

1 ère spé

Thème 3 : Corps humain et santé

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

Comment la réaction immunitaire adaptative permet-elle de lutter contre les agents infectieux ?

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

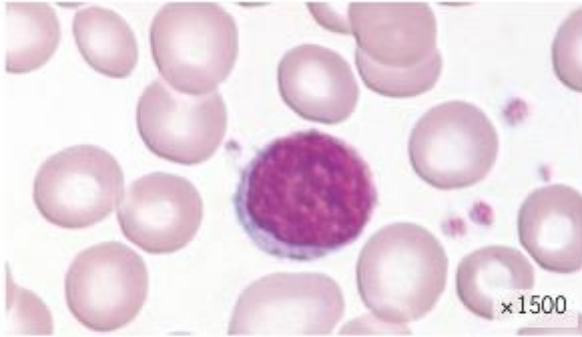
Immunité innée + adaptative (5 % des espèces)

Réponse immunitaire innée

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

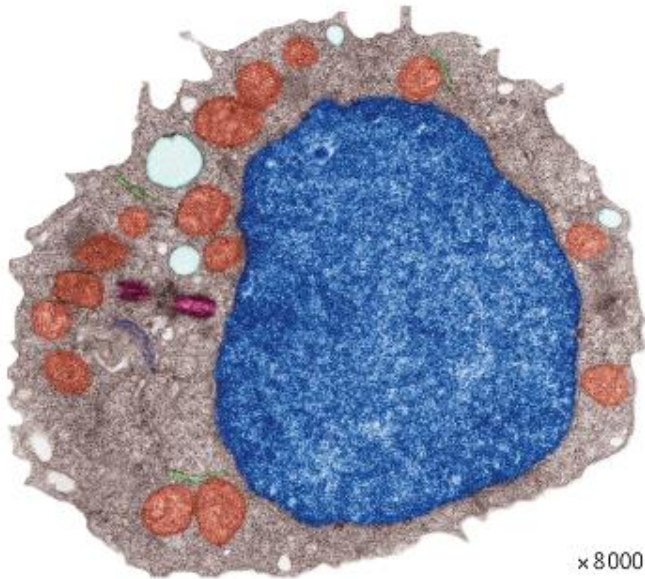
I. Une immunité spécifique assurée par des cellules spécialisées.

Les **lymphocytes** , cellules de l'immunité adaptative



a Un lymphocyte vu en microscopie optique

- Cellule à gros noyau
- 8 à 12 μm
- 1000 à 4000/ mm^3 (20 à 40 % des leucocytes)



b Un lymphocyte vu en microscopie électronique à transmission

→Lymphocytes B (LB)

→Lymphocytes T (LT) :

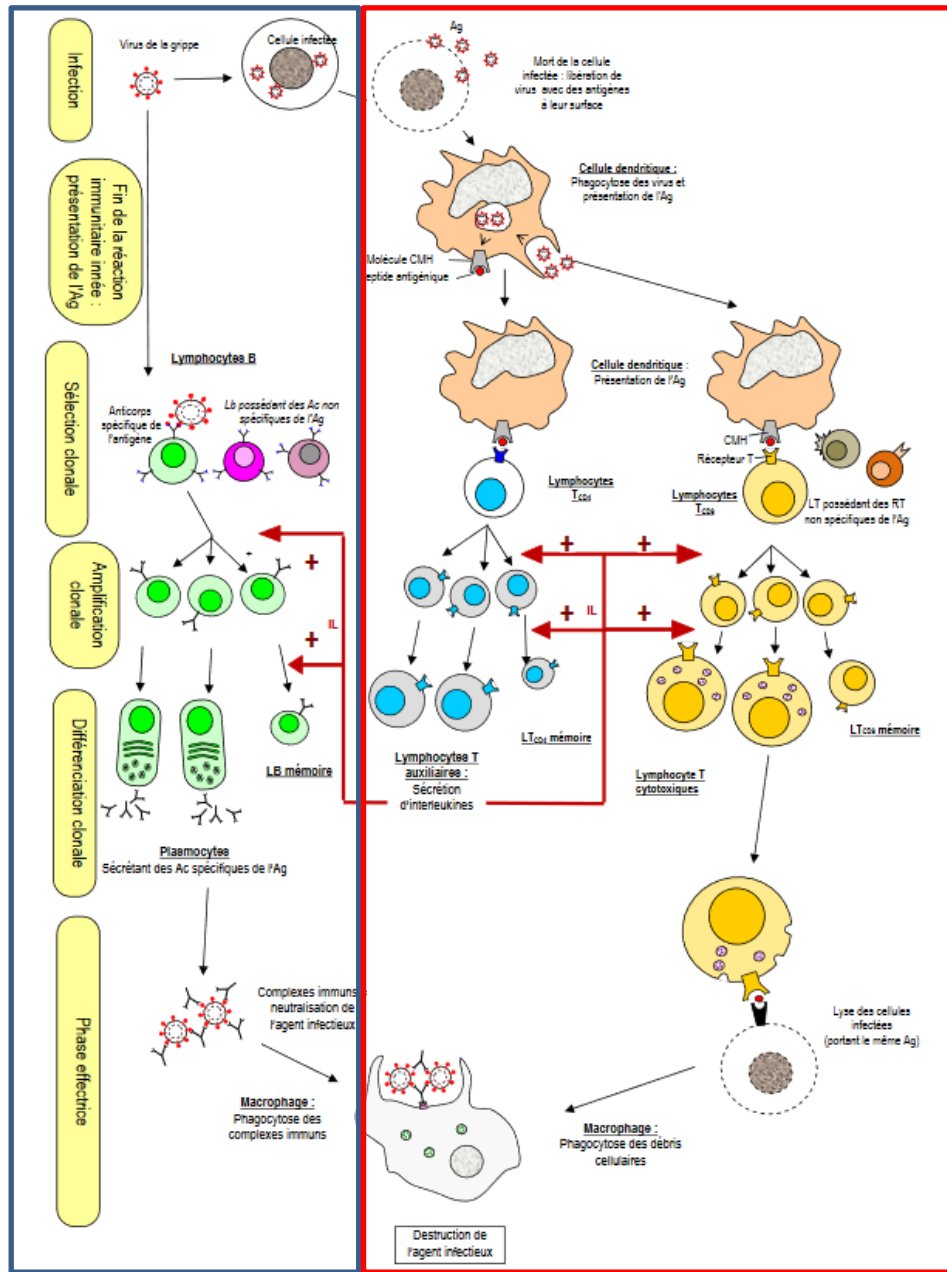
- Lymphocytes T CD4 (LT CD4)
- Lymphocytes T CD8 (LT CD8)

L'immunité **adaptative**, une immunité plus **lente** à se mettre en place

réponse
adaptative
à
**médiation
humorale**

Protection par
des molécules
solubles

Élimination des
agents
pathogènes
situés dans le
sang ou la
lymphe



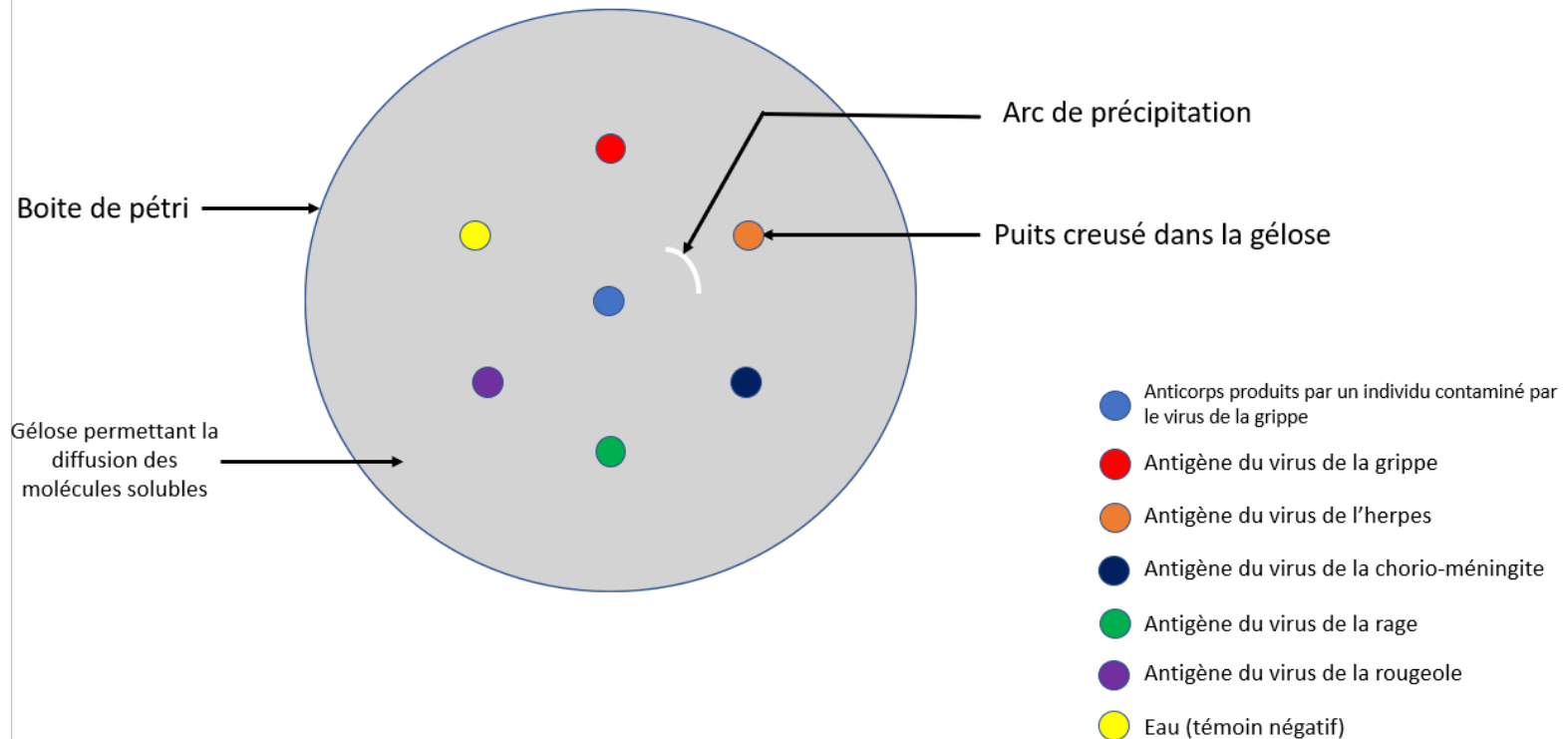
réponse
adaptative
à
**médiation
cellulaire**

Protection par
des cellules (LT)

Élimination des
cellules
anormales

L'immunité adaptative, une immunité plus **spécifique**

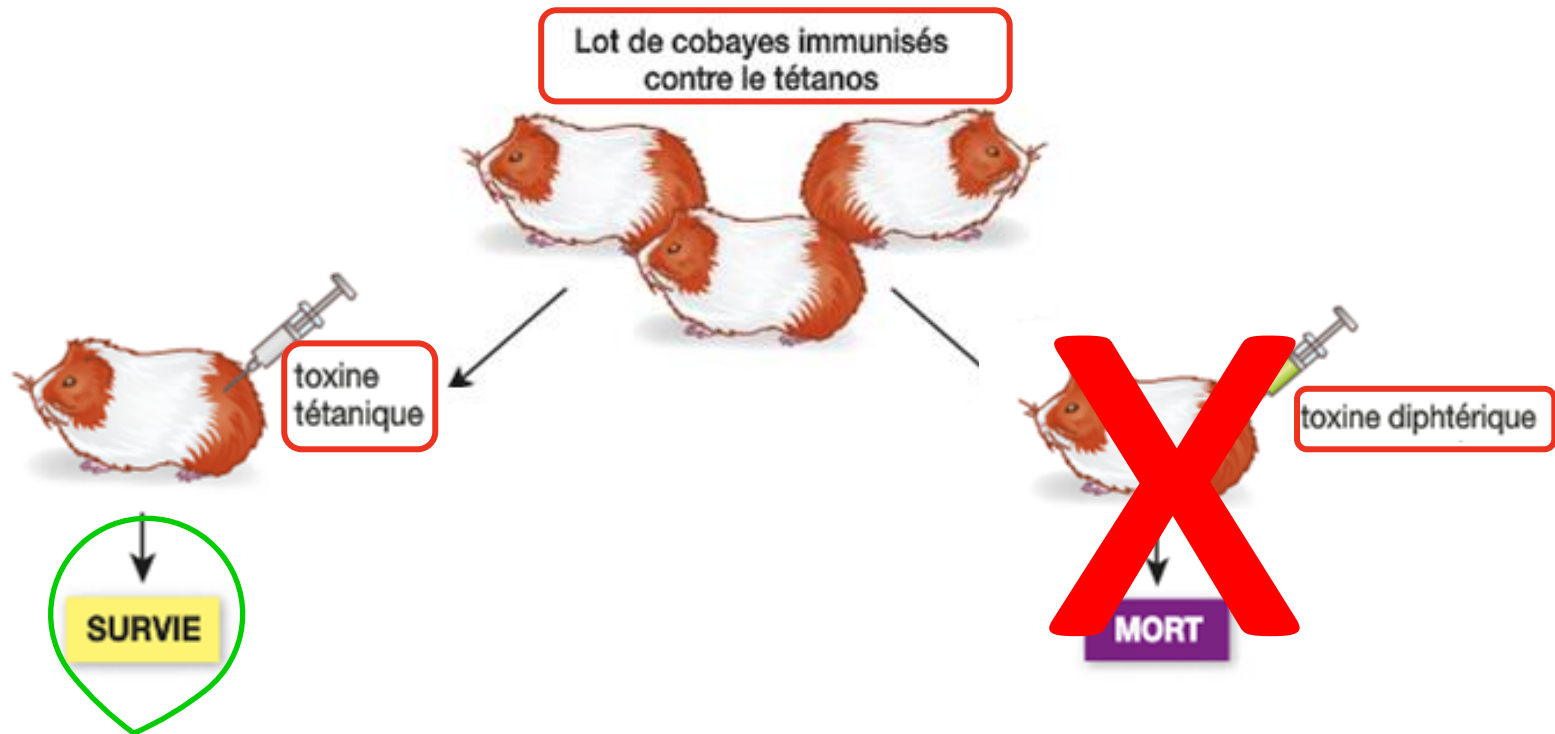
Résultat du test d'Ouchterlony mettant en présence un anticorps produit suite à une infection par la grippe et plusieurs antigènes



L'immunité adaptative est une **immunité plus spécifique**

=> dirigée contre un seul agent pathogène

L'immunité adaptative, une immunité plus **spécifique**



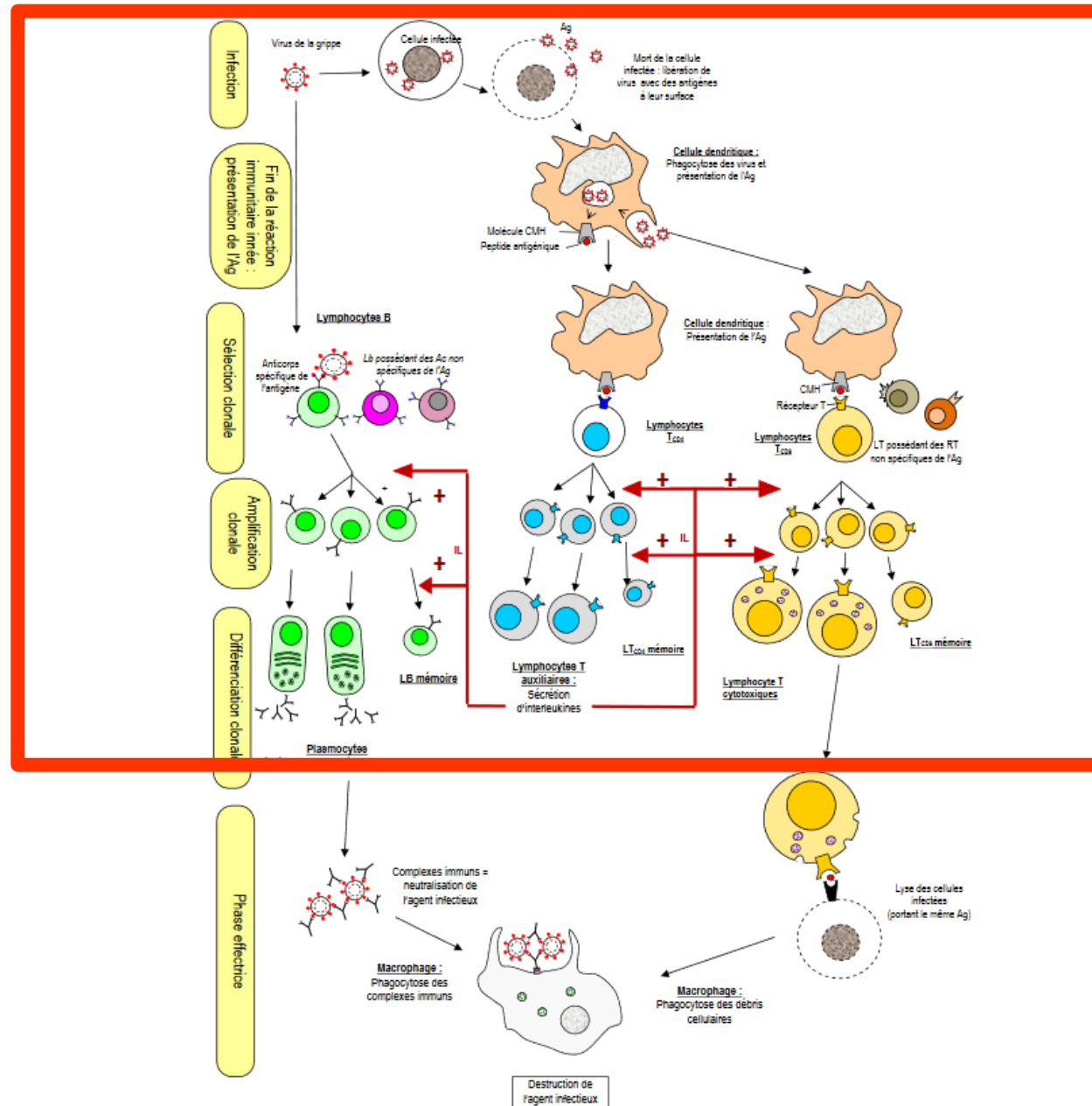
L'immunité adaptative est une **immunité plus spécifique**

=> dirigée contre un seul agent pathogène

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**

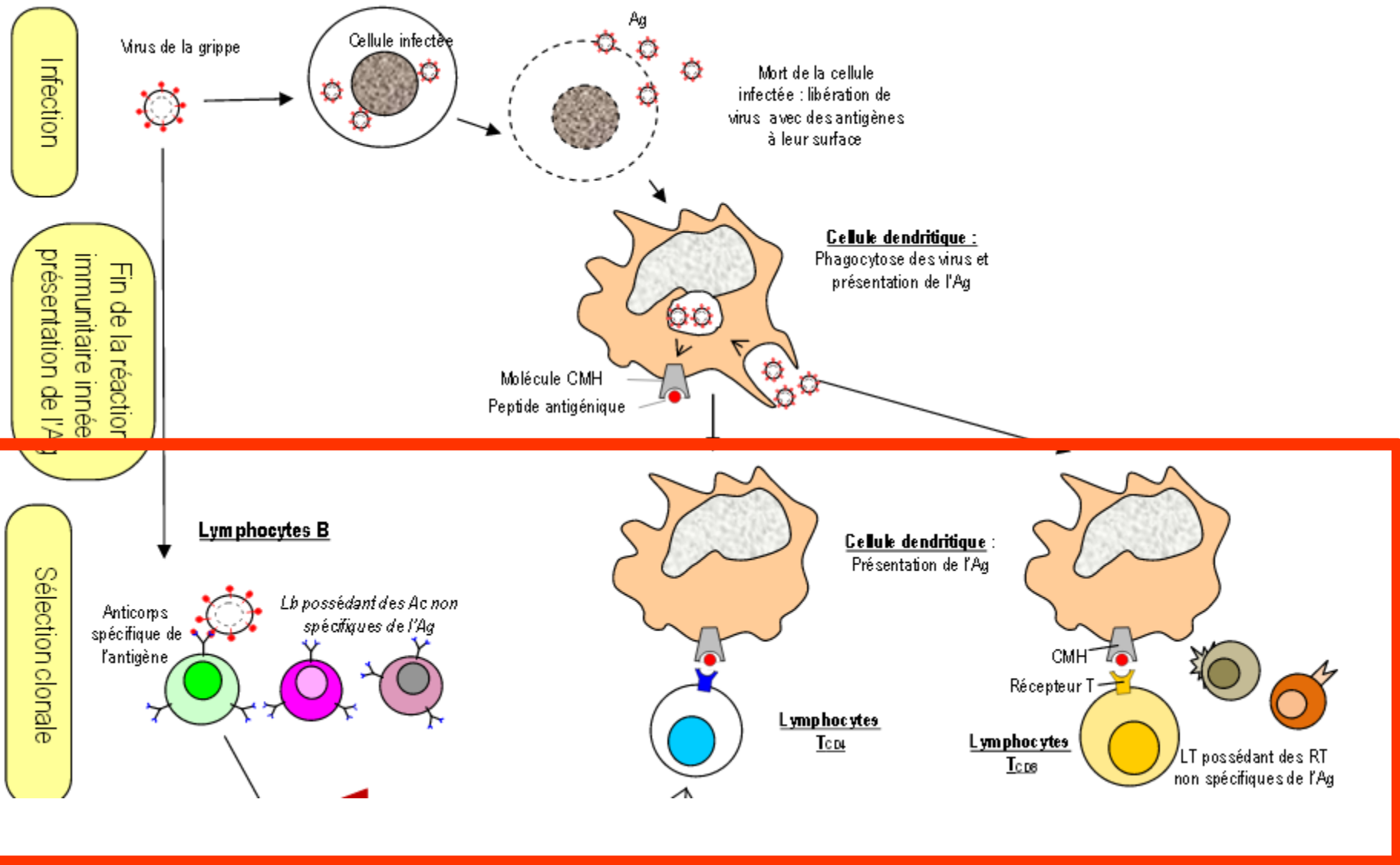
L'immunité adaptative, une immunité plus **lente** à se mettre en place



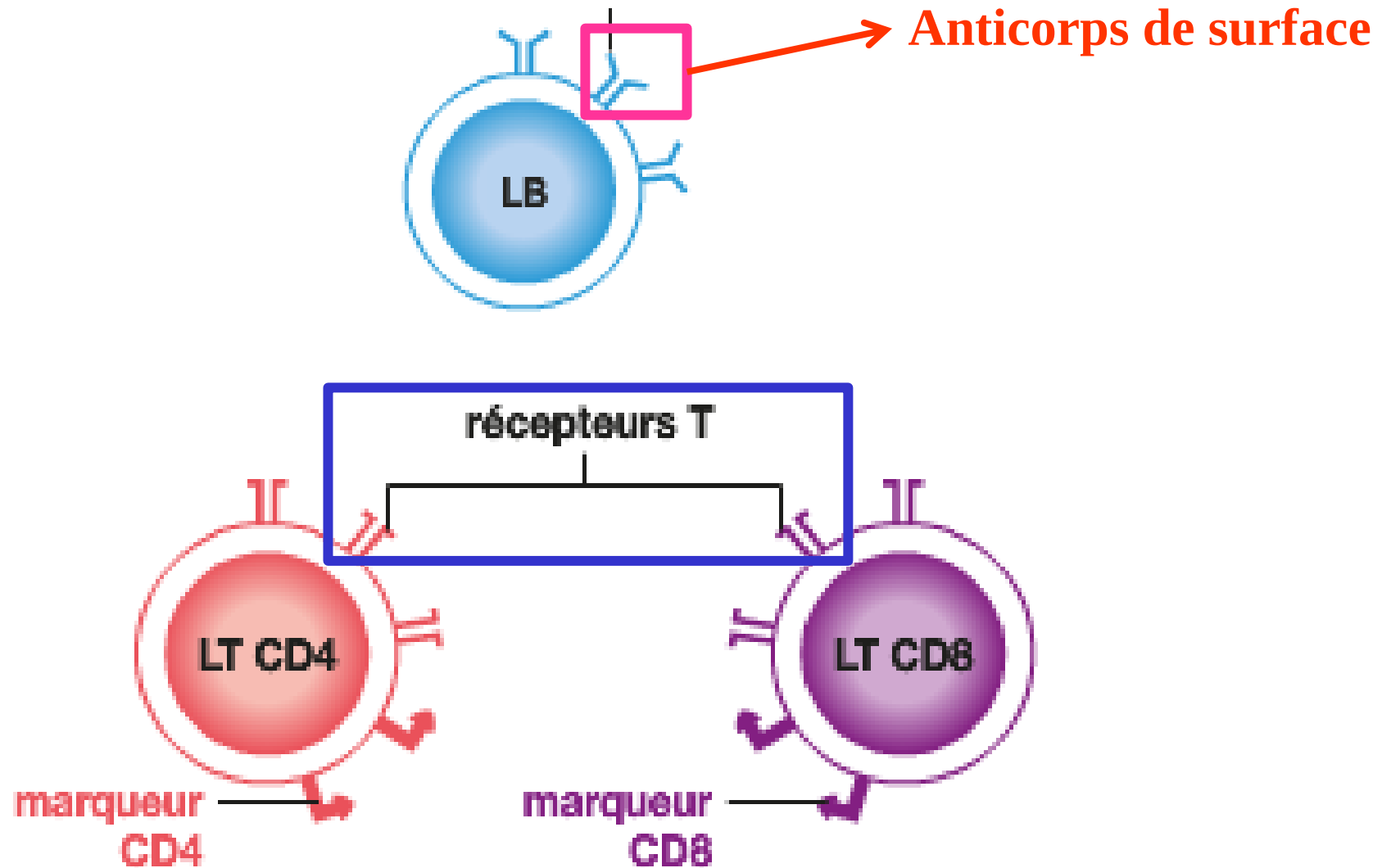
Chapitre 2: L'immunité adaptative, prolongement de l'immunité innée

- 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.

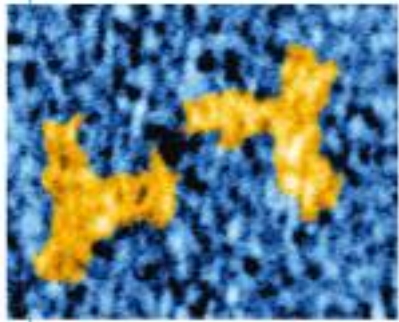


Reconnaissance de l'antigène grâce à des récepteurs membranaires

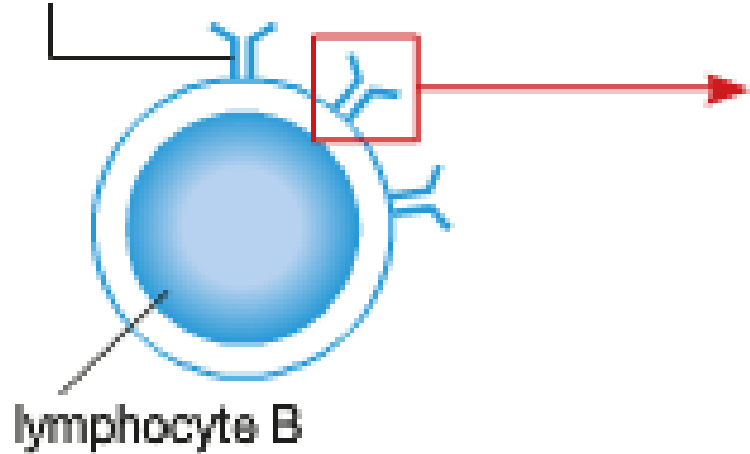


Reconnaissance de l'antigène par les lymphocytes B

La reconnaissance des antigènes par les LB



récepteur B
(anticorps membranaire)



La reconnaissance des antigènes par les LB

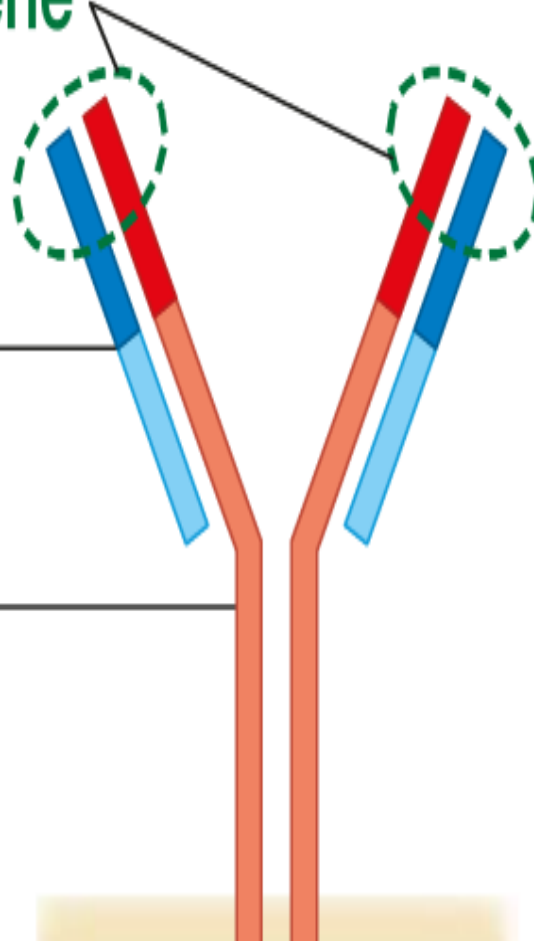
sites de fixation de l'antigène
(sites anticorps)

chaîne légère (L)

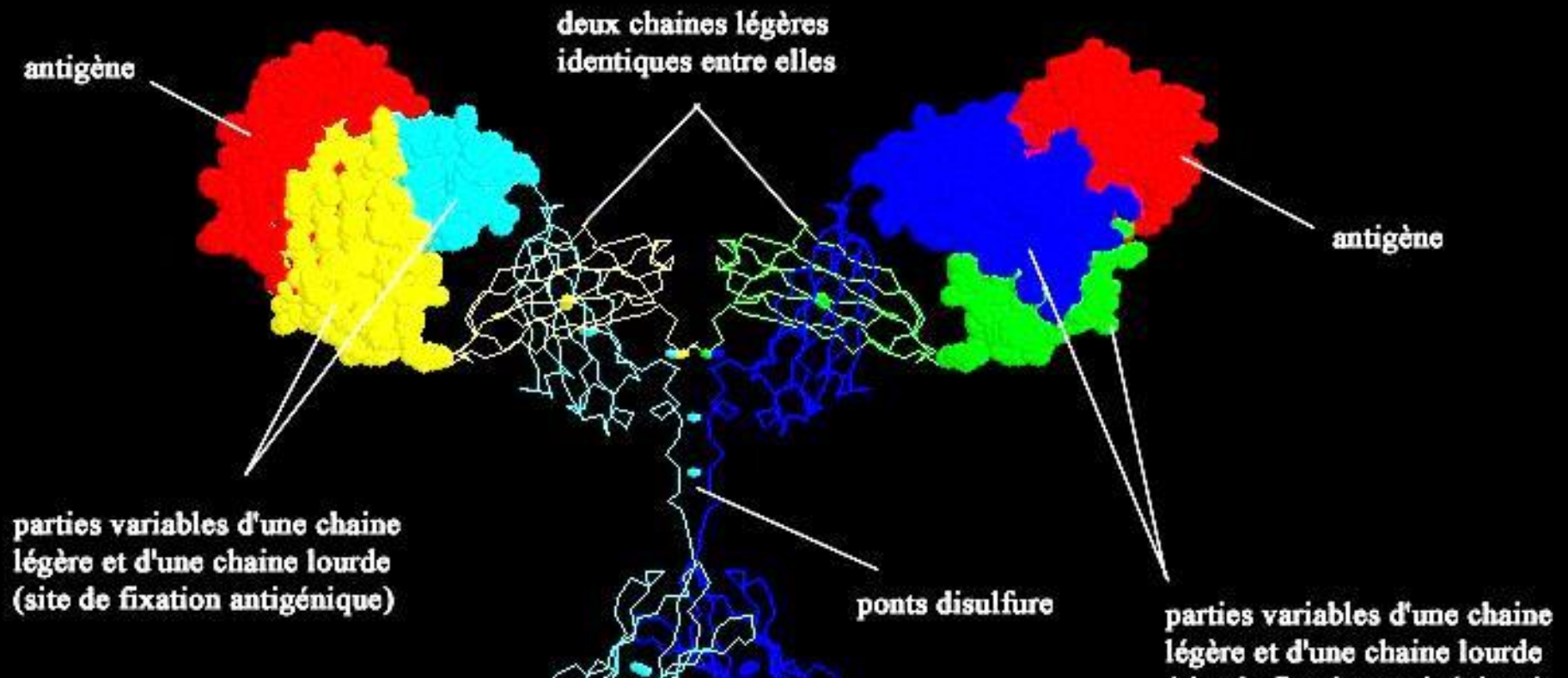
chaîne lourde (H)

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.

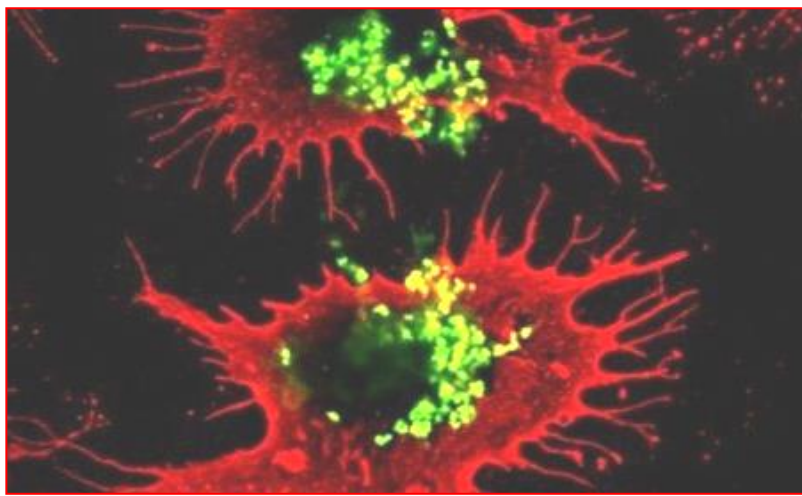


**La reconnaissance s'effectue par
complémentarité de forme**

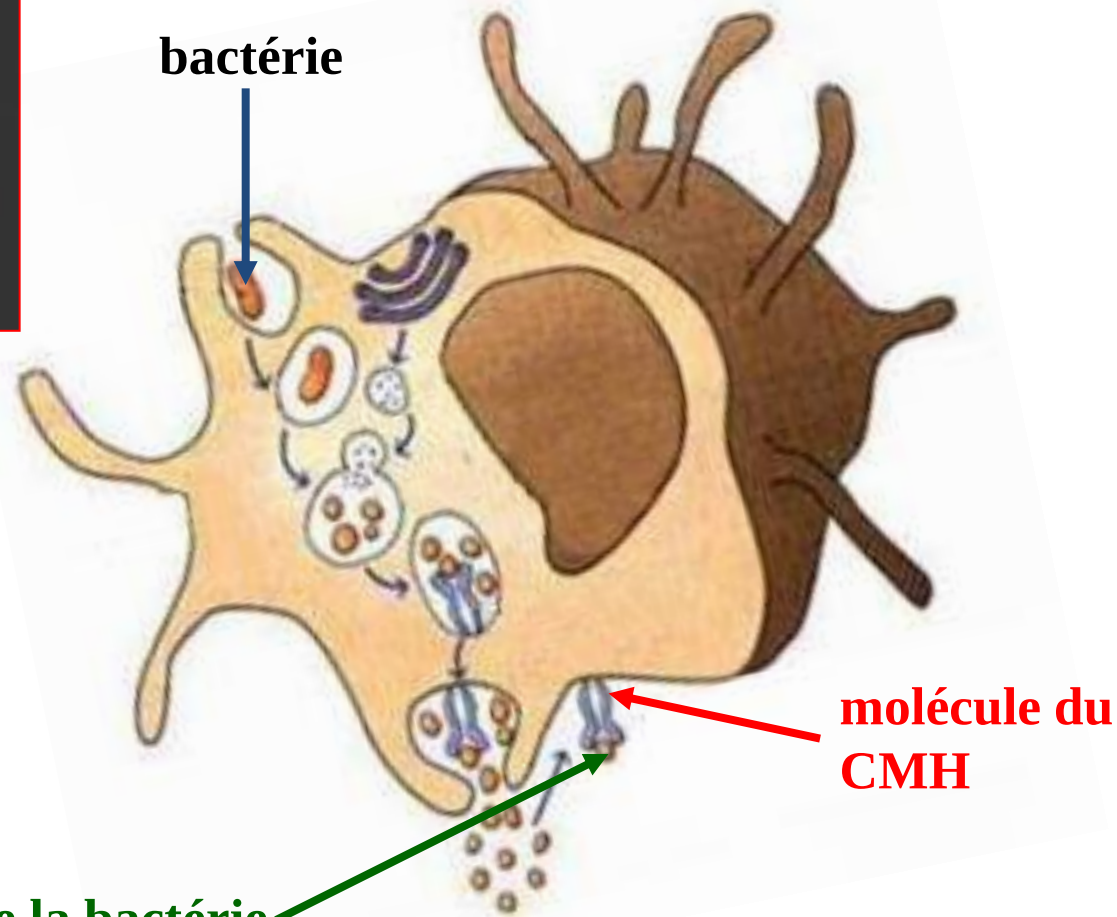
Structure d'une molécule d'IgG

Reconnaissance de l'antigène par les lymphocytes T

phagocytose et présentation de l'antigène par une cellule dendritique



cellules dendritiques
phagocytant des bactéries (en
vert)

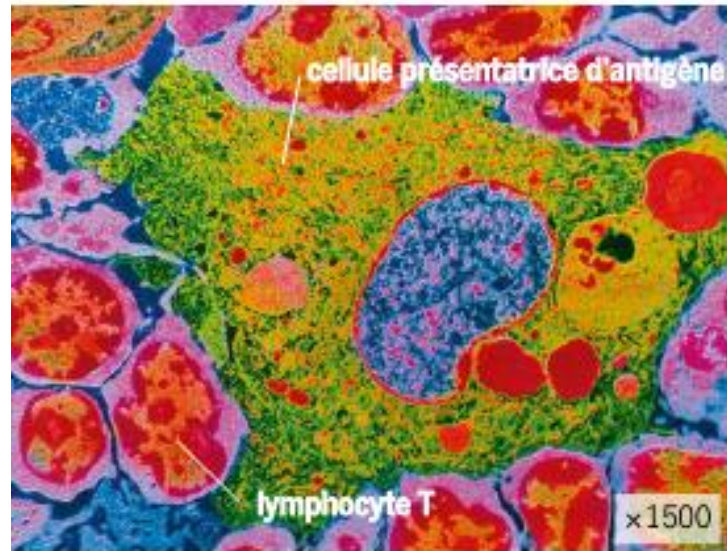


Fragment de la bactérie
= antigène

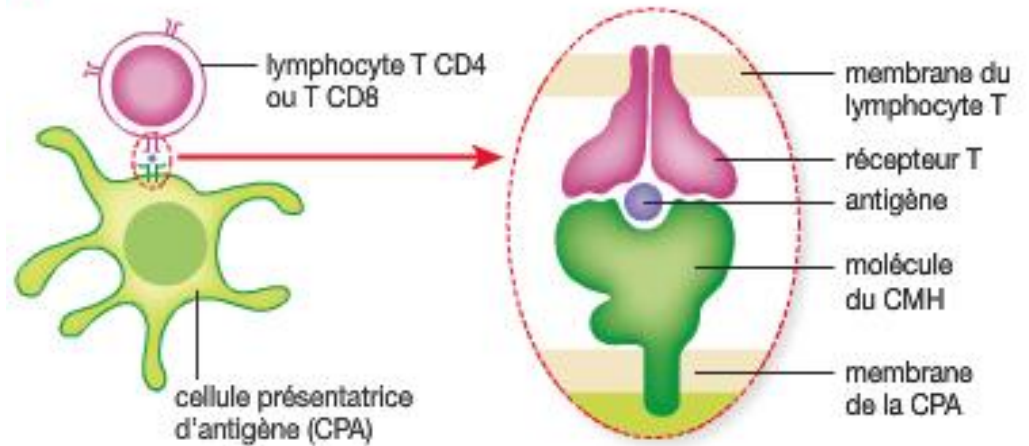
molécule du
CMH

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

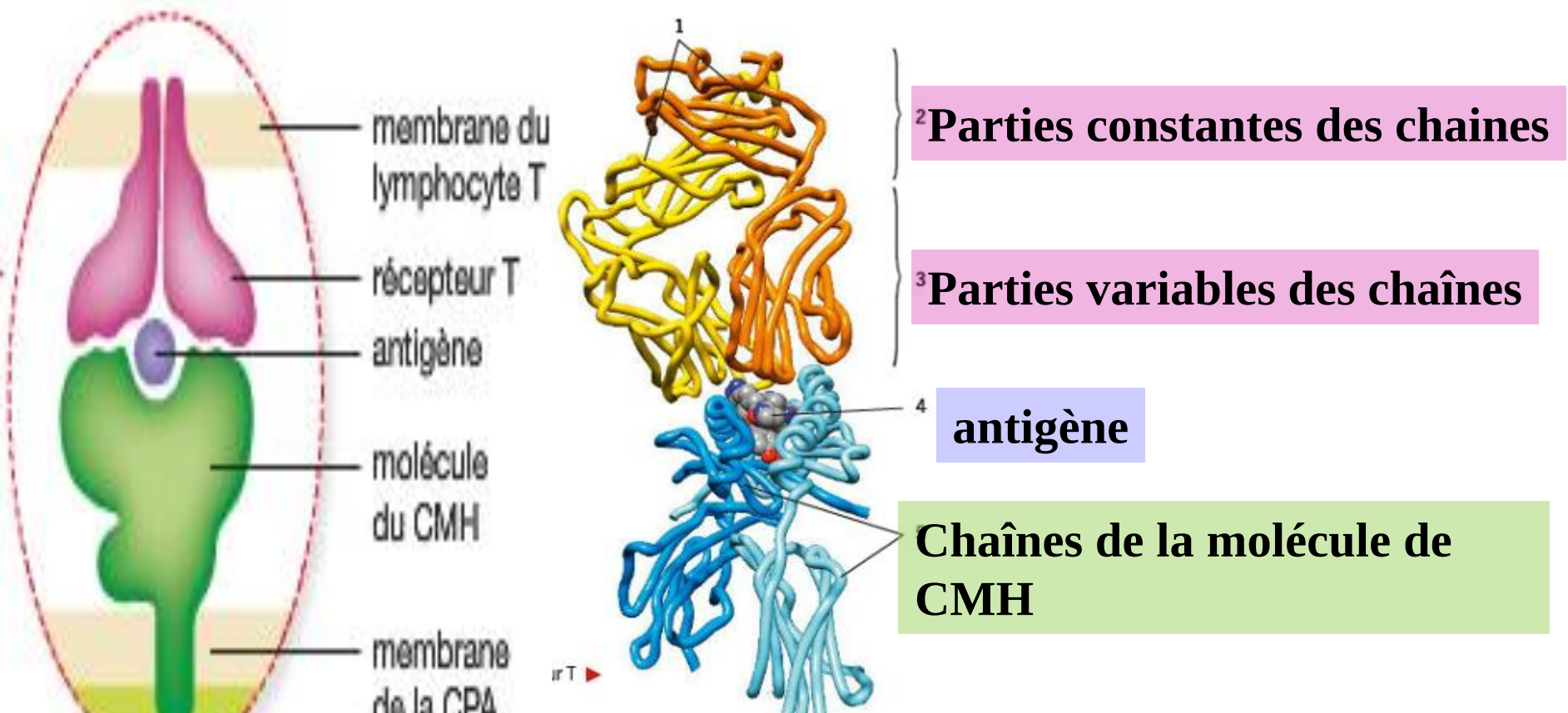
La reconnaissance des antigènes par les LT



• Les molécules de la reconnaissance



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.

**L'organisme produit une
quasi infinité de clones de
lymphocytes B et T**

Infection

Fin de la réaction
immunitaire innée :
présentation de l'Ag

Sélection clonale

Virus de la grippe

Cellule infectée

Ag

Mort de la cellule
infectée : libération de
virus avec des antigènes
à leur surface

Cellule dendritique :
Phagocytose des virus et
présentation de l'Ag

Molécule CMH
Peptide antigénique

Cellule dendritique :
Présentation de l'Ag

Lymphocytes B

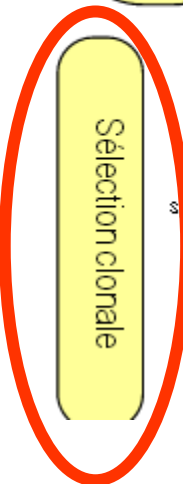
Anticorps
spécifique de
l'antigène

Lb possédant des Ac non
spécifiques de l'Ag

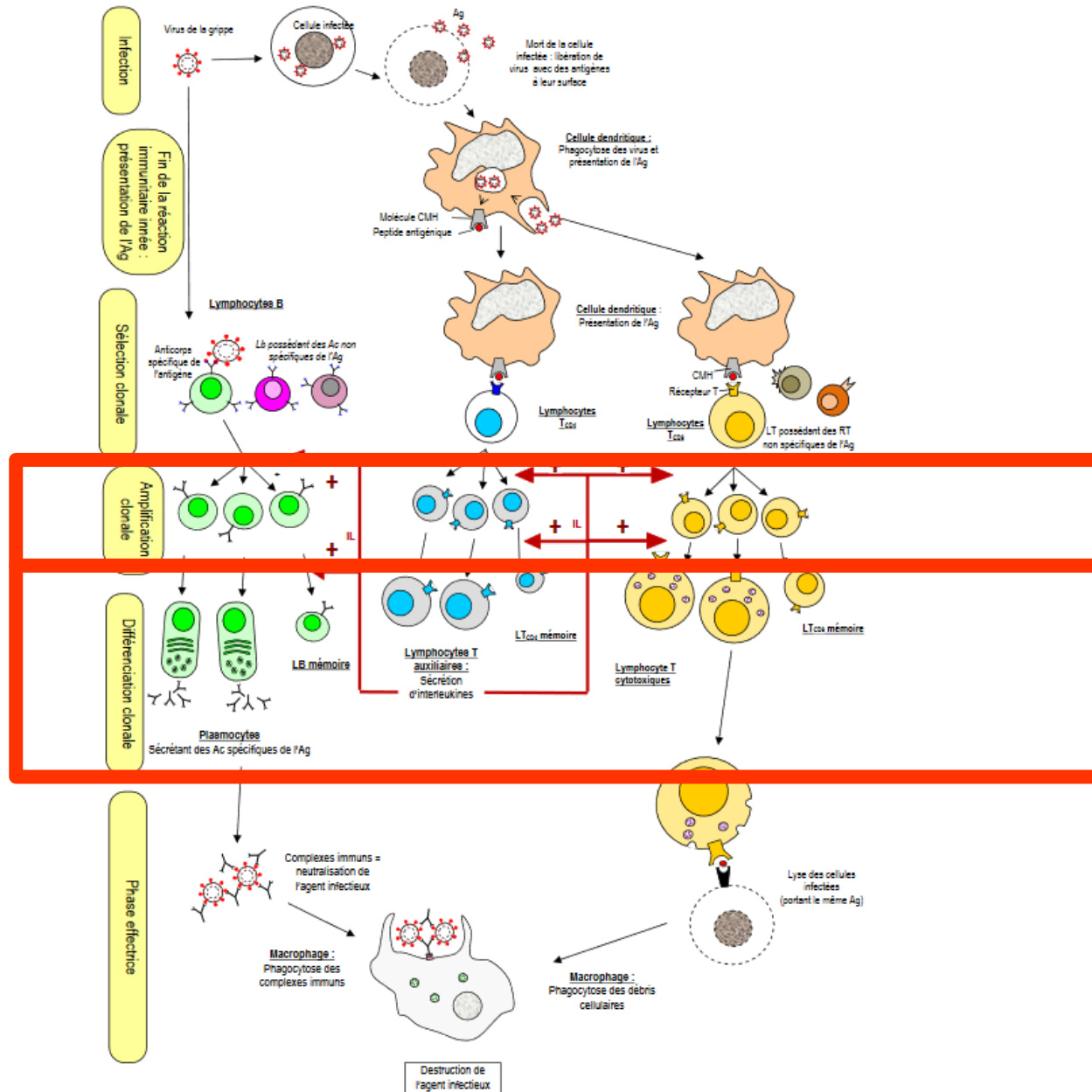
Lymphocytes
T_{CD4}

Lymphocytes
T_{CD8}

LT possédant des RT
non spécifiques de l'Ag



L'immunité adaptative, une immunité plus **lente** à se mettre en place



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.

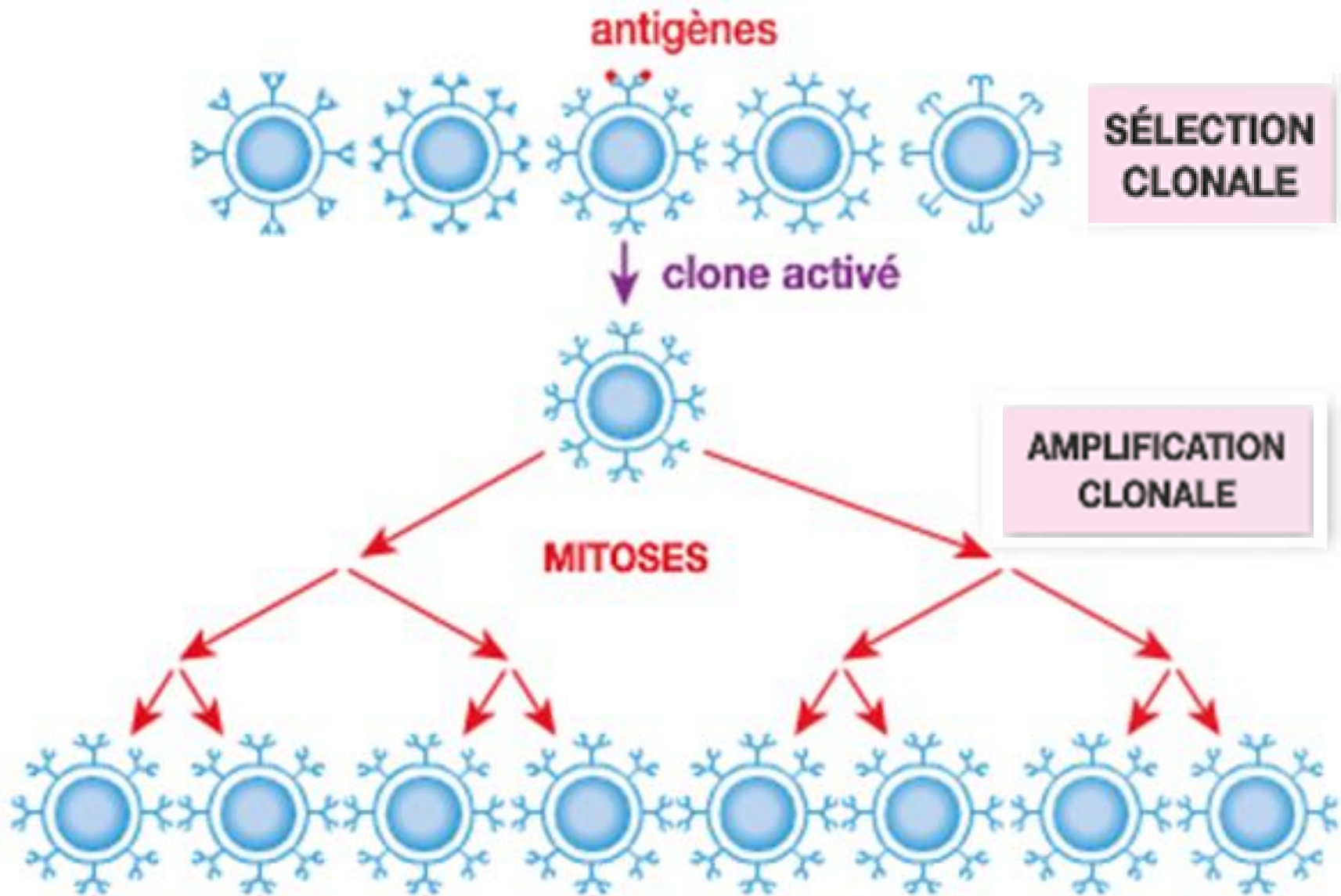
II. De la détection de l'antigène à la production de cellules effectrices

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

B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.

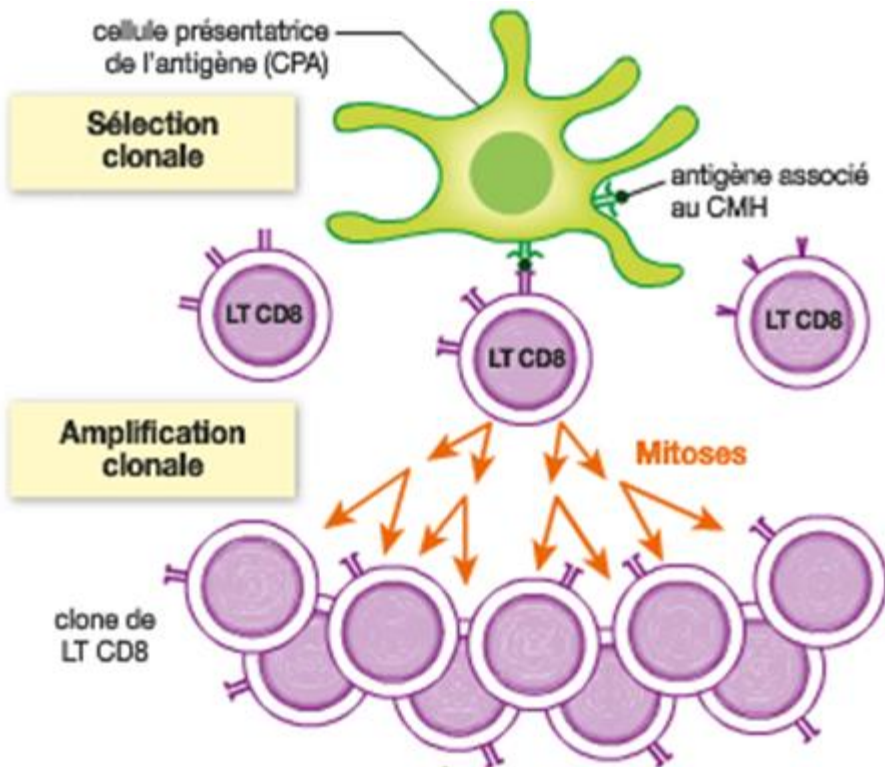
1. L'amplification clonale.

Prolifération de LB spécifique de l'antigène

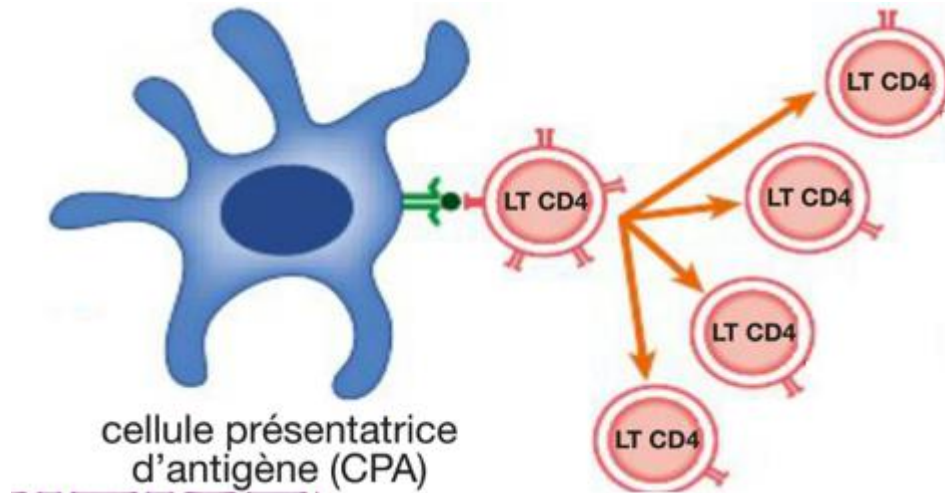


Grand nombre de lymphocytes B de même **spécificité**

Prolifération des LT spécifiques de l'antigène



**Sélection et amplification
clonale des LT CD8**



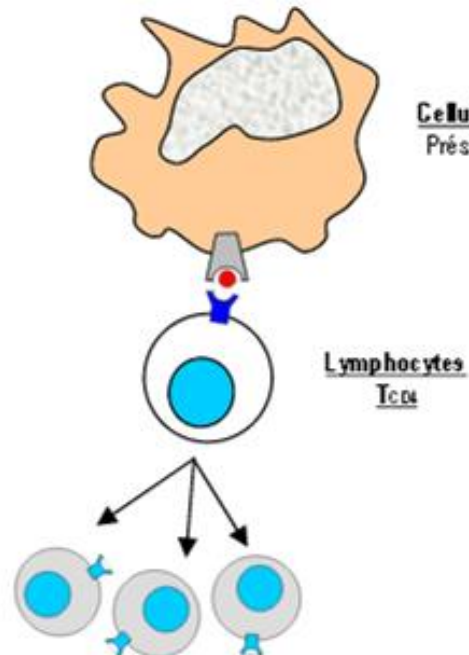
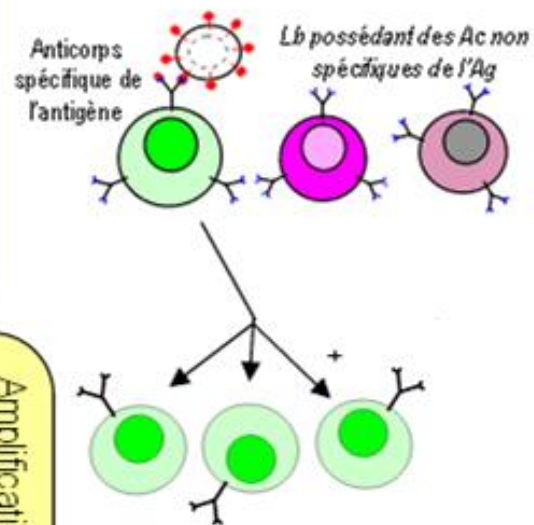
**Sélection et amplification
clonale des LT CD4**

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

Sélection clonale

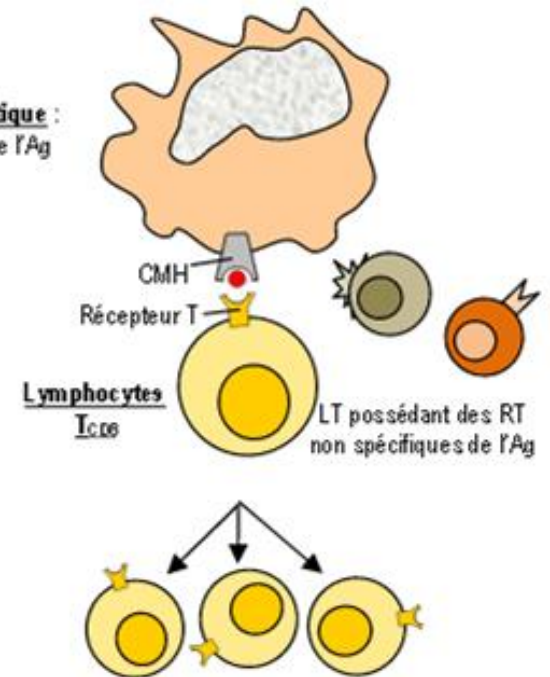
Amplification
clonale

Lymphocytes B



Cellule dendritique :
Présentation de l'Ag

Lymphocytes
 T_{CD4}



Lymphocytes
 T_{CD8}

LT possédant des RT
non spécifiques de l'Ag

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.

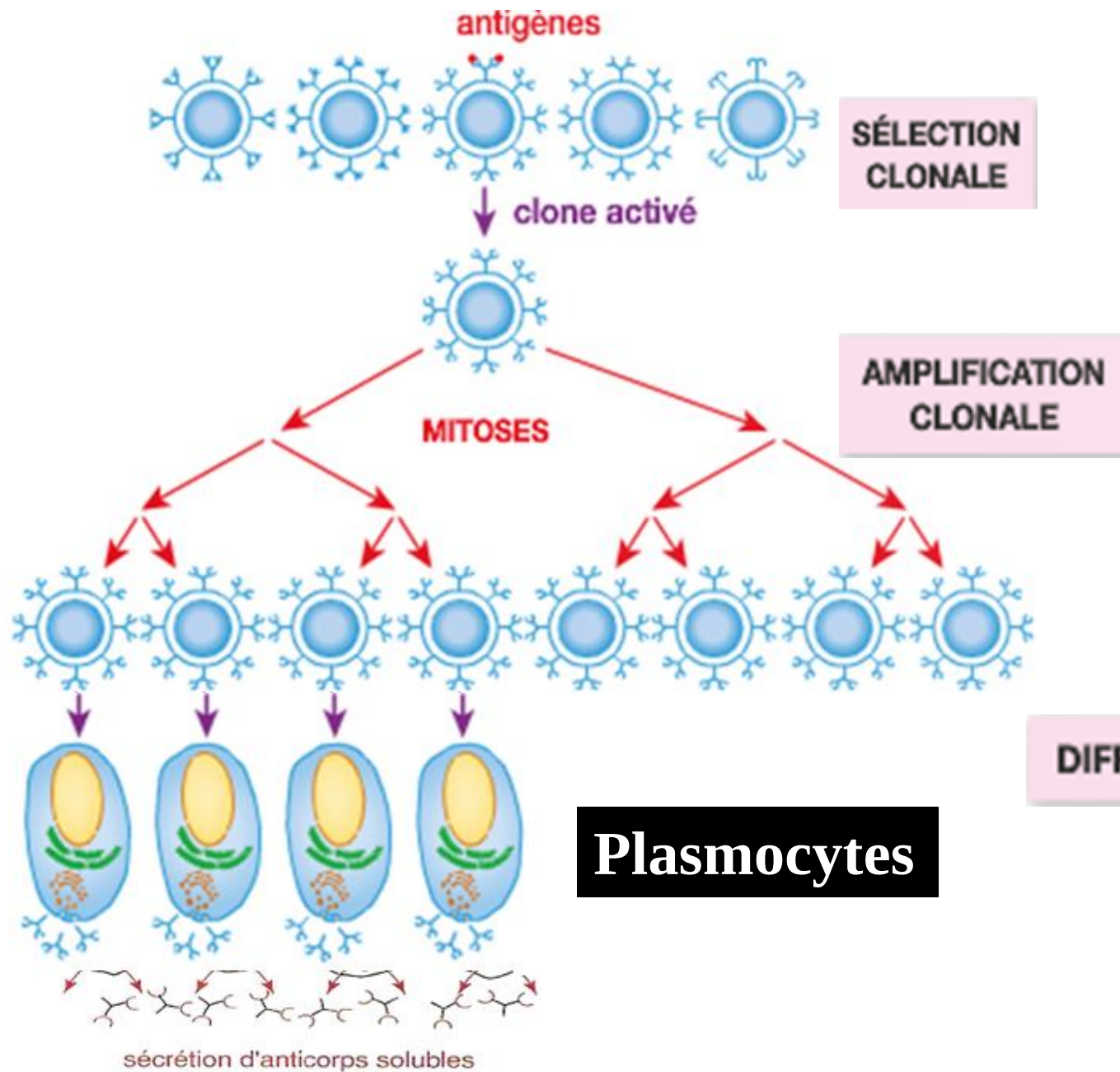
B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.

1. L'amplification clonale.

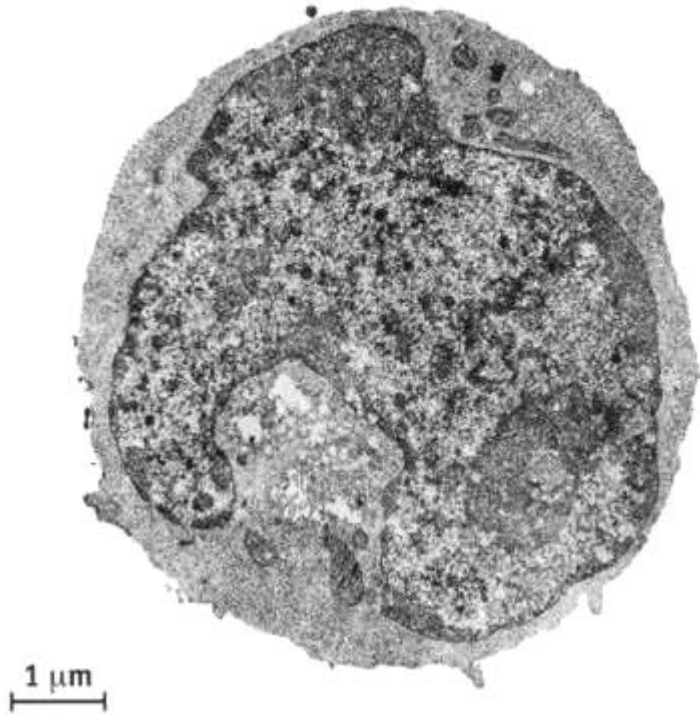
2. Différenciation des cellules issues de la prolifération.

Différenciation des lymphocytes B

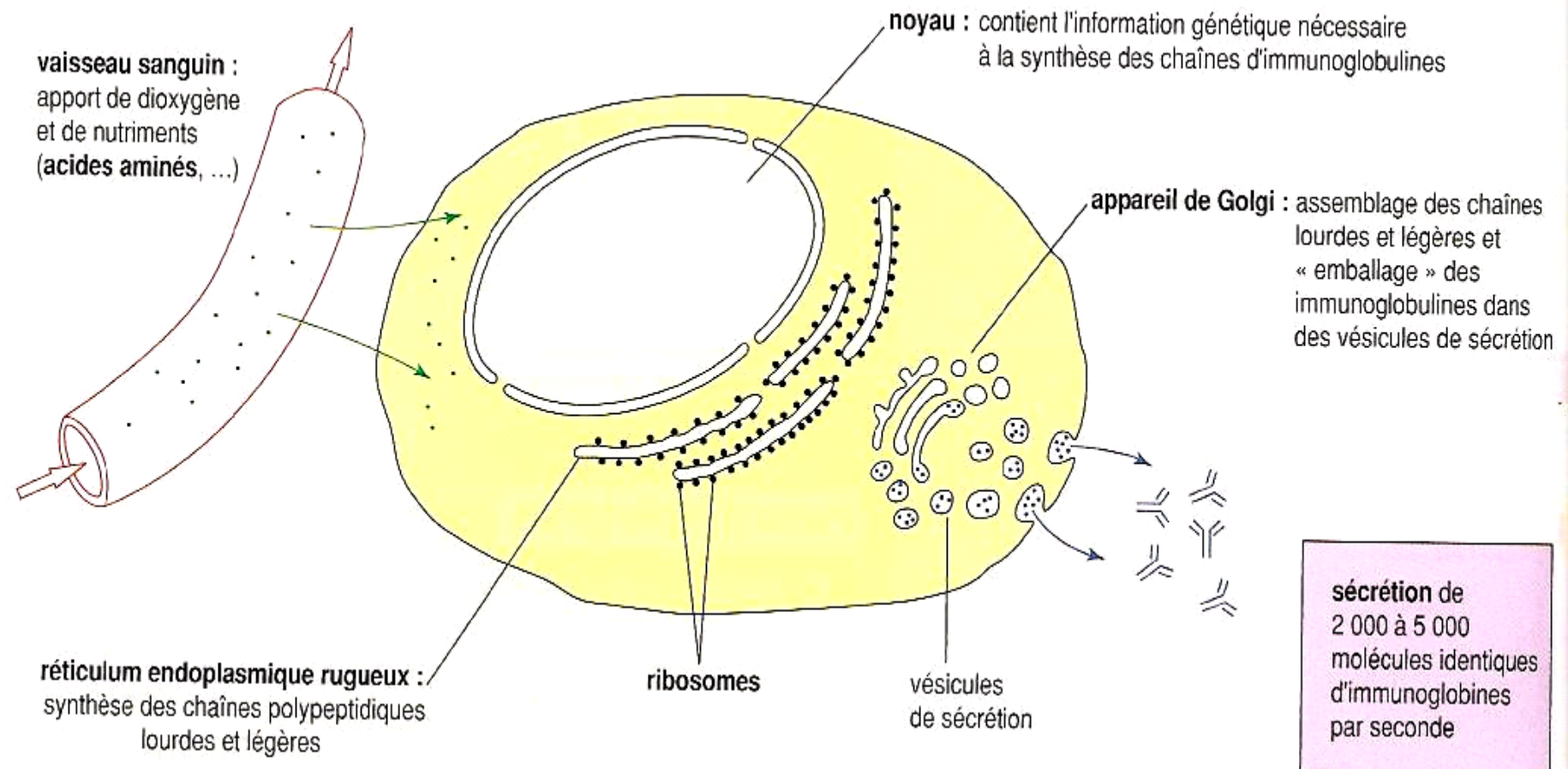
Différenciation des LB



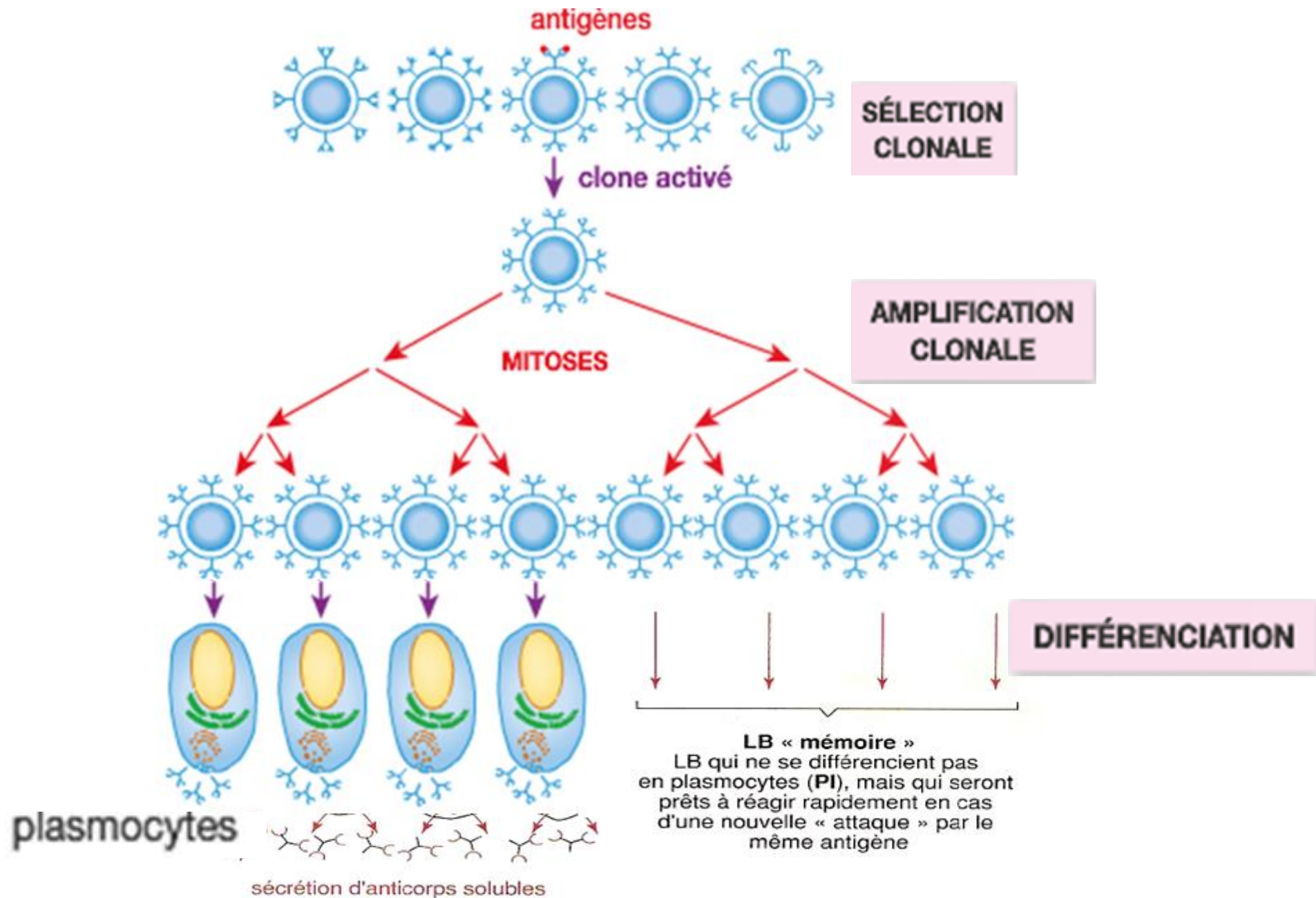
Comparaison LB plasmocyte



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



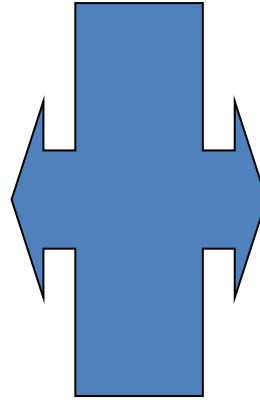
Différenciation des LB



LB issus de l'amplification clonale

plasmocytes

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

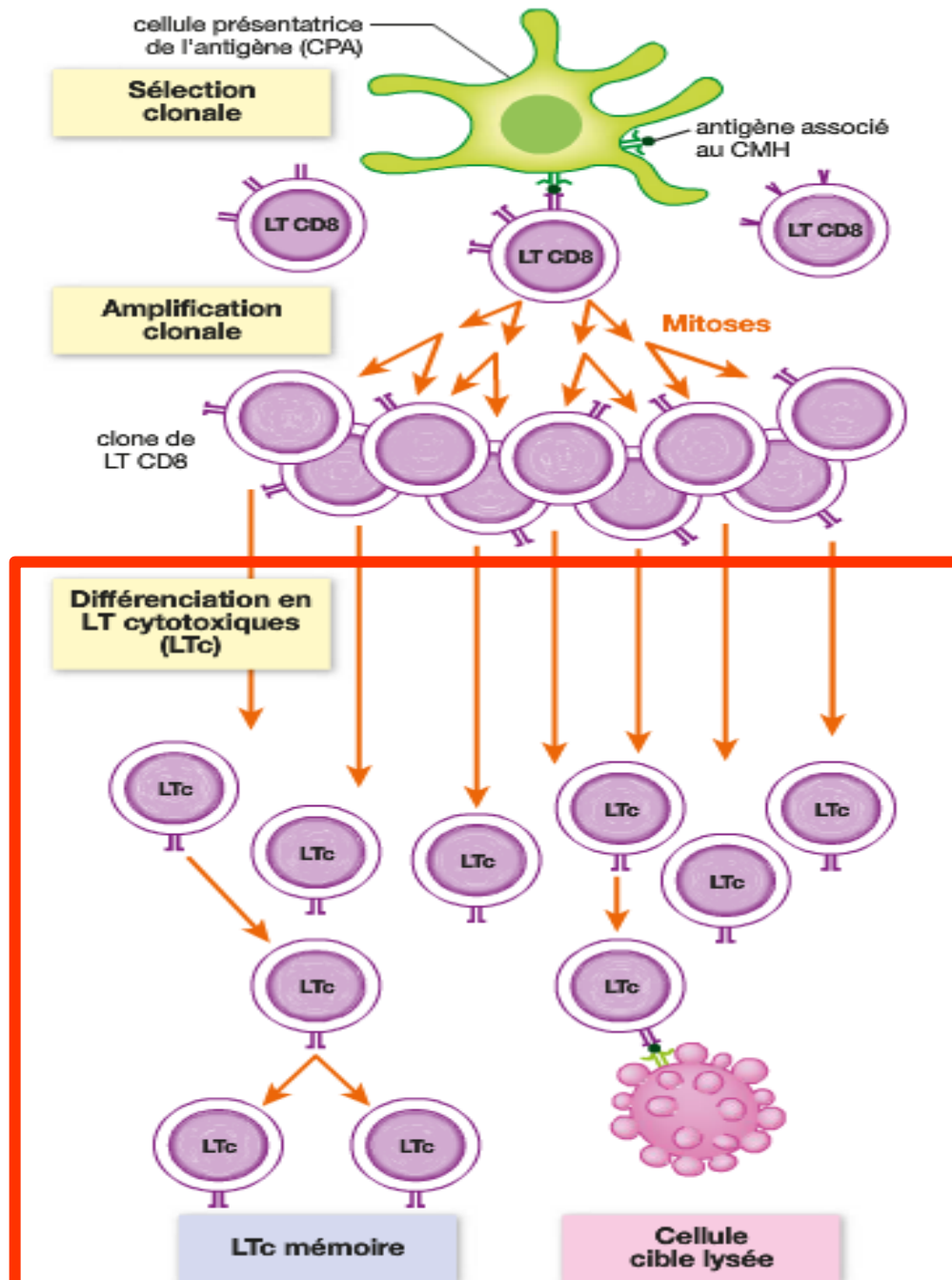


LB mémoires

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

Différenciation des lymphocytes T

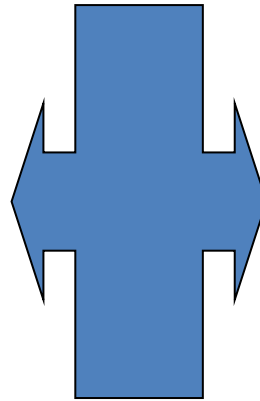
Différenciation des lymphocytes T CD8



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)**

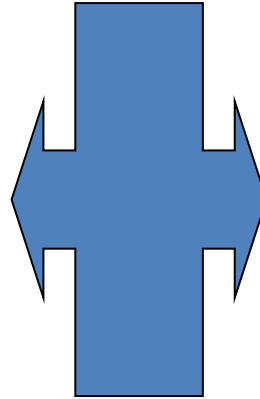


LTc mémoires

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

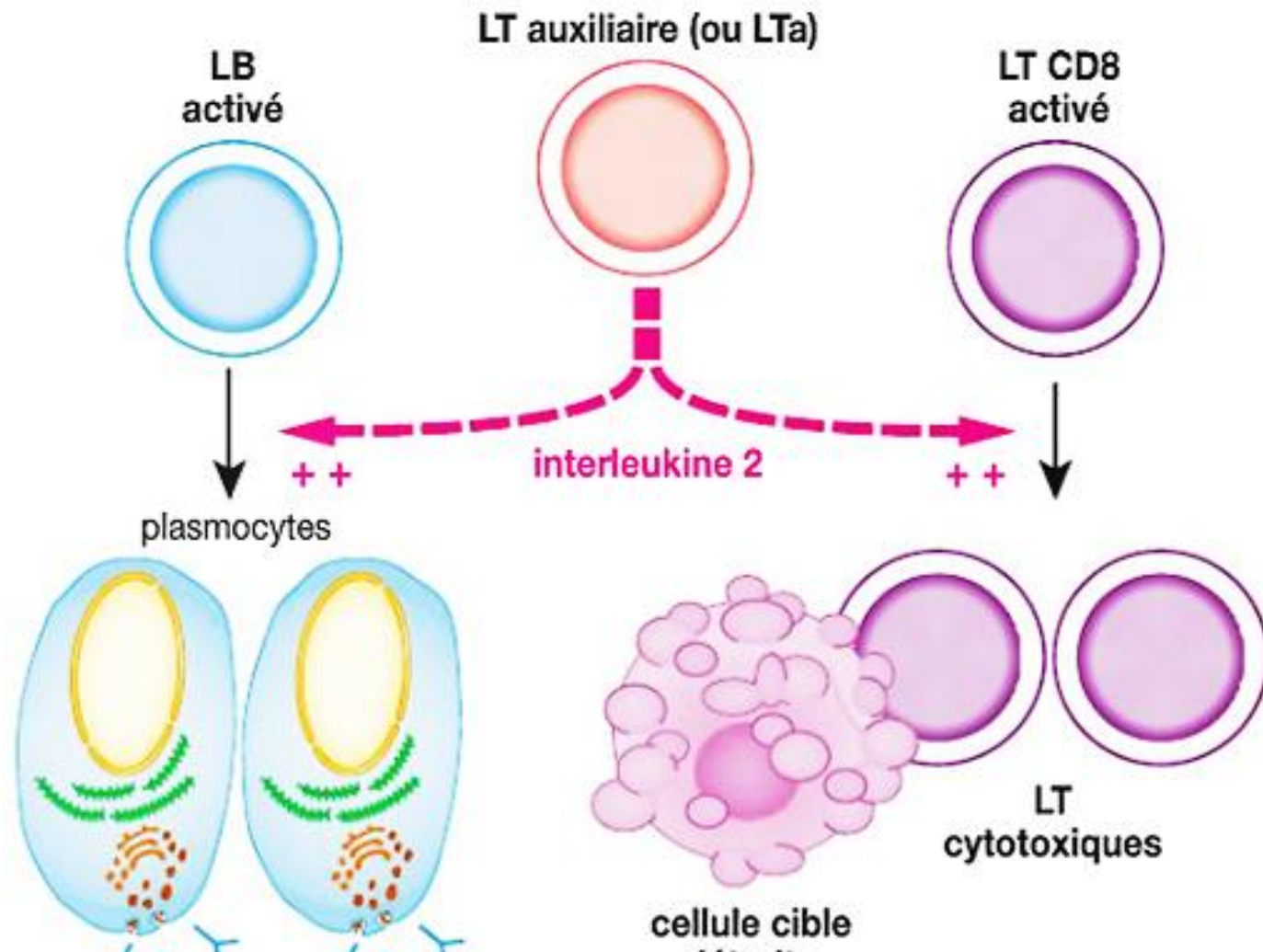
LT CD4 issus de l'amplification clonale

**Lymphocytes T
auxiliaires (LTa)**



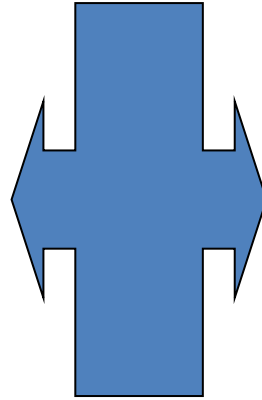
**Cellules sécrétrices
d'interleukine 2**

Action des LTa



Les lymphocytes T auxiliaires sont au centre des réactions immunitaires adaptatives

LT CD4 issus de l'amplification clonale



**Lymphocytes T
auxiliaires (LTa)**

**Cellules sécrétrices
d'interleukine 2**

LTa mémoires

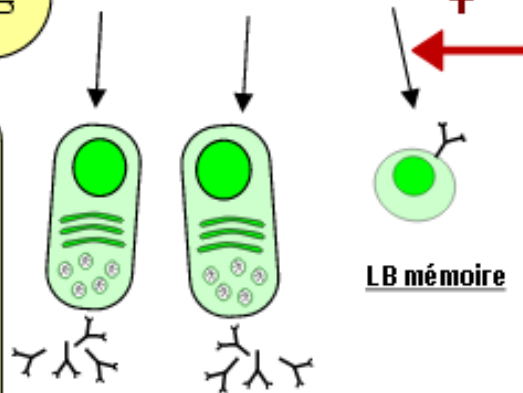
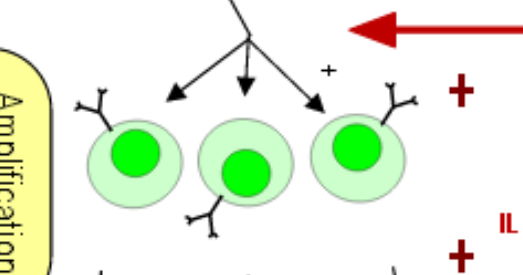
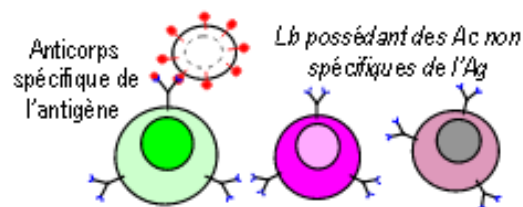
- **Longue durée de vie**
- **plus nombreux que population LT CD4 initiale**

Sélection clonale

Amplification clonale

Différenciation clonale

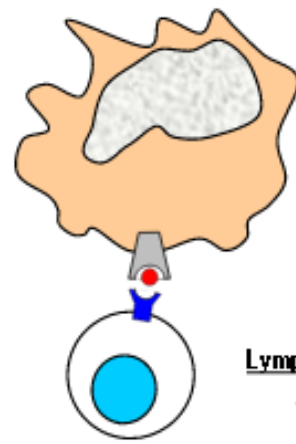
Lymphocytes B



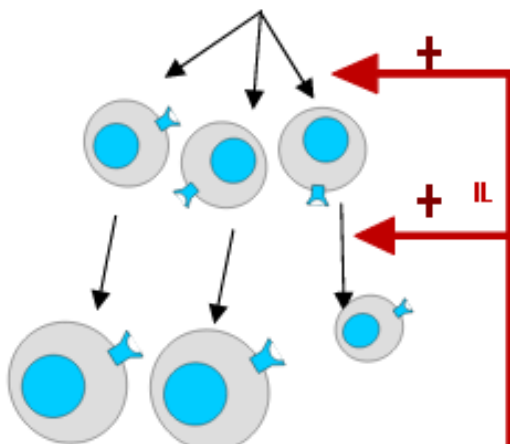
Plasmocytes

Sécrétant des Ac spécifiques de l'Ag

Cellule dendritique : Présentation de l'Ag

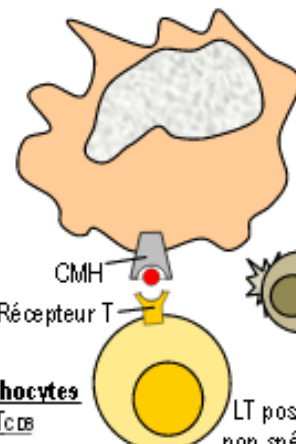


Lymphocytes T_{CD4}

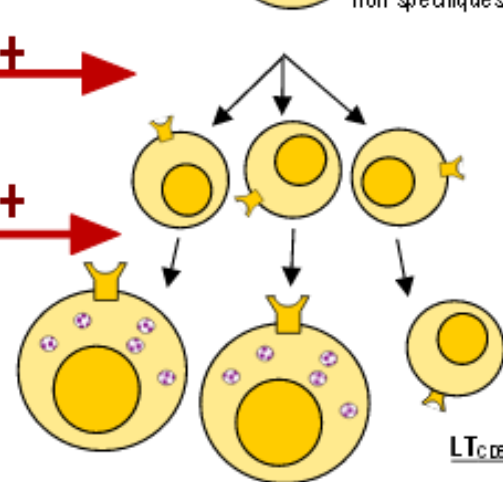


Lymphocytes T auxiliaires :

Sécrétion
d'interleukines

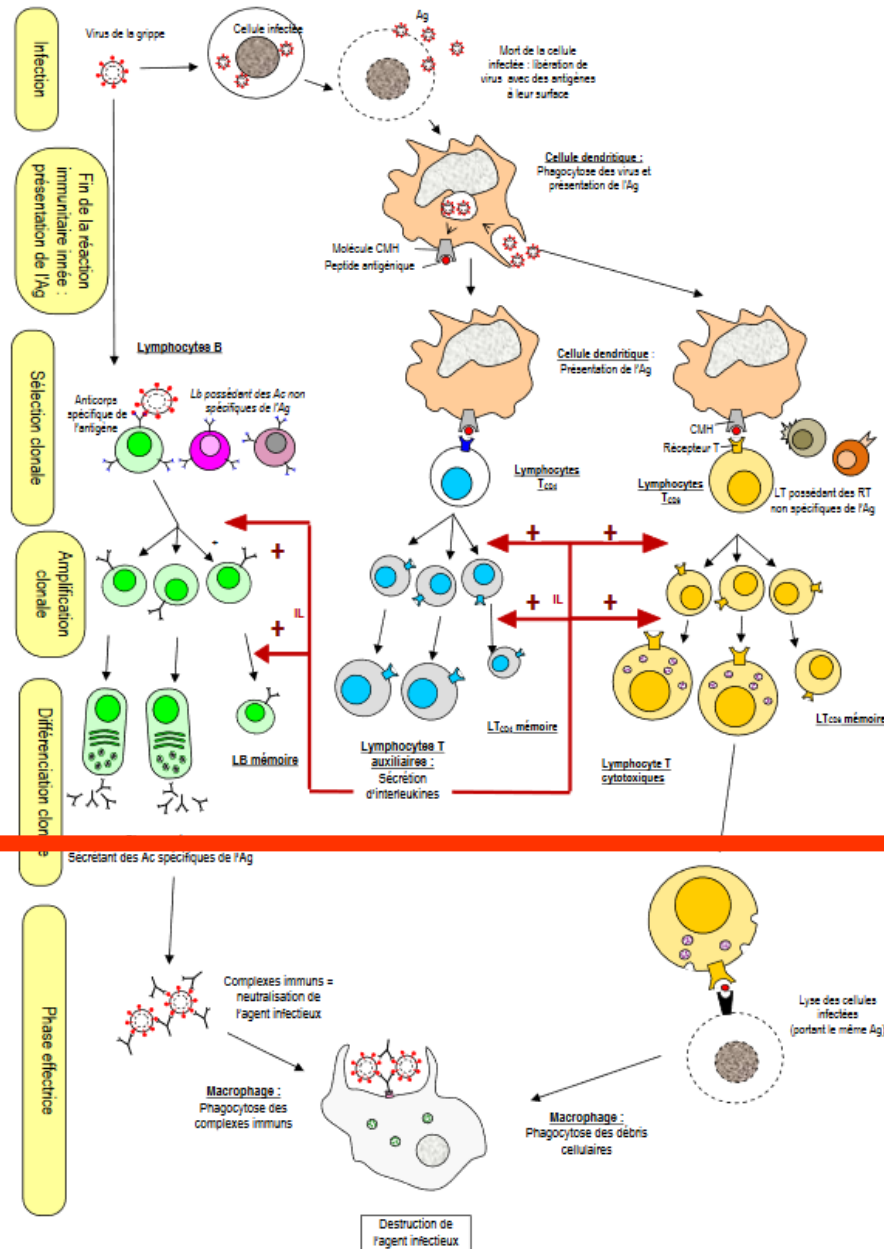


Lymphocytes T_{CD8}



Lymphocyte T cytotoxique

L'immunité adaptative, une immunité plus **lente** à se mettre en place



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.

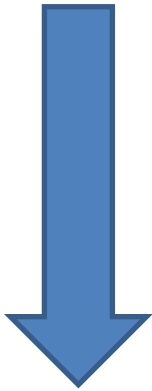
1. L'amplification clonale.

2. Différenciation des cellules issues de la prolifération.

III - L'élimination de l'antigène.

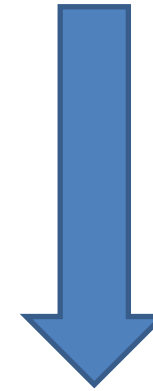
La protection contre les antigènes peut se faire de 2 manières :

**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.

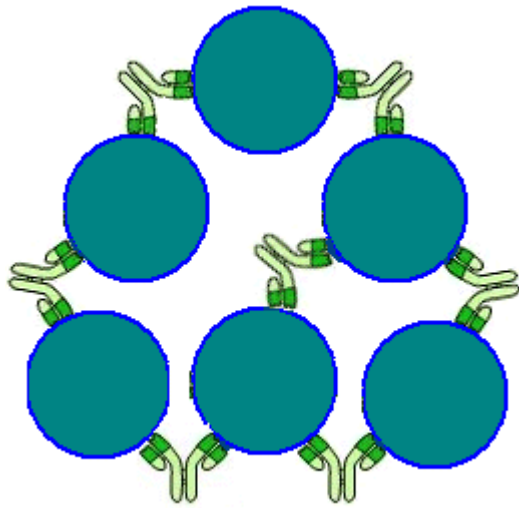
B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.

1. L'amplification clonale.

2. Différenciation des cellules issues de la prolifération.

III - L'élimination de l'antigène.

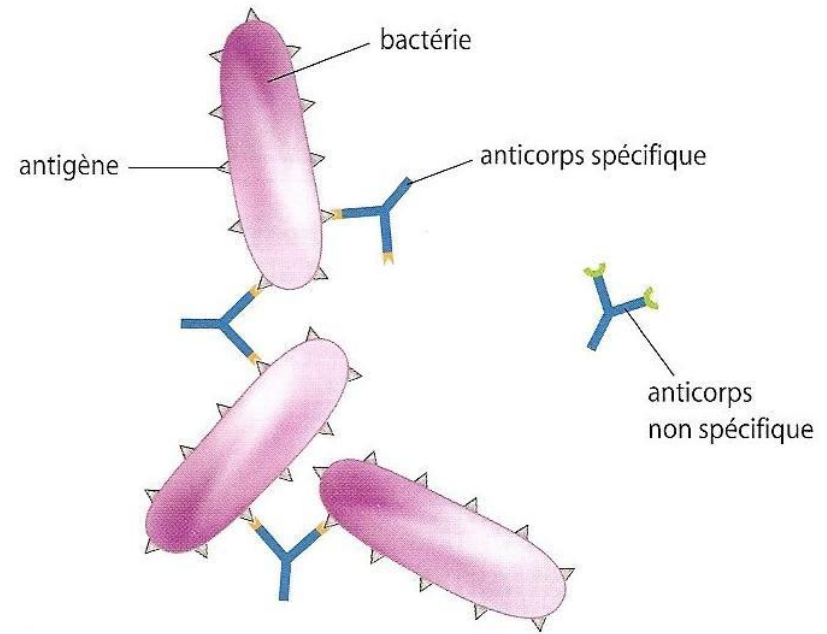
A. Action des anticorps.



Antigène = molécule soluble



Formation d'un **complexe immun
qui neutralise les antigènes**

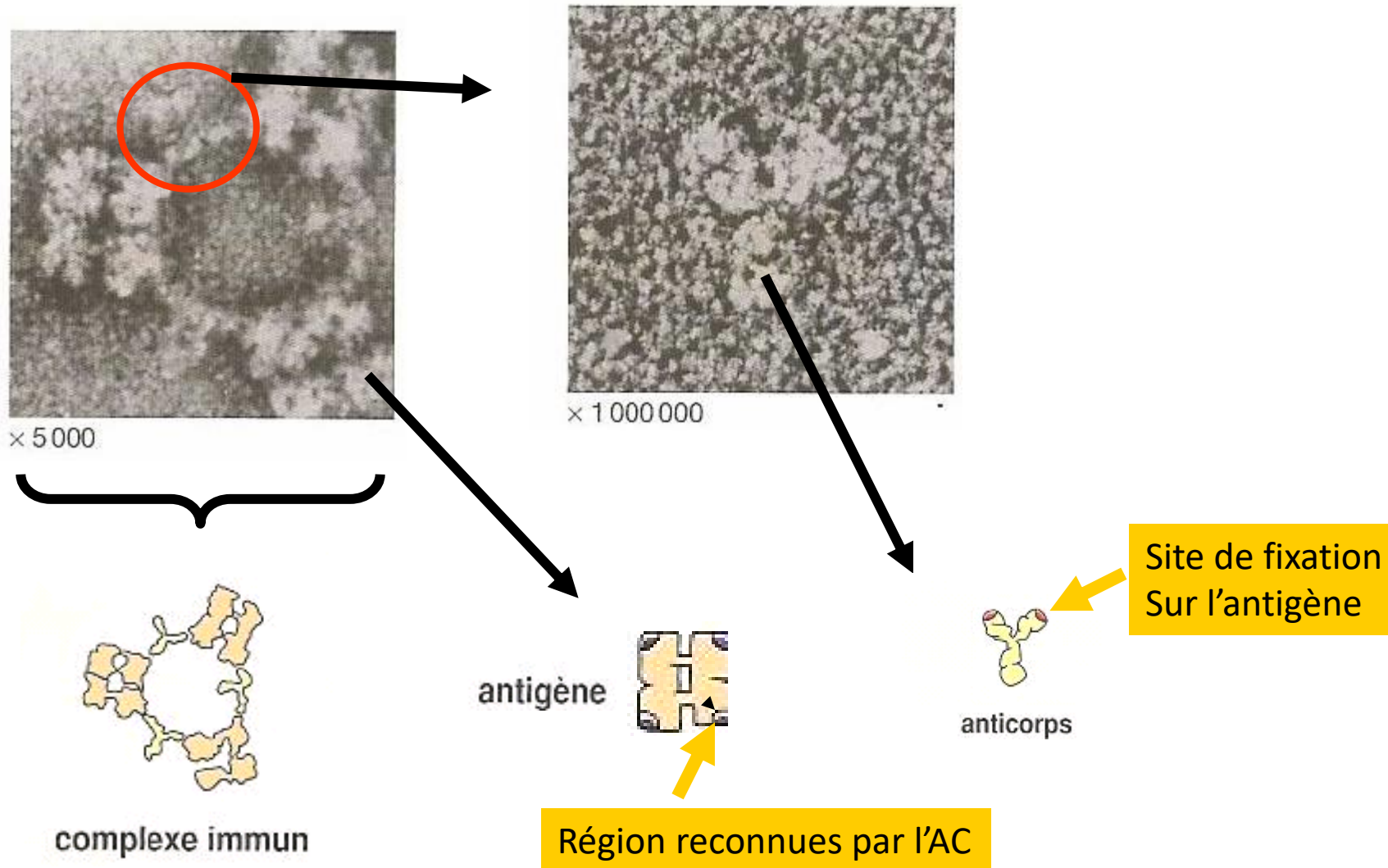


**Antigène = motif
porté par une cellule**

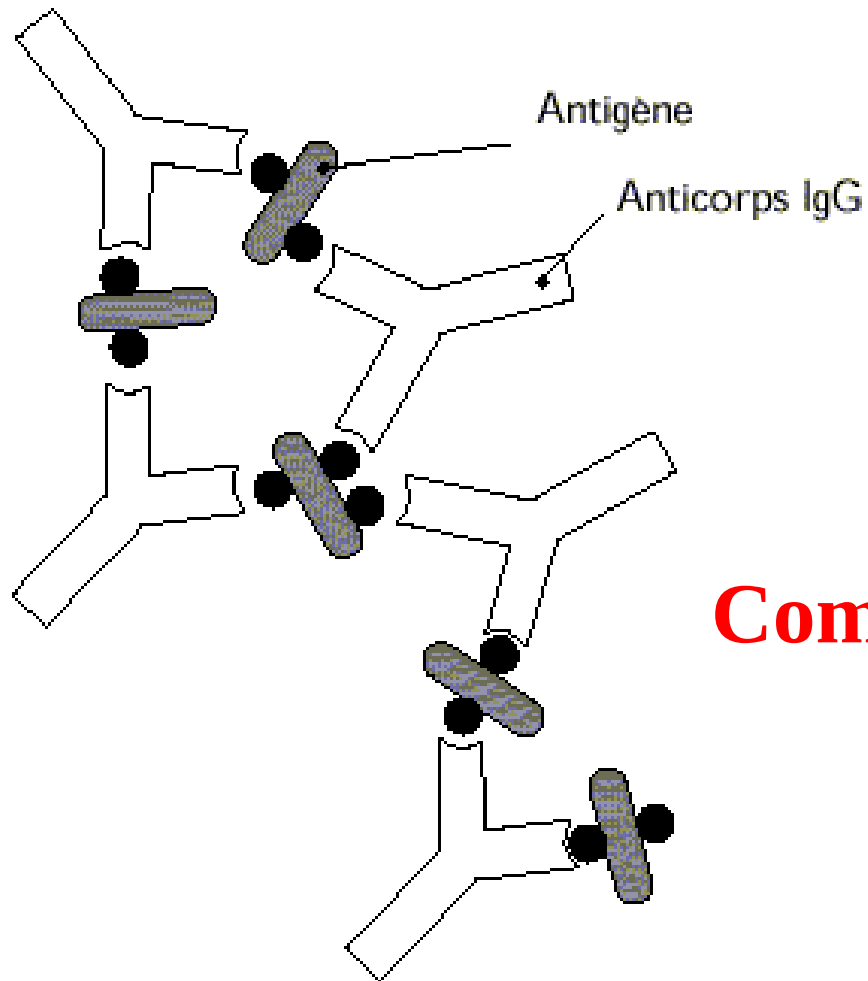


**Cellule recouverte
d'anticorps**

Formation de complexes immuns (composés insolubles)



Formation de complexes immuns

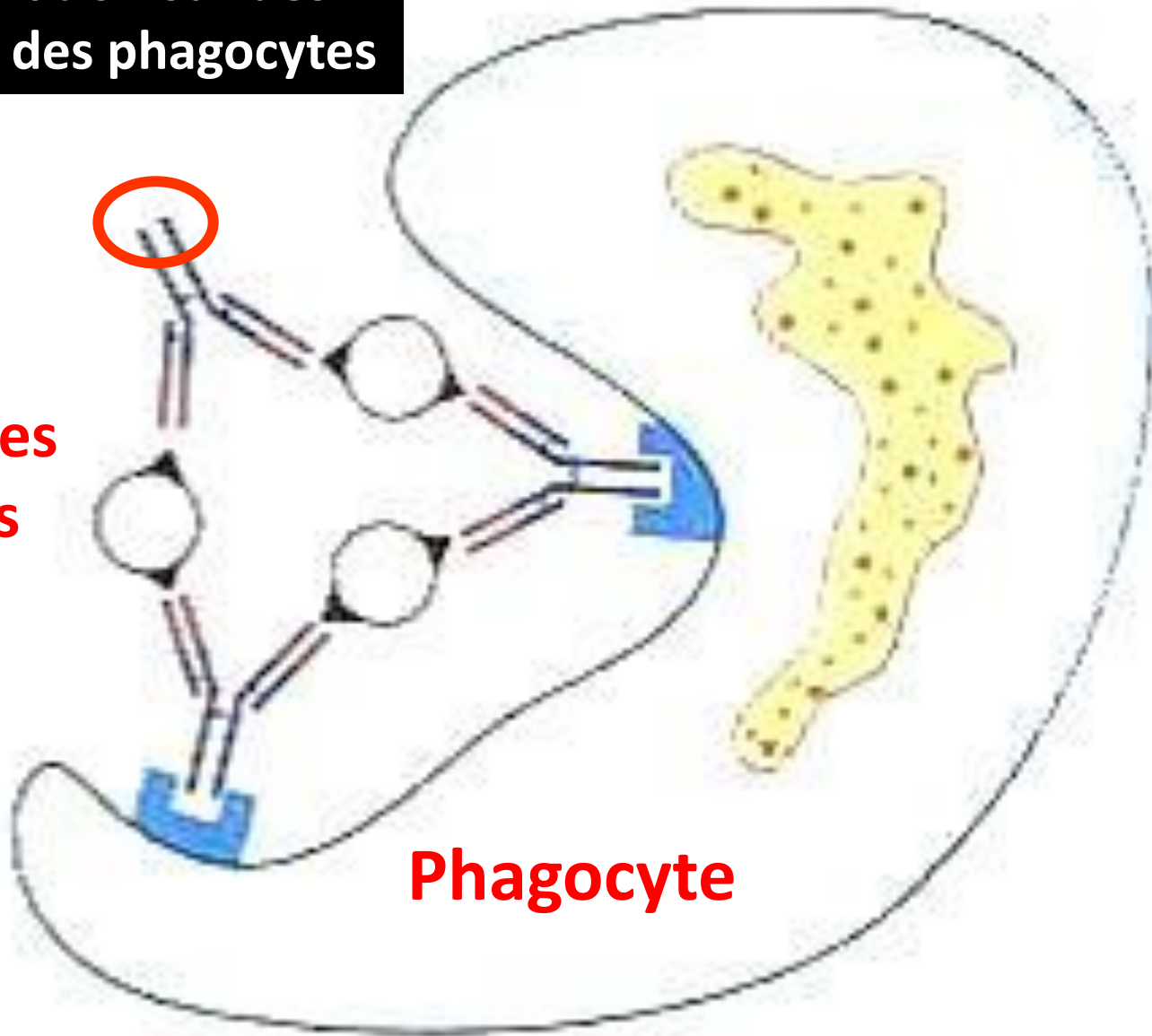


=> Neutralisation des antigènes

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.

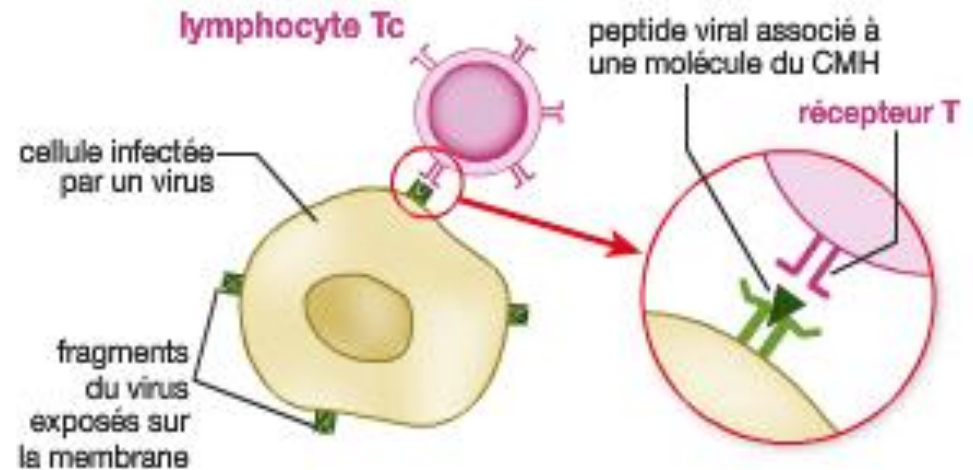
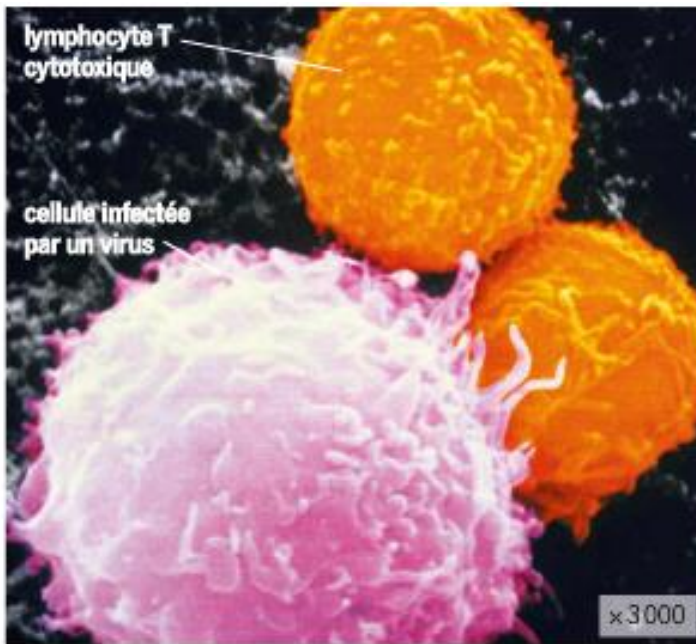
B. Amplification clonale et différenciation en cellules effectrices.

III - L'élimination des antigènes.

A. Action des anticorps.

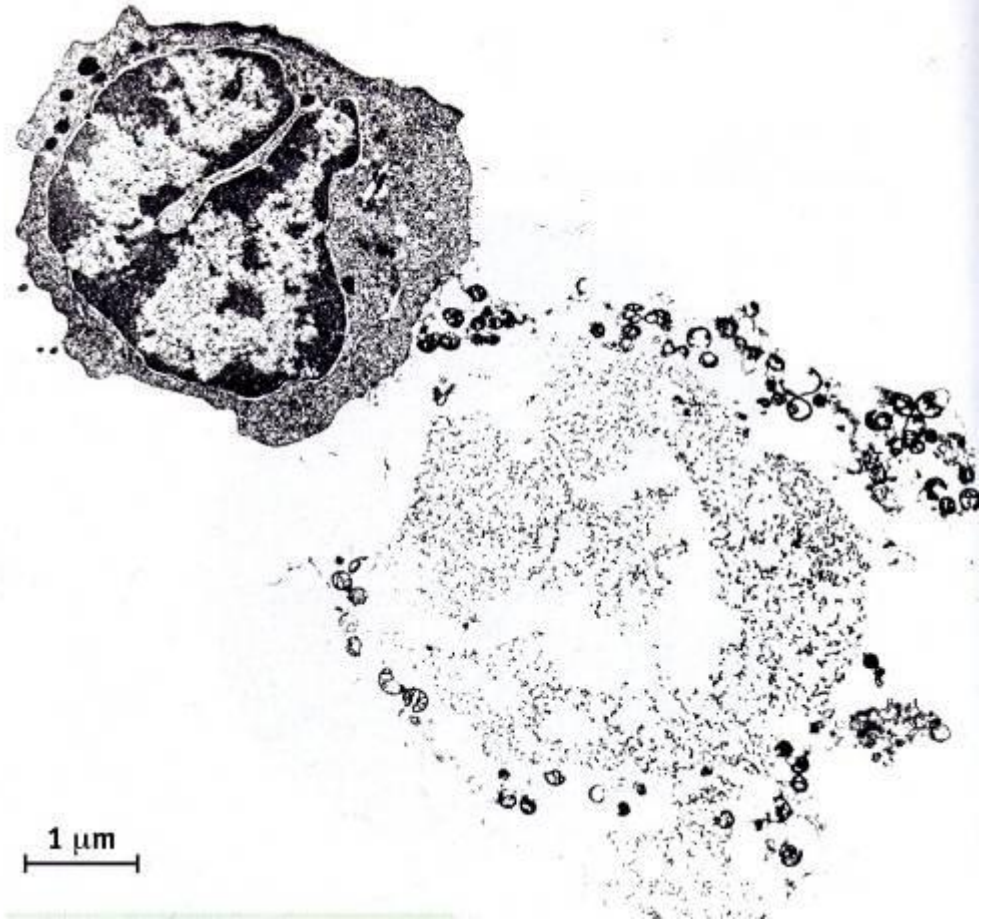
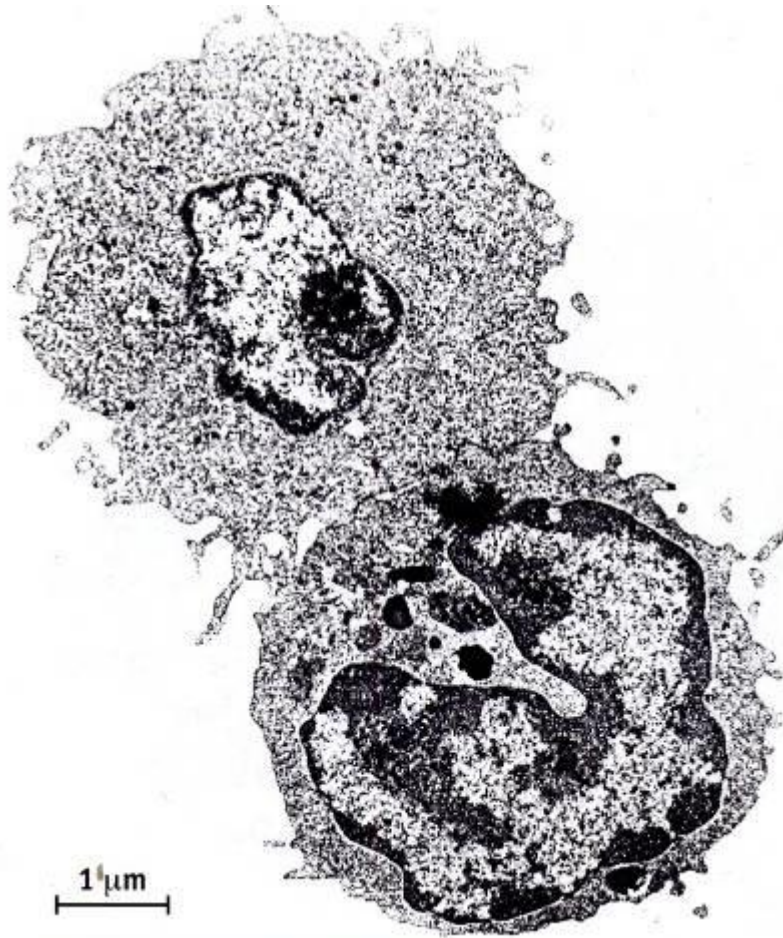
B. Destruction des cellules indésirables par les LTc.

La reconnaissance d'une cellule cible Par les LTc

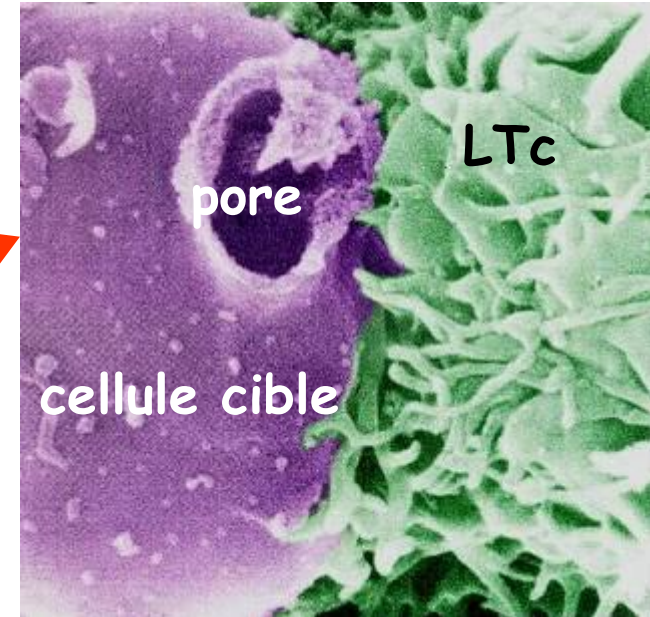
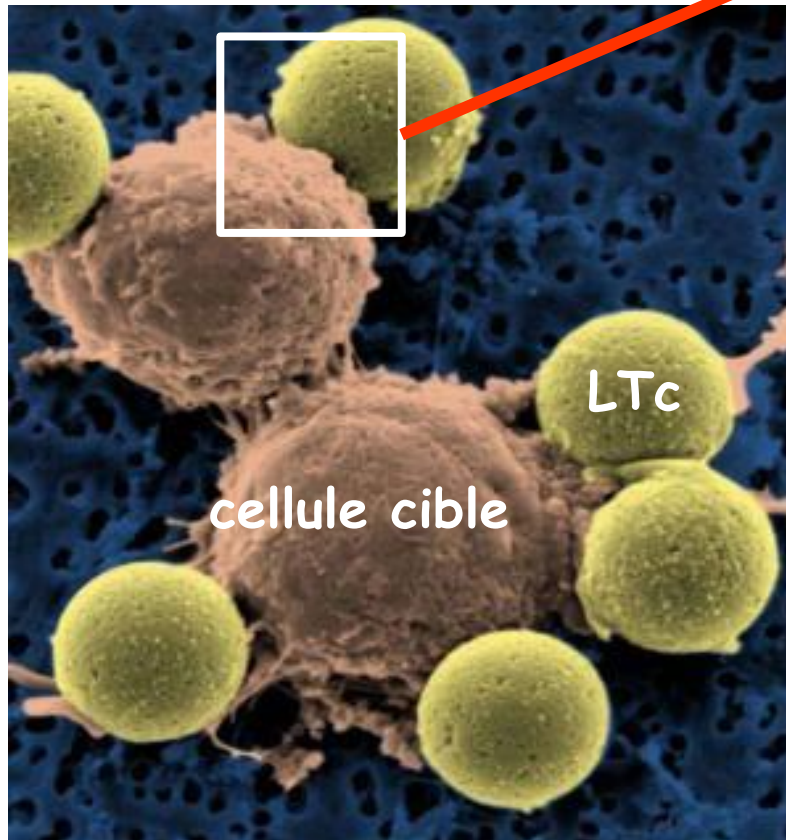


Les cellules indésirables expriment des antigènes associés au CMH

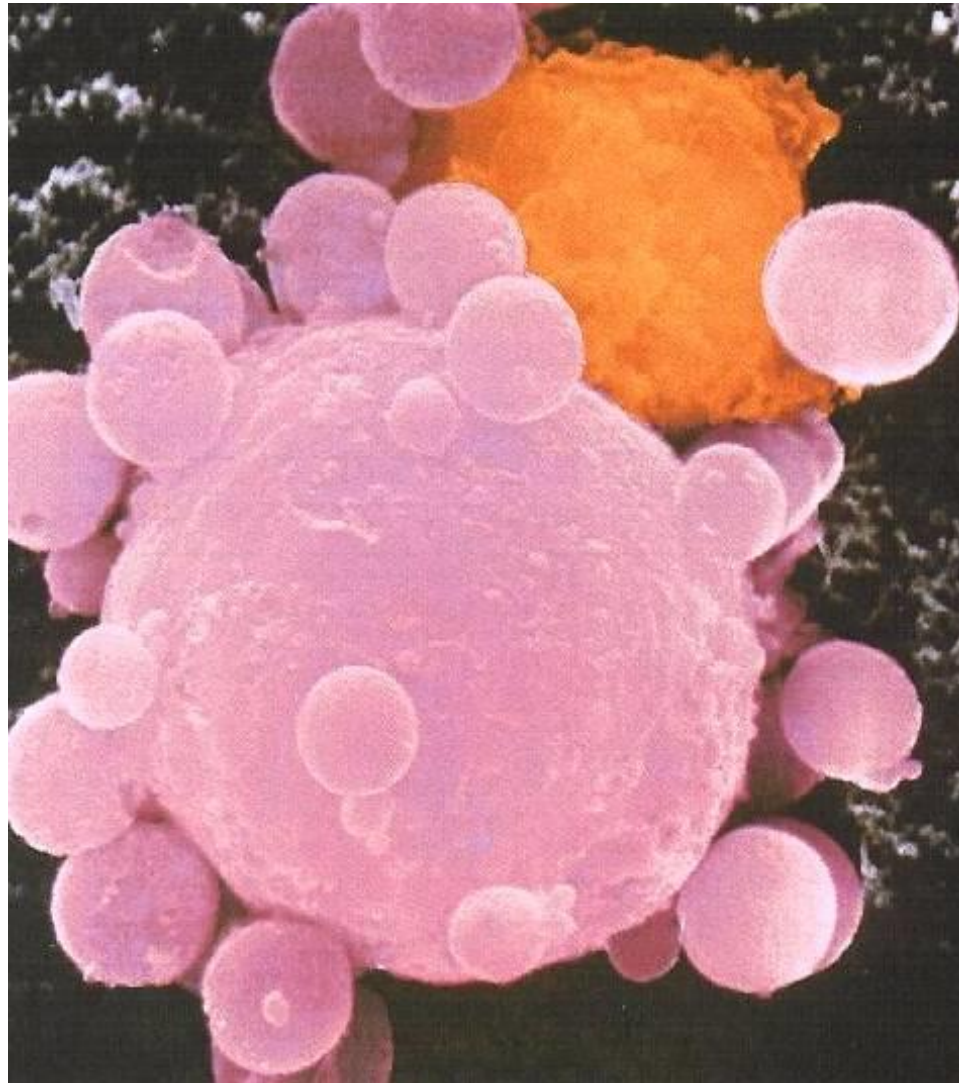
Destruction des cellules infectées par les LTc



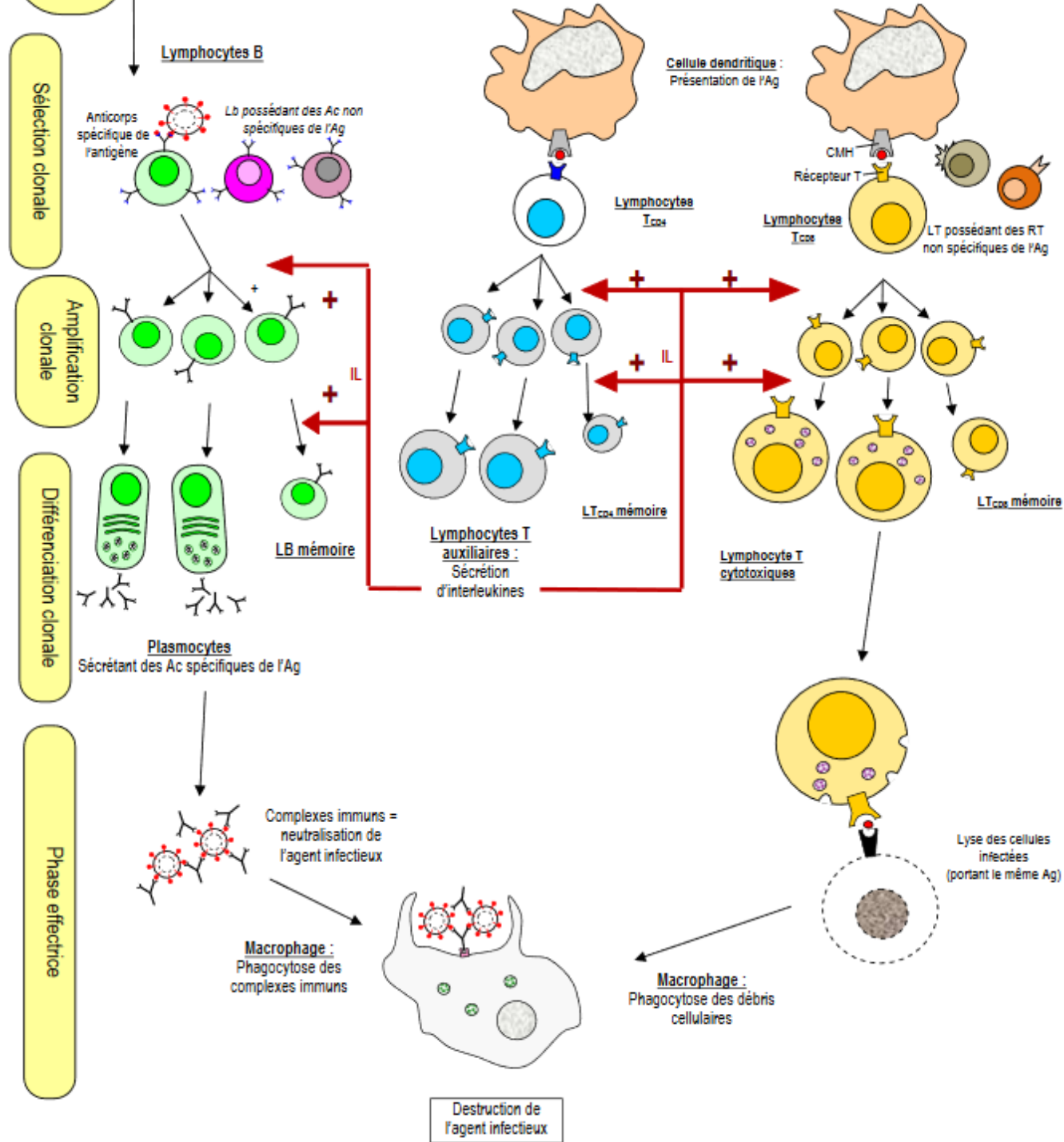
Destruction par cytolysse



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.



	Immunité innée	Immunité adaptative	
	Réaction inflammatoire	Immunité à médiation humorale	Immunité à médiation cellulaire
Êtres vivants concernés	Tous les organismes pluricellulaires	vertébrés	vertébrés
Vitesse de la réaction	Rapide	lente	lente
Cellules impliquées	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
Spécificité	Peu spécifique	Très spécifique : réaction dirigée contre 1 seul agent pathogène	Très spécifique : réaction dirigée contre 1 seul agent pathogène
Identification de l'agent pathogène par les leucocytes	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 (cellule dendritique ou macrophage)

Mode d'action Que se passe-t-il lorsque l'agent pathogène a été identifié ? (avant son élimination)	Production par les leucocytes de médiateurs chimiques de l'inflammation qui => recrutement de leucocytes sur le lieu de l'inflammation	• Amplification clonales par mitose des LB spécifiques de l'antigène • Différenciation des LB issus de l'amplification clonale en : - LB mémoires qui interviendront lors d'un 2^{ème} contact avec le même Ag - Plasmocytes producteurs d'Ac spécifiques de l'Ag qui a été identifié	• Amplification clonales par mitose des LT CD8 spécifiques de l'antigène • Différenciation des LT CD8 issus de l'amplification clonale en : - LT CD8 mémoires qui interviendront lors d'un 2^{ème} contact avec le même Ag - LT cytotoxiques spécifiques de l'Ag qui a été identifié
Élimination de l'antigène	Grâce à la phagocytose réalisée par les phagocytes (granulocytes, macrophages, cellules dendritiques)	En 2 temps : - Neutralisation des Ag grâce aux Ac (formation de complexes immuns insolubles) - Élimination des complexes immuns par phagocytose	Par cytolysse ou par apoptose réalisée par les LT cytotoxiques

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