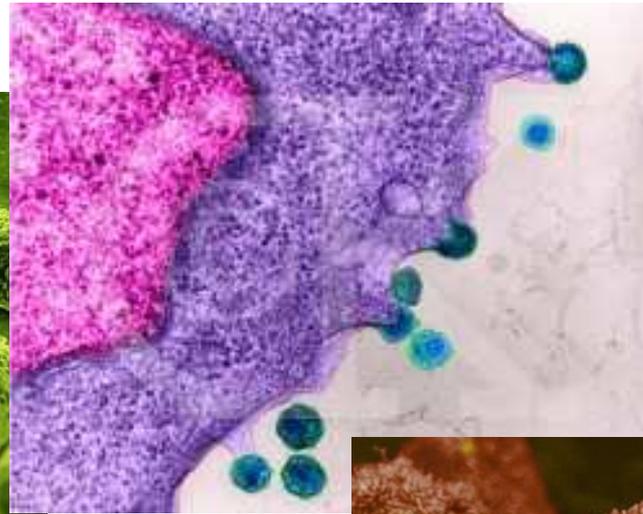
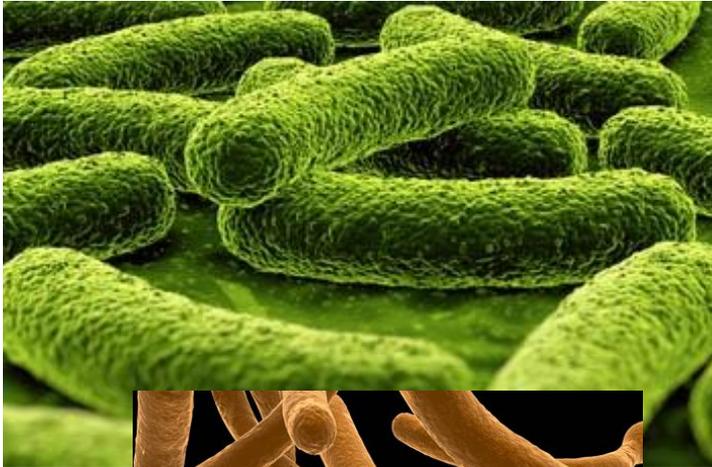
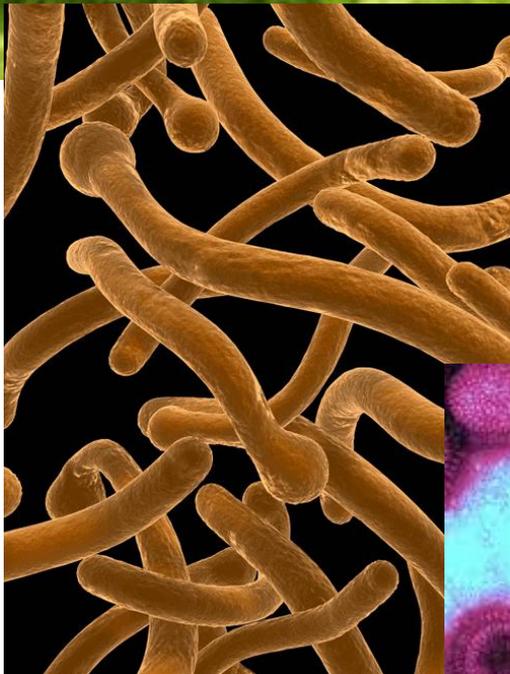


Thème 3 : Corps humain et santé

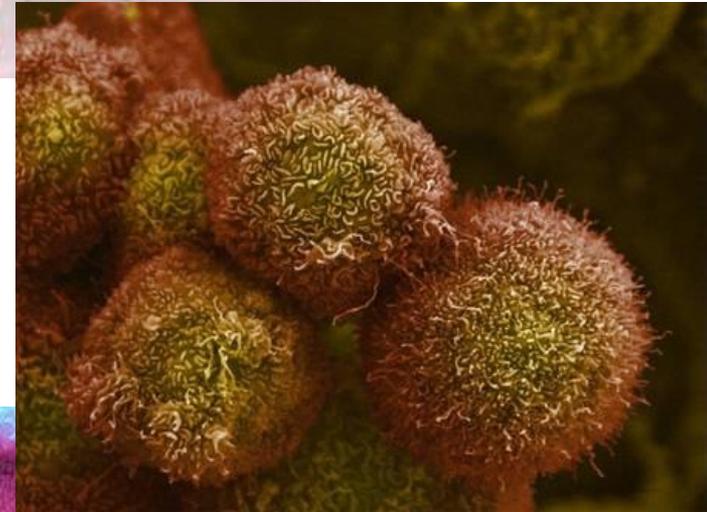
bactéries



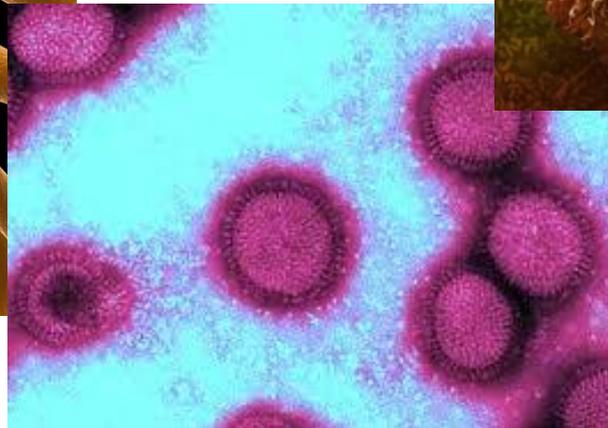
**cellules
infectées par
un virus**



**champignons
microscopiques**

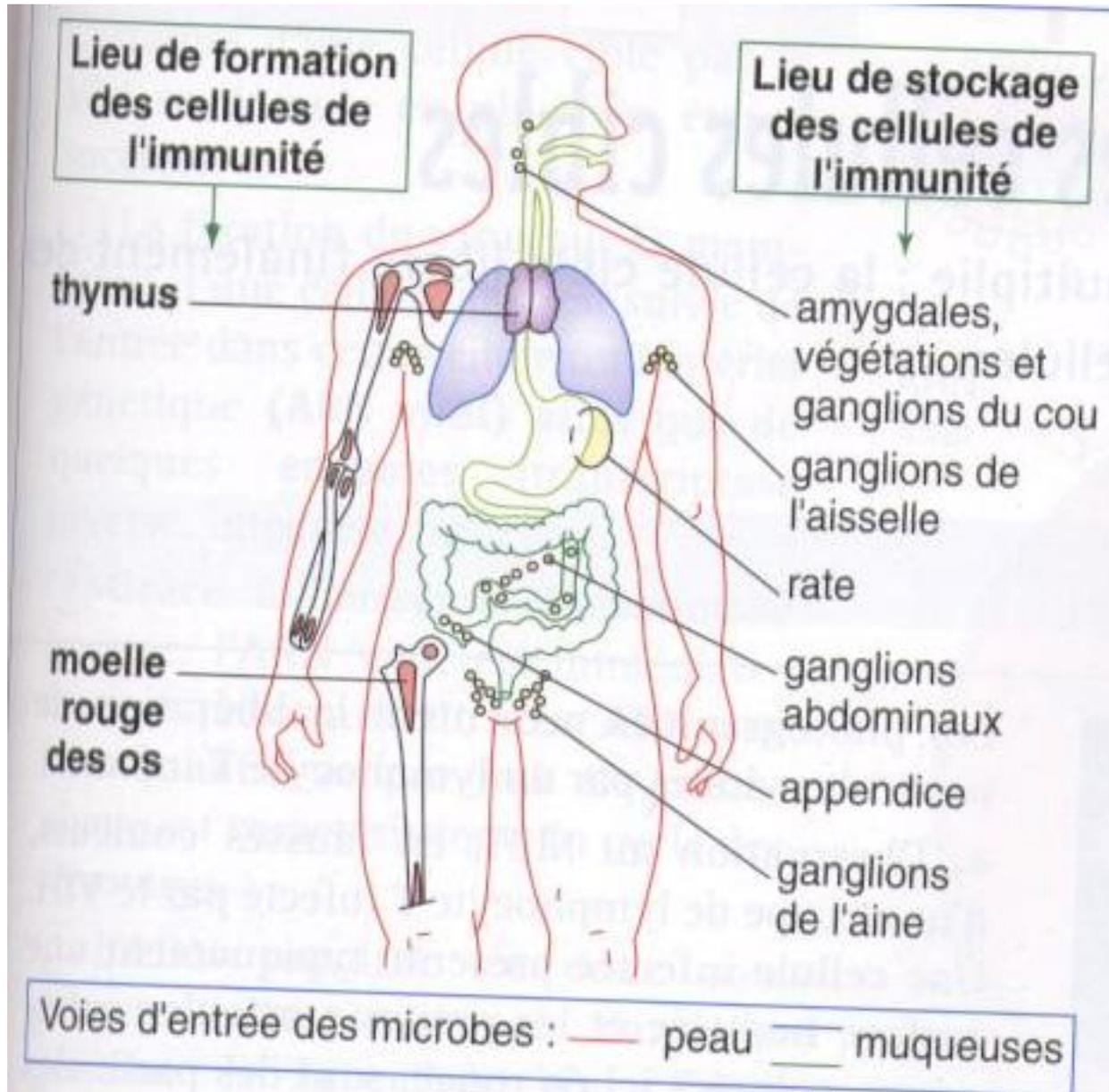


**cellules
cancéreuses**

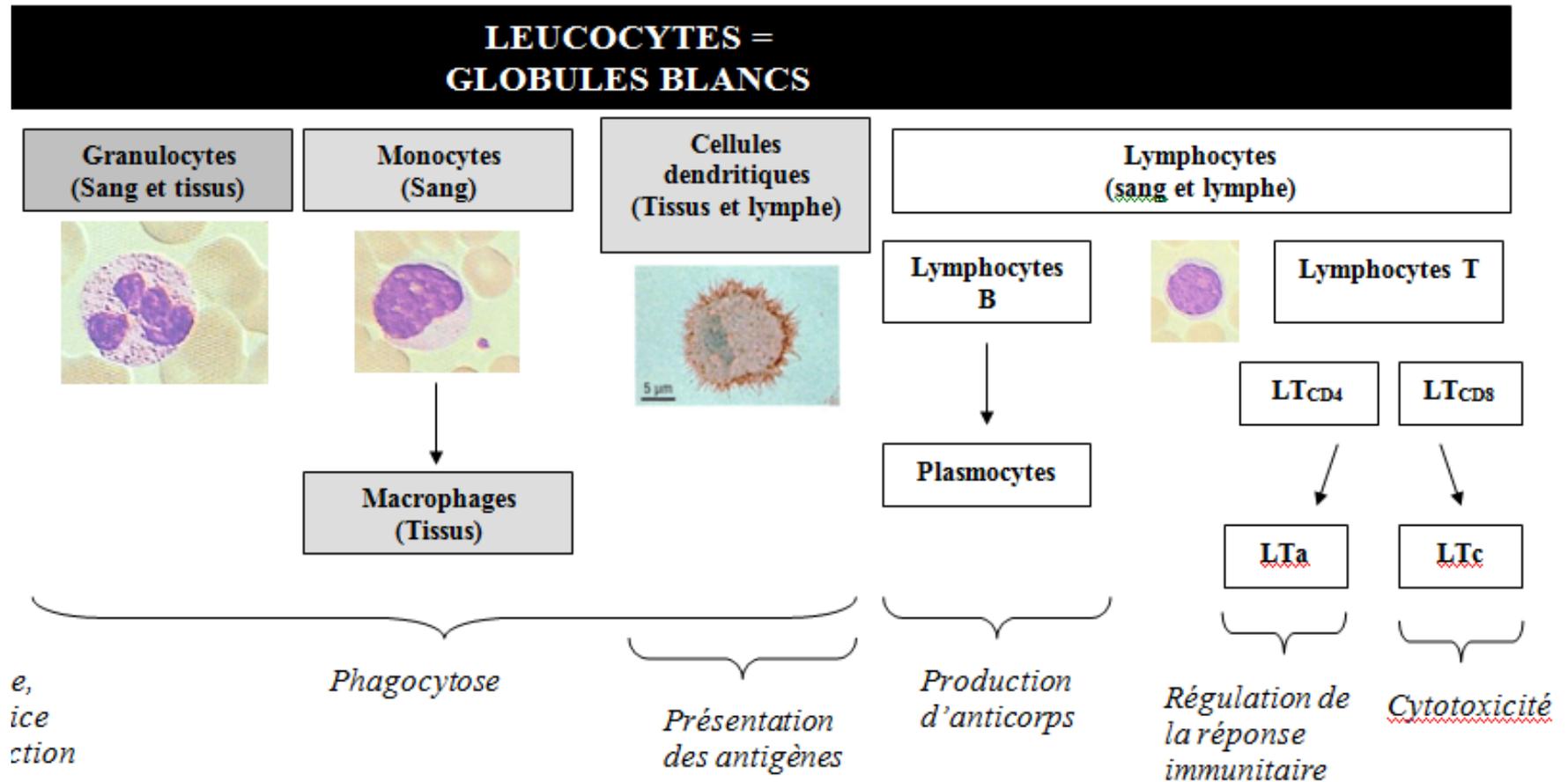


virus

Les organes du système immunitaire



Les cellules du système immunitaire



Chez les vertébrés, le système immunitaire comprend 2 grands ensembles de défense :

- la réponse immunitaire innée (chapitre 1)
- la réponse adaptative (chapitre 2)

Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

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

Immunité et évolution

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



Échinodermes



Annélides



Mollusques



Insectes



Tous les animaux pluricellulaires

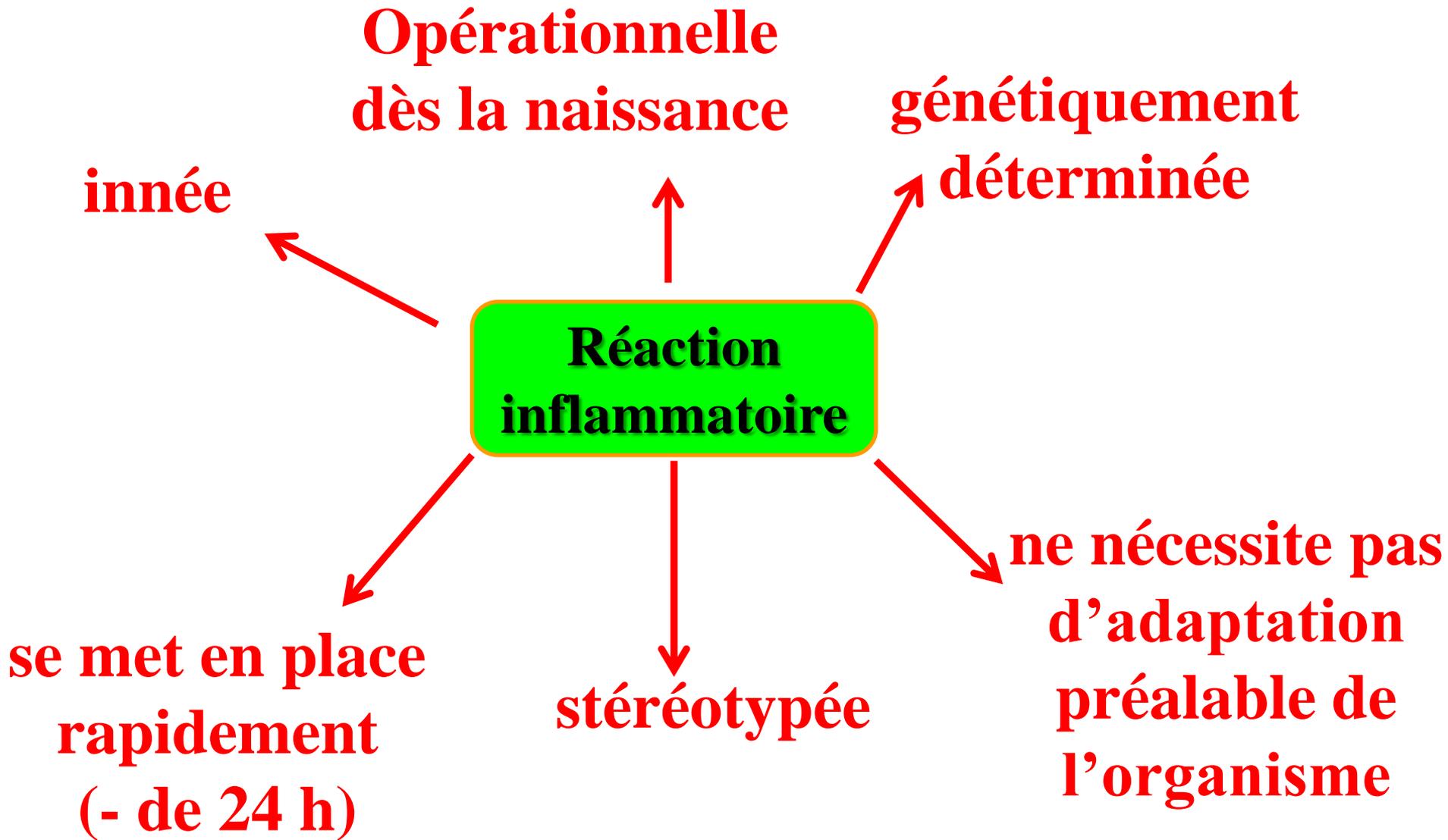
immunité innée + adaptative (5 % des espèces)

Réponse immunitaire innée

Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire

Les caractéristiques de la réaction inflammatoire



Les symptômes de la réaction inflammatoire

gonflement

rougeur



douleur

chaleur

Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

- I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire
- II. Le déroulement de la réaction inflammatoire**
 - A. Les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire**

La réaction inflammatoire fait intervenir des cellules spécialisées

dans les tissus...



granulocytes



cellules dendritiques



macrophages

dans le sang...



granulocytes



monocytes

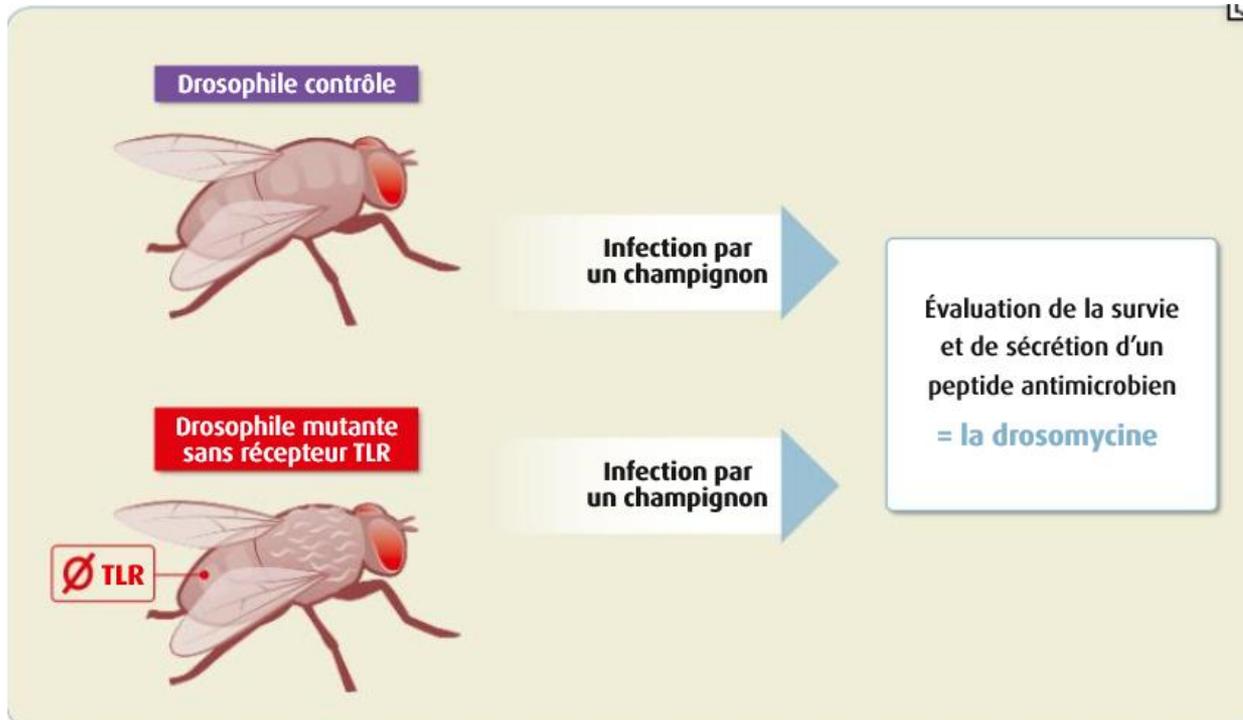
Différenciation



Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

- I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire
- II. Le déroulement de la réaction inflammatoire
 - A. Les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire
 - B. La reconnaissance des agents pathogènes par les leucocytes**

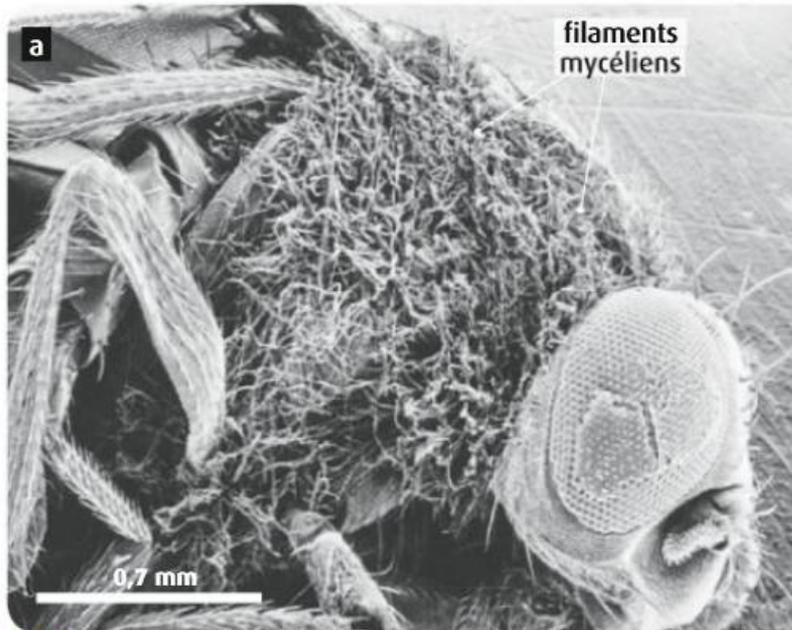
Mise en évidence des récepteurs PRR



2 La mise en évidence de récepteurs impliqués dans la reconnaissance des pathogènes: principe de l'expérience.

En 1996, une équipe de chercheurs a étudié le rôle de récepteurs de surface, appelés TLR, présents sur la membrane plasmique des cellules dendritiques de la drosophile. Ils ont réalisé une série d'expériences sur des drosophiles mutantes chez lesquelles ils ont supprimé l'expression de ces récepteurs.

Mise en évidence des récepteurs PRR

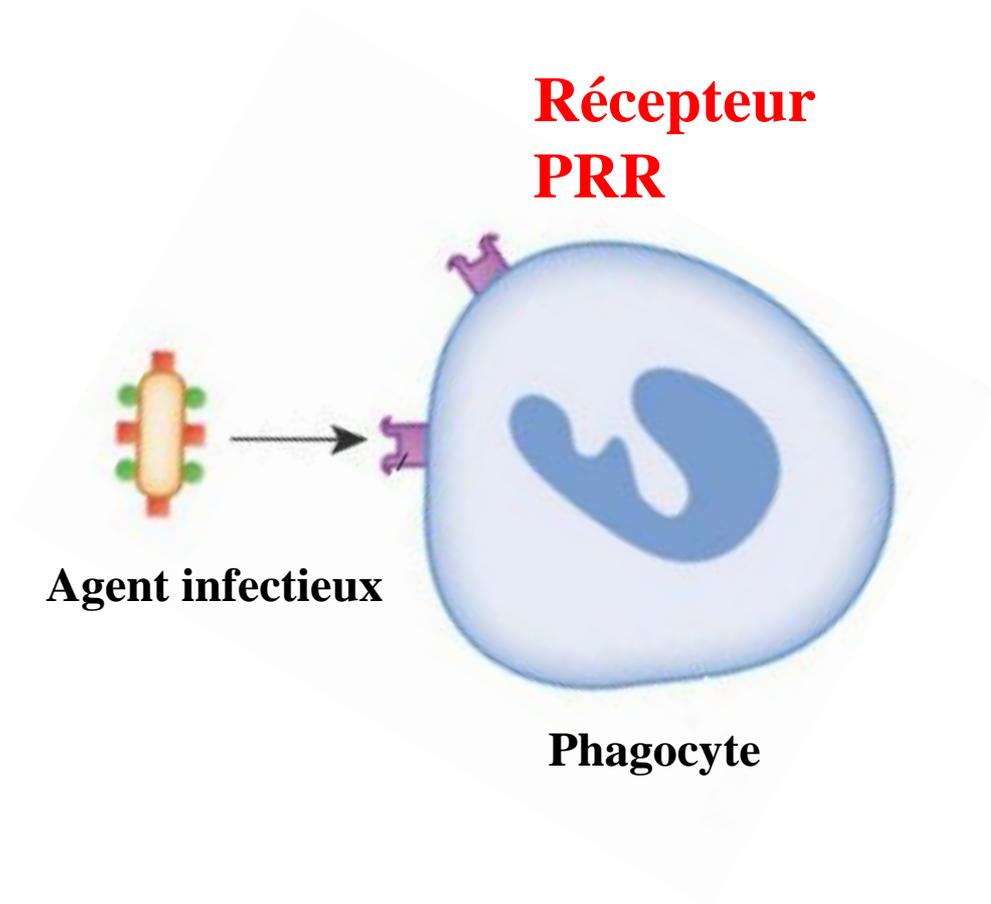


	Drosophiles contrôles	Drosophiles mutantes sans récepteurs TLR
Quantité de drosomycine (en UA)	7,6	0,9



3 Résultats de l'expérience du doc. 2. a) Thorax recouvert de filaments mycéliens d'une drosophile mutante. b) Quantité de drosomycine produite par les drosophiles contrôles ou mutantes. c) Survie des drosophiles contrôles ou mutantes.

Reconnaissance des agents pathogènes



Reconnaissance des agents pathogènes

Différentes espèces
de bactéries



Récepteur des molécules
appartenant aux bactéries



Cellules sentinelles



b

Les cellules sentinelles possèdent des récepteurs de surface capables de reconnaître les bactéries.

Comparaison des séquences d'acides aminés d'un récepteur PRR chez différents organismes

	260	270	280	290	
1	DAFYSLGSLEHLDLS	DNHLSSLS	SSWF	GPLSSLKYLNL	MGNP
2	DAFYSLGSLEHLDLS	NNHLSSLS	SSWF	RPLSSLKYLNL	MGNP
3	DSFSSLGSLEHLDLS	YNL	SNLSSSWF	KPLSSL	TFLNLLGNP
4	DSFSSLGSLEHLDLS	YNL	SNLSSSWF	KPLSSL	TFLNLLGNP
5	ESFSLWSLEHLDLS	YNLL	SNLSSSWF	RPLSSL	KFLNLLGNP
6	DSFFHLRNLEYLDLS	YNRL	SNLSSSWF	RSLYVL	KFLNLLGNL
7	DSFGSQGKLELLDLS	NNSLAHL	SPVWF	GPLFSL	QHLRIQNS
8	DAFKSQHNLEVLDLS	LNNL	NNLSPSWF	HKLKSL	QQLNLVGNP
9	RAFEGLLSLRVVDLS	ANRL	TSLPPEL	FAETKQL	QEIYLRNNS
10	RAFEGLVLSLRLELS	LNRL	TNL	PPEL	FSEAKHIKEIYLQNNNS

- | | | | |
|-----------|--------------|------------------|---------------|
| 1. Souris | 4. Chimpanzé | 7. Poule | 10. Moustique |
| 2. Rat | 5. Chien | 8. Poisson zèbre | |
| 3. Homme | 6. Taureau | 9. Drosophile | |

Le *document ci-dessus* présente une partie de l'alignement des séquences en acides aminés d'un récepteur TLR chez divers vertébrés et d'un récepteur Toll chez la drosophile et le moustique. Les acides aminés repérés en bleu ou vert ont des propriétés chimiques très proches. Les acides aminés identiques dans toutes les séquences sont représentés en rouge.

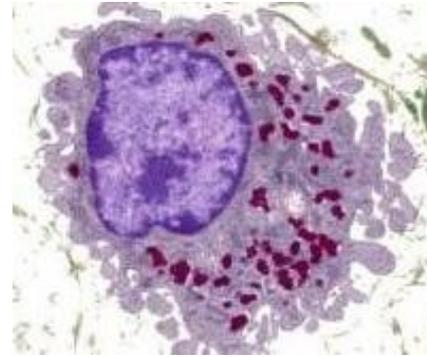
Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

- I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire
- II. Le déroulement de la réaction inflammatoire
 - A. Les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire
 - B. La reconnaissance des agents pathogènes par les leucocytes
 - C. Les médiateurs chimiques de l'inflammation**

Réaction des leucocytes à la détection d'un agent pathogène



granulocytes



macrophages



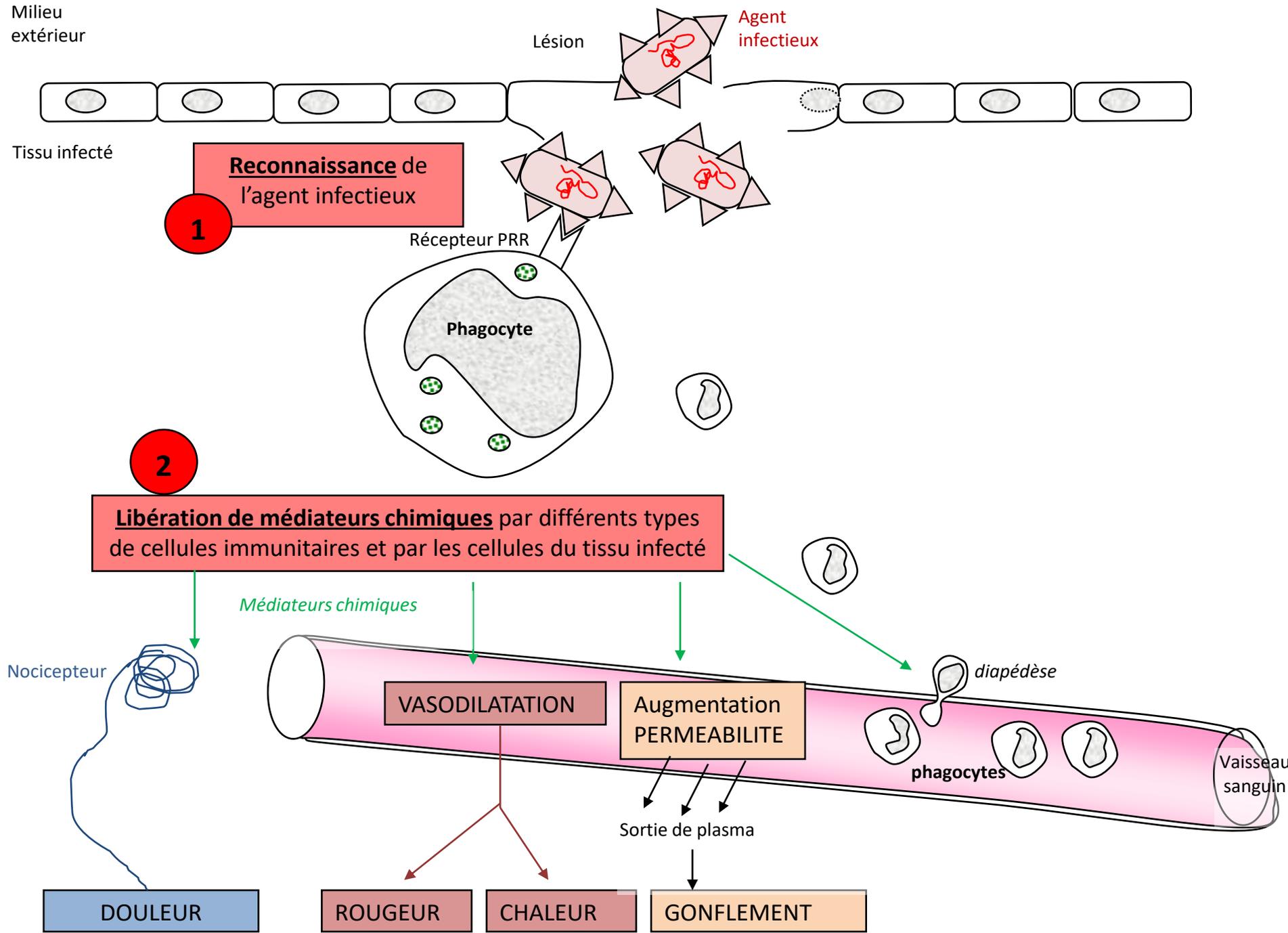
cellules dendritiques

Reconnaissance des agents pathogènes

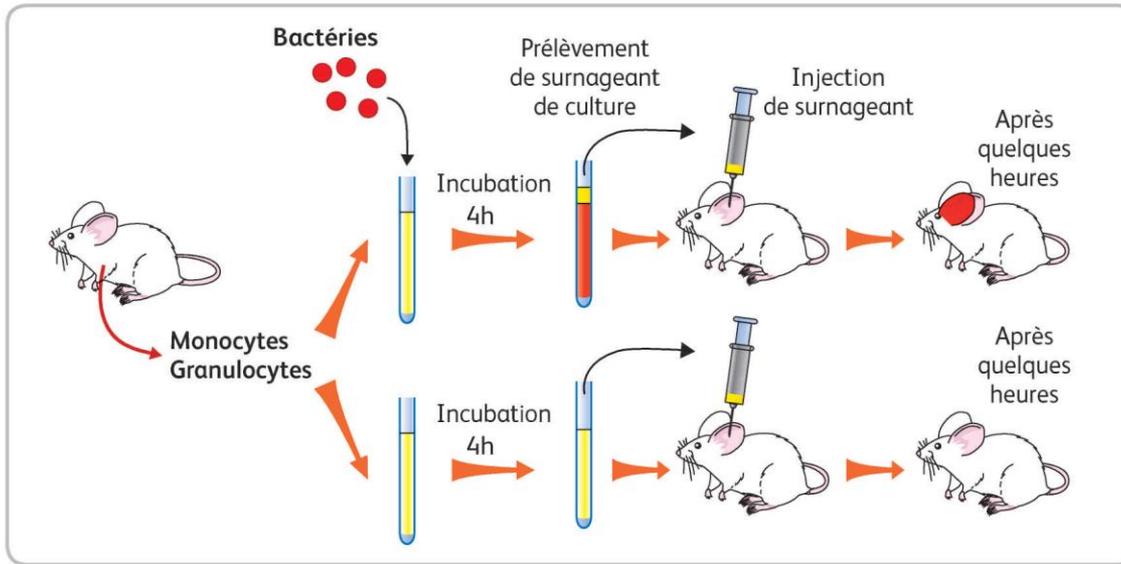
**Production de substances chimiques =
médiateurs de l'inflammation**



**Déclenchement et amplification de la
réaction inflammatoire**



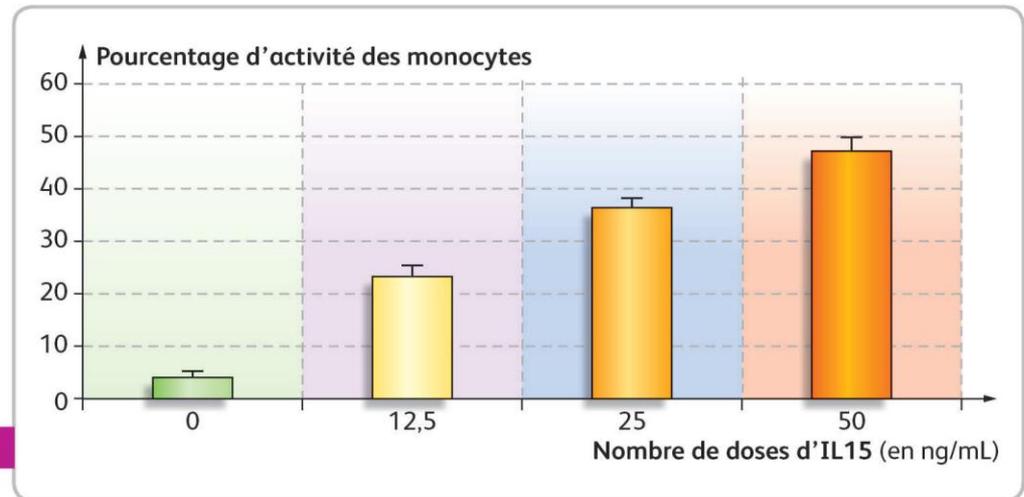
Effet des médiateurs chimiques de l'inflammation



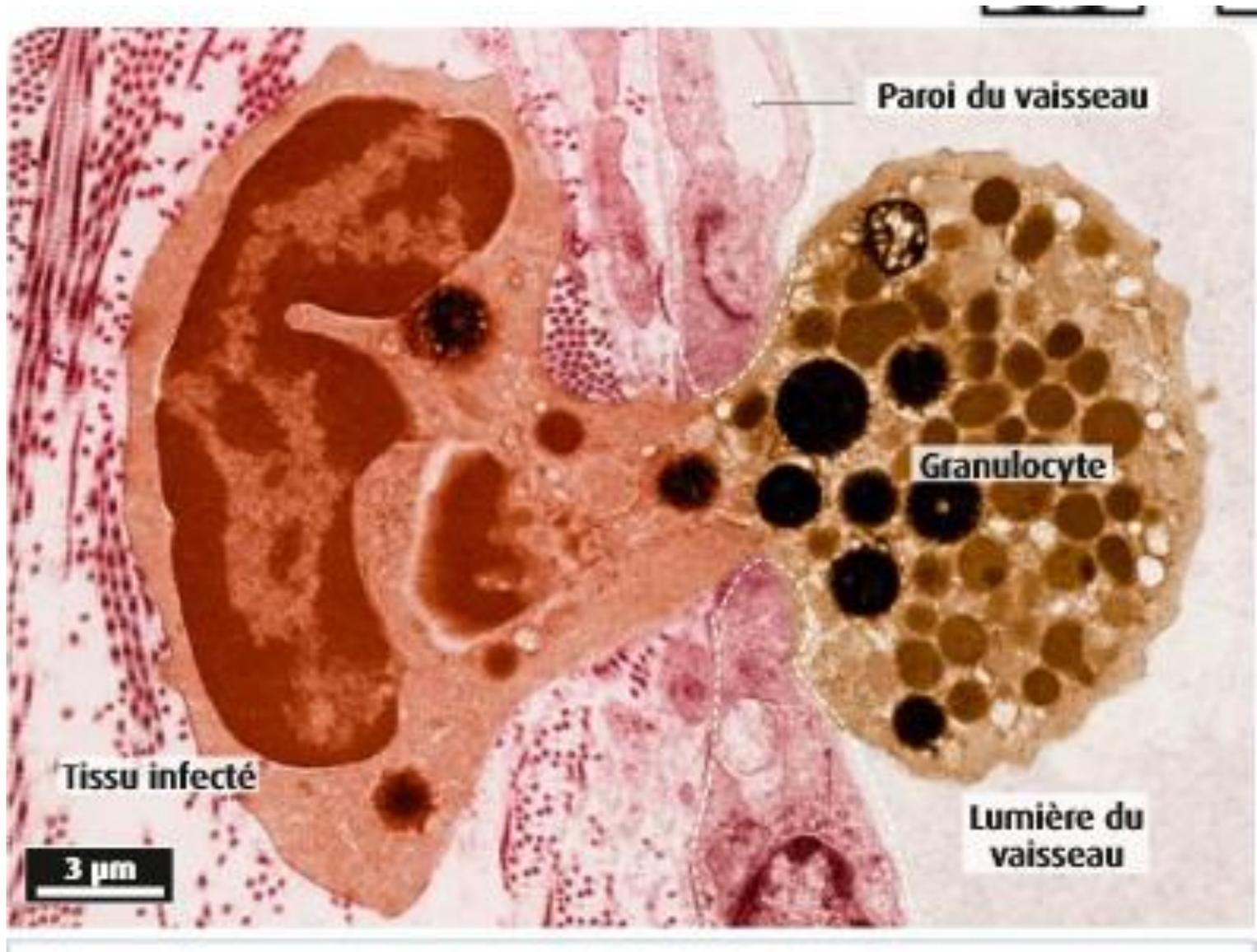
d Expériences de contact entre des cellules sentinelles de l'immunité innée et des bactéries.

- Parmi les nombreuses molécules présentes dans le surnageant précédent, on isole une série de molécules appelées « interleukines ».
- On s'intéresse à l'effet de l'une de ces molécules, l'IL-15, sur les cellules de l'immunité innée. On mesure *in vitro* le taux d'activation de monocytes en présence de doses croissantes d'IL-15.
- Lorsque les monocytes sortent des vaisseaux et infiltrent les tissus, ils se différencient le plus souvent en macrophages.

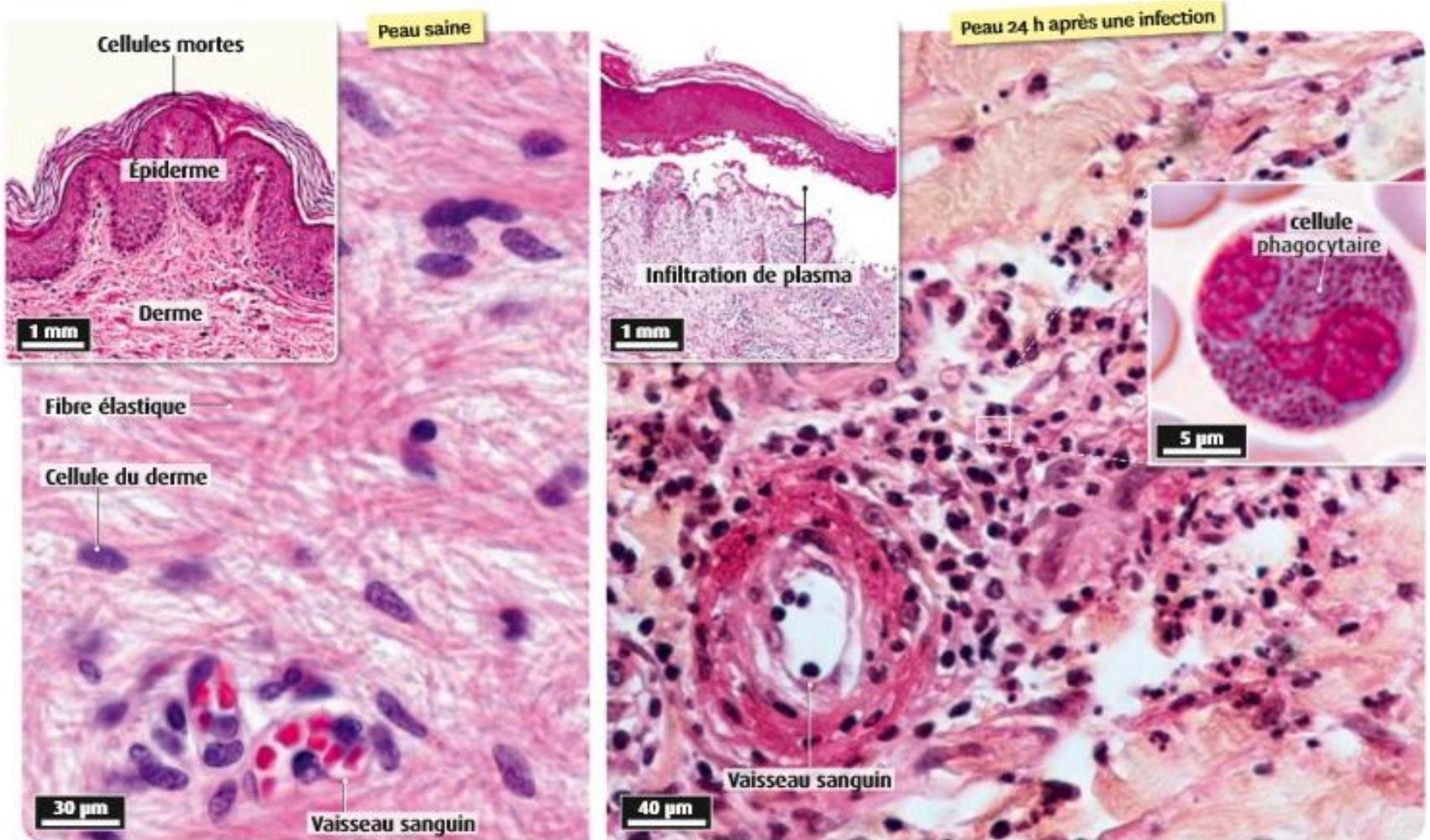
e Effet des interleukines sur l'activation des monocytes.



Diapédèse



Comparaison tissu sain et infecté

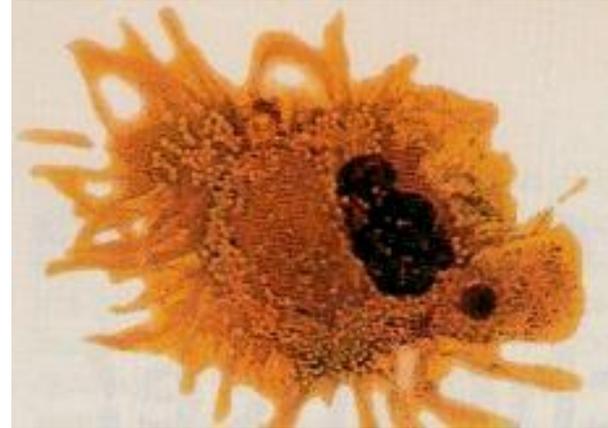


4 Coupe transversale du derme dans une peau saine et dans une peau infectée (vues au MO). L'accumulation de plasma et de cellules sur le site infecté forment un liquide blanchâtre: le pus.

Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

- I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire
- II. Le déroulement de la réaction inflammatoire
 - A. Les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire
 - B. La reconnaissance des agents pathogènes par les leucocytes
 - C. Les médiateurs chimiques de l'inflammation
 - D. L'élimination de l'agent pathogène par phagocytose**

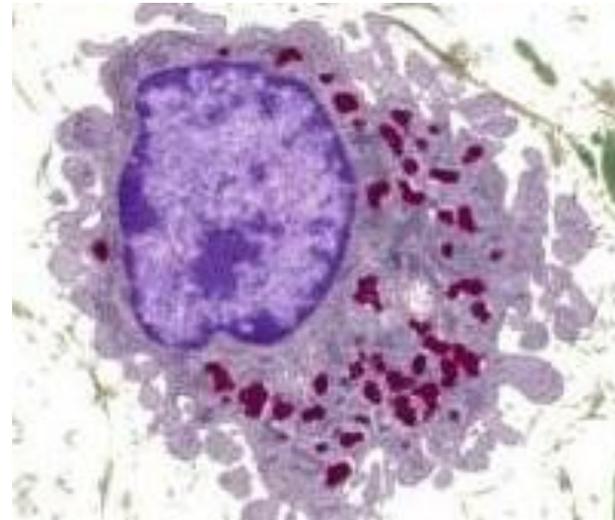
Phagocytes



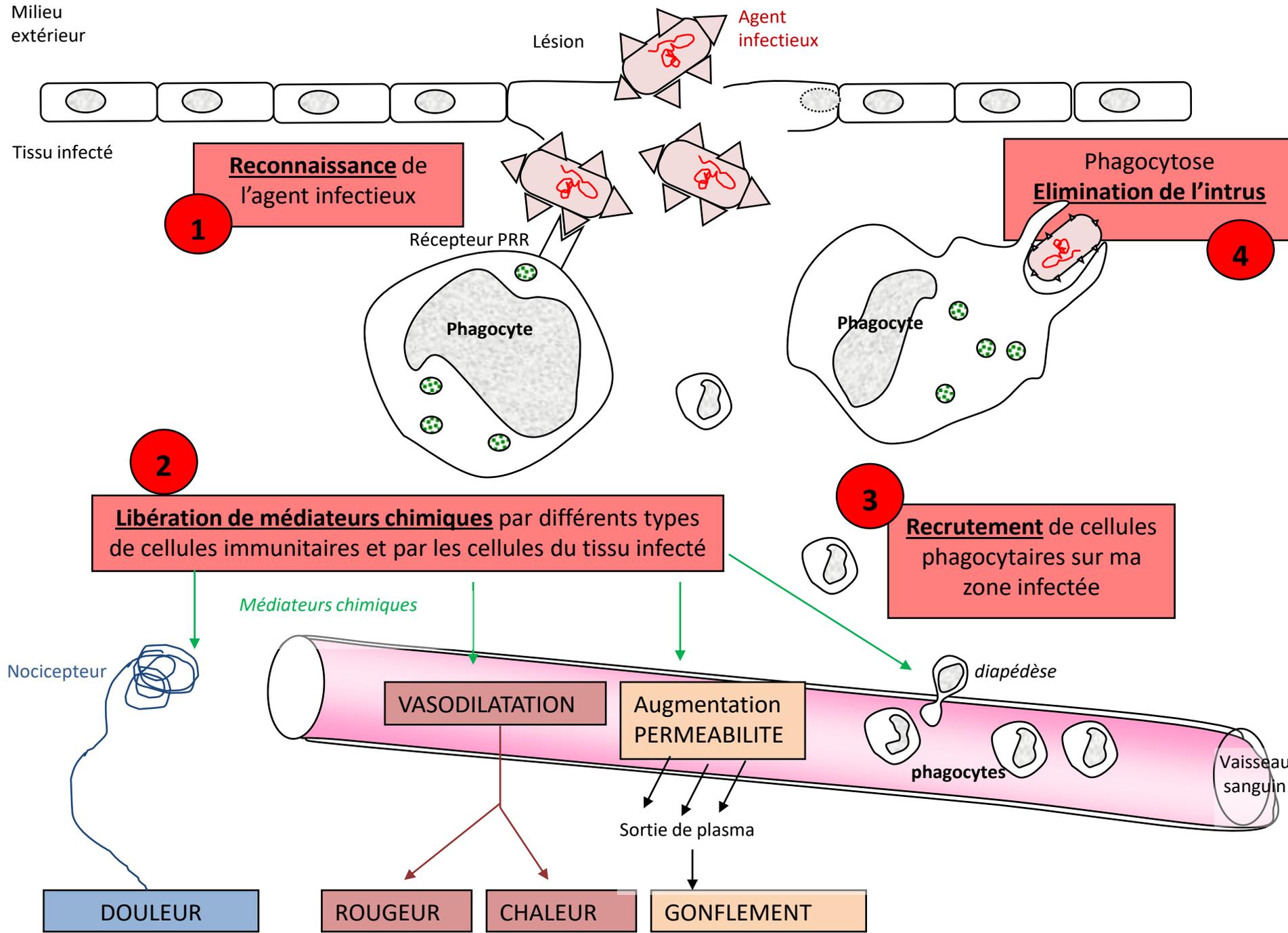
cellules dendritiques



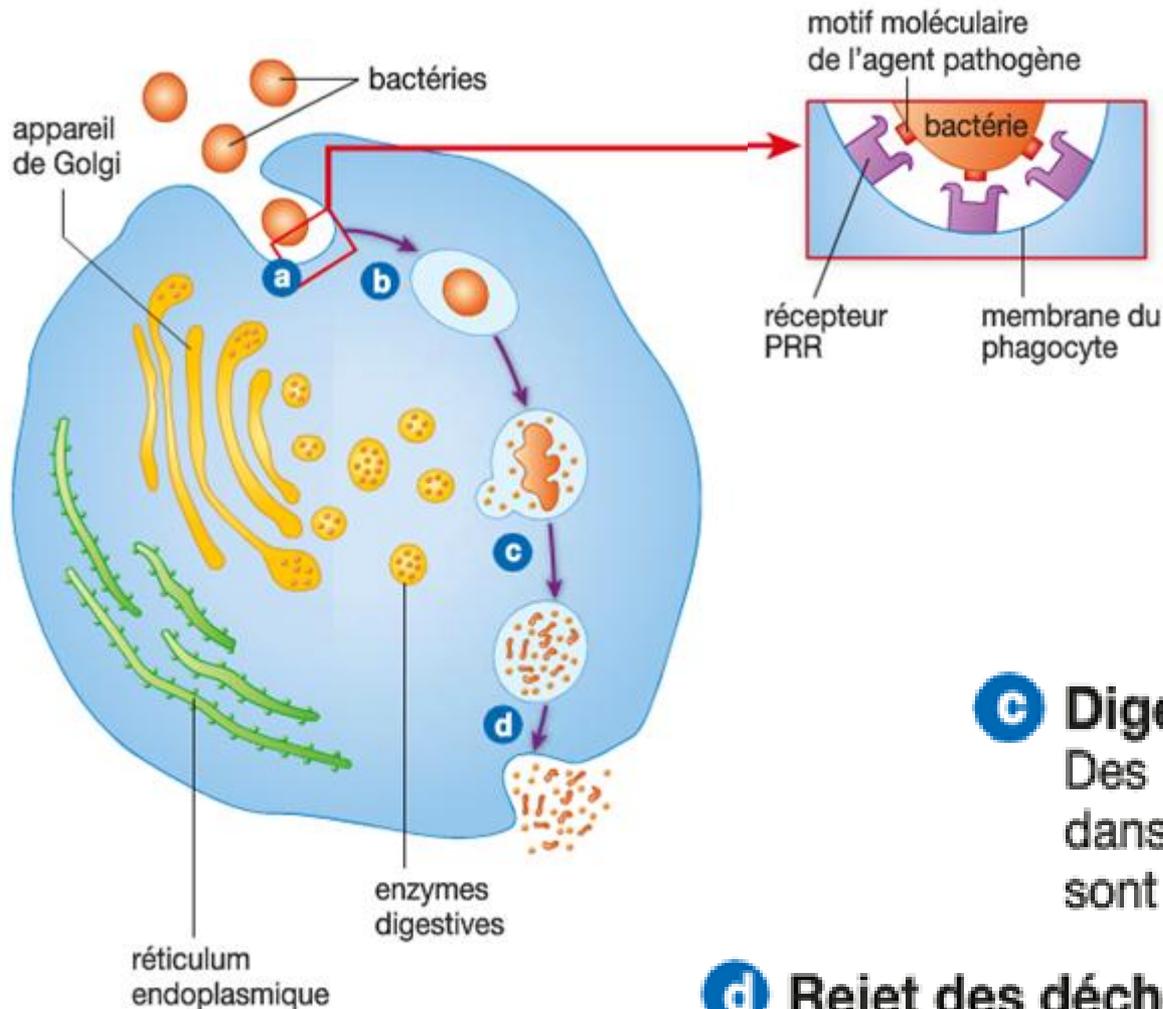
granulocytes



macrophages



Déroulement de la phagocytose



a Adhésion

Les éléments étrangers adhèrent à la membrane des phagocytes grâce aux récepteurs qui ont permis de les identifier.

b Ingestion

La cellule se déforme et englobe la particule dans une vacuole (phagosome) en l'entourant par des prolongements cytoplasmiques.

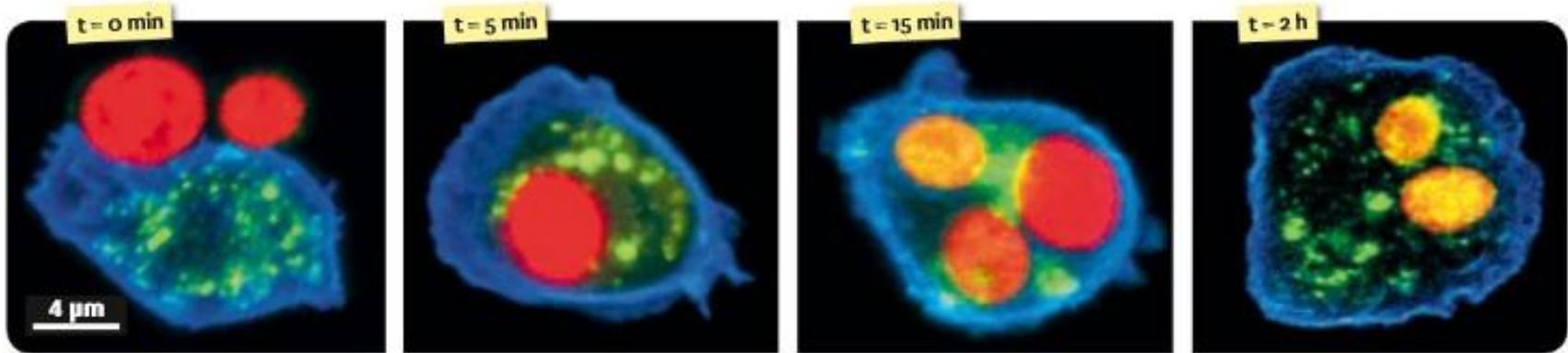
c Digestion

Des enzymes digestives contenues dans des vésicules cytoplasmiques sont déversées dans le phagosome.

d Rejet des déchets

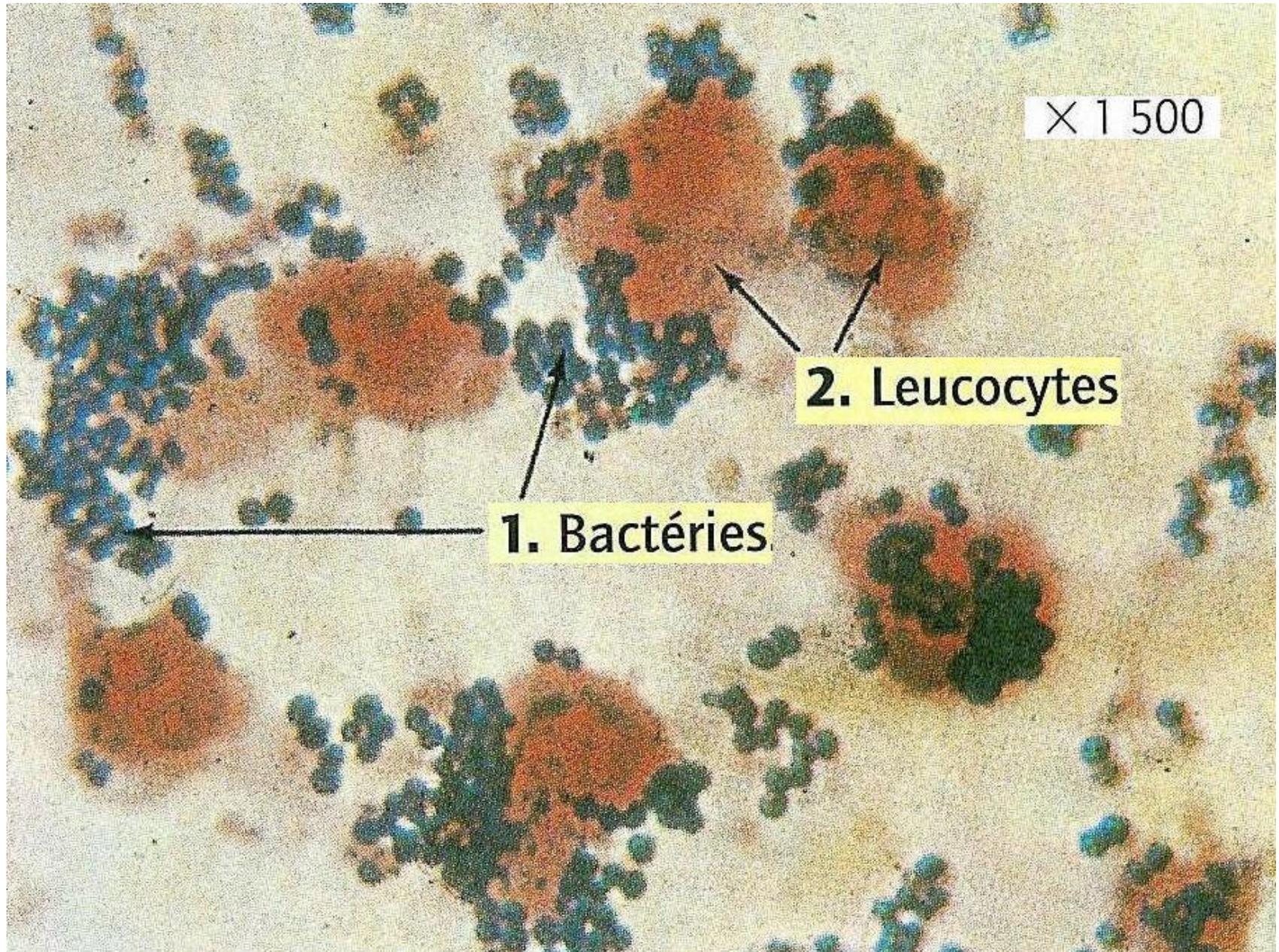
Après digestion de l'élément étranger, les déchets sont rejetés à l'extérieur du phagocyte.

Etapes de la phagocytose



3 Phagocytose de levures par un macrophage suivie grâce à des anticorps fluorescents (photos au MO). Les levures apparaissent en rouge, la membrane plasmique du macrophage en bleu, les lysosomes en vert. Ces derniers sont des organites du macrophage qui contiennent des molécules capables de digérer des agents infectieux. La couleur jaune est due au mélange des fluorescences vertes et rouges.

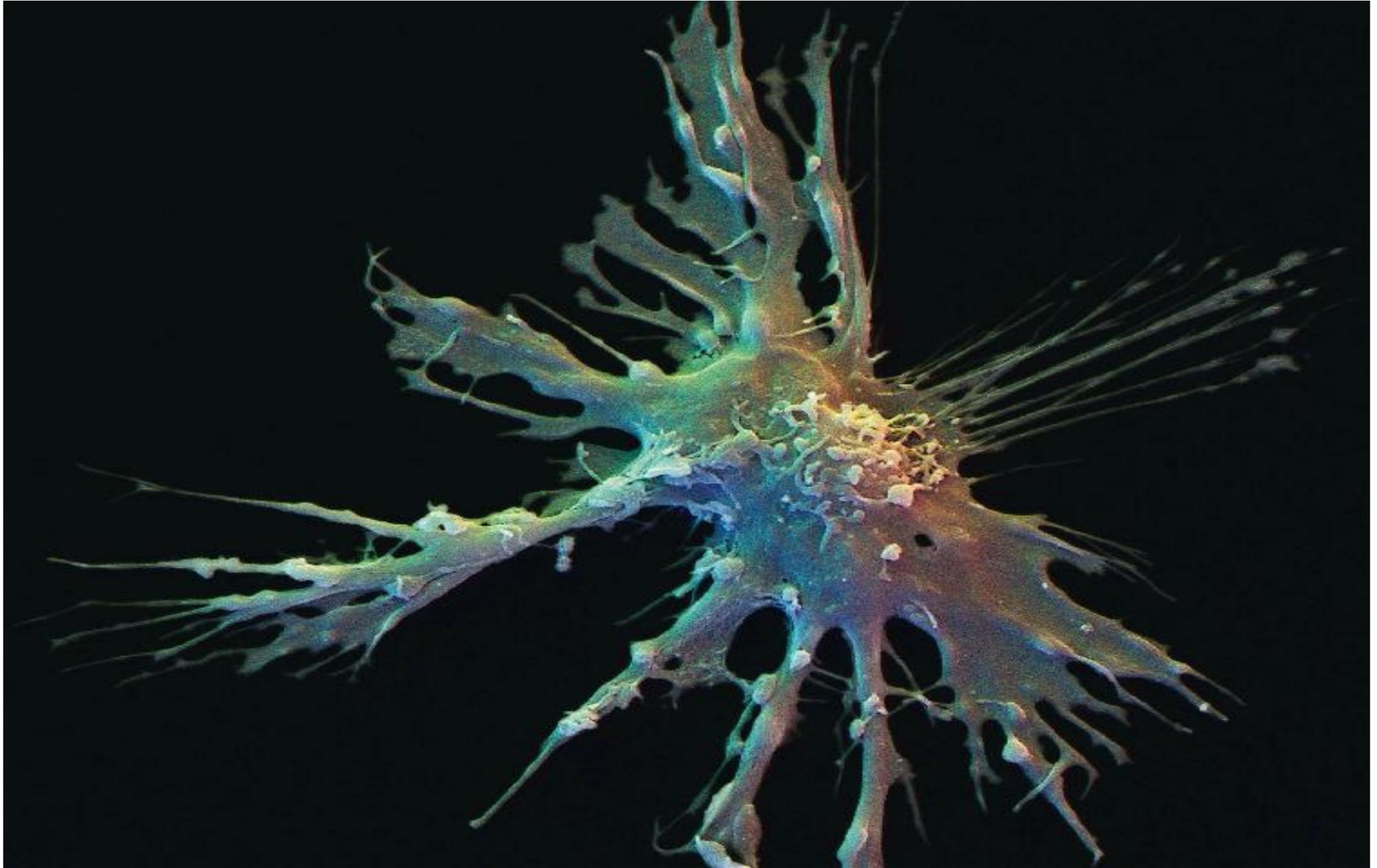
Observation microscopique de pus



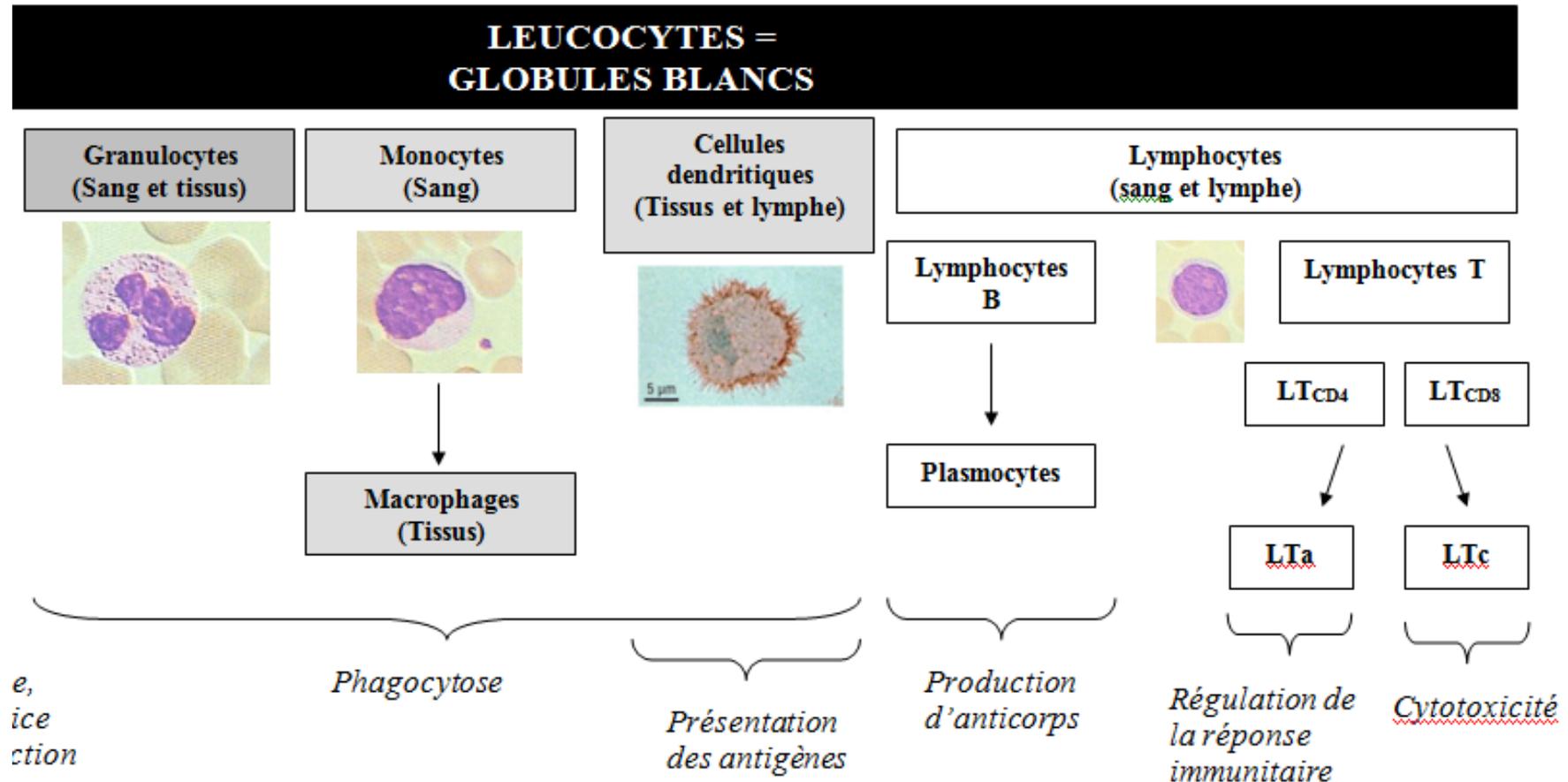
Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

- I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire
- II. Le déroulement de la réaction inflammatoire
 - A. Les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire
 - B. La reconnaissance des agents pathogènes par les leucocytes
 - C. Les médiateurs chimiques de l'inflammation
 - D. L'élimination de l'agent pathogène
- III. Préparation à la réponse immunitaire adaptative

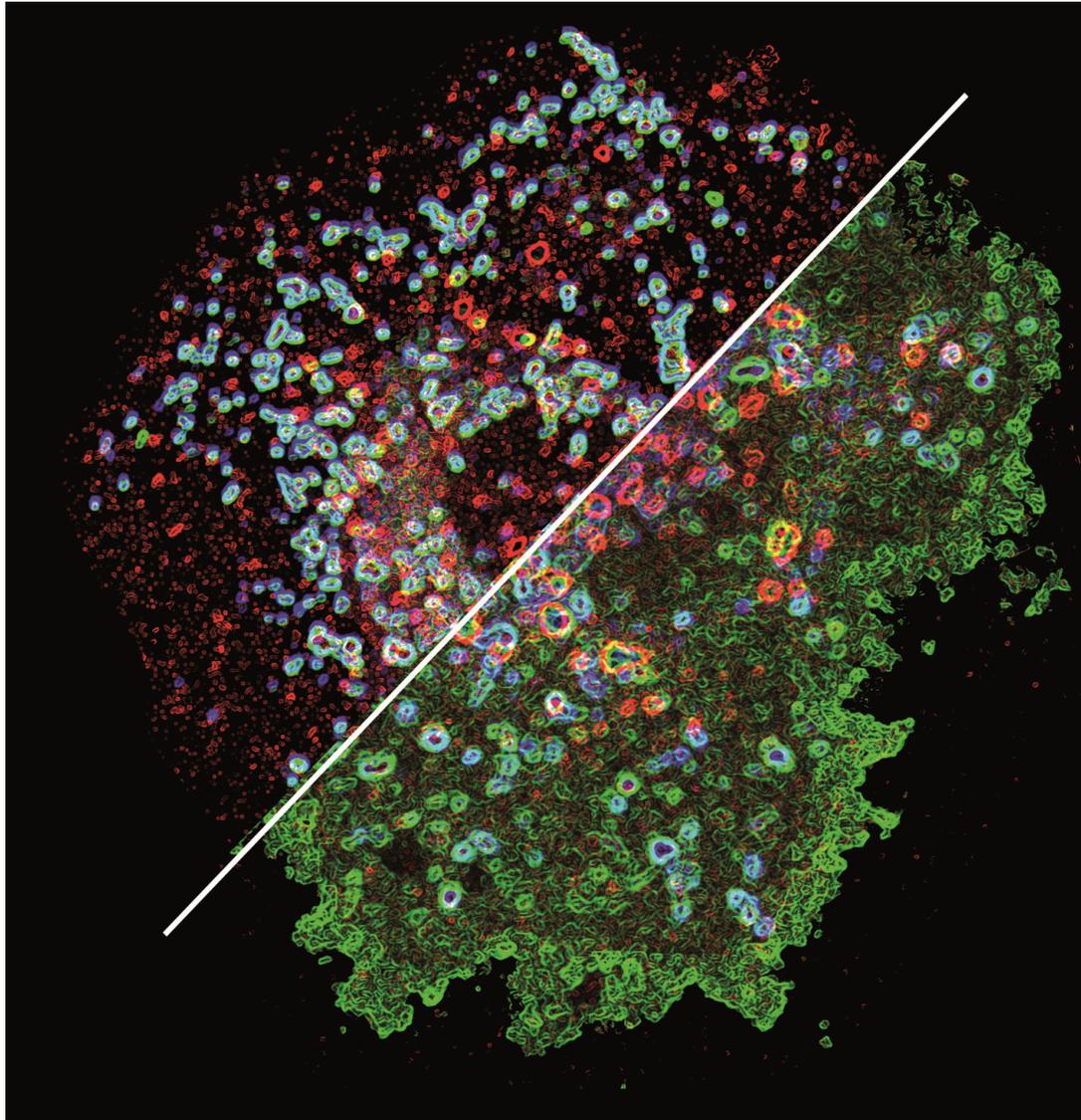
Les cellules dendritiques préparent la réaction adaptative



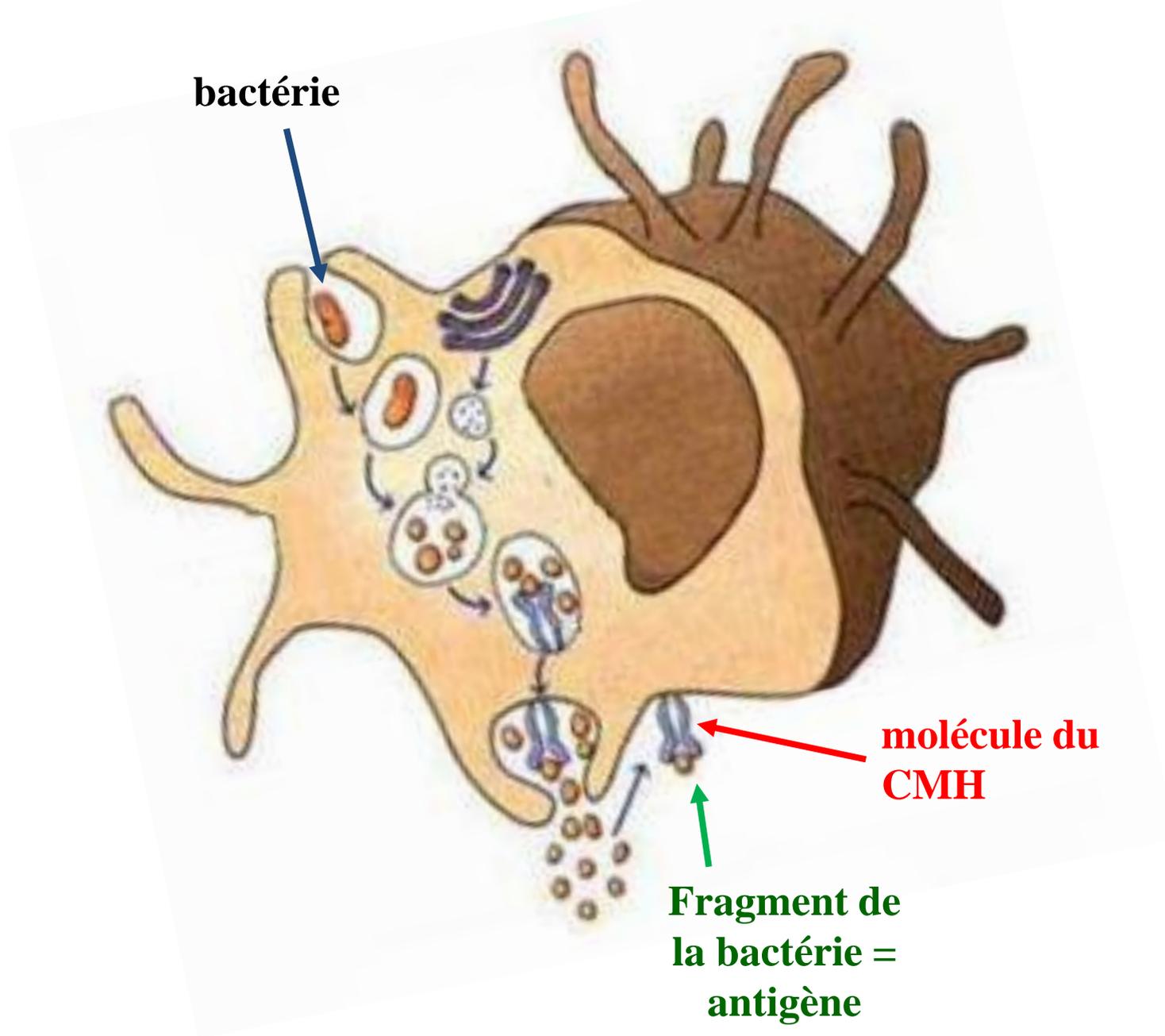
Les cellules du système immunitaire



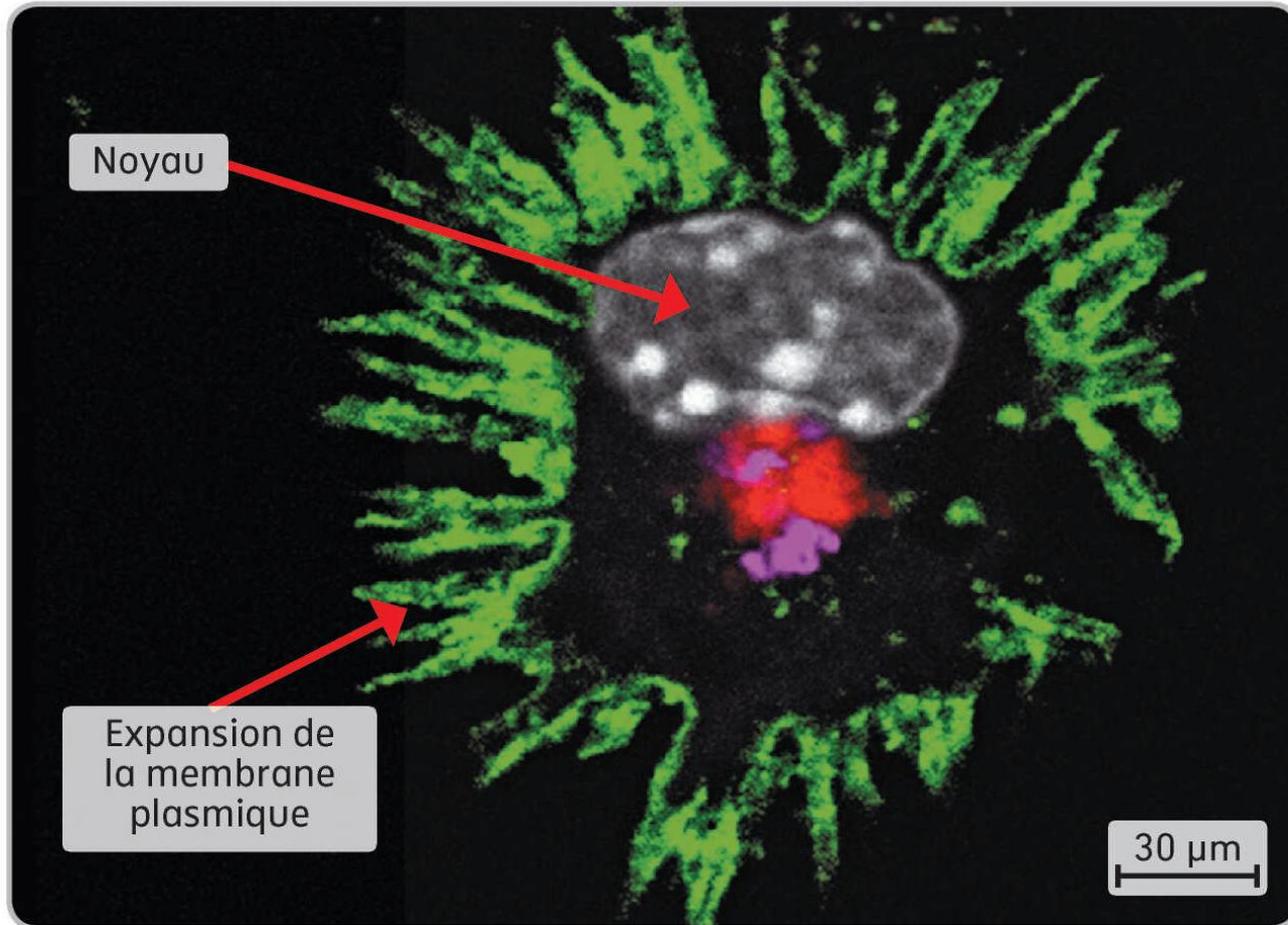
Molécules du CMH à la surface d'une cellule dendritique



Présentation de l'antigène par une cellule dendritique

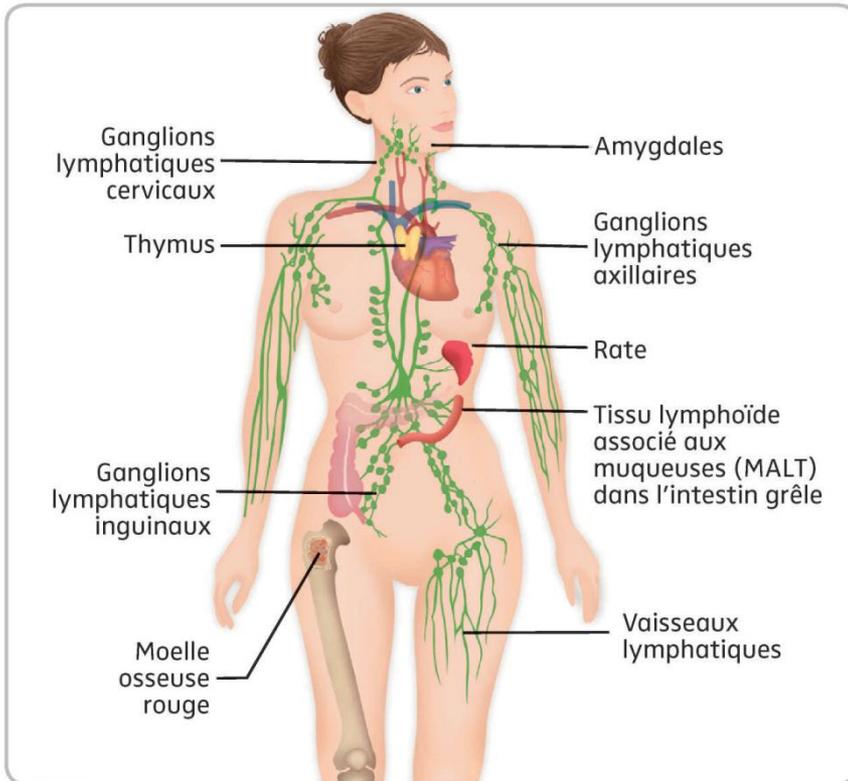


La cellule dendritique, une CPA

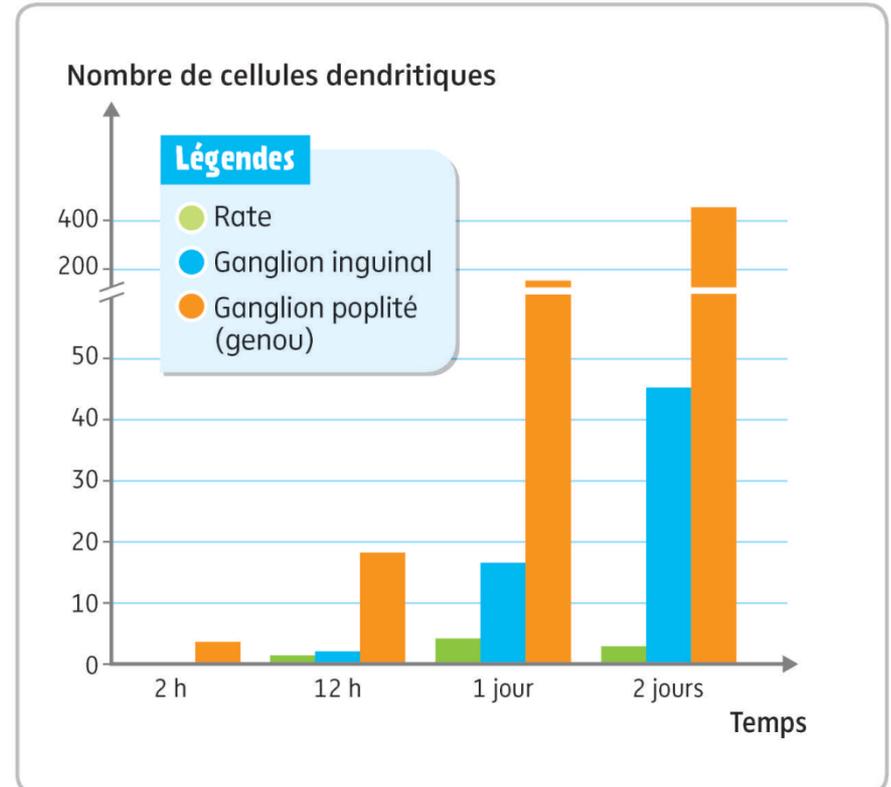


- d** Cellule dendritique avec ses expansions membranaires. Les produits de la phagocytose, appelés « antigènes », ont été colorés en vert.

Déplacement des cellules dendritiques vers les ganglions

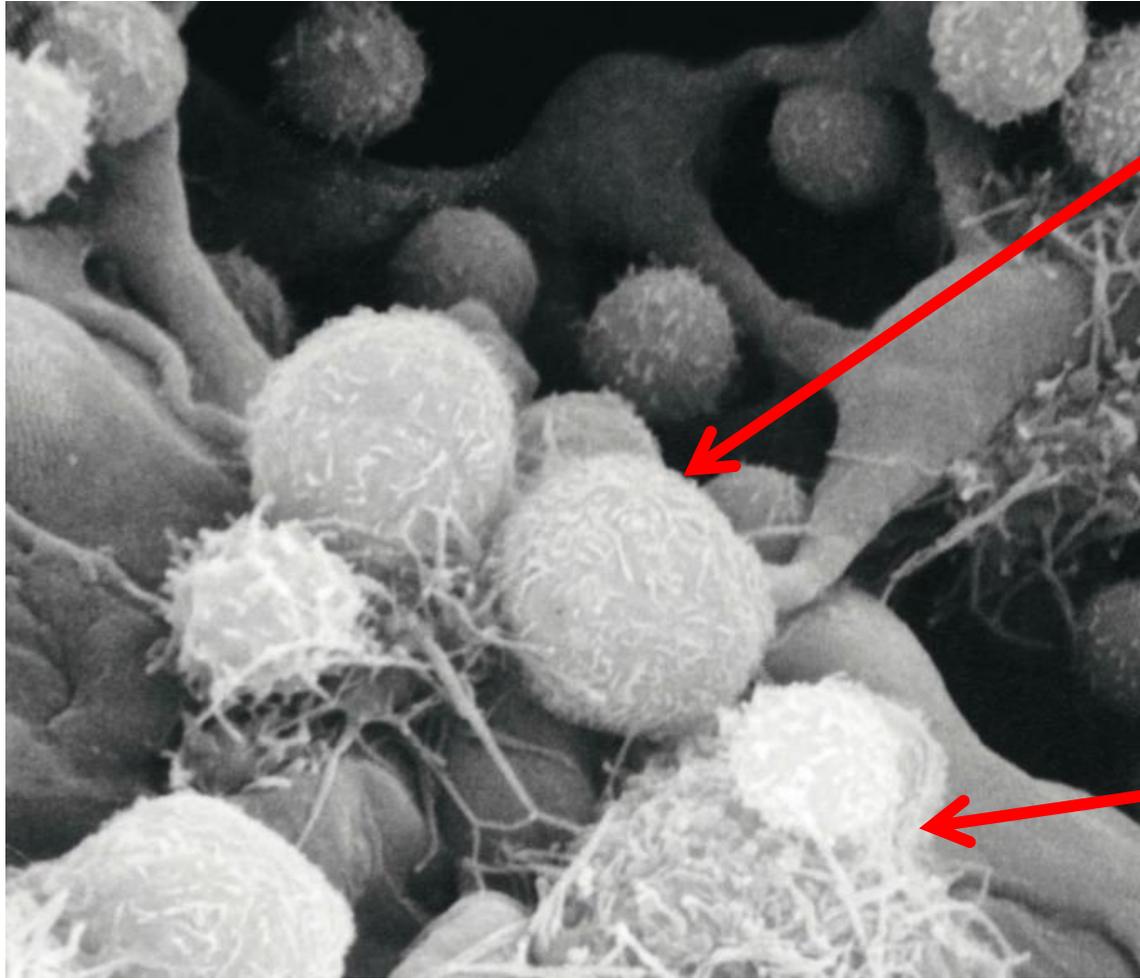


a Localisation des organes lymphoïdes, rate et ganglions lymphatiques.



b Suivi de l'injection, dans la patte d'une souris, de cellules dendritiques marquées et activées par un contact avec des bactéries.

Présentation des antigènes aux lymphocytes T

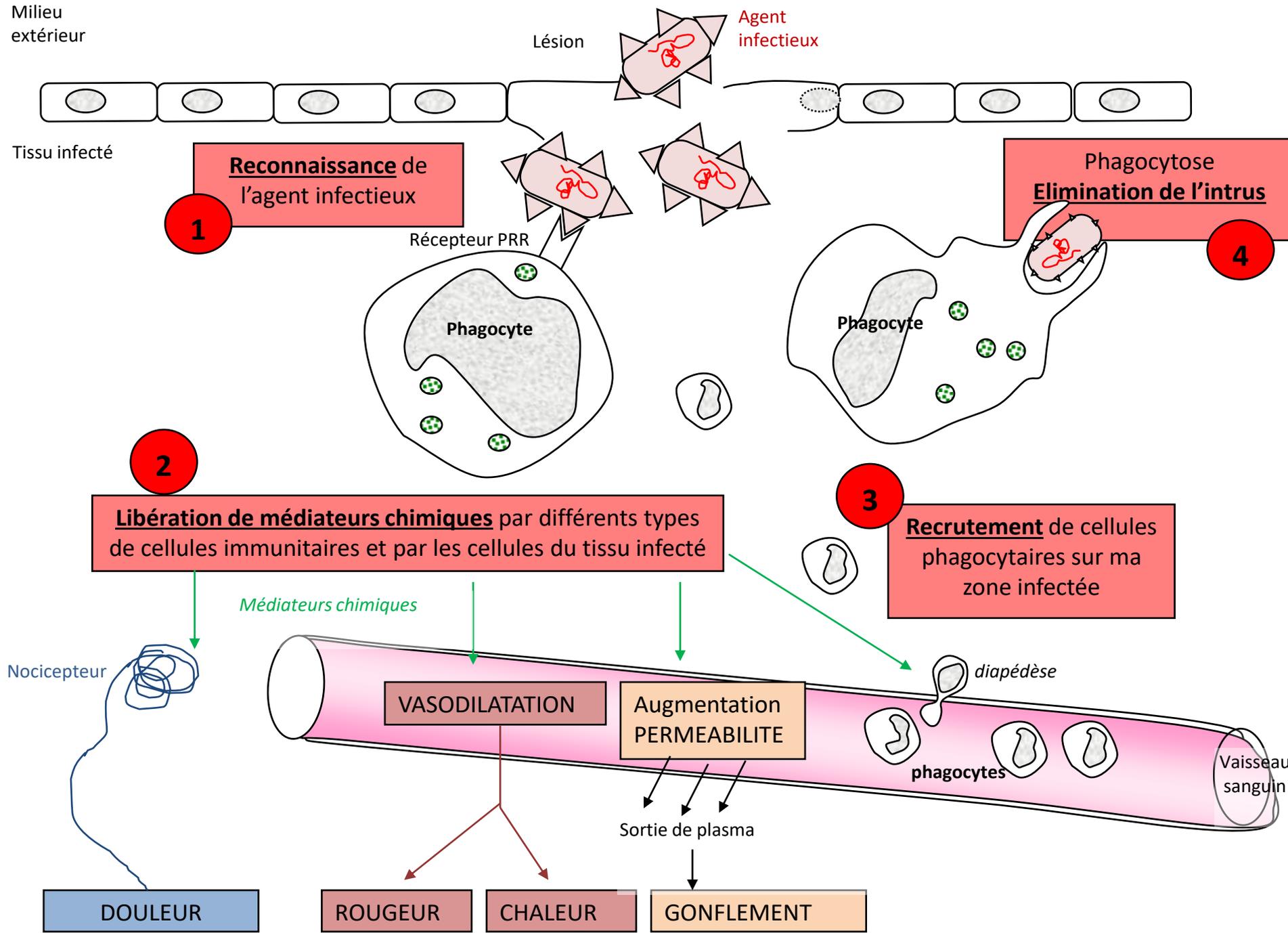


Lymphocytes

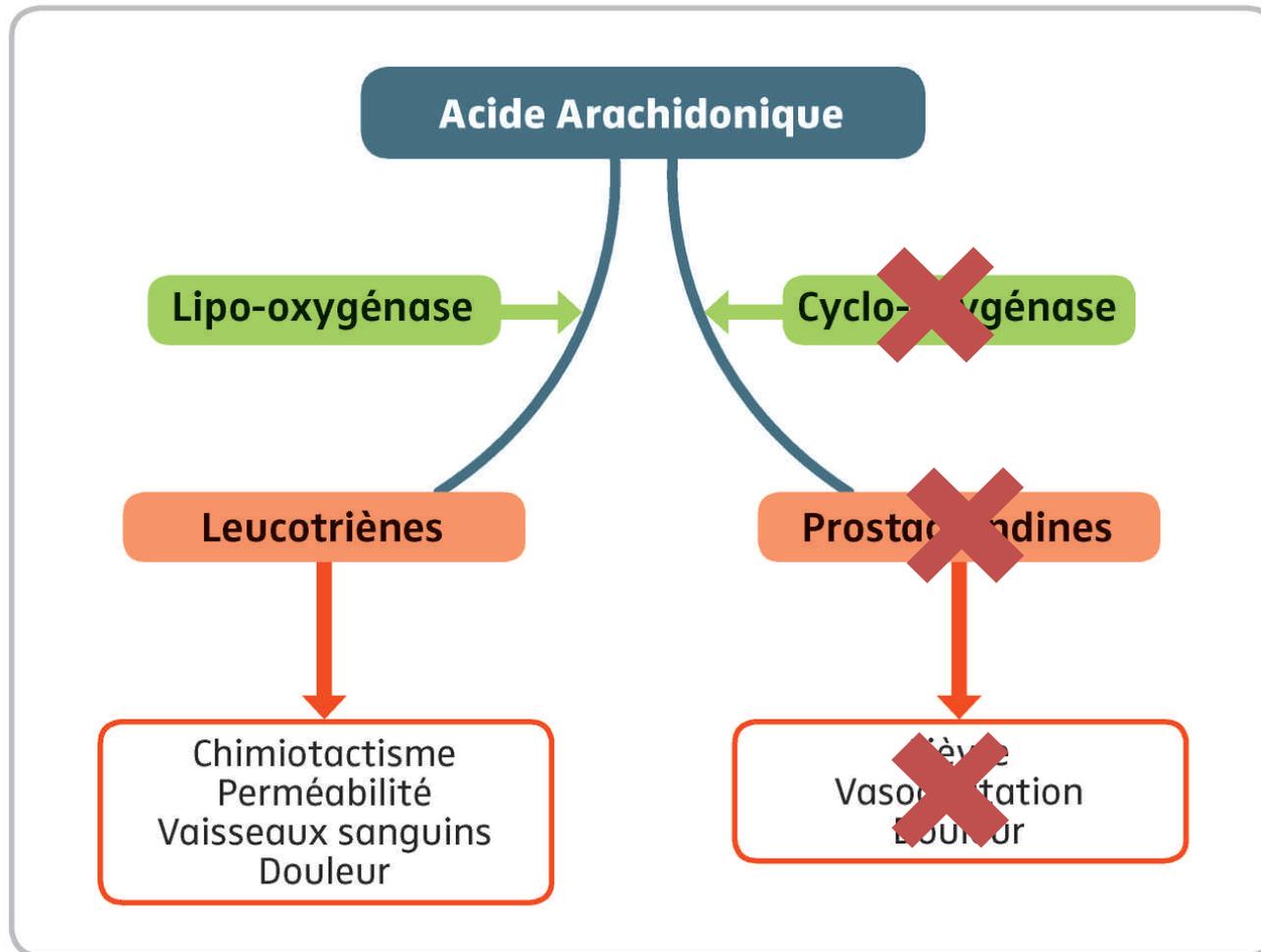
**Cellules
dendritiques**

Chapitre 1 : Un exemple de réponse immunitaire innée: **La réaction inflammatoire**

- I. Les caractéristiques de la réaction inflammatoire
- II. Le déroulement de la réaction inflammatoire
 - A. Les cellules impliquées dans la réaction inflammatoire
 - B. La reconnaissance des agents pathogènes par les leucocytes
 - C. Les médiateurs chimiques de l'inflammation
 - D. L'élimination de l'agent pathogène
- III. Préparation à la réponse immunitaire adaptative
- IV. Aider l'organisme à contrôler l'inflammation**



Action de l'aspirine



f Rôle de l'enzyme cyclo-oxygénase dans la synthèse des médiateurs de l'inflammation.

Action de l'aspirine

