



L'immunité innée

*Comment les mécanismes de l'immunité innée constituent-ils une première ligne de défense de l'organisme ?*

## **I. Les caractéristiques de l'immunité innée**

- A) Les cellules de l'immunité innée, des cellules spécialisées
- B) L'immunité innée, un mécanisme conservé au cours de l'évolution des espèces

## **II. La réaction inflammatoire**

- A) Des symptômes stéréotypés
- B) Les acteurs cellulaires et moléculaires de la réaction inflammatoire

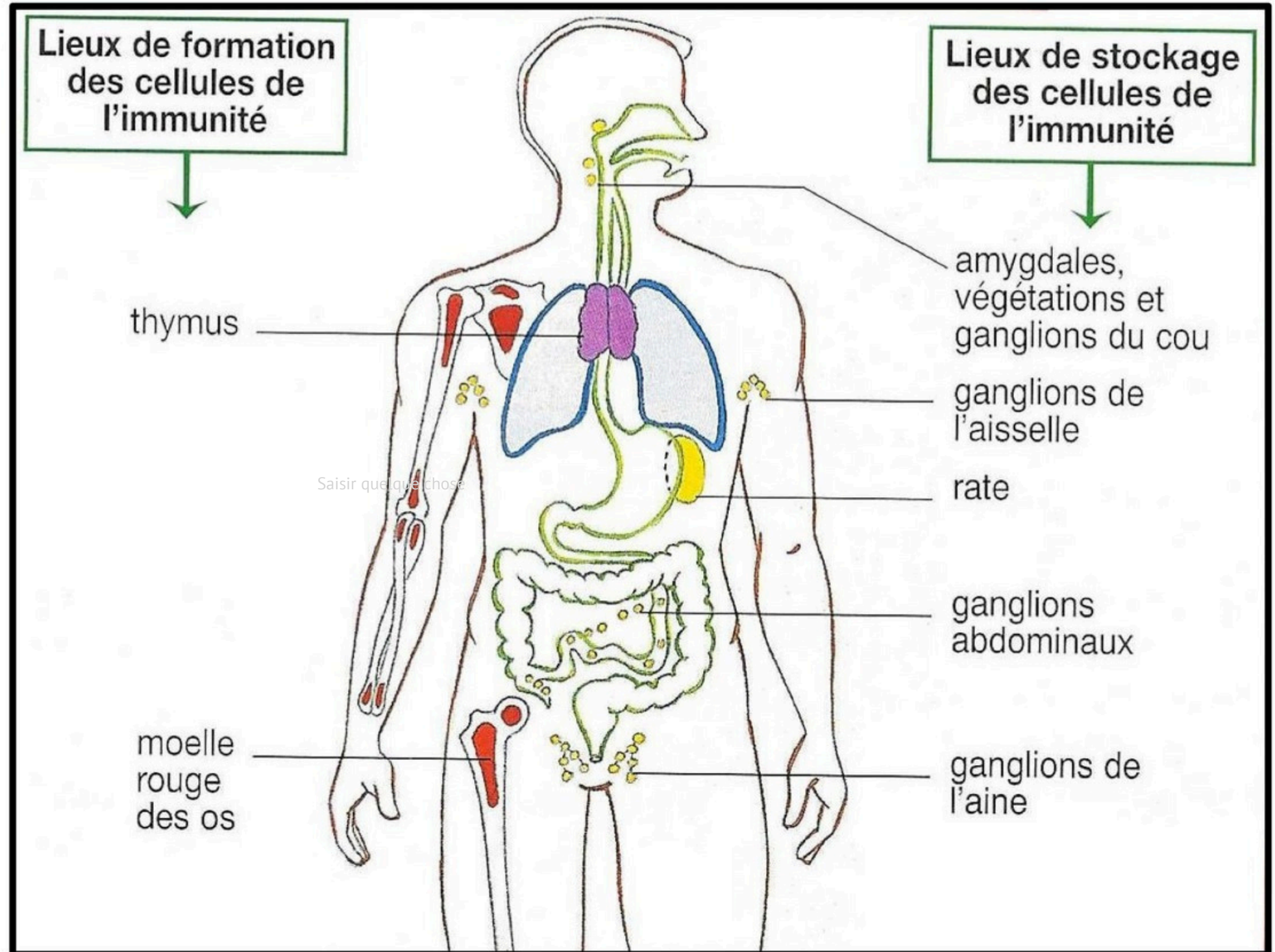
## **III. Les traitements anti-inflammatoires**

- A) La diversité des anti-inflammatoires
- B) Les modes d'actions des anti-inflammatoires



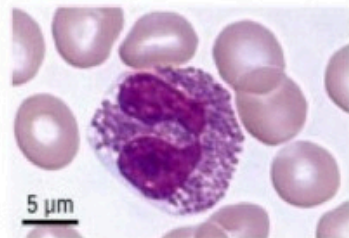
## Le système immunitaire

- des organes
- des cellules
- des molécules



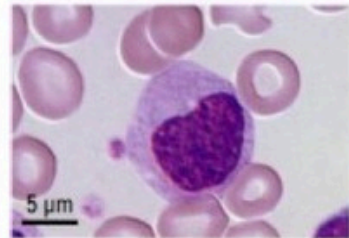
# Le système immunitaire

- des organes
- des cellules
- des molécules

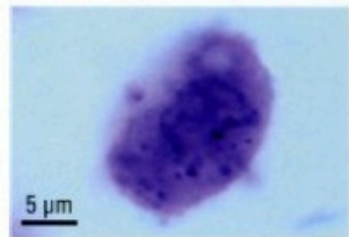


## Quelques cellules immunitaires

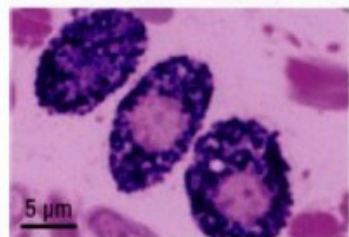
**Granulocyte:** cellule au noyau plurilobé capable de réaliser la phagocytose. Localisation : sang et tissus.



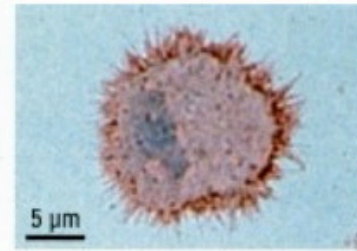
**Monocyte:** cellule au noyau en un seul lobe. De localisation sanguine, les monocytes peuvent quitter les vaisseaux pour gagner les tissus, où ils se différencient en macrophages.



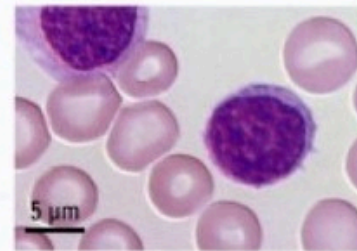
**Macrophage:** cellule au noyau arrondi dérivant des monocytes, capable de réaliser la phagocytose. Localisation : tissus.



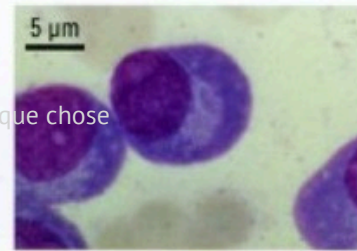
**Mastocyte:** cellule dont le cytoplasme contient de nombreuses vésicules remplies de médiateurs chimiques de l'inflammation. Localisation : tissus.



**Cellule dendritique:** cellule présentant de nombreux prolongements, qui contribue à l'initiation de la réaction inflammatoire aiguë et de la réponse immunitaire adaptative. Localisation : tissus et organes lymphoïdes secondaires.



**Lymphocyte:** cellule dont le noyau est de taille importante par rapport au cytoplasme. Les différents types de lymphocytes (T et B) sont des acteurs essentiels de la réponse immunitaire adaptative. Localisation : sang et organes lymphoïdes secondaires.

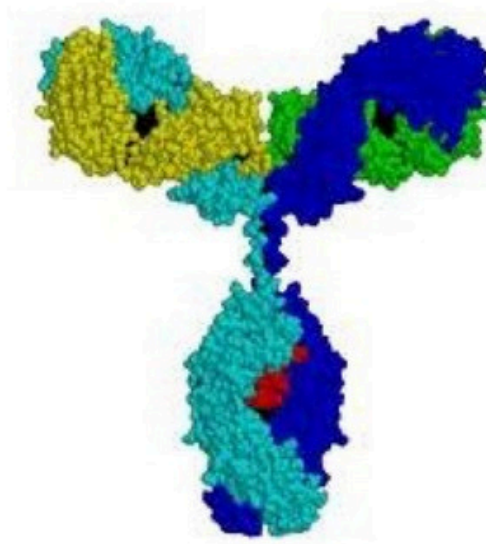


**Plasmocyte:** cellule sécrétrice d'anticorps issue de la différenciation d'un lymphocyte B. Localisation : sang et organes lymphoïdes secondaires.

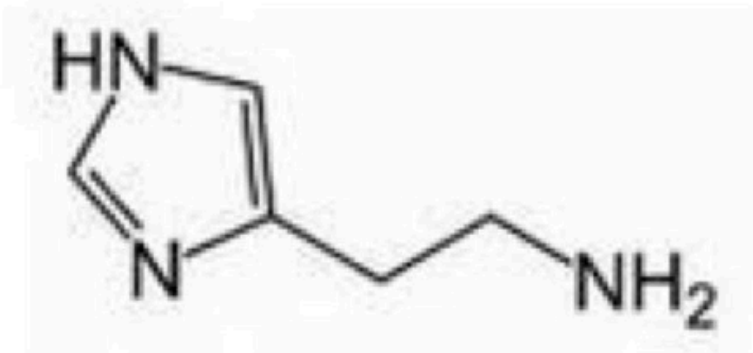
Saisir quelque chose

# Le système immunitaire

- des organes
- des cellules
- **des molécules**



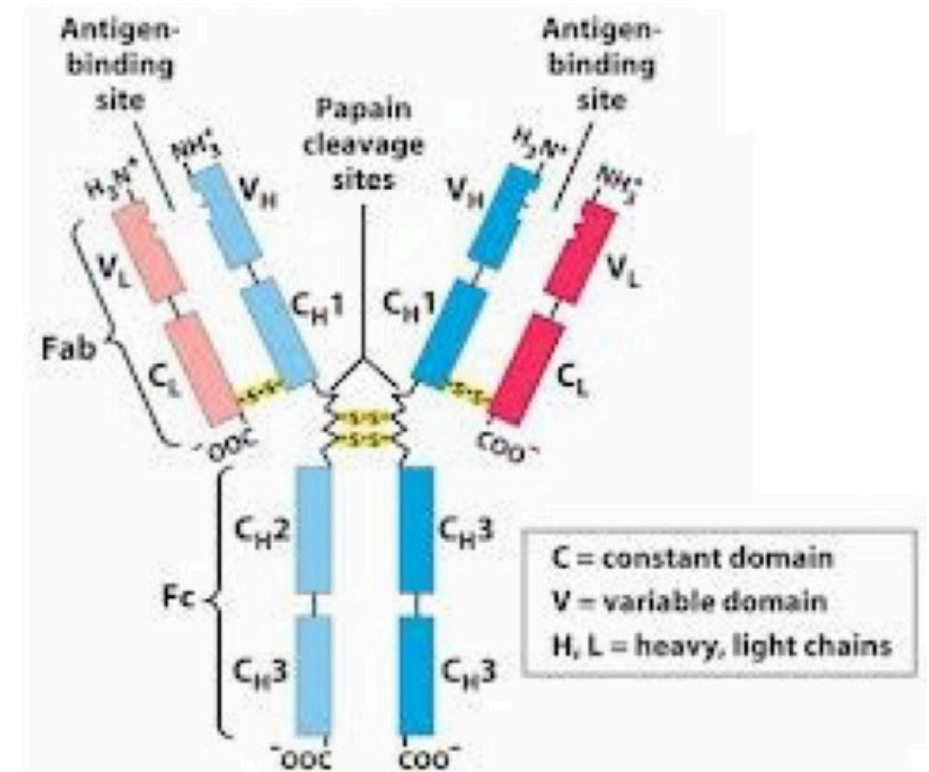
Saisir quelque chose



*Structure de la molécule d'histamine.*

*Source : Wikimedia Commons*

*Domaine public.*



## Systeme immunitaire Animaux

```
graph TD; A[Systeme immunitaire Animaux] --> B[Réponse innée]; A --> C[Réponse adaptative];
```

### Réponse innée

- tous les animaux
- immédiate
- non spécifique

### Réponse adaptative

- seulement les Vertébrés
- tardive
- spécifique

# I. Les caractéristiques de l'immunité innée

→ A) Les cellules de l'immunité innée,  
des cellules spécialisées





Prélèvement effectué par le laboratoire.

## SANG

### HÉMOGRAMME

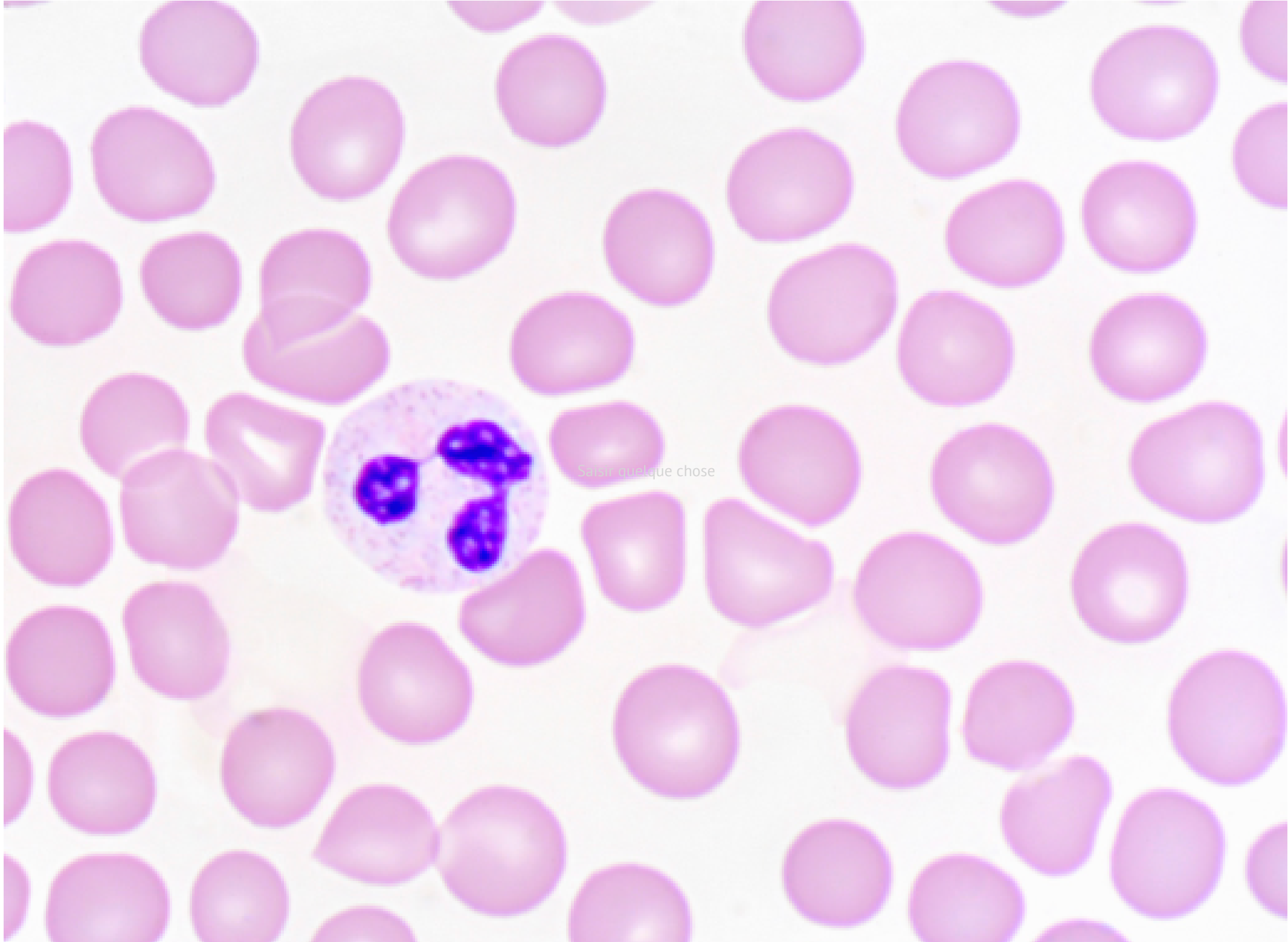
### VALEURS NORMALES

Globules blancs	12 000 par mm <sup>3</sup> .....	1 000 – 10 000
Globules rouges	5 480 000 par mm <sup>3</sup> .....	4 500 000 – 5 500 000
Hémoglobine	16,5 g / 100 mL.....	13 – 17
Hématocrite	46,6 %.....	40 – 54
VGM	85 µm <sup>3</sup> .....	80 – 100
TCMH	30,1 pg.....	27 – 33
CCMH	35,4 g / 100 mL.....	32 – 37

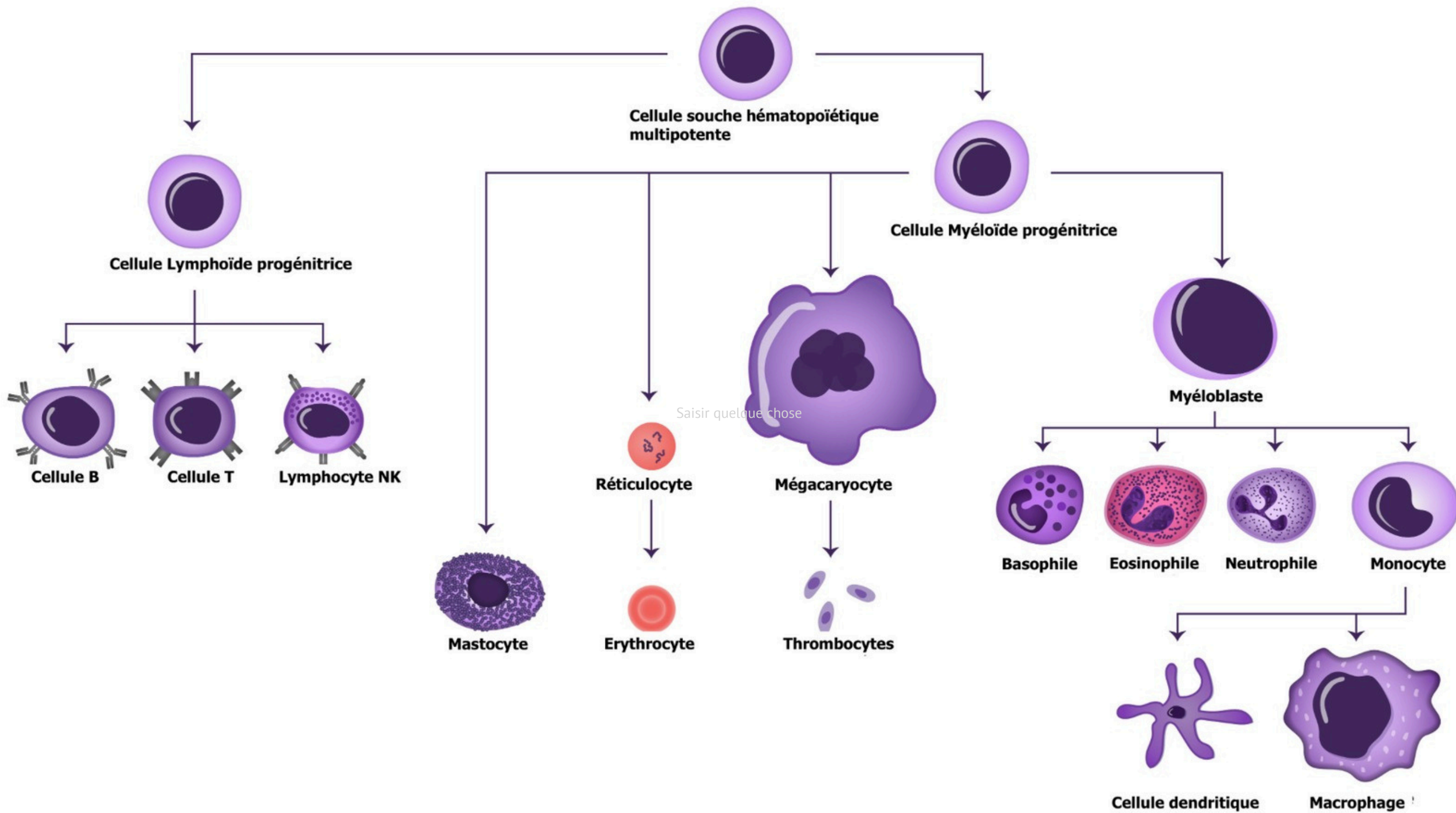
Saisir quelque chose

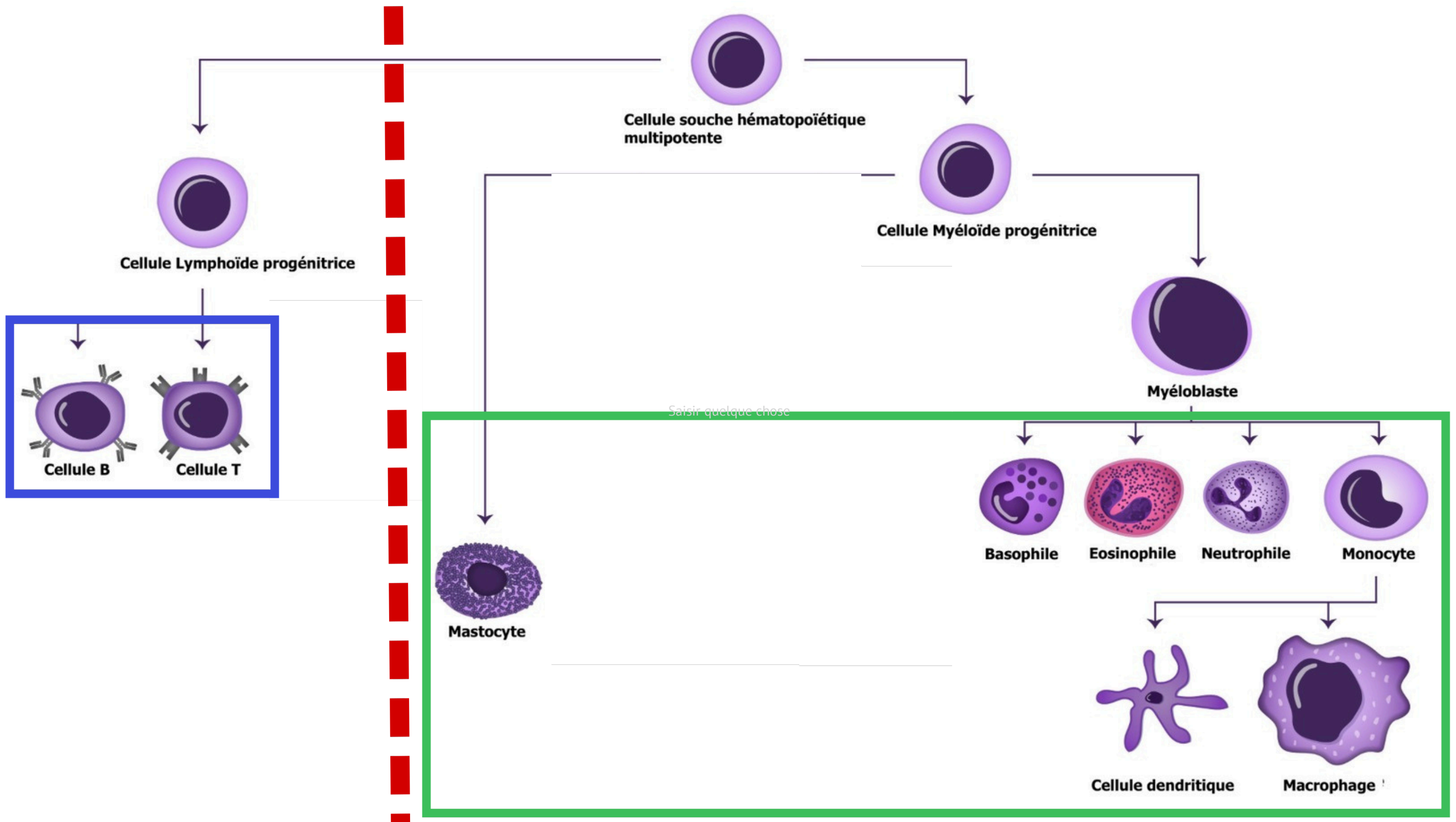
### FORMULE LEUCOCYTAIRE






POLYNUCLÉAIRES	NEUTROPHILES	8 000 / mm <sup>3</sup> .....	1 000 – 7 000
	ÉOSINOPHILES	500 / mm <sup>3</sup> .....	< 500
	BASOPHILES	450 / mm <sup>3</sup> .....	< 200
LYMPHOCYTES		3 500 / mm <sup>3</sup> .....	1 000 – 4 000
MONOCYTES		1 800 / mm <sup>3</sup> .....	100 – 1 000
PLAQUETTES		173 000 / mm <sup>3</sup> .....	150 000 – 400 000



Sabah quelque chose





Cellule	Localisation	Rôles principaux dans l'immunité innée
Granulocyte neutrophile 	Dans le sang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration vers le site infecté</li> <li>• Sécrétion de médiateurs chimiques</li> <li>• Action bactéricide (détruit les bactéries)</li> <li>• Phagocytose</li> </ul>
Monocyte 	Dans le sang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Migration vers le site infecté</li> <li>• Sécrétion de médiateurs chimiques</li> <li>• Se transforme en macrophage ou cellule dendritique dans les tissus</li> </ul>
Cellule dendritique 	Dans les tissus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cellule sentinelle</li> <li>• Cellule présentatrice d'antigène aux cellules de l'immunité adaptative</li> </ul>
Macrophage 	Dans les tissus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cellule sentinelle</li> <li>• Phagocytose</li> <li>• Sécrétion de médiateurs chimiques</li> </ul>
Mastocyte 	Dans les tissus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cellule sentinelle</li> <li>• Sécrétion de médiateurs chimiques</li> </ul>



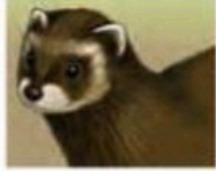
**Document 1** : Tableau descriptif des différentes cellules du système immunitaire.

# I. Les caractéristiques de l'immunité innée

A) Les cellules de l'immunité innée,  
des cellules spécialisées

→ B) L'immunité innée, un mécanisme  
conservé au cours de l'évolution des espèces



	Bactéries	Champignons	Éponges	Mollusques	Crustacés	Angiospermes	Insectes	Amphibiens	Mammifères
									
Phagocytose	-	+	+	+	+	?	+	+	+
Récepteur de surface	-	+	+	+	+	+	+	+	+
Défensines	?	?	?	?	?	+	+	+	+
Lysozymes	?	+	+	+	+	+	+	+	+
Immunité adaptive	-	-	-	-	-	-	-	+	+

? pas de donnée + présence - absence

Saisir quelque chose

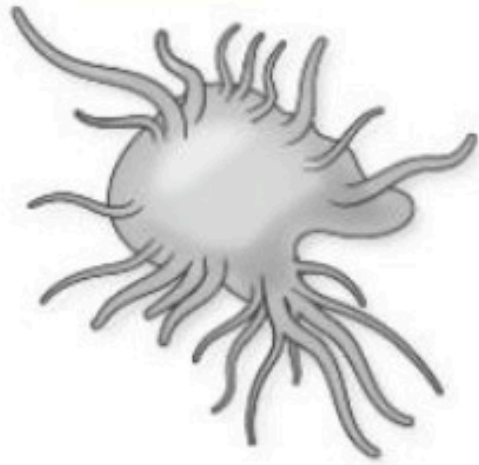
## Récepteur de surface + Lysosyme

Phagocytose

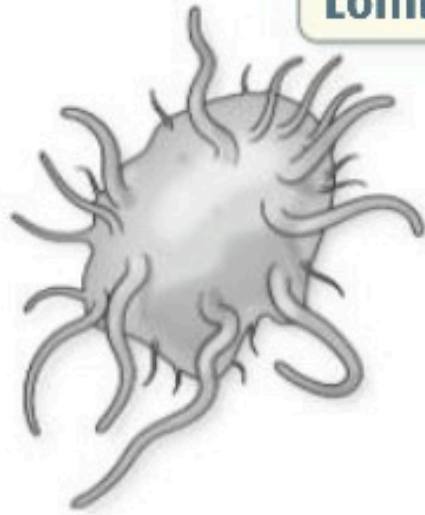
Défensines

Immunité adaptative

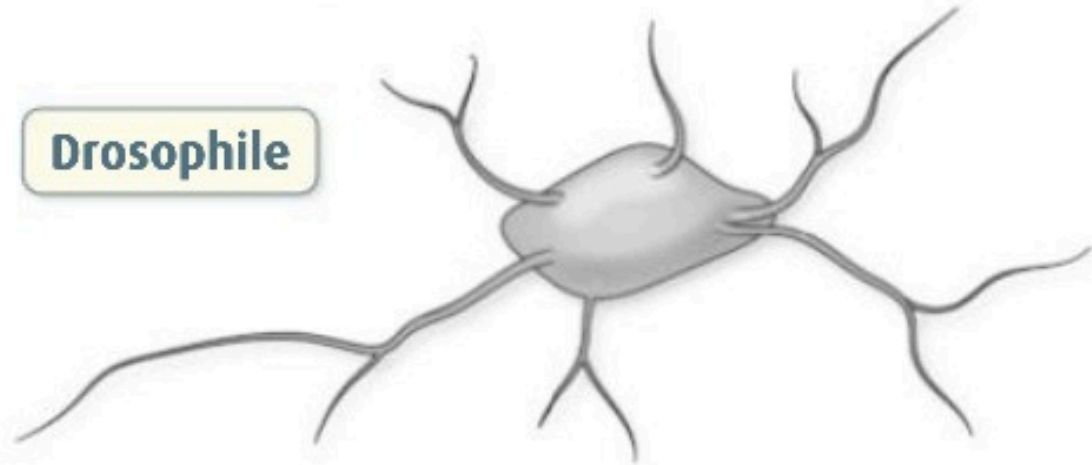
Oursin



Lombric

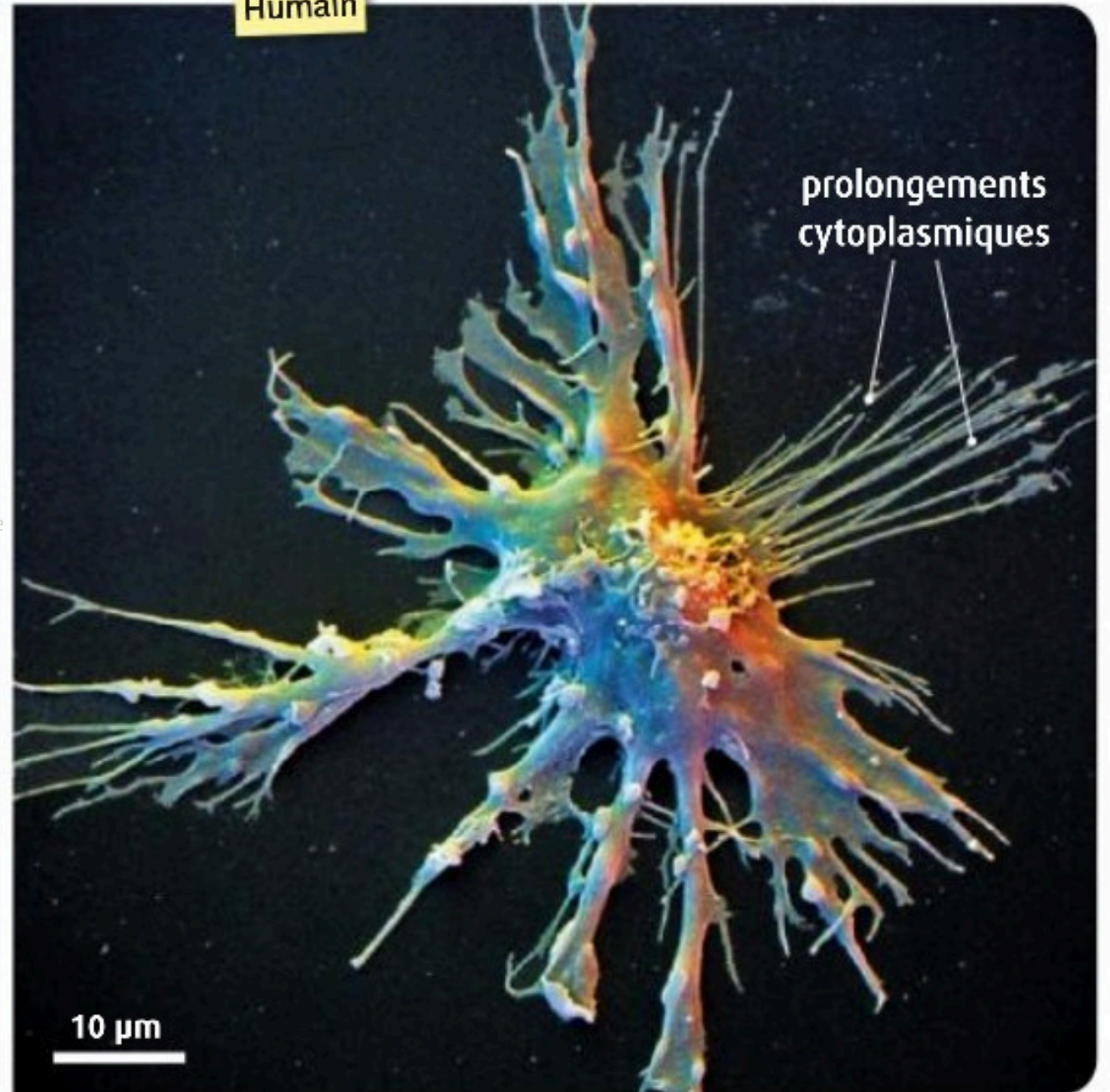


Drosophile



Saisir quelque chose

Humain

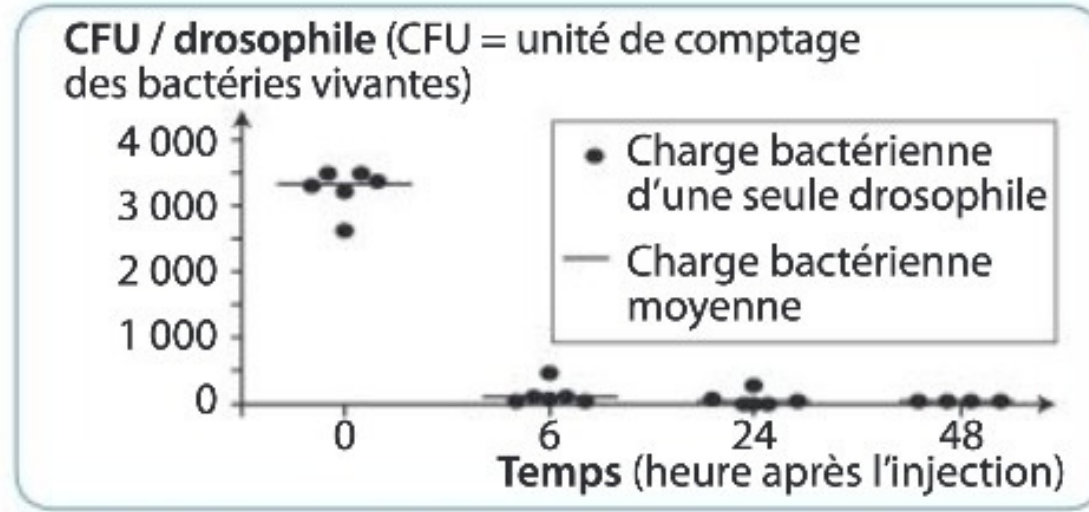


prolongements  
cytoplasmiques

10 μm



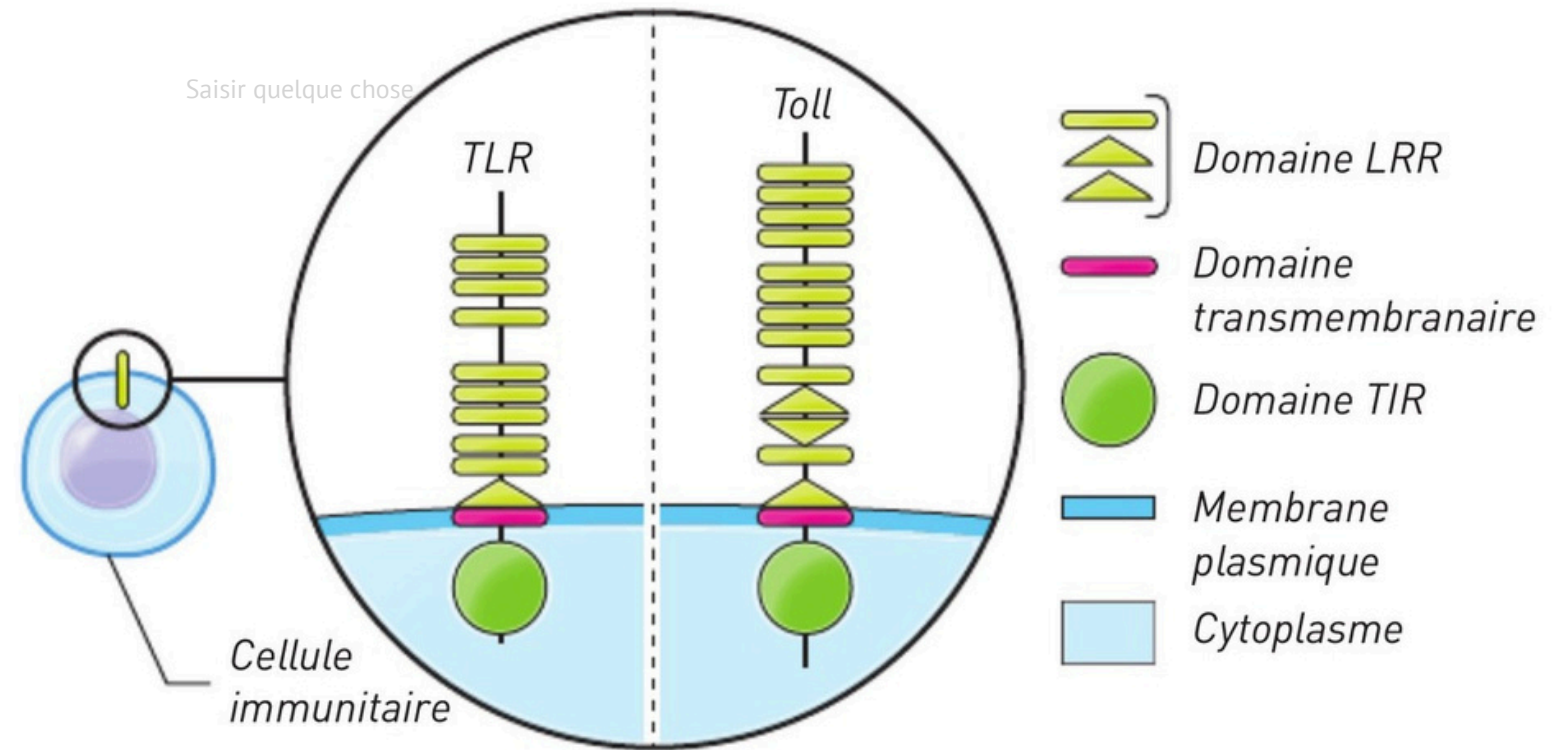
a. L'inoculation



b. Les résultats obtenus Source : J. Vis. Exp, 99 (2015)



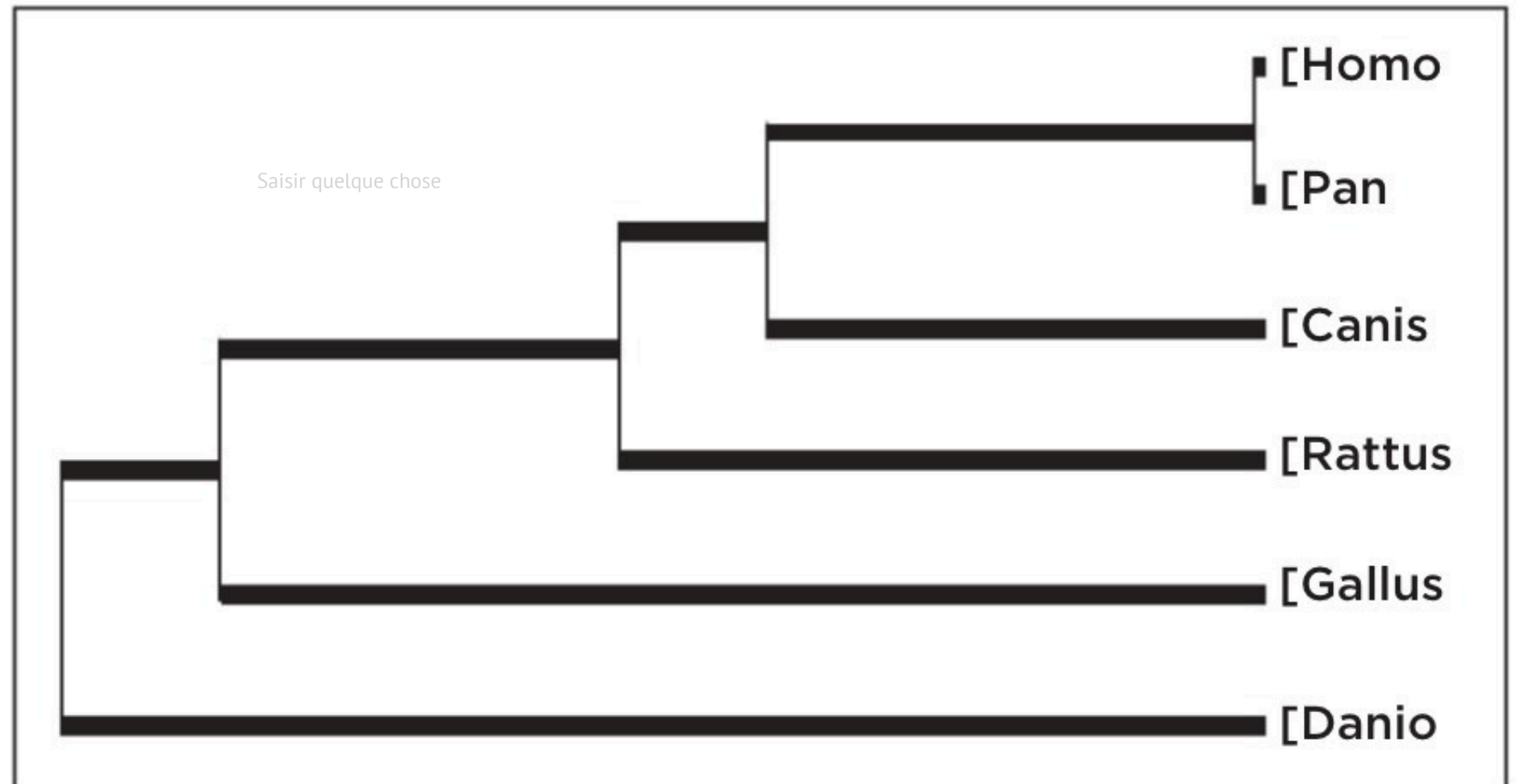
▲ Une drosophile.

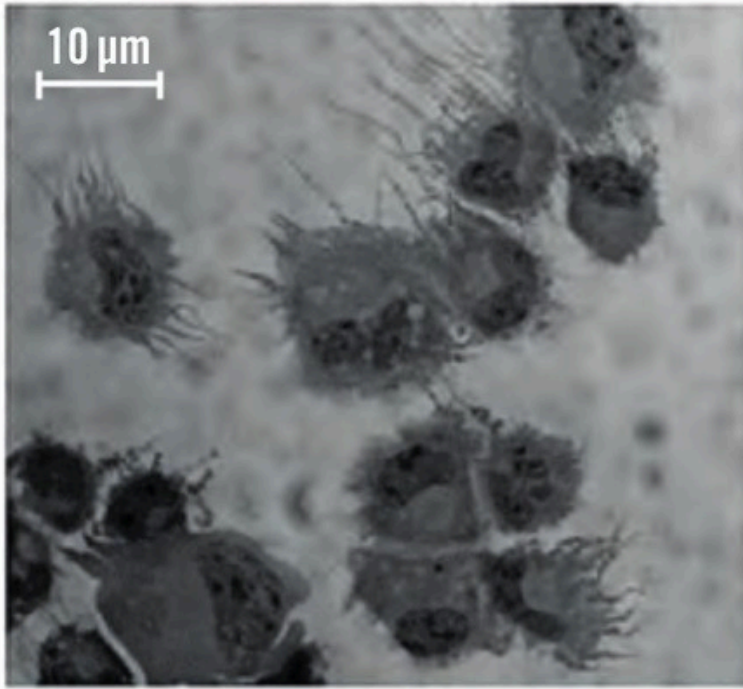


▲ Comparaison du récepteur de surface Toll de drosophile et du récepteur TLR chez l'être humain.



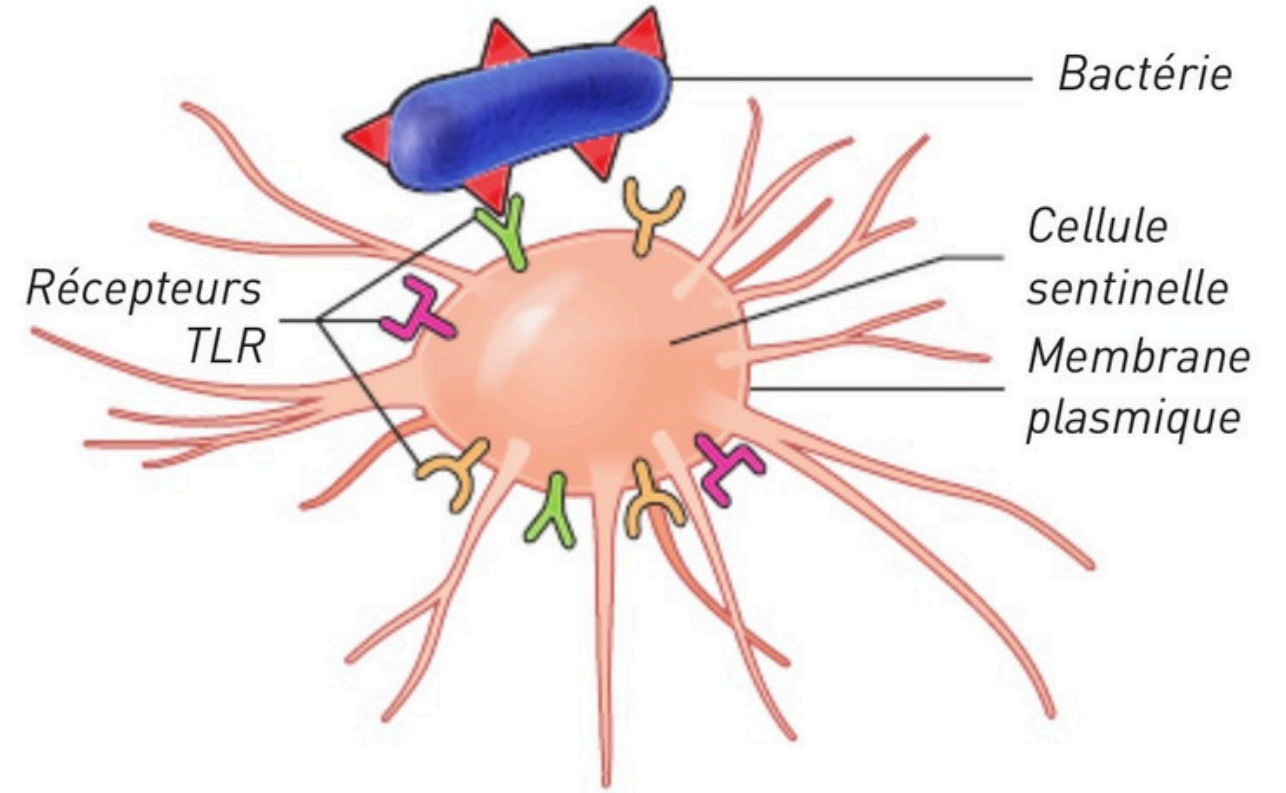
Espèces	Pourcentage de similitude avec la séquence protéique du récepteur TLR-4 de l'espèce humaine
Chimpanzé	99,6
Loup	73,6
Rat	66,3
Poule	45,1
Poisson	38,5





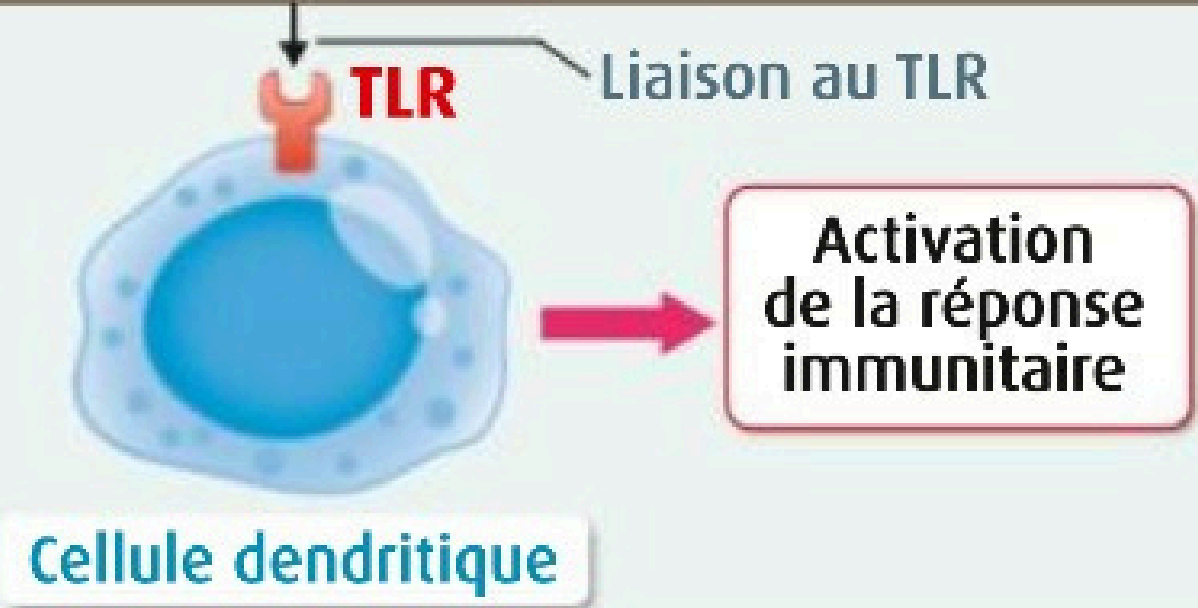
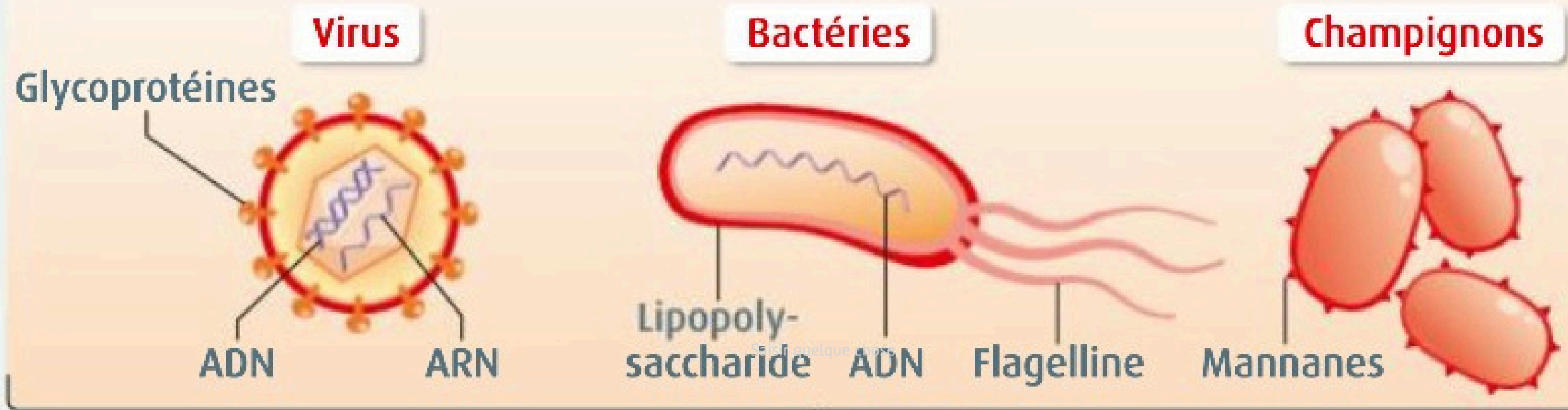
▲ Cellules dendritiques au microscope électronique à balayage.

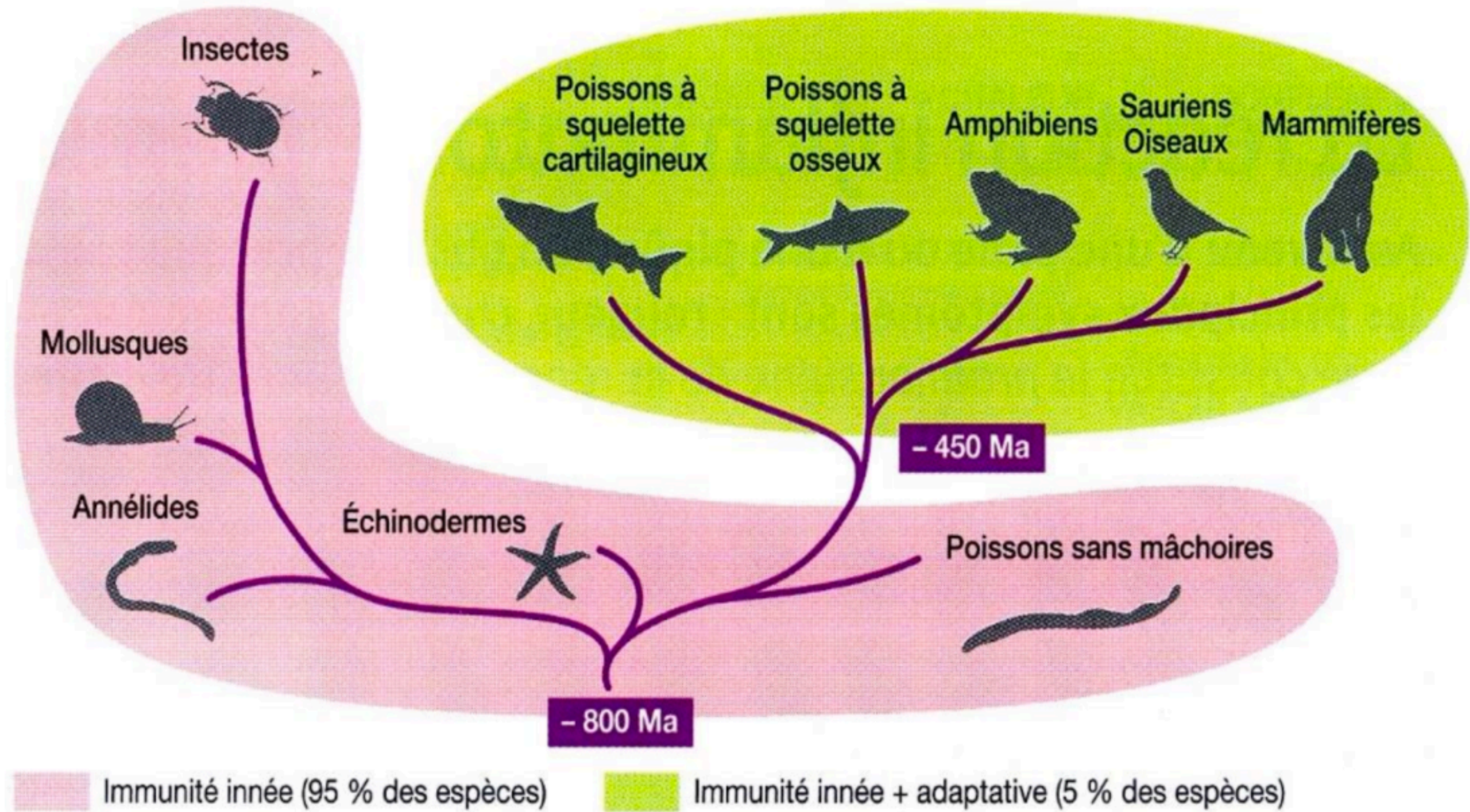
Les cellules dendritiques et les macrophages expriment des TLR à la surface de leur membrane qui sont capables de reconnaître des structures protéiques présentes à la surface de nombreux microorganismes.



PRR (Récepteurs de l'immunité)	Structures reconnues
TLR-2	Molécules de la paroi (bactéries Gram +)
TLR-4	Molécules de la paroi (bactéries Gram -)
TLR-3	ARN double brin (virus)
TLR-7, TLR_8	ARN double brin (virus)
NLR ( <i>Nod-Like Receptor</i> )	Parois bactérienne ou motifs bactériens

## Molécules caractéristiques des pathogènes





**Document 2 : Schéma des mécanismes immunitaires au cours de l'évolution.**



**Bilan : Tous les animaux pluricellulaires possèdent une immunité innée, génétiquement héritée, peu spécifique, qui intervient très rapidement en tout point de l'organisme en réponse à une infection ou une lésion. Les Vertébrés disposent en outre d'une immunité adaptative, spécifiquement dirigée contre l'agent pathogène. La réponse innée est une première ligne de défense indispensable, qui se maintient tout au long de la réaction immunitaire.**

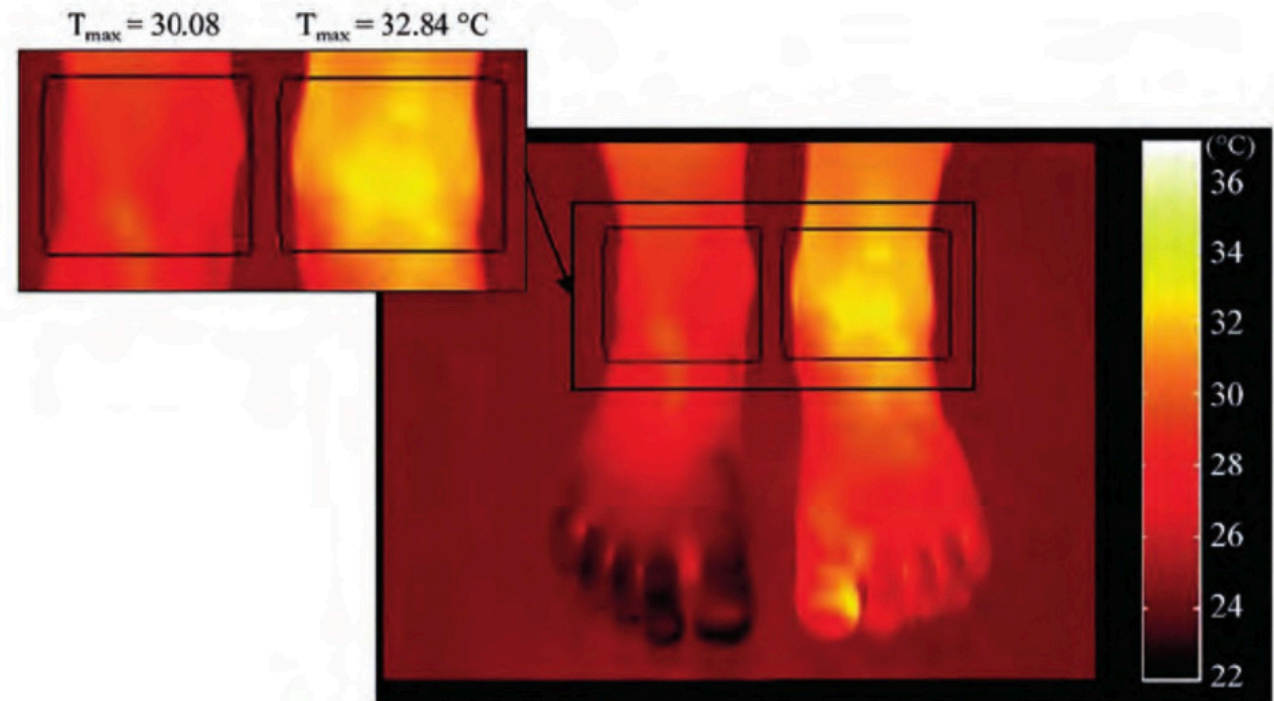
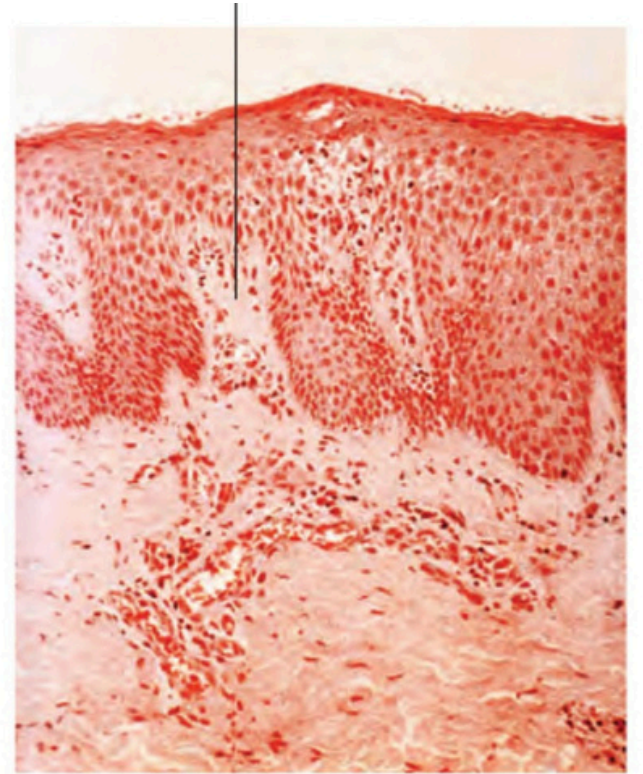
## II. La réaction inflammatoire

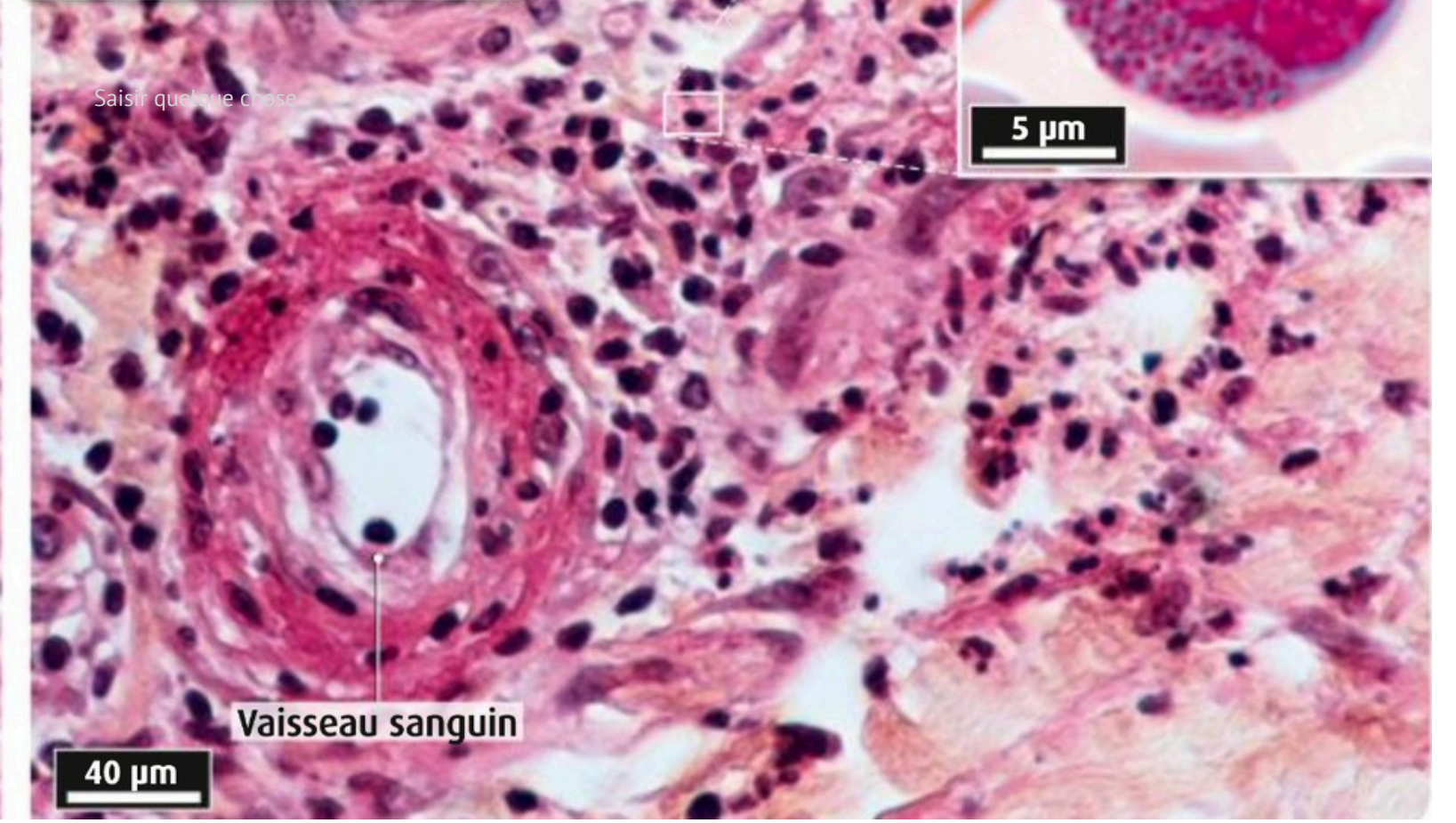
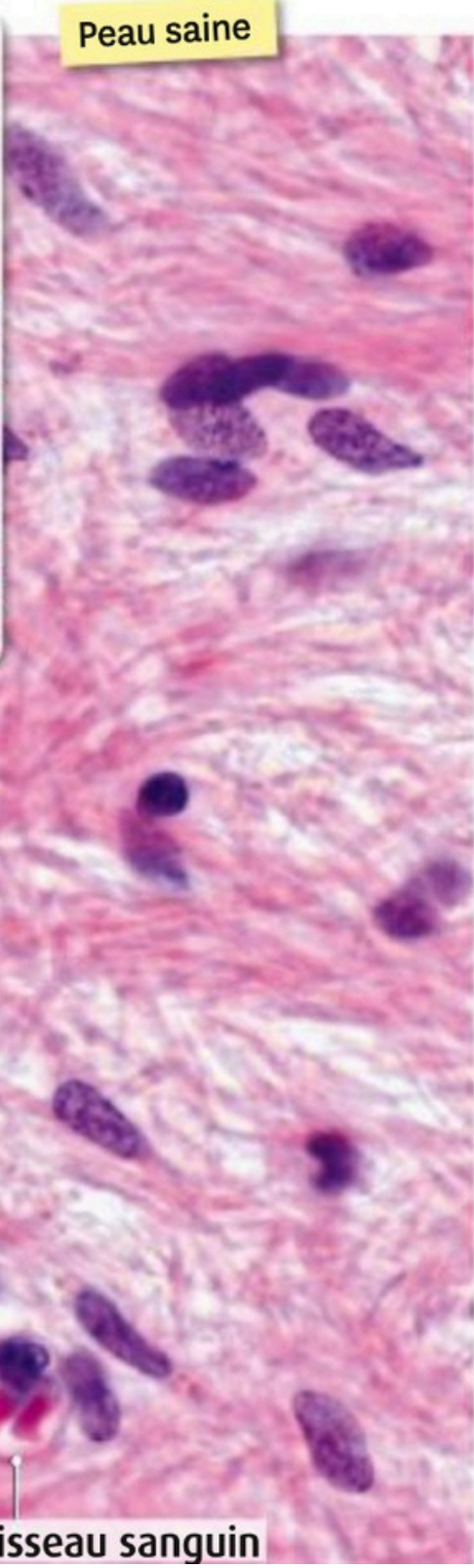
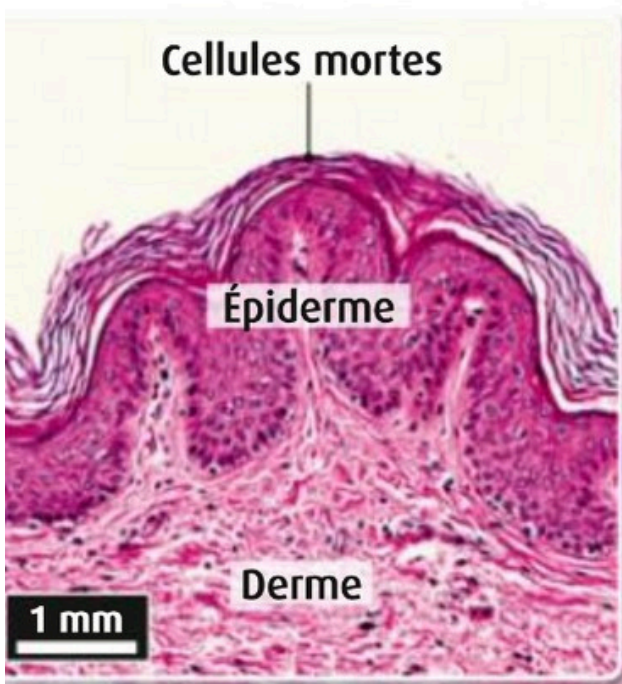
→ A) Des symptômes stéréotypés





Saisir quelque chose





## Dans les tissus

INFLAMMATION

PROSTAGLANDINES

NOCICEPTEURS

## Dans le cortex sensoriel

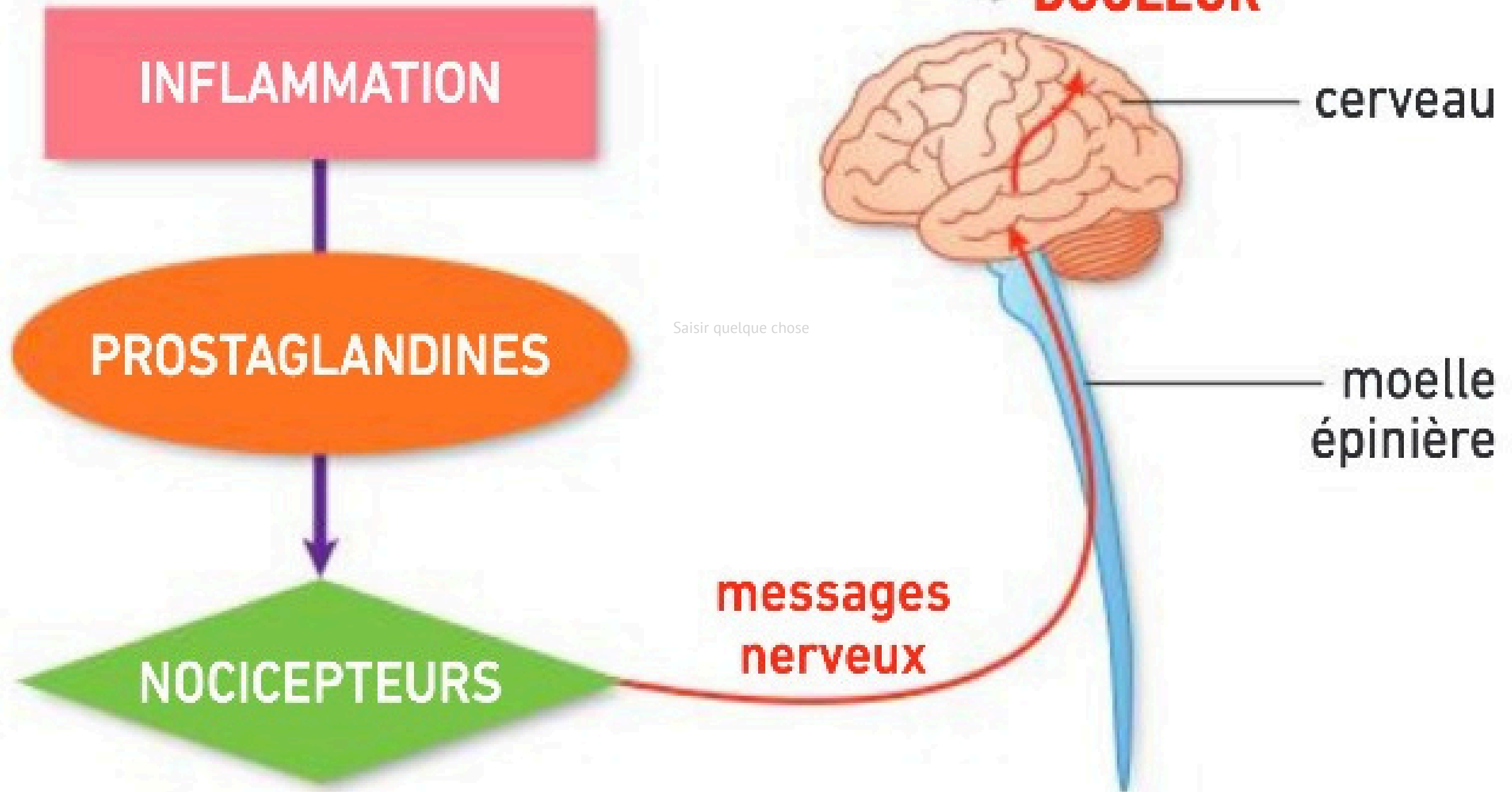
⇒ **DOULEUR**

cerveau

moelle  
épineière

messages  
nerveux

Saisir quelque chose



Cancer

Lésion

Infection

Afflux  
de plasma

Vasodilatation  
Afflux sanguin

Stimulation  
de nocicepteurs

**Œdème + Chaleur + Rougeur + Douleur**

*Tissu présentant une réaction inflammatoire*


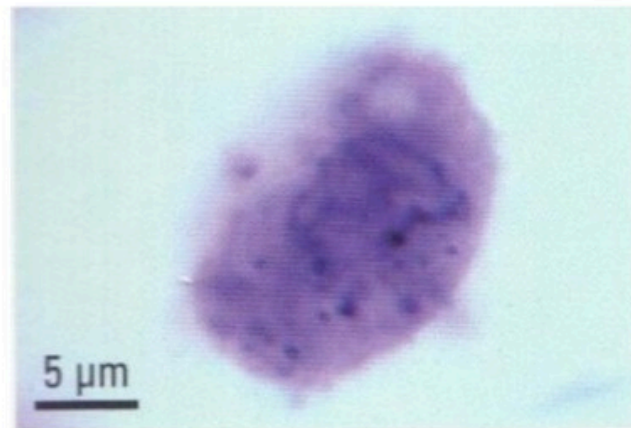
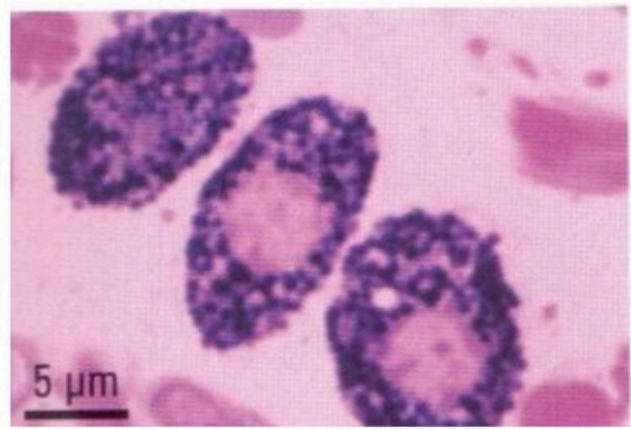
## II. La réaction inflammatoire

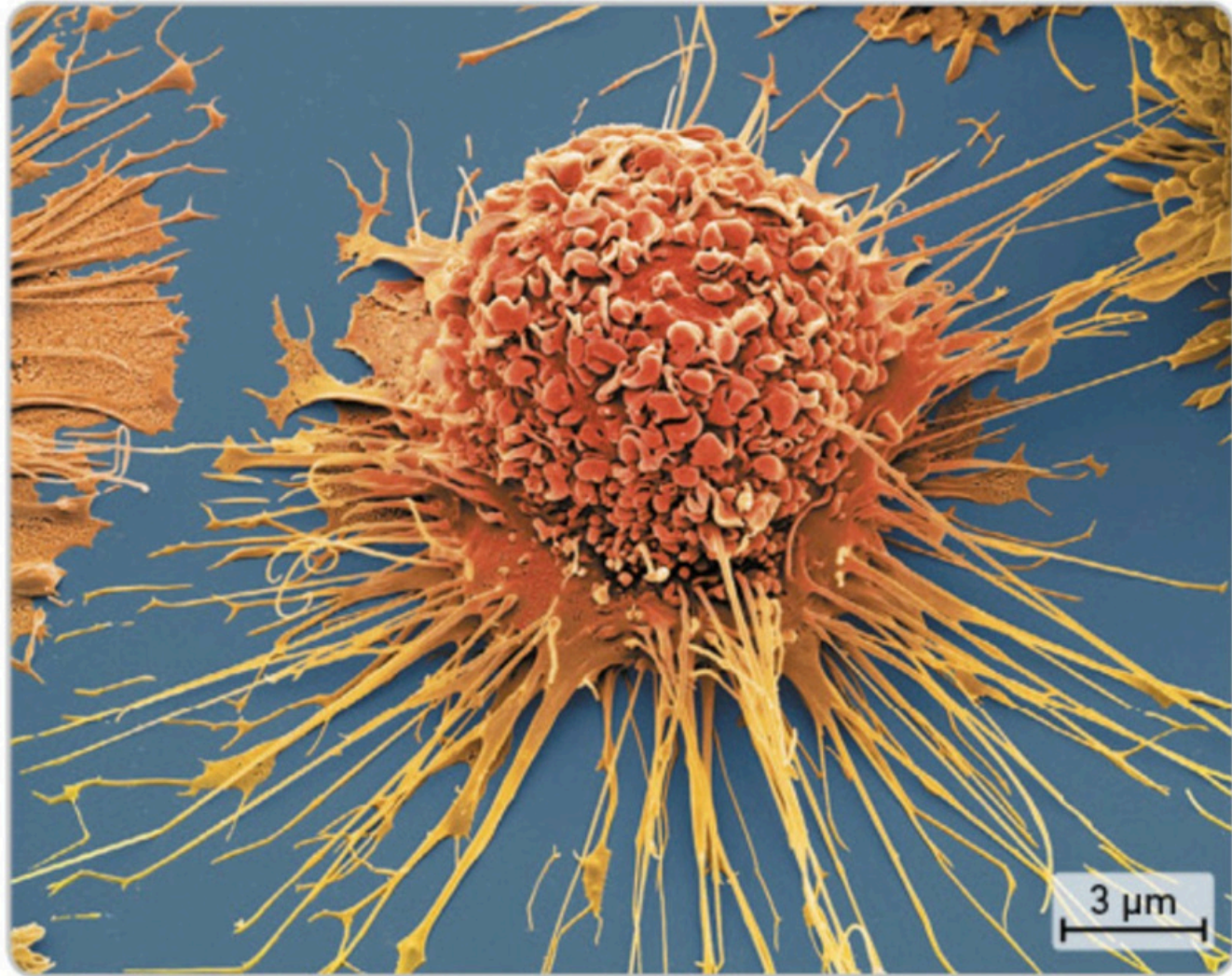
### A) Des symptômes stéréotypés

→ B) Les acteurs cellulaires et moléculaires de la réaction inflammatoire

#### 1. Détection des micro-organismes pathogènes

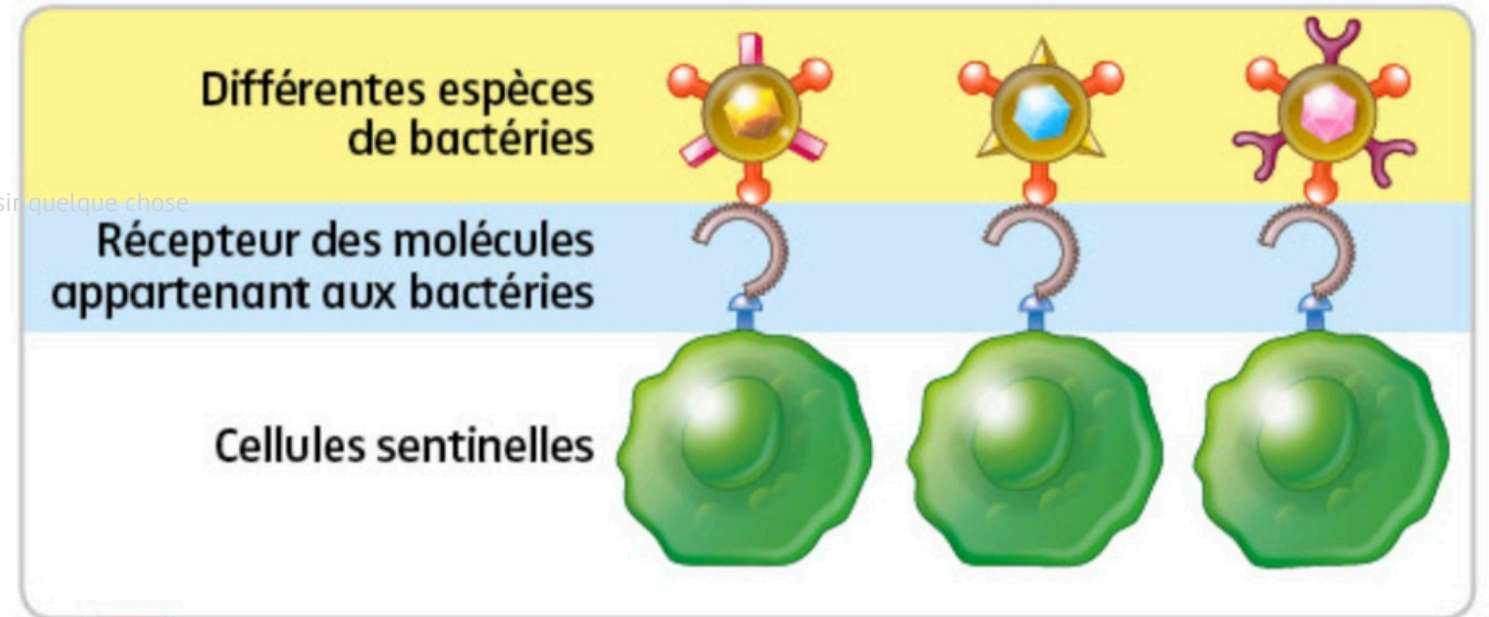


Leucocyte	Photographie	Diamètre moyen	Rôles principaux
<p><b>Cellule dendritique</b></p>		<p>Variable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phagocytose</li> <li>- Cellule présentatrice de l'antigène</li> <li>- Sécrétion de médiateurs chimiques de l'inflammation</li> </ul>
<p><b>Macrophage</b></p>		<p>Saisir quelque chose 30 à 60 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proviennent des monocytes sanguins, noyau arrondi</li> <li>- Phagocytose</li> <li>- Sécrétion de médiateurs chimiques de l'inflammation</li> </ul>
<p><b>Mastocyte</b></p>		<p>8 à 20 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellule contenant de nombreux granules sombres</li> <li>- Sécrétion d'histamine et de prostaglandines</li> </ul>



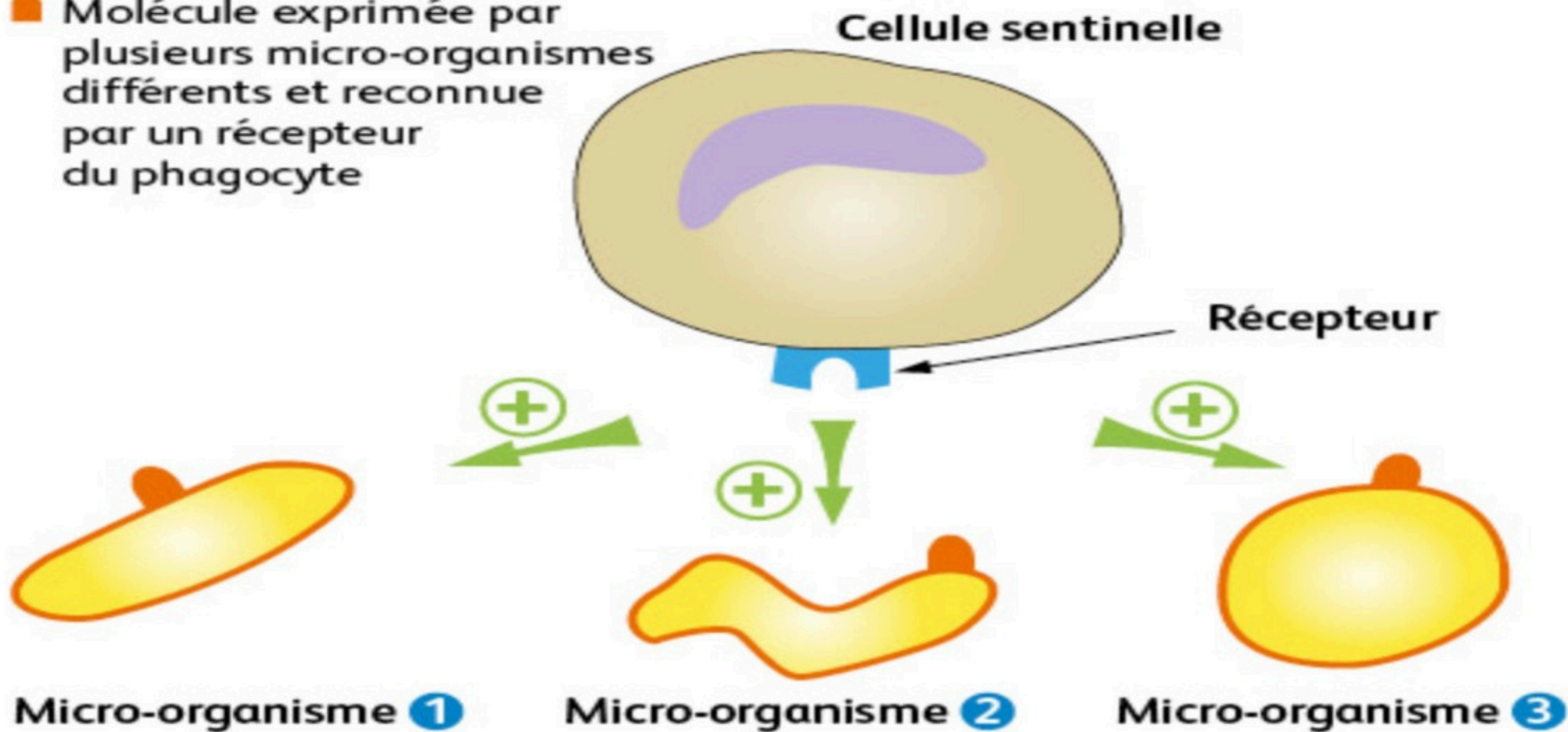
**a** Un macrophage, cellule sentinelle très mobile, formant des expansions membranaires.

- Macrophages, cellules dendritiques et mastocytes sont des cellules sentinelles qui résident continuellement au niveau de la peau et des muqueuses. Elles expriment des récepteurs de surface capables de reconnaître des molécules présentes sur des pathogènes ou sur des tissus endommagés et des tumeurs.



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

- Molécule exprimée par plusieurs micro-organismes différents et reconnue par un récepteur du phagocyte




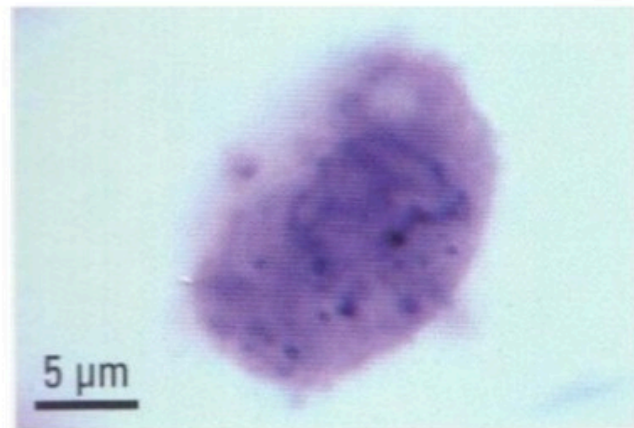
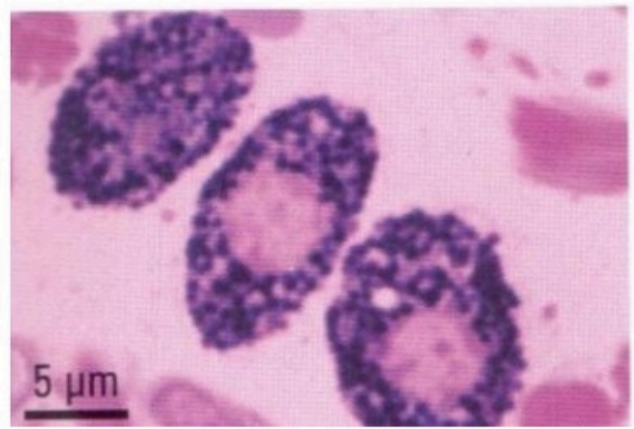
## II. La réaction inflammatoire

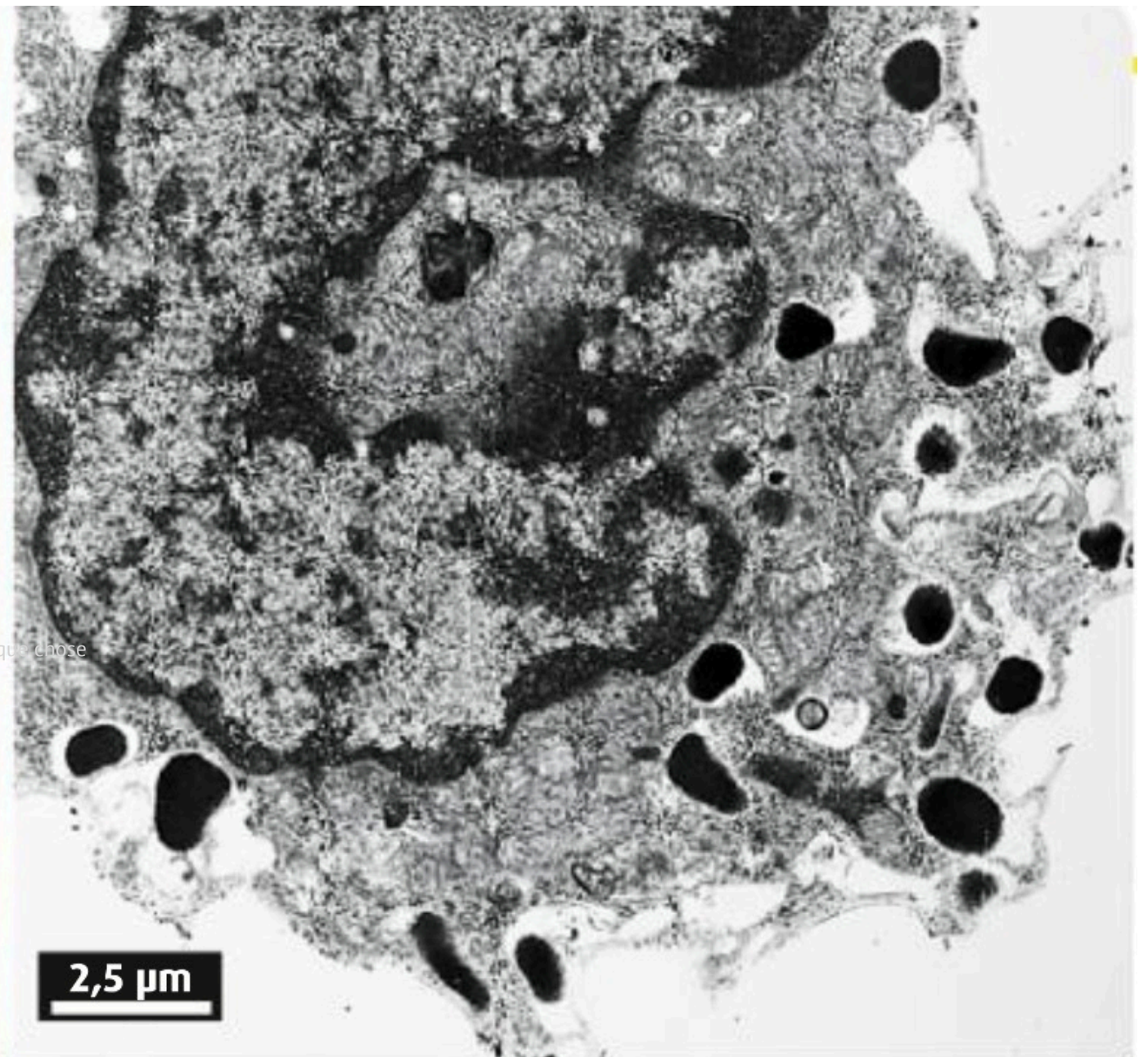
### A) Des symptômes stéréotypés

→ B) Les acteurs cellulaires et moléculaires de la réaction inflammatoire

1. Détection des micro-organismes pathogènes.
2. Sécrétion des médiateurs chimiques.



Leucocyte	Photographie	Diamètre moyen	Rôles principaux
<p><b>Cellule dendritique</b></p>		<p>Variable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phagocytose</li> <li>- Cellule présentatrice de l'antigène</li> <li>- Sécrétion de médiateurs chimiques de l'inflammation</li> </ul>
<p><b>Macrophage</b></p>		<p>Saisir quelque chose 30 à 60 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proviennent des monocytes sanguins, noyau arrondi</li> <li>- Phagocytose</li> <li>- Sécrétion de médiateurs chimiques de l'inflammation</li> </ul>
<p><b>Mastocyte</b></p>		<p>8 à 20 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellule contenant de nombreux granules sombres</li> <li>- Sécrétion d'histamine et de prostaglandines</li> </ul>



### **Mastocyte au repos :**

- Libération d'histamine = 1 (référence)
- Concentration de TNF dans le milieu = 50 pg.mL<sup>-1</sup>

### **Mastocyte après contact avec des bactéries :**

- Libération d'histamine = 5,6
- Concentration de TNF dans le milieu = 1950 pg.mL<sup>-1</sup>

D'autres cellules immunitaires peuvent être activées par la présence d'un élément étranger et libérer des **médiateurs chimiques**.

<b>Médiateurs</b>	<b>Cellules immunitaires sécrétrices après contact avec un agent infectieux</b>	<b>Rôles</b>
Cytokines pro-inflammatoires : TNF et interleukines	Mastocytes, macrophages, cellules dendritiques	Recrutement et production des cellules et molécules de l'immunité
Histamines	Mastocytes, granulocytes, cellules dendritiques	Vasodilatation Augmentation de la perméabilité vasculaire
Prostaglandines	Mastocytes, macrophages, granulocytes	Vasodilatation, douleur (stimulation de fibres nerveuses nociceptives), fièvre (action sur des neurones hypothalamiques du contrôle de la température)

Active les leucocytes

Stimule l'expression  
de nombreux  
médiateurs chimiques  
de l'inflammation

Sécrétion  
de TNF- $\alpha$   
et d'IL-1 par  
les leucocytes  
activés

Stimule l'expression  
des molécules  
d'adhésion  
(sélectines)

Régule les mécanismes de la coagulation  
et de la réparation tissulaire

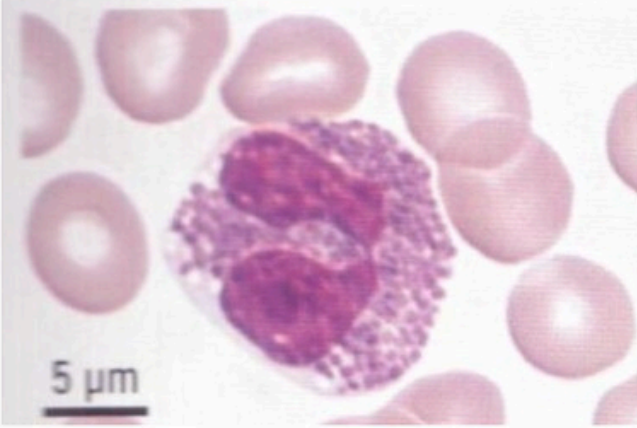

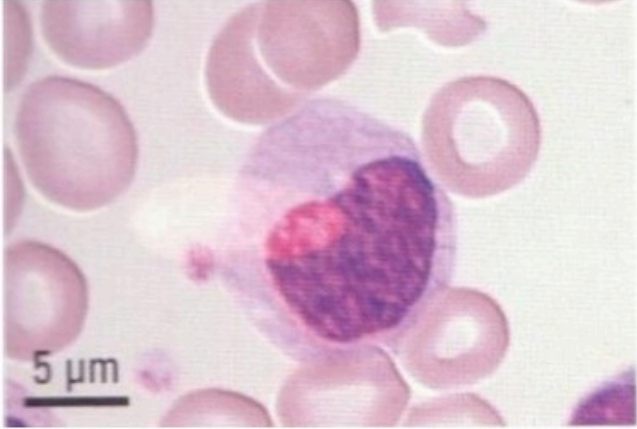
## II. La réaction inflammatoire

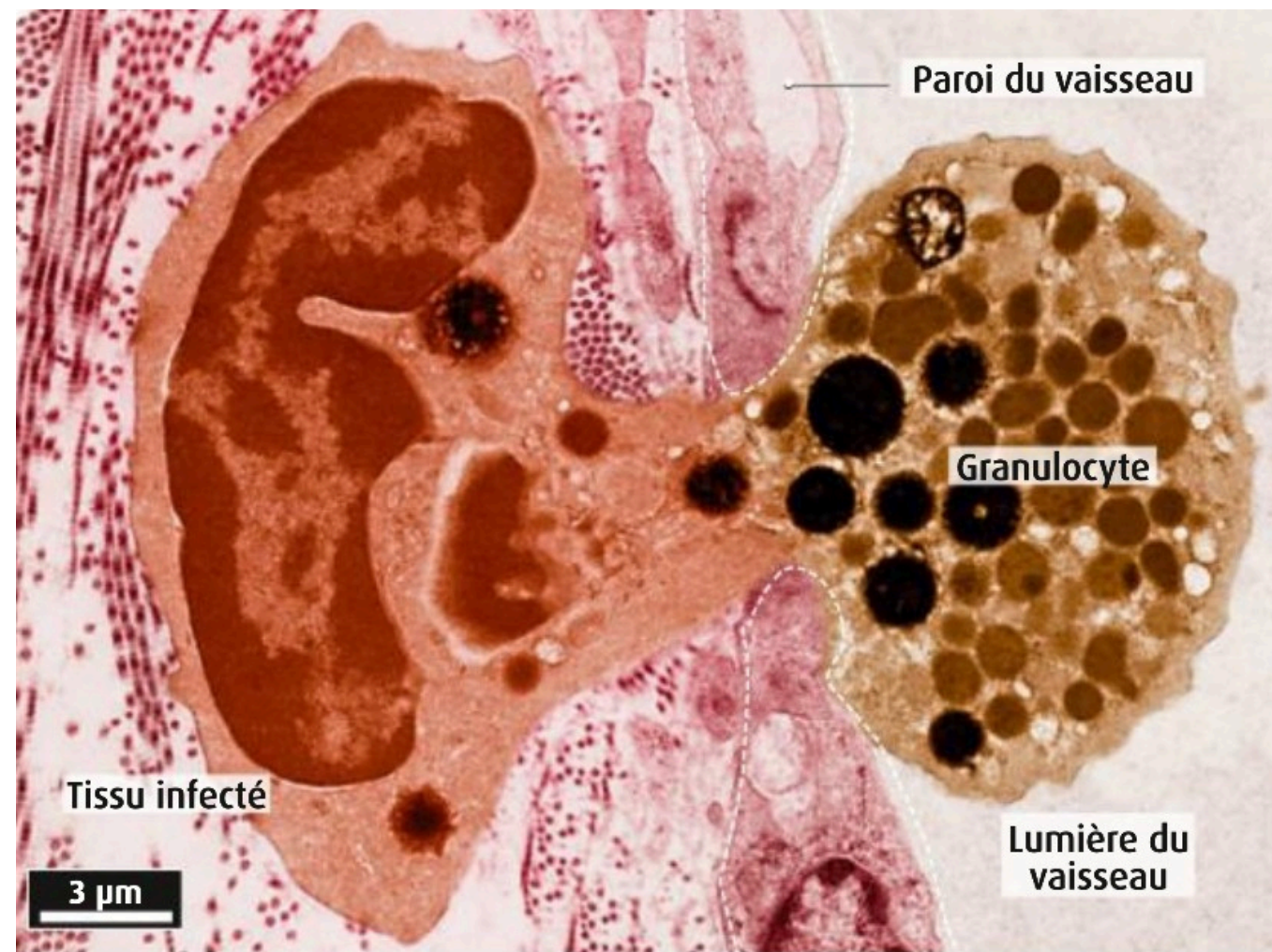
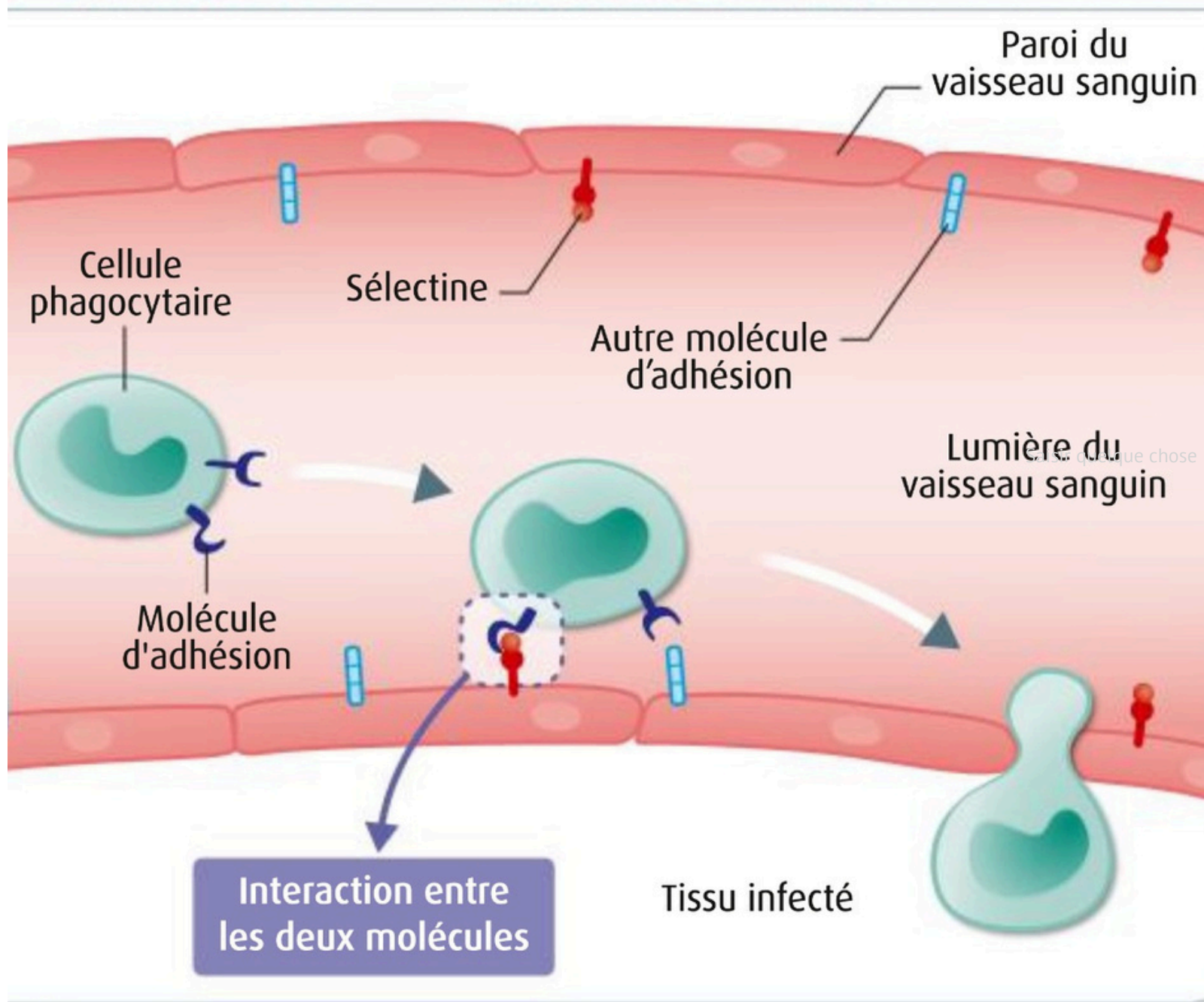
### A) Des symptômes stéréotypés

→ B) Les acteurs cellulaires et moléculaires de la réaction inflammatoire

1. Détection des micro-organismes pathogènes
2. Sécrétion des médiateurs chimiques
3. Amplification cellulaire et diapédèse



<p><b>Granulocyte</b></p>	 <p>5 μm</p>	<p>12 à 14 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellule au noyau à plusieurs lobes <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phagocytose</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Lymphocyte</b></p>	 <p>5 μm</p>	<p>7 à 9 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellule avec un gros noyau</li> <li>- 2 types : Lymphocytes T et B</li> <li>- Réponse immunitaire adaptative (production d'anticorps &amp; destruction des cellules infectées)</li> </ul>
<p><b>Monocyte</b></p>	 <p>5 μm</p>	<p>20 μm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellules au noyau à un seul lobe. Présents dans le sang</li> <li>- Peuvent traverser la paroi des vaisseaux et se transformer en macrophages <ul style="list-style-type: none"> <li>- Phagocytose</li> </ul> </li> </ul>




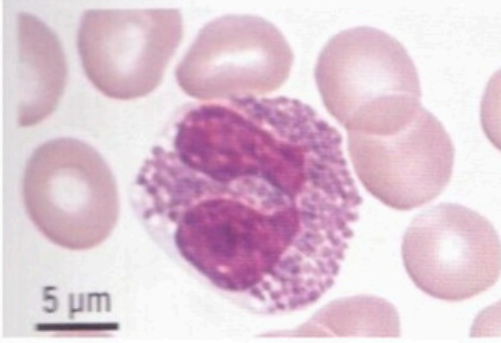
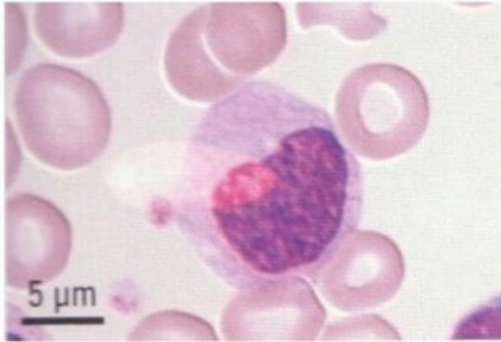
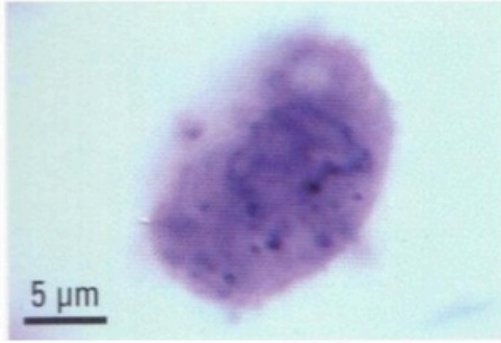
## II. La réaction inflammatoire

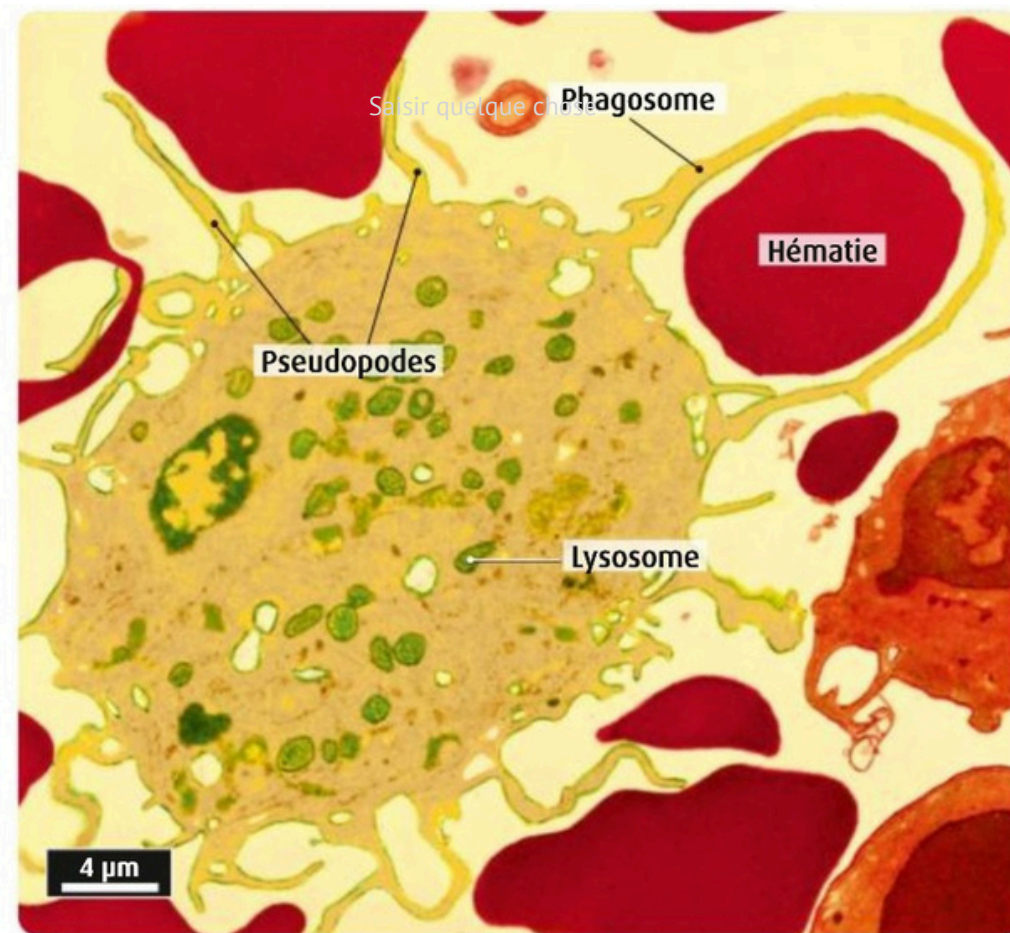
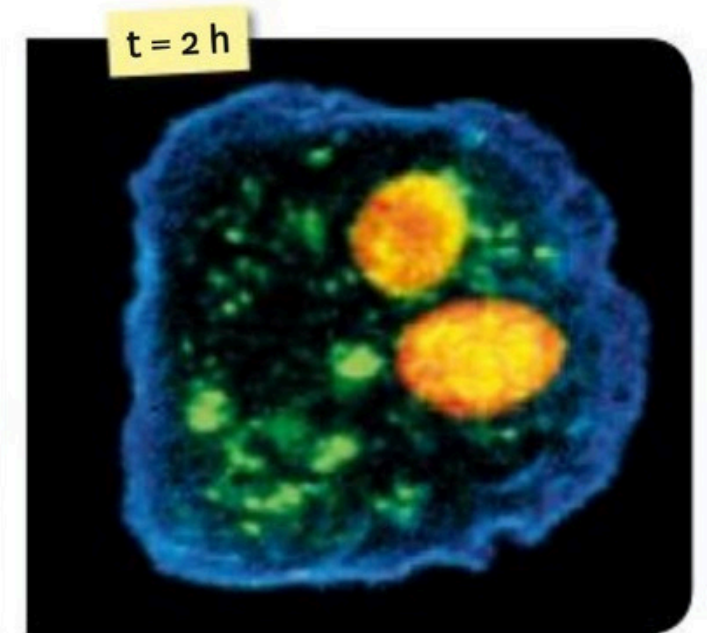
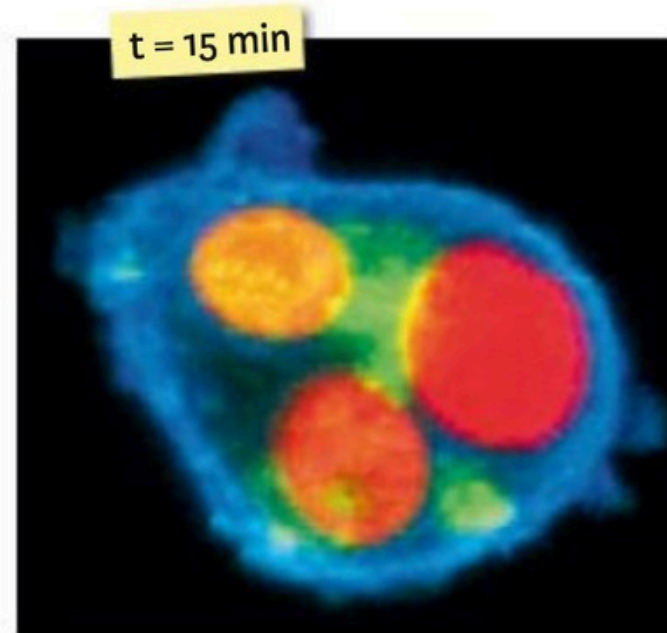
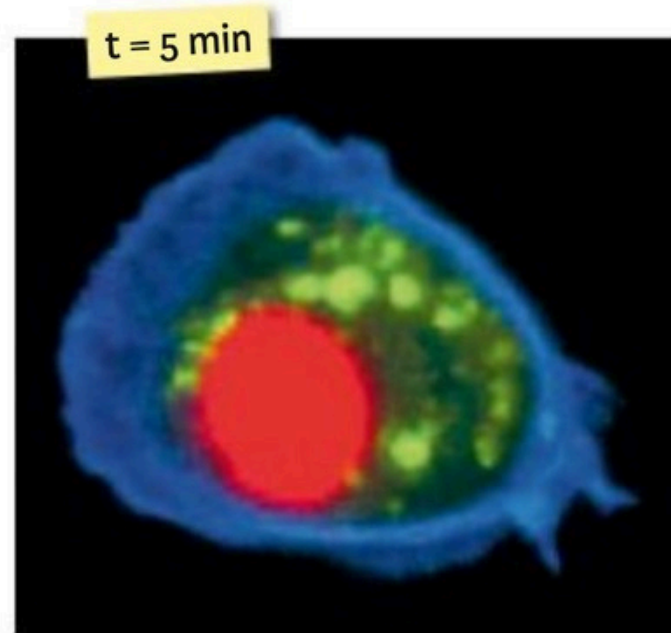
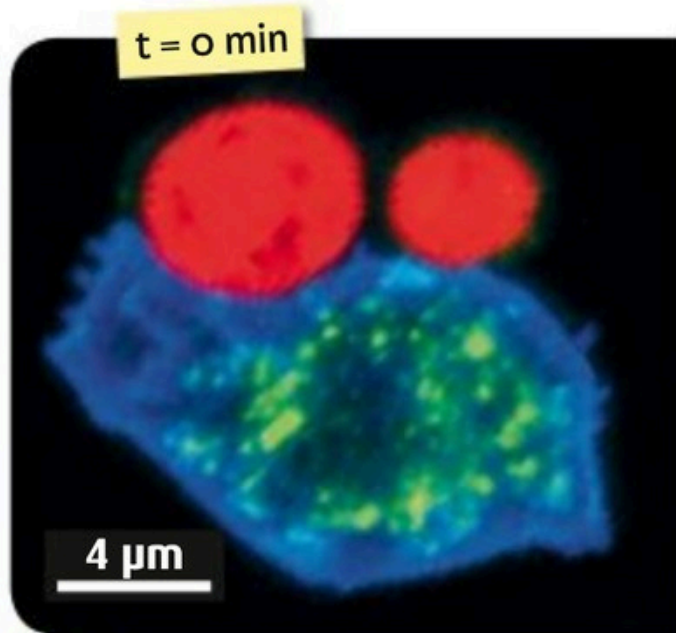
### A) Des symptômes stéréotypés

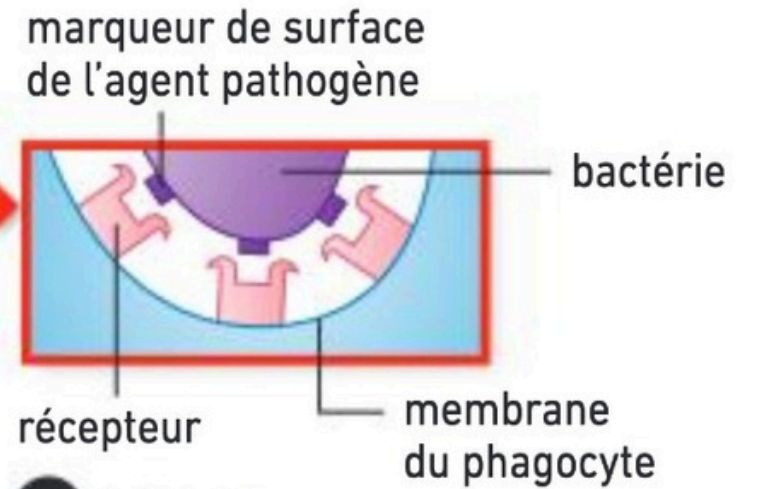
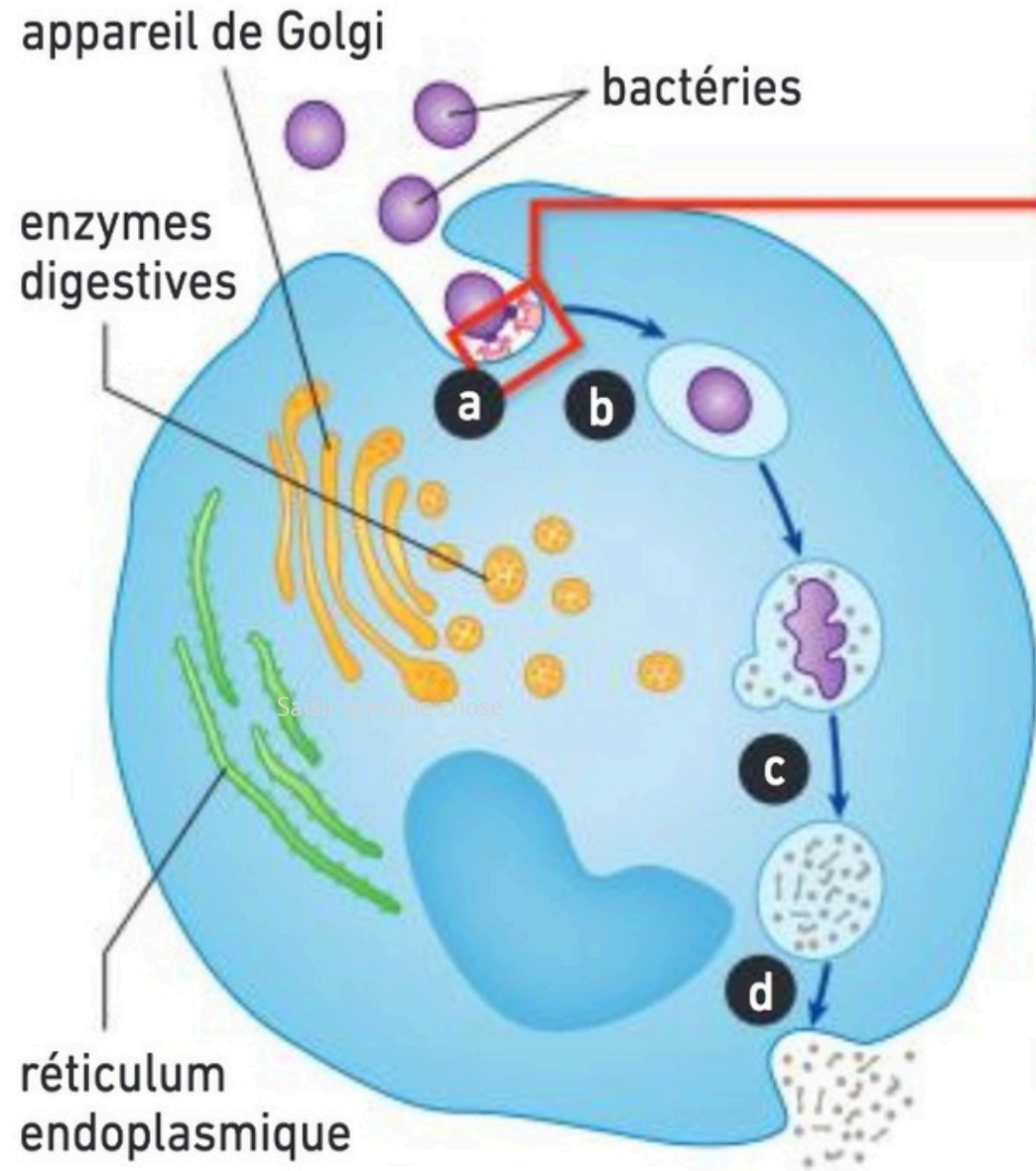
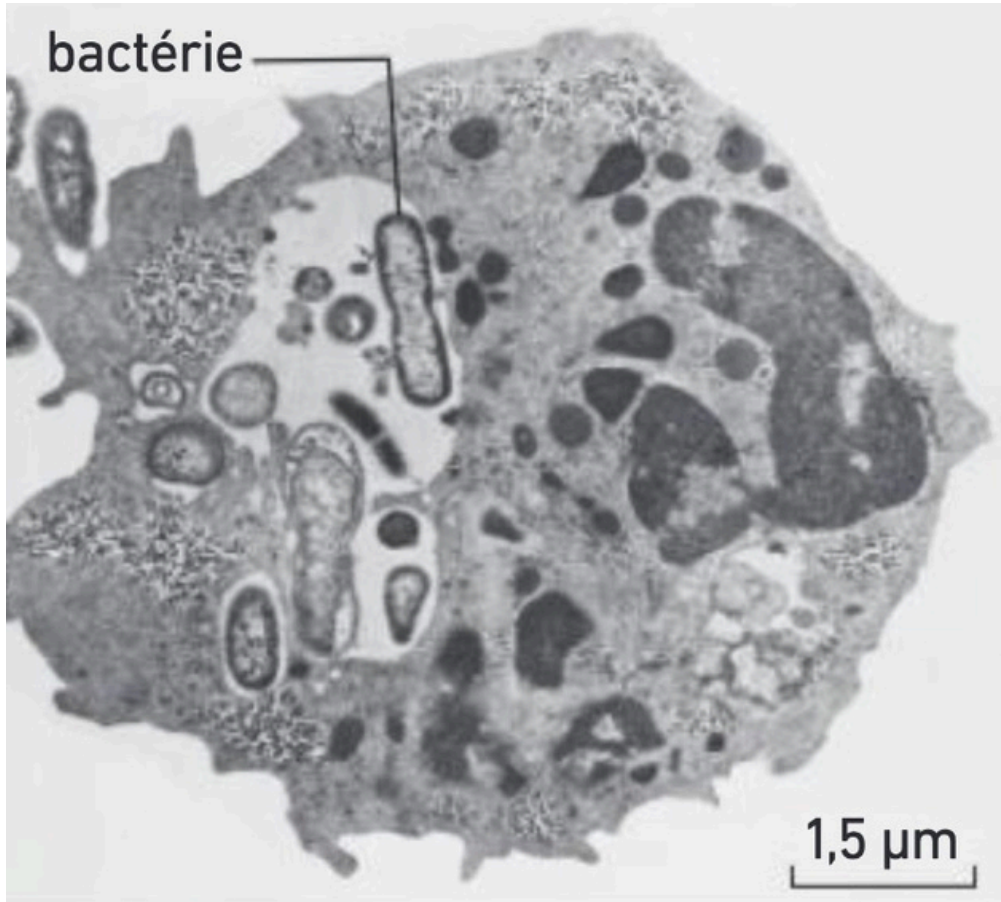
### → B) Les acteurs cellulaires et moléculaires de la réaction inflammatoire

1. Détection des micro-organismes pathogènes
2. Sécrétion des médiateurs chimiques
3. Amplification cellulaire et diapédèse
4. L'élimination de l'agent infectieux : la phagocytose



Leucocyte	Photographie	Diamètre moyen	Rôles principaux
<p><b>Cellule dendritique</b></p>		<p>Variable</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Phagocytose</li> <li>- Cellule présentatrice de l'antigène</li> <li>- Sécrétion de médiateurs chimiques de l'inflammation</li> </ul>
<p><b>Granulocyte</b></p>		<p>12 à 14 µm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellule au noyau à plusieurs lobes</li> <li>- Phagocytose</li> </ul>
<p><b>Monocyte</b></p>		<p>20 µm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cellules au noyau à un seul lobe. Présents dans le sang</li> <li>- Peuvent traverser la paroi des vaisseaux et se transformer en macrophages</li> <li>- Phagocytose</li> </ul>
<p><b>Macrophage</b></p>		<p>30 à 60 µm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proviennent des monocytes sanguins, noyau arrondi</li> <li>- Phagocytose</li> <li>- Sécrétion de médiateurs chimiques de l'inflammation</li> </ul>

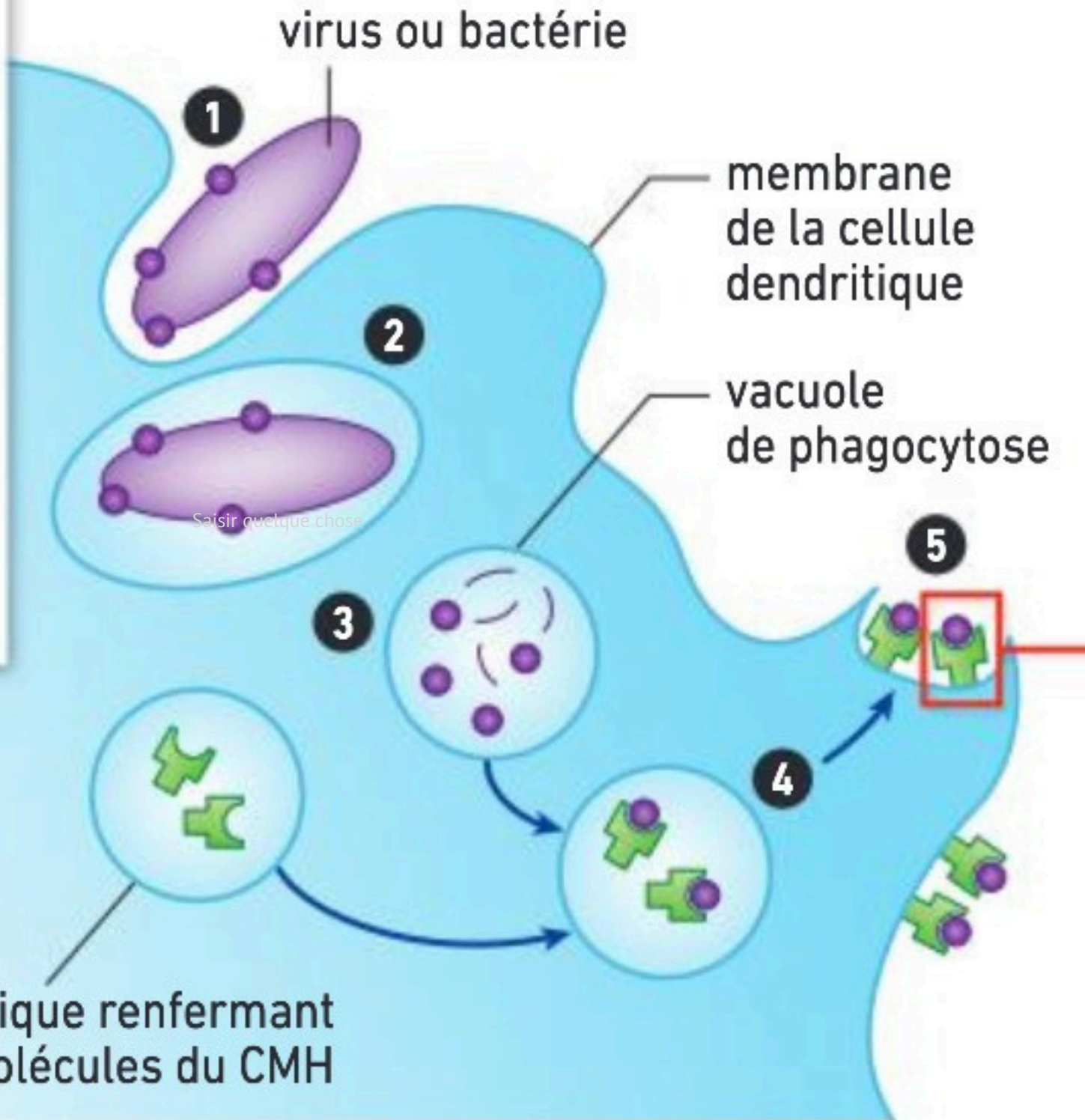


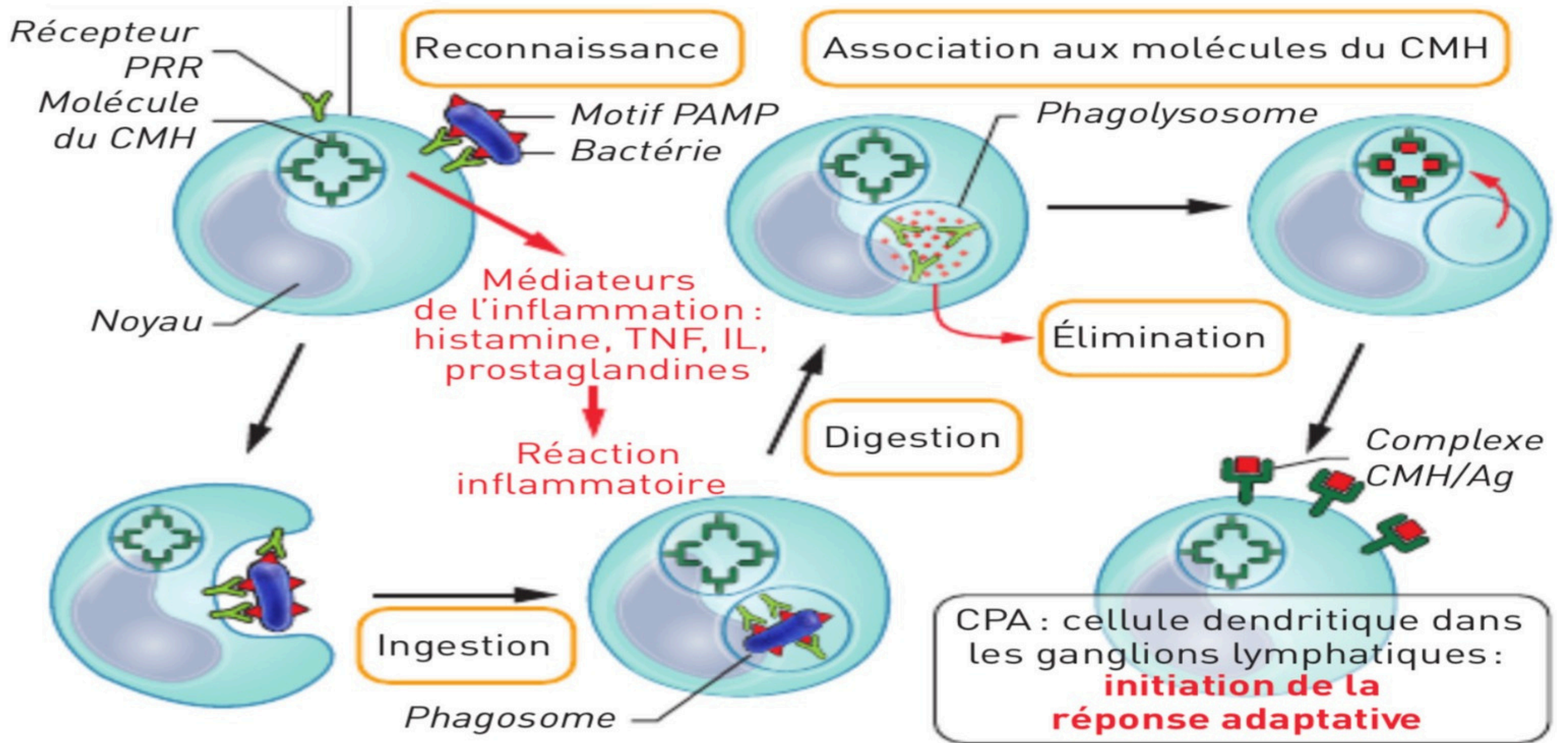


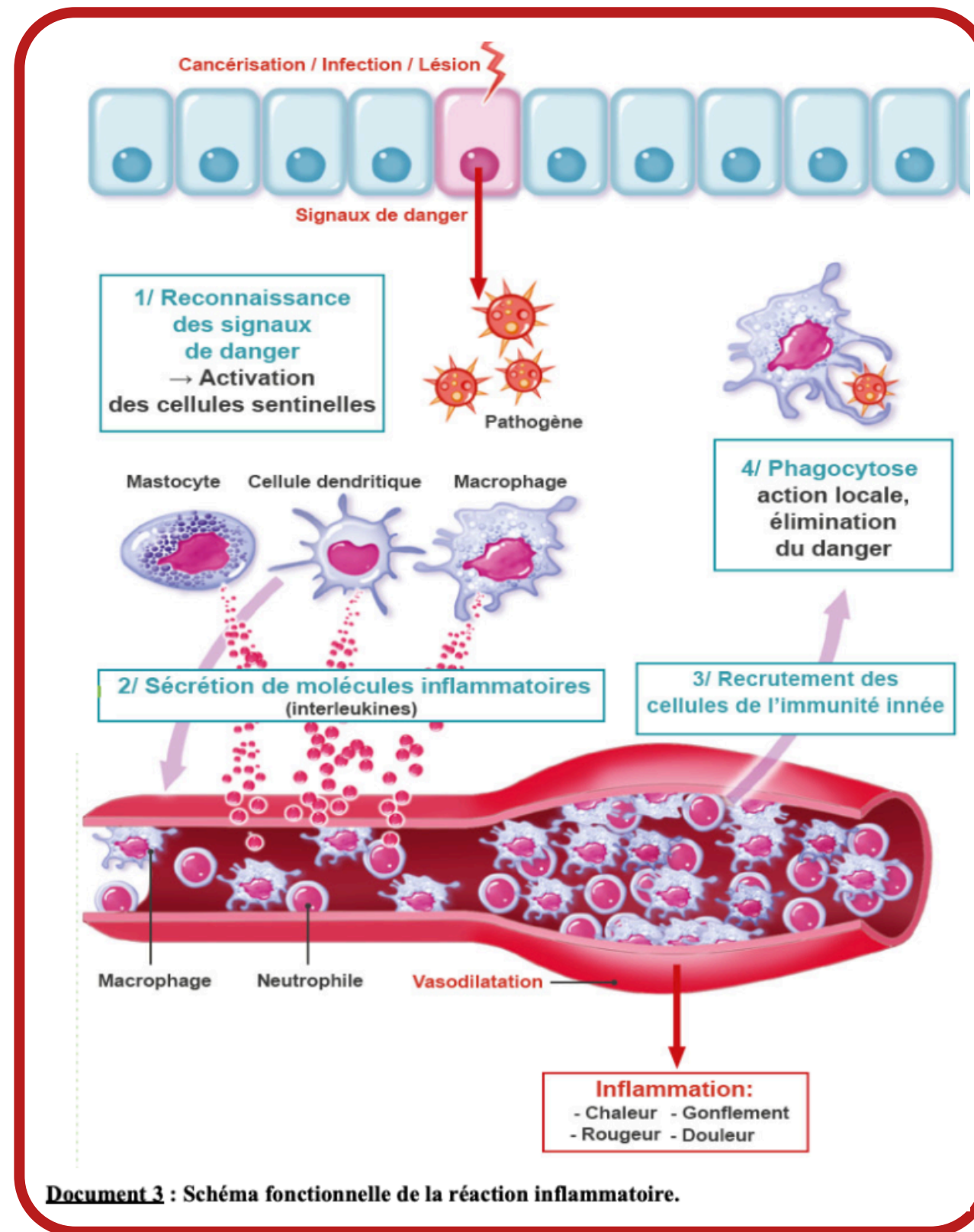
- a Adhésion**  
Les éléments étrangers adhèrent à la membrane des phagocytes grâce aux récepteurs qui ont permis de les identifier.
- b Ingestion**  
La cellule se déforme et englobe la particule dans une vacuole de phagocytose en l'entourant par des prolongements cytoplasmiques.
- c Digestion**  
Des enzymes digestives fabriquées dans le réticulum et stockées dans des vésicules, grâce à l'appareil de Golgi, sont déversées dans la vacuole de phagocytose.
- d Rejet des déchets**  
Après digestion de l'élément étranger, les déchets sont rejetés à l'extérieur du phagocyte.

- 1 Adhésion**
- 2 Absorption**
- 3 Digestion**
- 4 Fusion de la vacuole de phagocytose et d'une vésicule**
- 5 Exposition en surface de la cellule**

vésicule cytoplasmique renfermant des molécules du CMH







**Document 3 : Schéma fonctionnelle de la réaction inflammatoire.**



**Bilan : Au niveau d'un site inflammatoire (atteinte des tissus, infection, cancérisation), la réaction inflammatoire se traduit par l'accumulation de cellules immunitaires comme les granulocytes et les macrophages. Après avoir décelé la présence de l'agent pathogène grâce à leurs récepteurs de surface, les cellules immunitaires résidentes des tissus produisent divers médiateurs chimiques de l'inflammation.**

**Parmi ces molécules, les interleukines assurent la communication entre cellules : elles permettent de recruter et d'activer de nombreuses cellules immunitaires sur le lieu de l'infection ou de la lésion. Enfin, la phagocytose, mécanisme par lequel les cellules immunitaires (cellule dendritique, macrophage et granulocyte) englobent et digèrent un élément pathogène.**

### III. Les traitements anti-inflammatoires

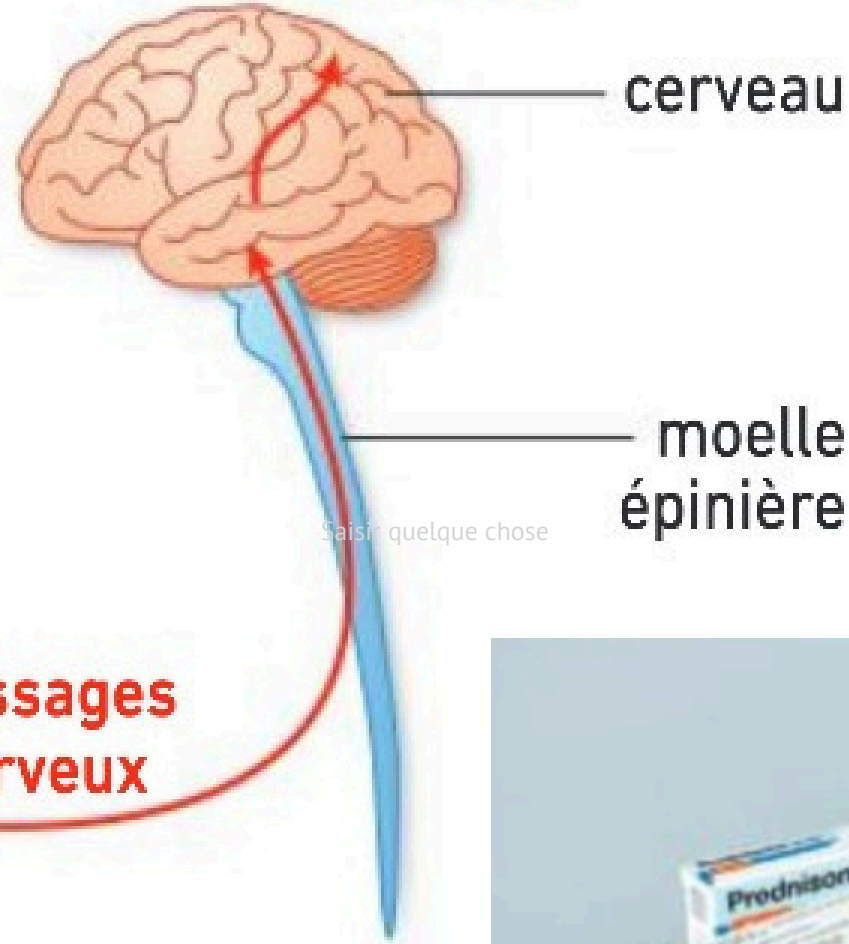
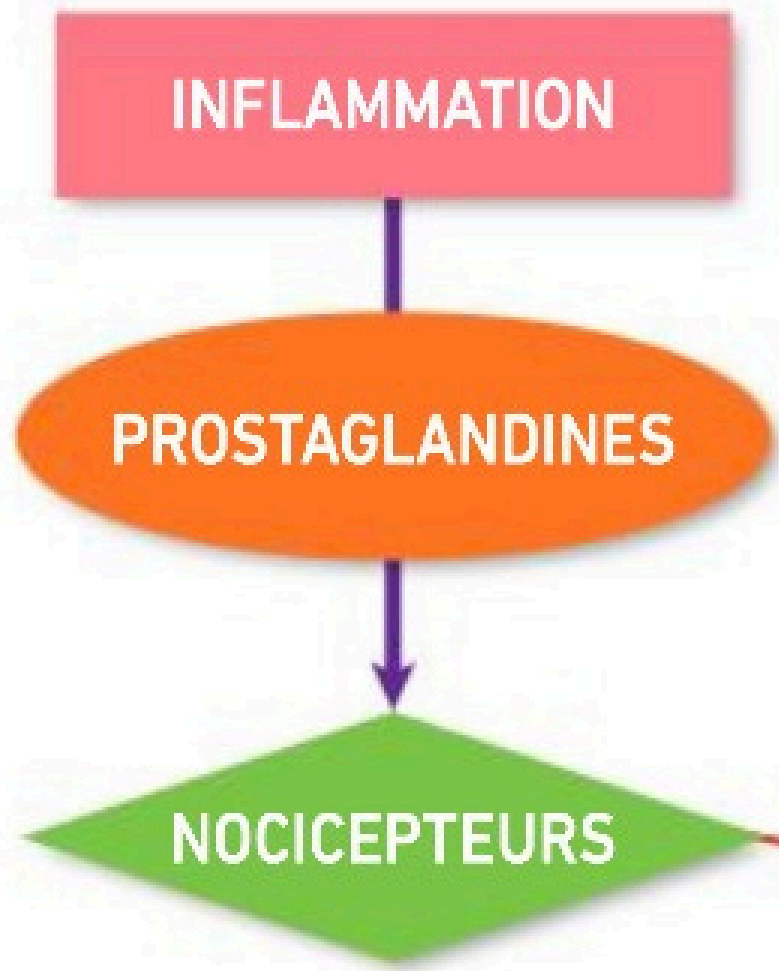
→ A) La diversité des anti-inflammatoires



Dans les tissus

Dans le cortex sensoriel

⇒ DOULEUR



	Médicaments				
	Effet antalgique			Effet antalgique et anti-inflammatoire (l'effet anti-inflammatoire dépend des dosages)	
	Opiïdes	Paracétamol	Aspirine	AINS anti- inflammatoires non stéroïdiens (ibuprofène)	AIS anti-inflammatoires stéroïdiens (corticoïdes)
Mode d'action	agissent sur les régions du cerveau impliquées dans la douleur	réduisent la production des prostaglandines, médiateurs chimiques de la réaction inflammatoire			réduisent la production de nombreux médiateurs en agissant sur l'expression de gènes
Préconisation	douleurs de forte intensité	douleurs modérées et fièvre		réaction inflammatoire* aiguë ou chronique douloureuse	
Effets indésirables	nausées somnolence risque de dépendance	risque pour le foie en cas de surdosage	troubles digestifs (nausées, douleurs à l'estomac) effet anticoagulant sur le sang		nombreux pour des traitements longs

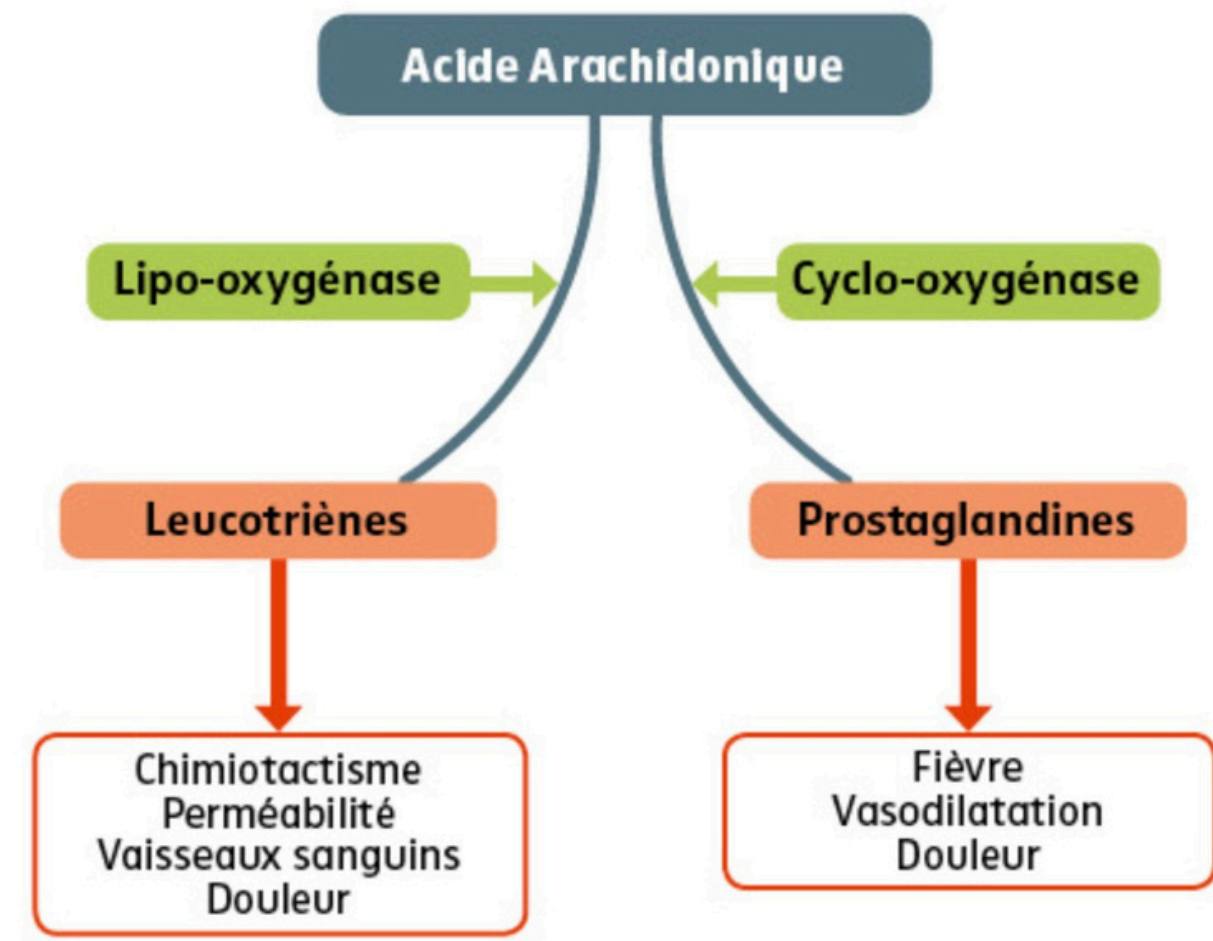
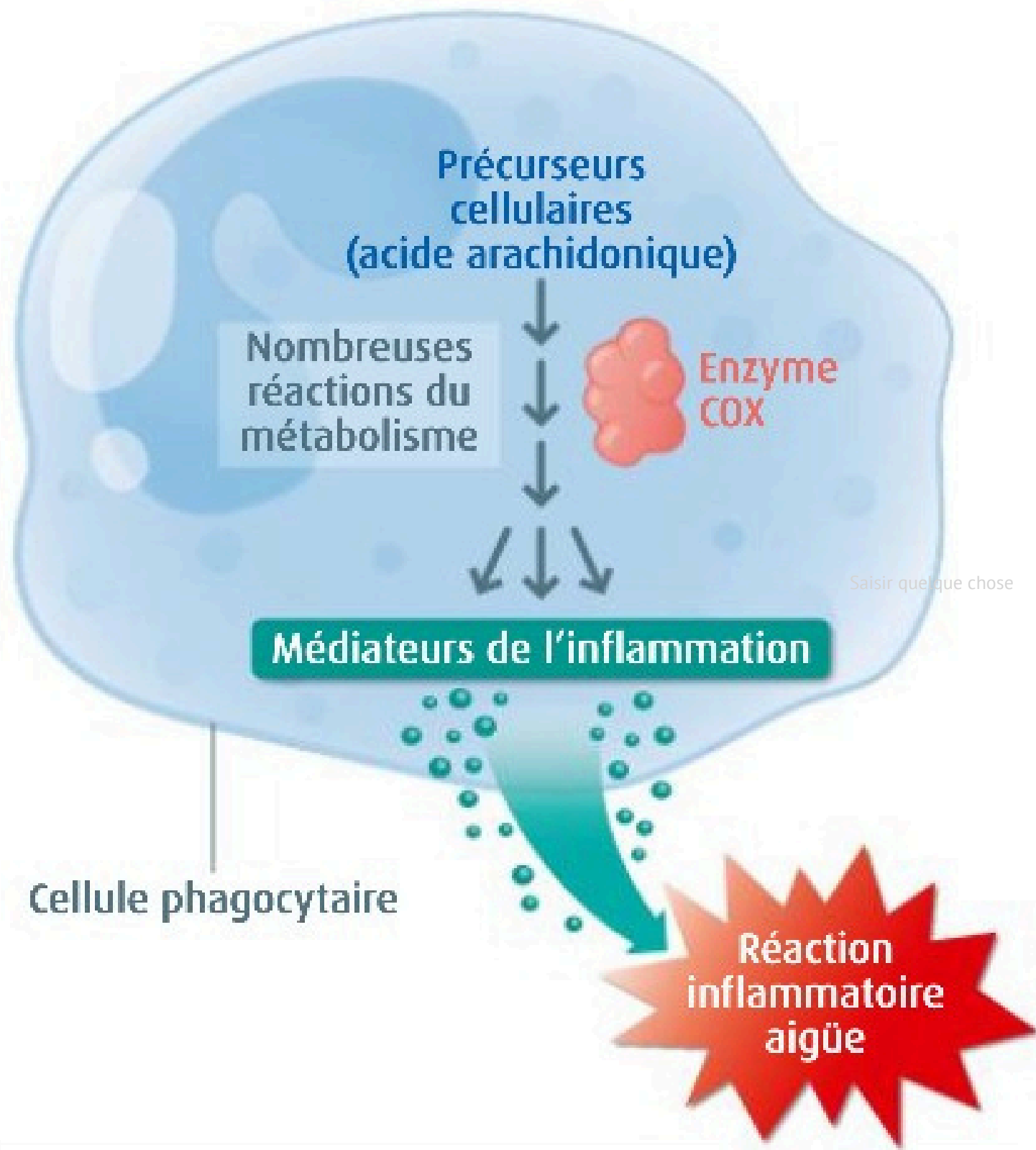
**Document 4 : Tableau comparatif des différents anti-inflammatoires (AIS et AINS).**

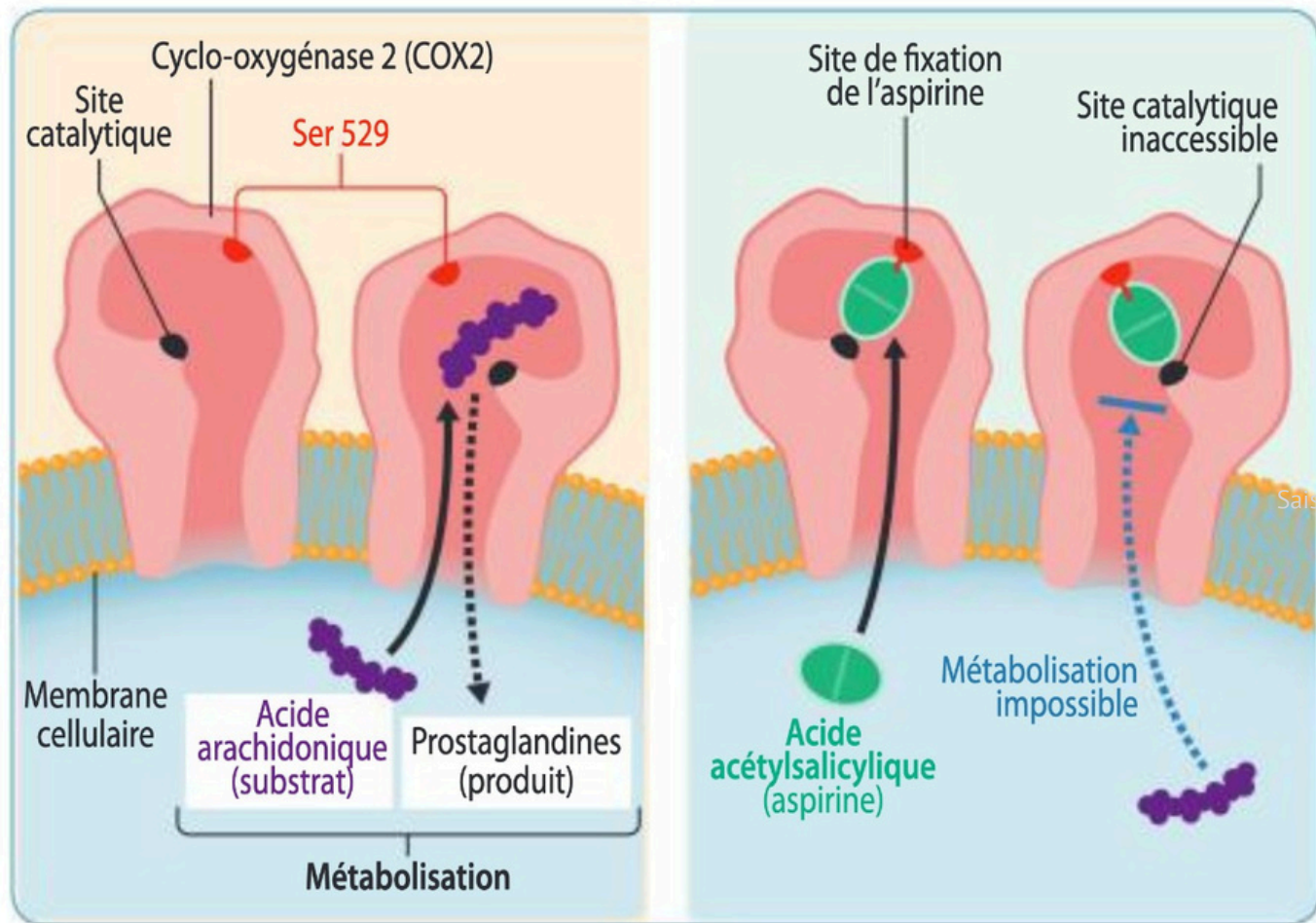
### III. Limiter la réaction inflammatoire

#### A) La diversité des anti-inflammatoires

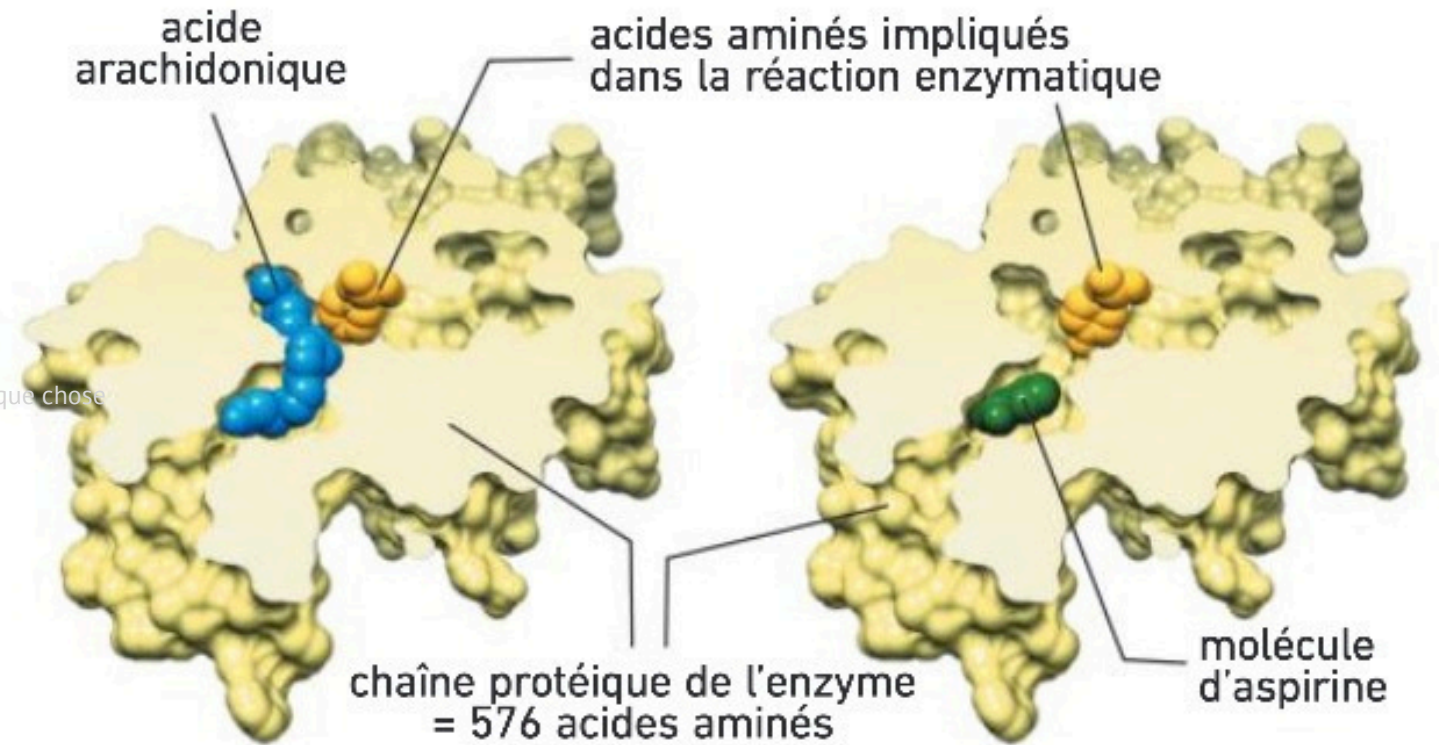
→ B) Les modes d'actions des  
anti-inflammatoires

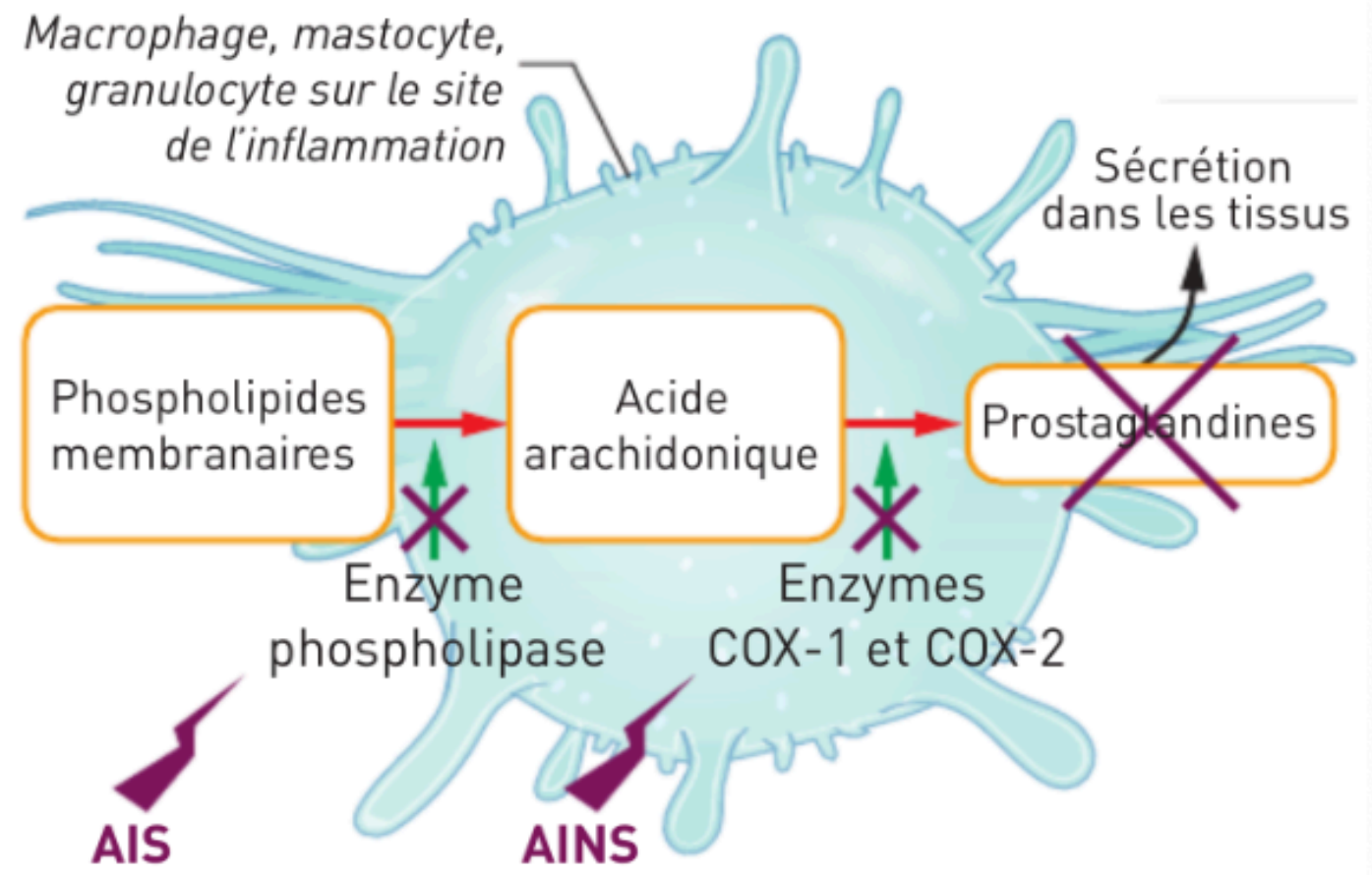
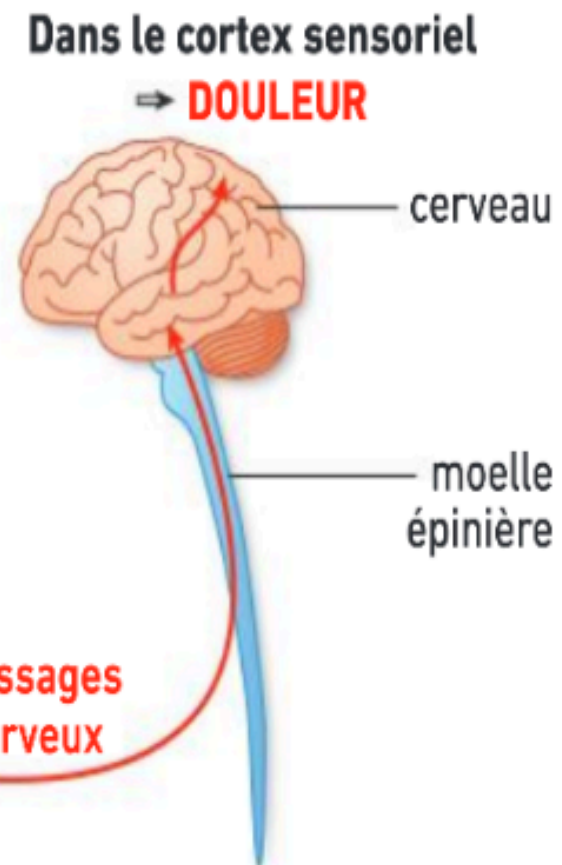
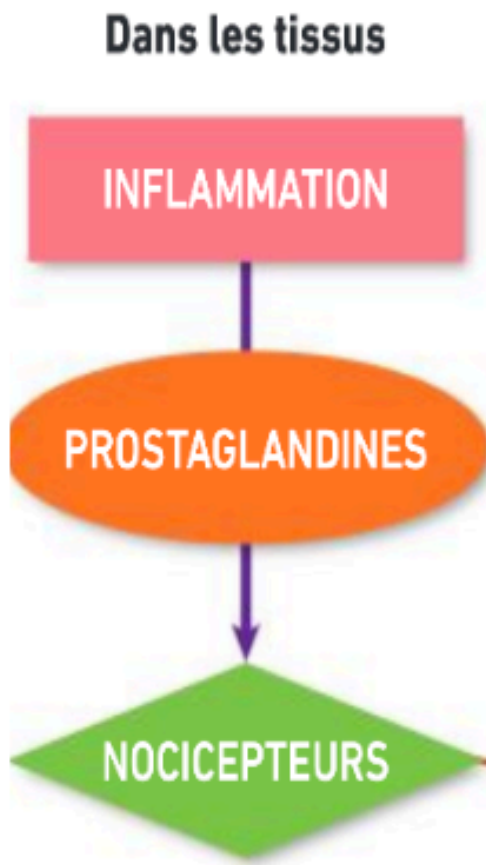






Saisir quelque chose





**Document 5 : Schéma de l'action des AIS/AINS.**



**Bilan : La réaction inflammatoire permet la lutte rapide face à des signaux de danger, elle est bénéfique pour l'organisme. Des médicaments aux effets antalgiques et anti-inflammatoires, tels que l'aspirine ou le paracétamol, sont toutefois utilisés pour stopper une douleur trop importante liée à une inflammation. Ces médicaments permettent de stopper certains symptômes de la réaction inflammatoire sans en empêcher son déroulement. Les effets secondaires indésirables de ces médicaments peuvent nécessiter une vigilance médicale.**