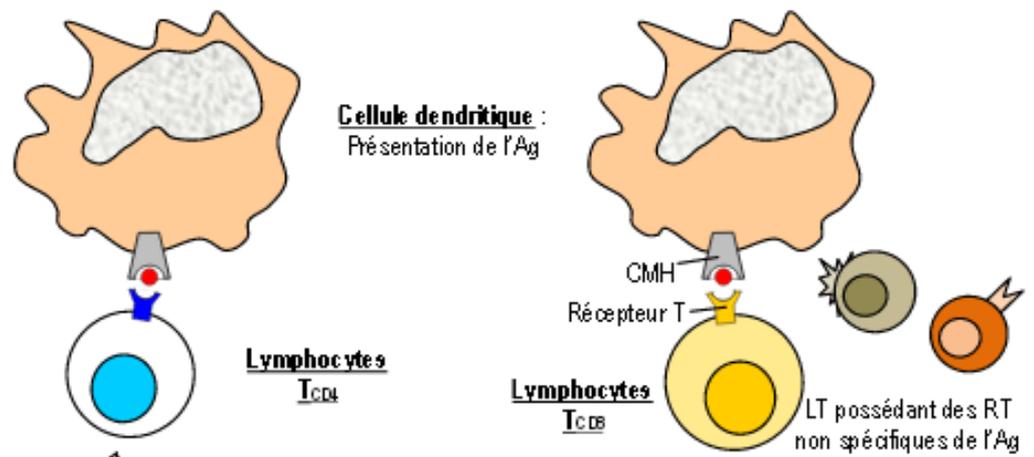
**Lymphocytes B**



**Plasmocytes**  
Sécrétant des Ac spécifiques de l'Ag

**LB mémoire**

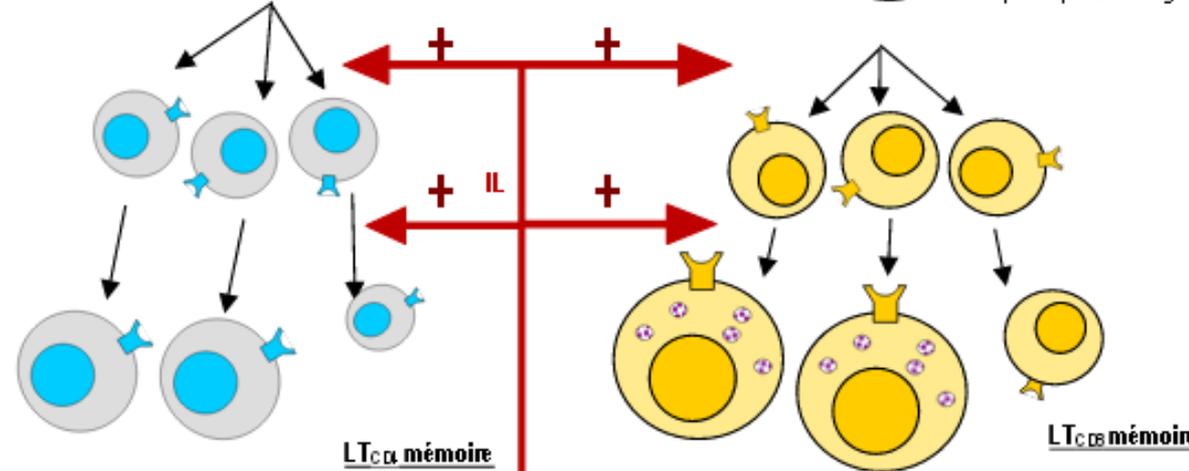
**Cellule dendritique :  
Présentation de l'Ag**



**Lymphocytes  
T<sub>CD4</sub>**

**Lymphocytes  
T<sub>CD8</sub>**

LT possédant des RT non spécifiques de l'Ag



**Lymphocytes T  
auxiliaires :**  
Sécrétion  
d'interleukines

**Lymphocyte T  
cytotoxique s**

**LT<sub>CD4</sub> mémoire**

**LT<sub>CD8</sub> mémoire**

# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, le prolongement de l'immunité innée**

**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

**II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**

**A. La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène.**

**B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.**

**1. L'amplification clonale.**

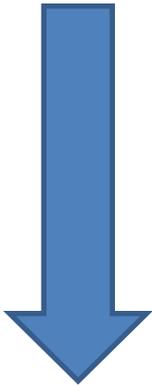
**2. Différenciation des cellules issues de la**

**prolifération.**

**III - L'élimination de l'antigène.**

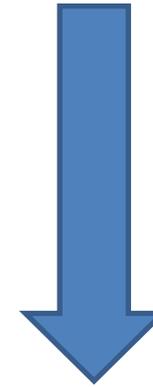
# La protection contre les antigènes peut se faire de 2 manières :

**Agent pathogène présent  
dans le sang ou la  
lymphe**



**Action des Ac libérés par  
les plasmocytes**

**Agent pathogène a contaminé  
une cellule de l'organisme (ou  
s'il s'agit d'une cellule  
cancéreuse)**



**Action des LTc qui vont  
éliminer la cellule  
« anormale »**

# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, le prolongement de l'immunité innée**

**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

**II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**

**A. La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène.**

**B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.**

**1. L'amplification clonale.**

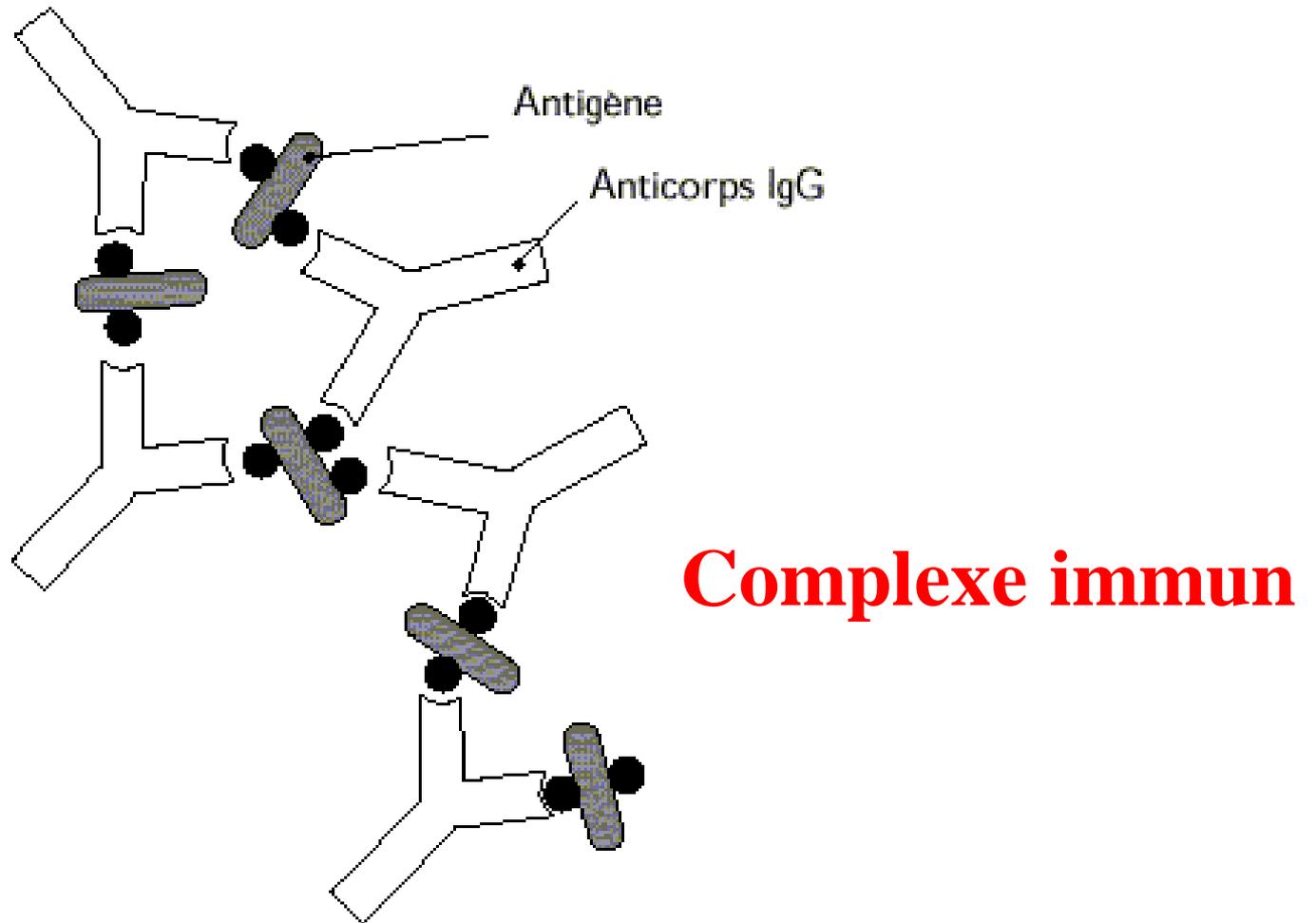
**2. Différenciation des cellules issues de la**

**prolifération.**

**III - L'élimination de l'antigène.**

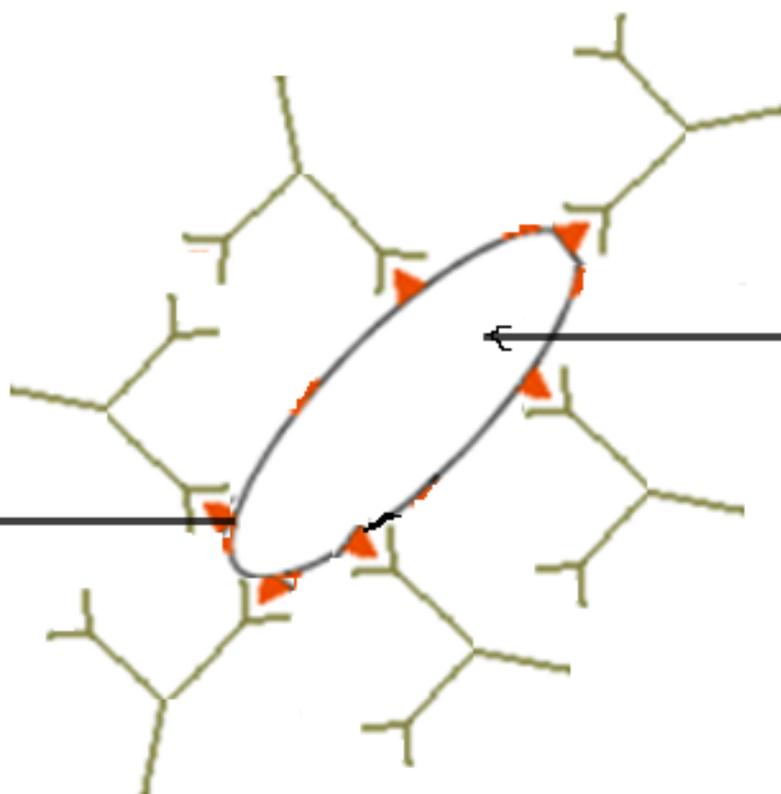
**A. Action des anticorps.**

# Formation de complexes immuns



**=> Neutralisation des antigènes**

antigène à la surface  
de la paroi bactérienne

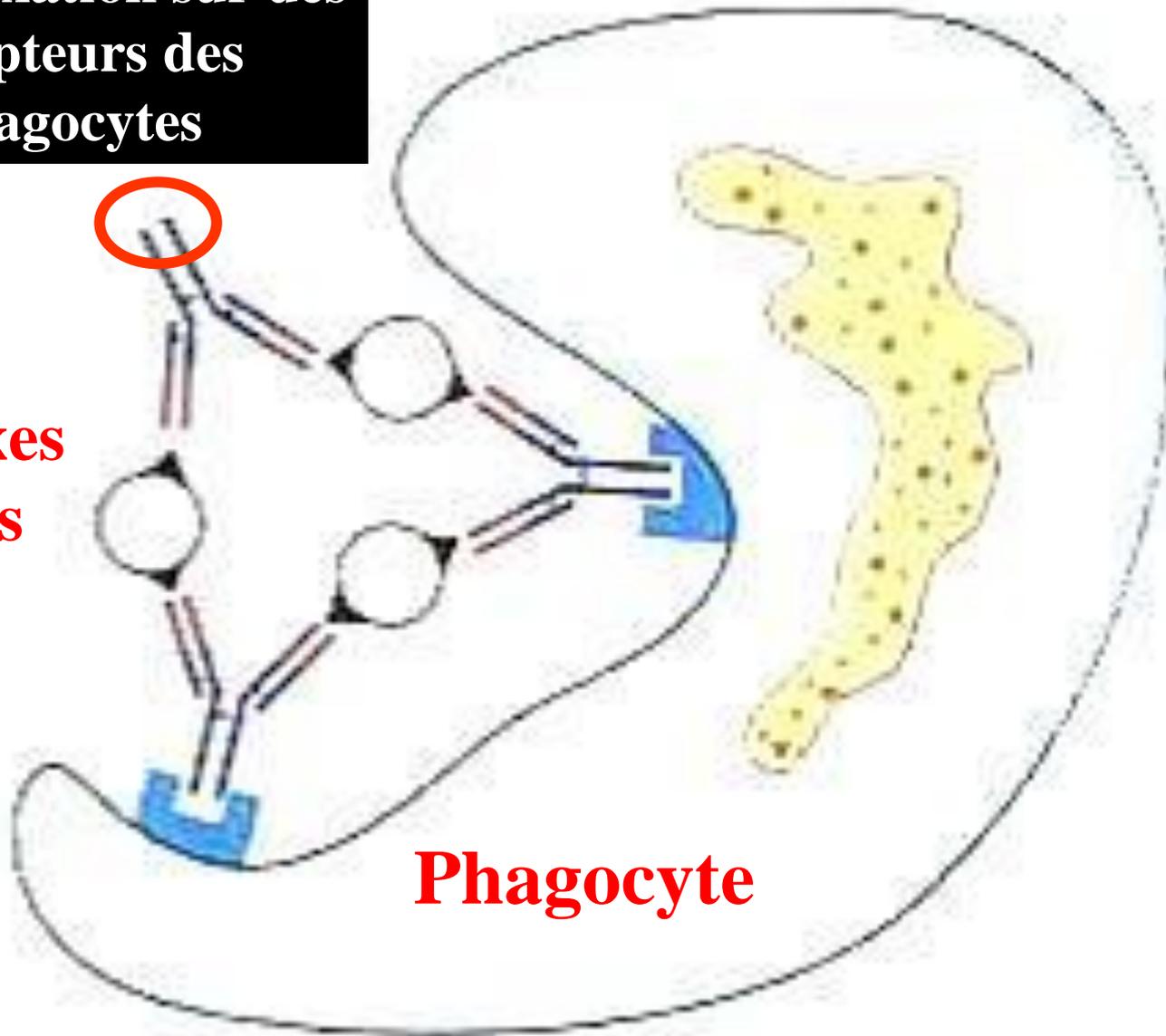


bactérie

# Elimination des complexes immuns par phagocytose

Site de fixation sur des récepteurs des phagocytes

Complexes immuns



Phagocyte

# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, le prolongement de l'immunité innée**

**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

**II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**

**A. La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène.**

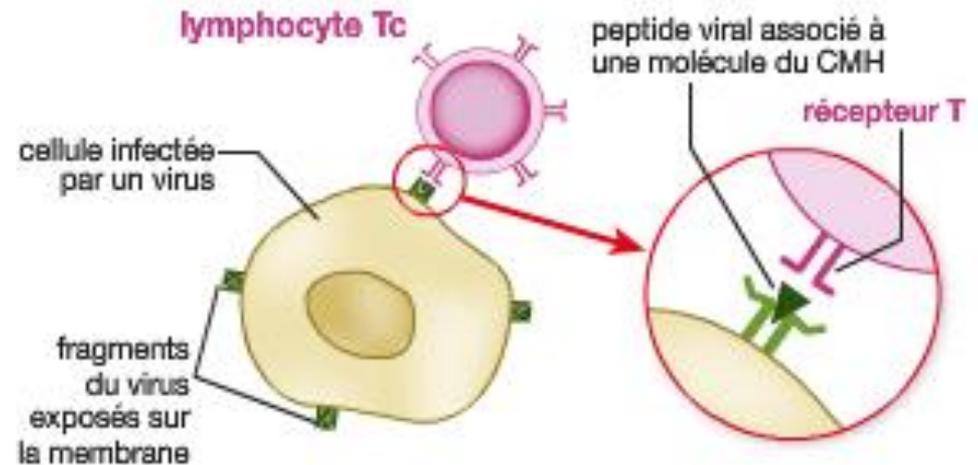
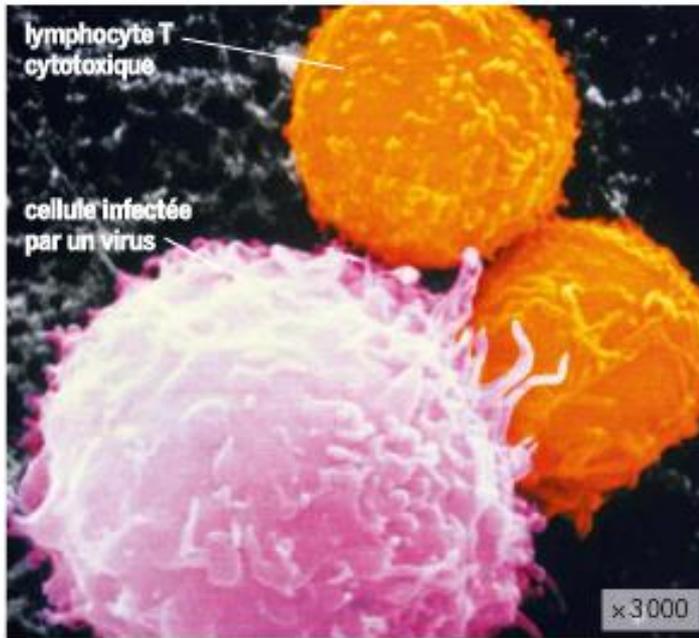
**B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.**

**III - L'élimination des antigènes.**

**A. Action des anticorps.**

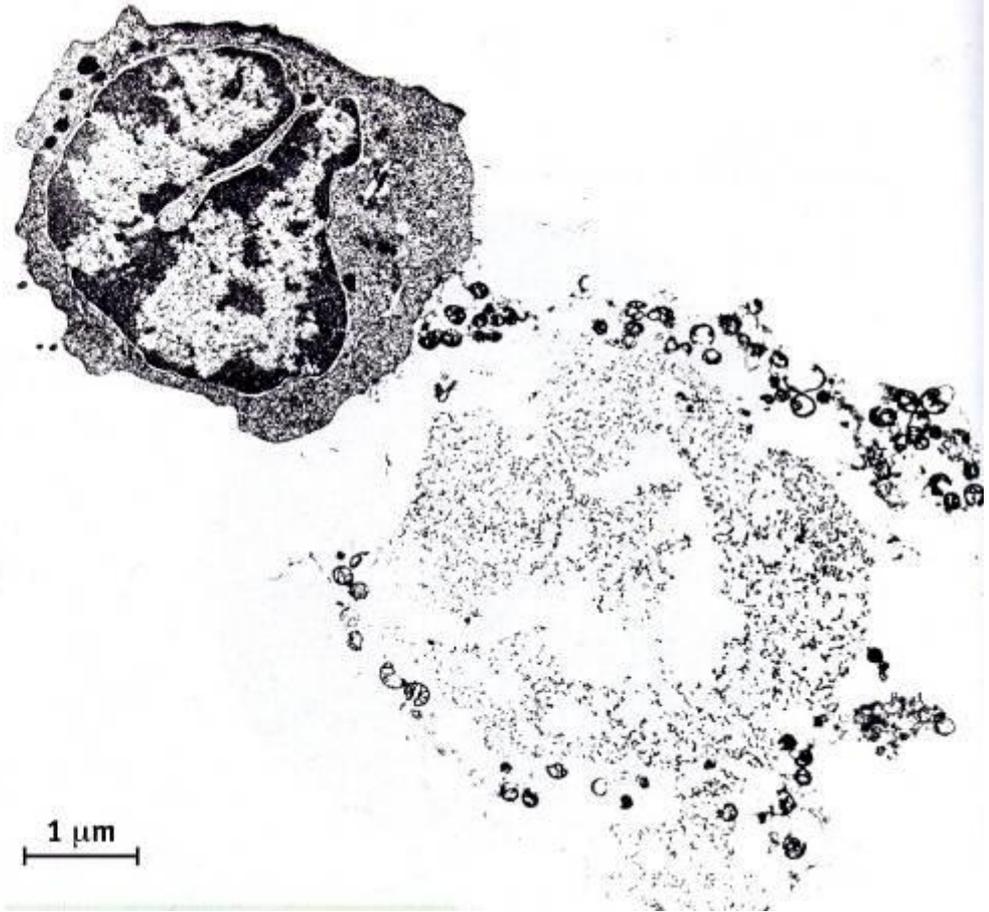
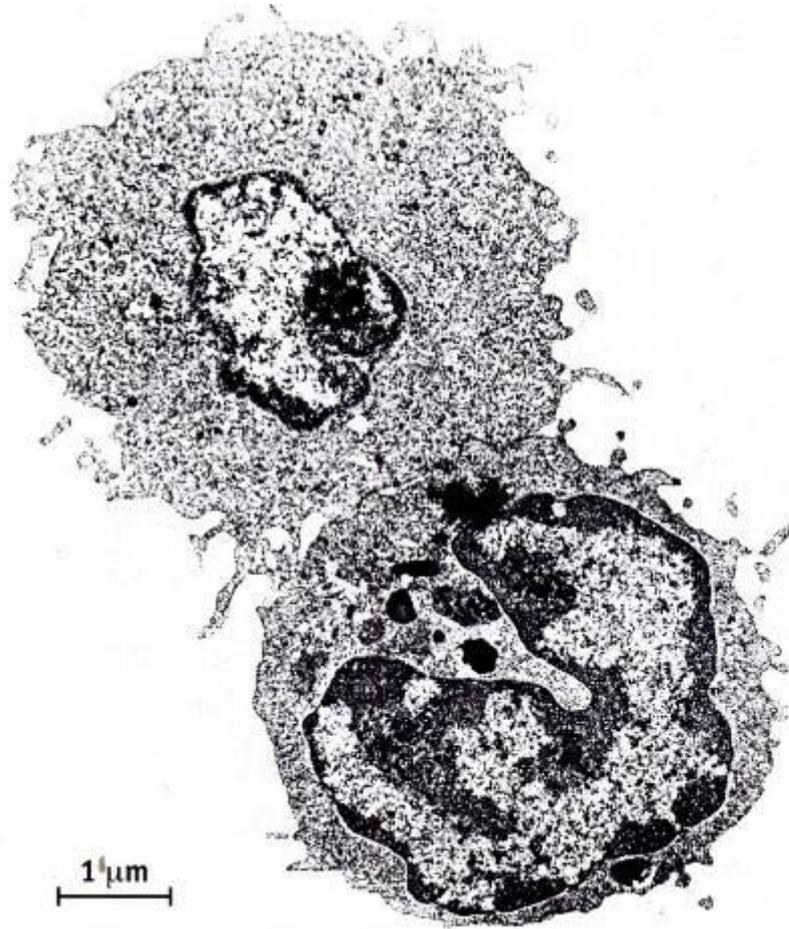
**B. Destruction des cellules indésirables par les LTc.**

# La reconnaissance d'une cellule cible Par les LTc

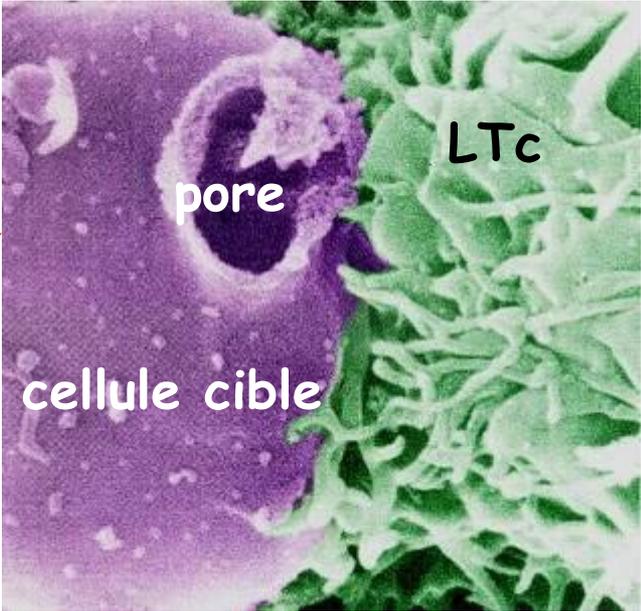
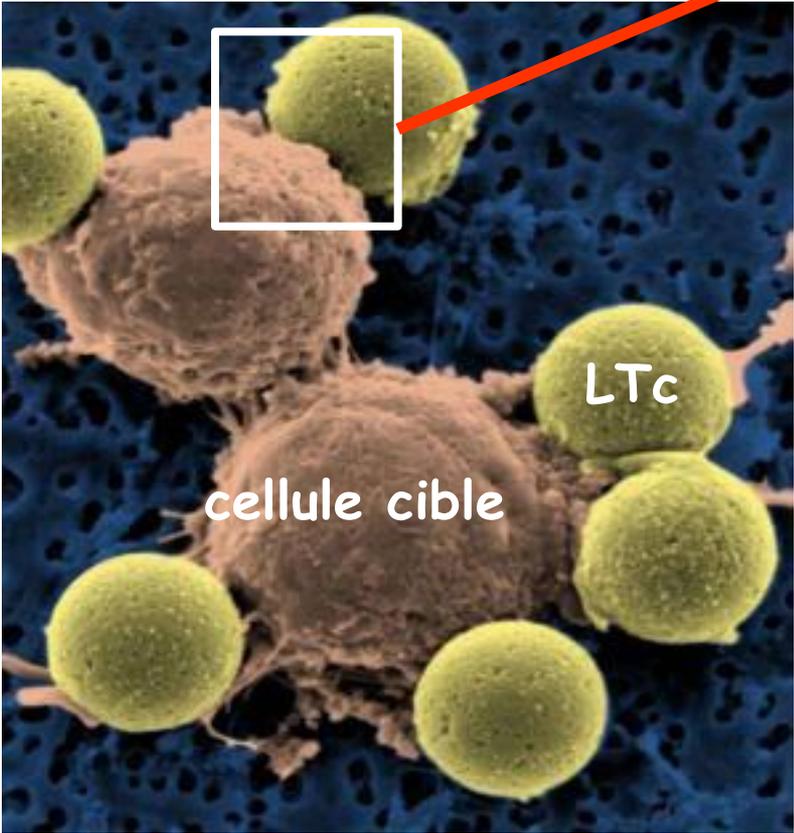


**Les cellules indésirables expriment des antigènes associés au CMH**

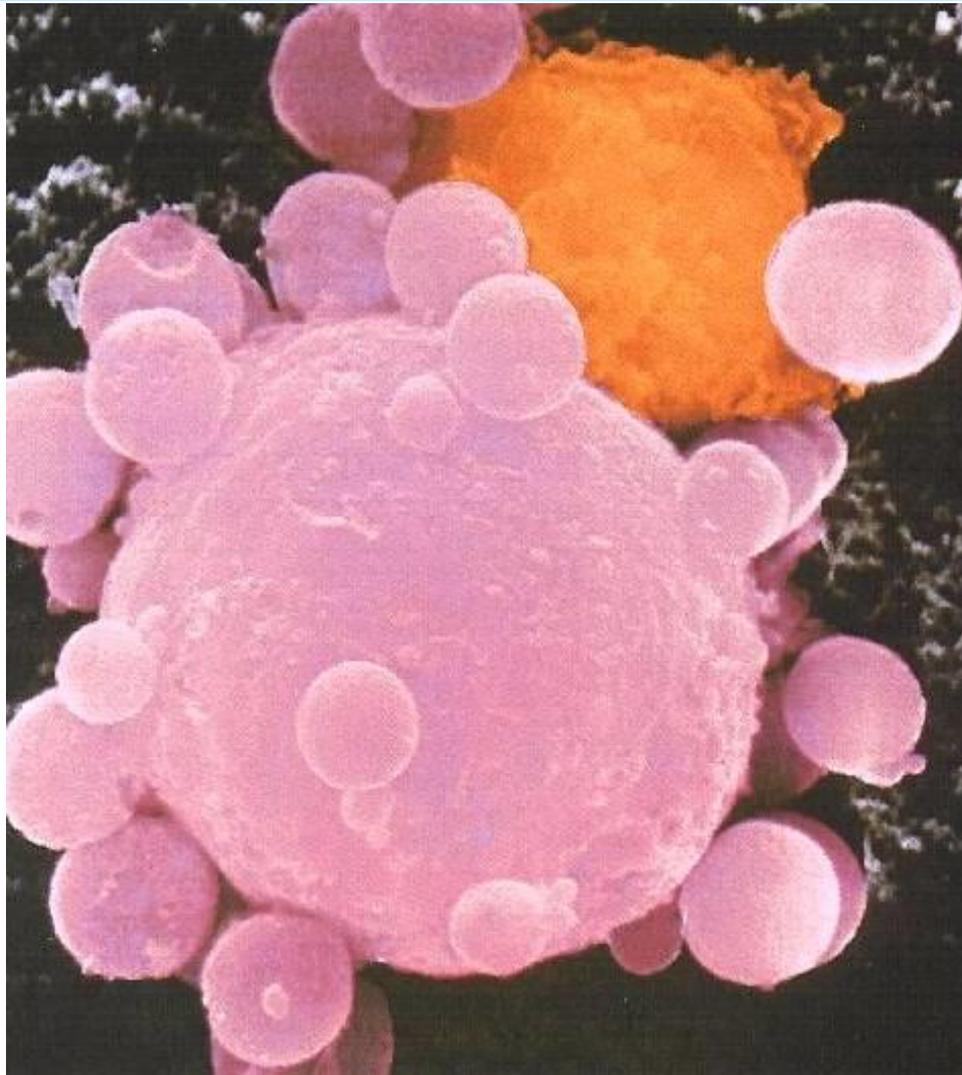
# Destruction des cellules infectées par les LTc



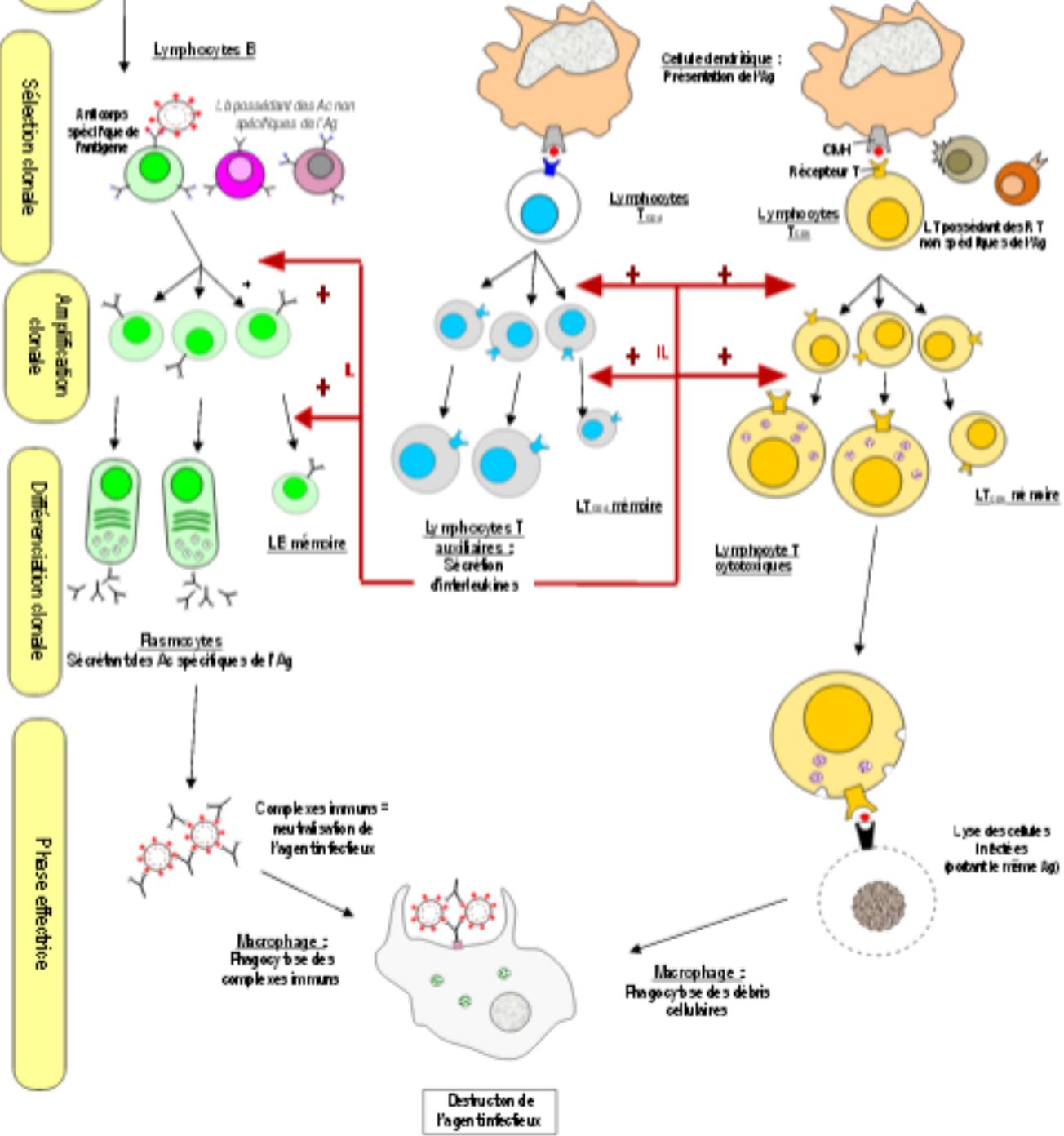
# Destruction par cytolysse



# Destruction de la cellule infectée par apoptose



La photographie (au MEB, fausses couleurs) montre un lymphocyte T cytotoxique (petite cellule orange) attaquant une cellule cible (cellule cancéreuse mauve) et déclenchant sa mort par apoptose.



# **Thème : Maintien de l'intégrité de l'organisme : quelques aspects de la réaction immunitaire.**

## **Chapitre 2: L'immunité adaptative, le prolongement de l'immunité innée**

**I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.**

**II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices**

**A. La sélection des lymphocytes spécifiques de l'antigène.**

**B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.**

**III - Elimination des antigènes.**

**A. Action des anticorps.**

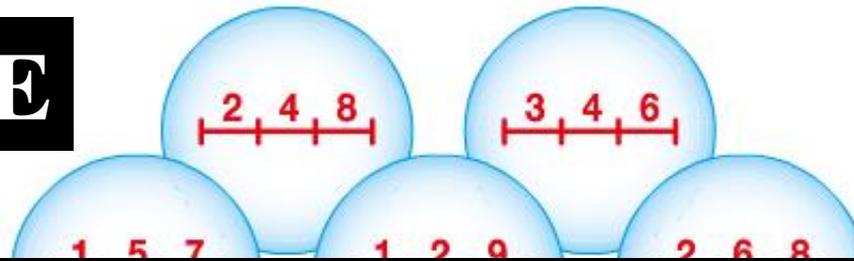
**B. Destruction des cellules indésirables par les LTc.**

**IV – Acquisition du répertoire immunitaire.**

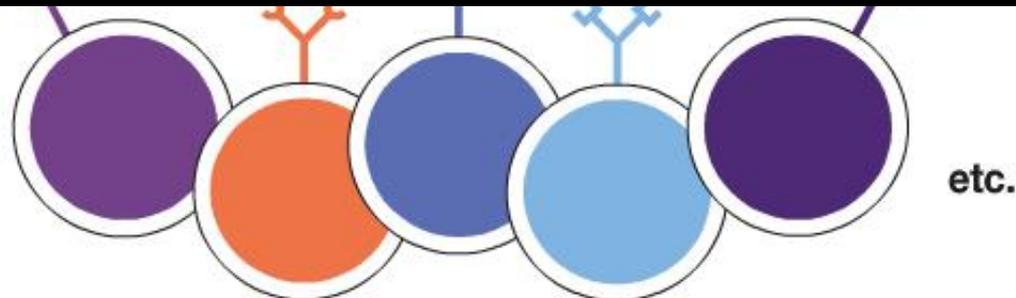
# Production de pré-lymphocytes B et de pré-lymphocytes T dans la moelle osseuse



## EPISSAGE



**Production d'une infinité de récepteurs (anticorps et récepteurs T) à partir d'un stock limité de gènes.**

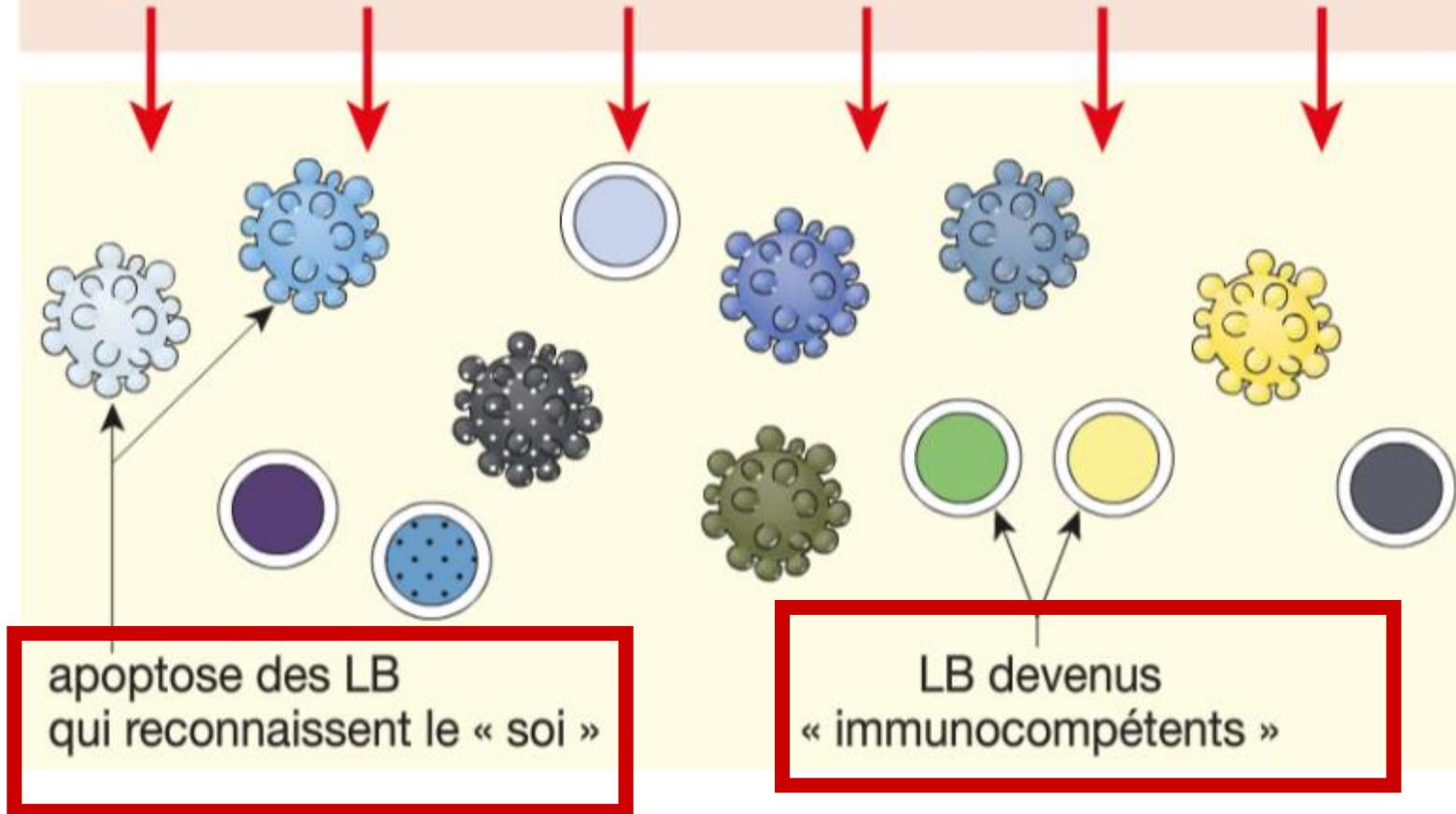


# Maturation des lymphocytes B dans la moelle rouge des os

Diversité génétique des anticorps membranaires des pré-LB

**Élimination des LB autoréactifs.**

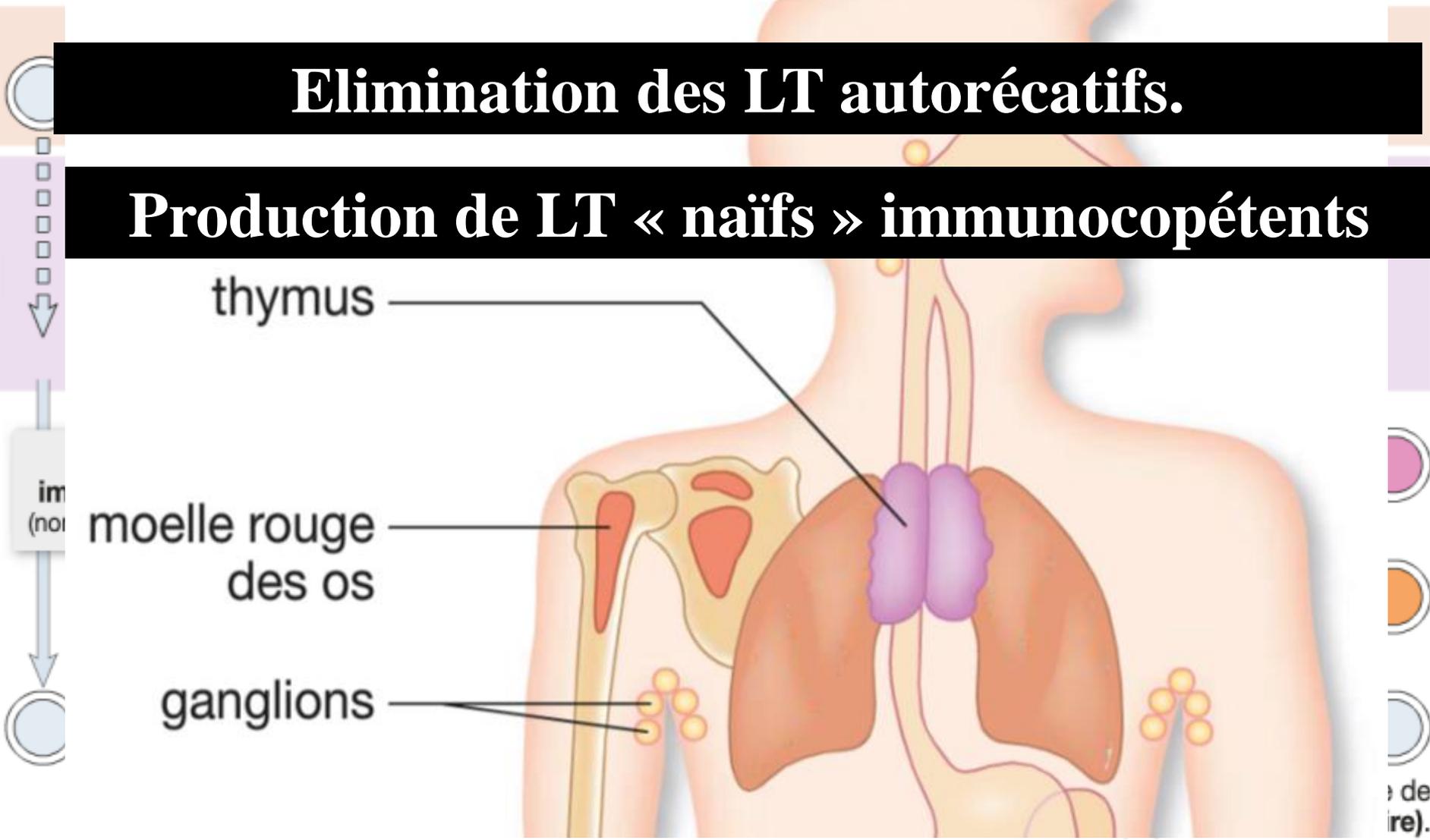
**Production de LB « naïfs » immunocompétents**



# Maturation des lymphocytes T dans le thymus

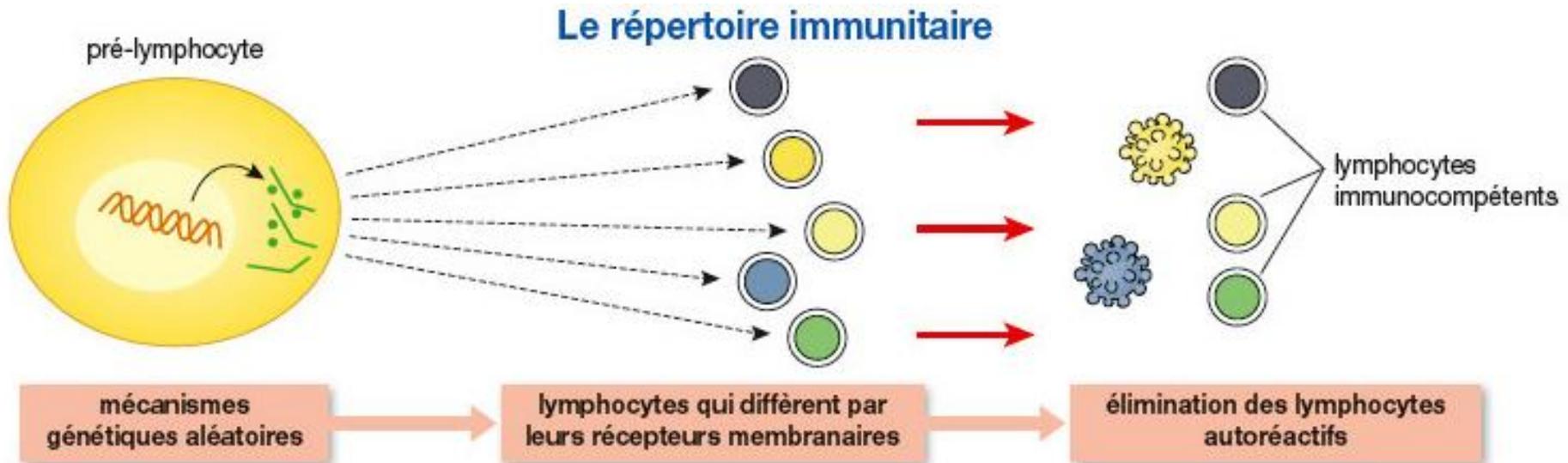
**Élimination des LT autoréactifs.**

**Production de LT « naïfs » immunocompétents**



## Production de pré-lymphocytes

## Maturation des pré-lymphocytes en LB et LT « naïfs » immunocompétents



**Moelle osseuse**

**Moelle osseuse (LB)  
Thymus (LT)**

**=> Acquisition du répertoire immunitaire**

	Immunité innée	Immunité adaptative	
	Réaction inflammatoire	Immunité à médiation humorale	Immunité à médiation cellulaire
<b>Êtres vivants concernés</b>	Tous les organismes pluricellulaires	vertébrés	vertébrés
<b>Vitesse de la réaction</b>	Rapide	lente	lente
<b>Cellules impliquées</b>	Mastocytes, granulocytes, monocytes (macrophages) cellules dendritiques, granulocytes.	Lymphocytes B + intervention des LT CD4 + intervention des phagocytes	Lymphocytes TCD8 + intervention des CPA + intervention des LT CD4
<b>Spécificité</b>	Peu spécifique	Très spécifique : réaction dirigée contre 1 seul agent pathogène	Très spécifique : réaction dirigée contre 1 seul agent pathogène
<b>Identification de l'agent pathogène par les leucocytes</b>	Grâce aux récepteurs PRR qui fixent les PAMP des agents pathogènes	Grâce à des anticorps membranaires des lymphocytes B qui peuvent fixer un antigène de l'agent pathogène => Sélection clonale des LB spécifiques de l'antigène	Grâce à des récepteurs T présents sur la membrane des Lymphocytes T qui peuvent fixer l'association CMH/antigène présentée par une CPA comme les cellules dendritiques

<p><b>Mode d'action</b>  <b>Que se passe-t-il</b>  <b>lorsque l'agent</b>  <b>pathogène a été</b>  <b>identifié ?</b>  <b>(avant son</b>  <b>élimination)</b></p>	<p>Production par les leucocytes de médiateurs chimiques de l'inflammation qui =&gt; recrutement de leucocytes sur le lieu de l'inflammation</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplification clonales par mitose des LB spécifiques de l'antigène</li> <li>• Différenciation des LB issus de l'amplification clonale en : <ul style="list-style-type: none"> <li>- LB mémoires qui interviendront lors d'un 2<sup>ème</sup> contact avec le même Ag</li> <li>- Plasmocytes producteurs d'Ac spécifiques de l'Ag qui a été identifié</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amplification clonales par mitose des LT CD8 spécifiques de l'antigène</li> <li>• Différenciation des LT CD8 issus de l'amplification clonale en : <ul style="list-style-type: none"> <li>- LT CD8 mémoires qui interviendront lors d'un 2<sup>ème</sup> contact avec le même Ag</li> <li>- LT cytotoxiques spécifiques de l'Ag qui a été identifié</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Élimination de</b>  <b>l'antigène</b></p>	<p>Grâce à la phagocytose réalisée par les phagocytes (granulocytes, macrophages, cellules dendritiques)</p>	<p>En 2 temps :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Neutralisation des Ag grâce aux Ac (formation de complexes immuns insolubles)</li> <li>- Élimination des complexes immuns par phagocytose</li> </ul>	<p>Par cytolyse ou par apoptose réalisée par les LT cytotoxiques</p>

<b>Localisation de l'agent pathogène éliminé</b>	Dans les tissus	Dans les liquides de l'organisme (sang et lymphes)	À l'intérieur des cellules de l'organisme
<b>Existence d'une mémoire immunitaire</b>	Non	<b>OUI</b> Les cellules mémoires permettent une réaction plus rapide lors d'un second contact avec le même agent pathogène	<b>OUI</b> Les cellules mémoires permettent une réaction plus rapide lors d'un second contact avec le même agent pathogène