

FACULTE DE MEDECINE DE TLEMCEM  
DEPARTEMENT DE CHIRURGIE DENTAIRE  
SERVICE DE PARODONTOLOGIE

# LE COLLAGENE

Présenté par :

Dr. S. BENSALDI

# INTRODUCTION

**Le collagène est la substance protéique la plus répandue de l'organisme (30% à 35% des protéines de l'organisme)**

**C'est le composant essentiel de la matrice extracellulaire du tissu conjonctif**

**Au niveau de la sphère odonto-stomatologique, il joue un rôle important puisque l'organe dentaire à l'exception de l'épithélium gingival est constitué principalement de tissus conjonctifs mous (desmodonte, chorion gingivale) ou bien minéralisés (dentine, cément, os alvéolaire)**

# Définition

Le collagène est une famille de **protéines**, le plus souvent présente sous **forme fibrillaire**. Elle est présente dans la matrice extracellulaire des **organismes animaux**.

Ces protéines ont pour fonction de conférer aux tissus une **résistance mécanique à l'étirement**.

Il s'agit de la protéine la plus abondante dans un organisme humain (également la protéine la plus abondante du règne animal), représentant le quart de la masse protéique.

# Définition

Le collagène est une glycoprotéine fibreuse, qui entre dans la composition des fibres conjonctives, dont l'unité structurale est le **tropocollagène**; monomère du collagène fibreux insoluble.

De longueur 2800 – 3000 Å°

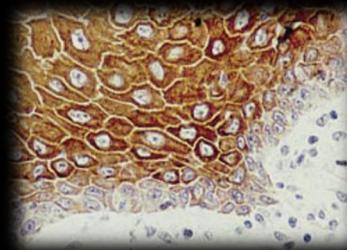
Poids moléculaire : 300,000

Sa largeur est de 14 Å°

# Distribution

Distribution du collagène dans  
les tissus parodontaux

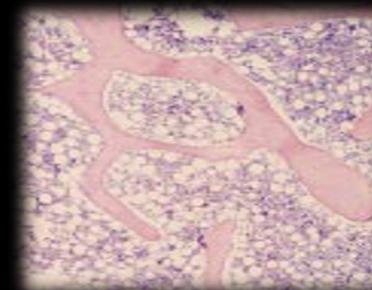
Tissus parodontaux	Proportion de fibres de collagène
Desmodonte	Plus de 50%
Gencive	32% à 45%
Cément	23%
Os alvéolaire	21%



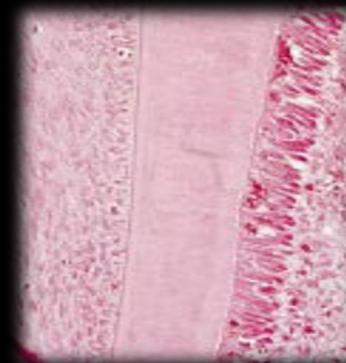
GENCIVE



DESMODONTE



OS ALVEOLAIRE

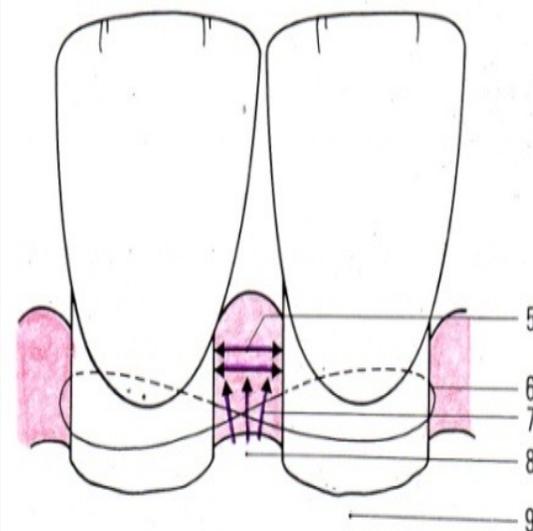
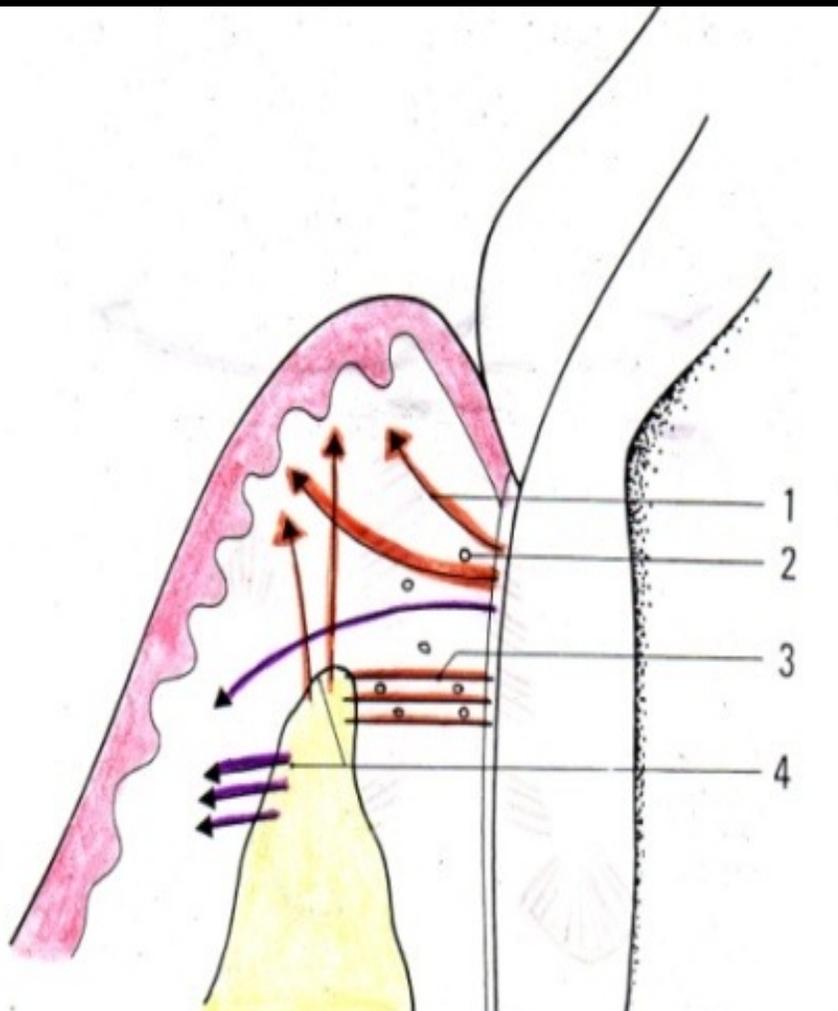


CEMENT

# Gencive :

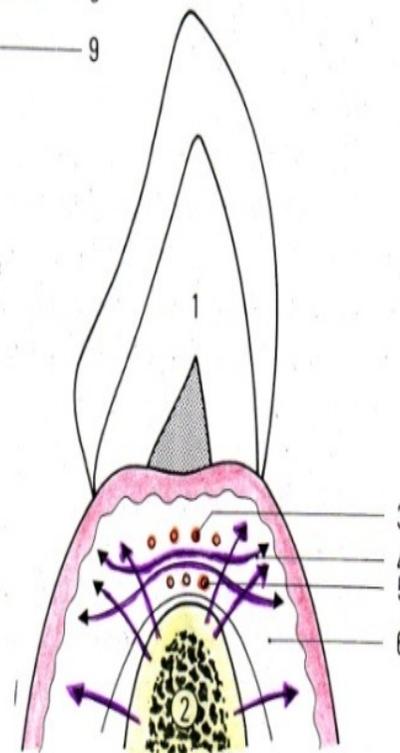
- Schéma de la répartition des fibres du chorion gingival.

- 1 : Fibres cémento-gingivales
- 2 : Fibres circulaires
- 3 : Fibres cémento-alvéolaires
- 4 : Fibres alvéolo-gingivales.



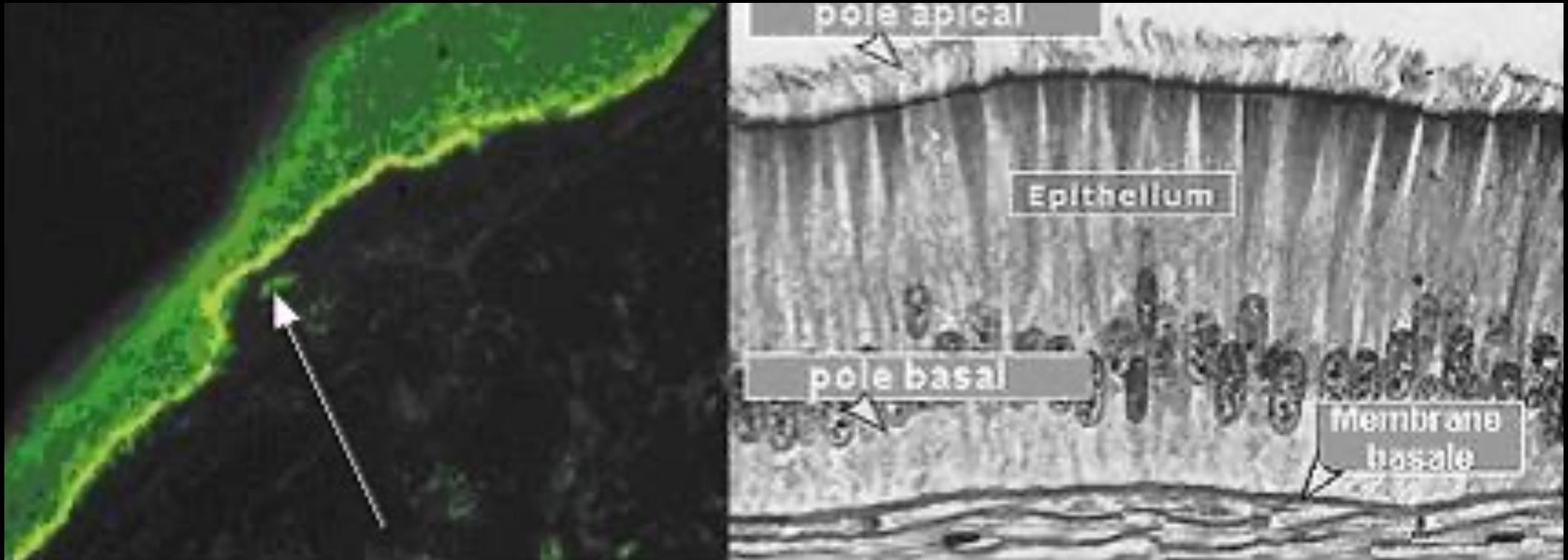
- 5 : Fibres cémento-cémentaires
- 6 : Fibres circulaires
- 7 : Fibres alvéolo-gingivales
- 8 : Os alvéolaire : septum interdentaire
- 9 : Os alvéolaire.

- 1 : Couronne de la dent
- 2 : Os alvéolaire : septum interdentaire
- 3 : Fibres cémento-gingivales
- 4 : Fibres circulaires
- 5 : Fibres cémento-cémentaires
- 6 : Gencive : papille interdentaire.

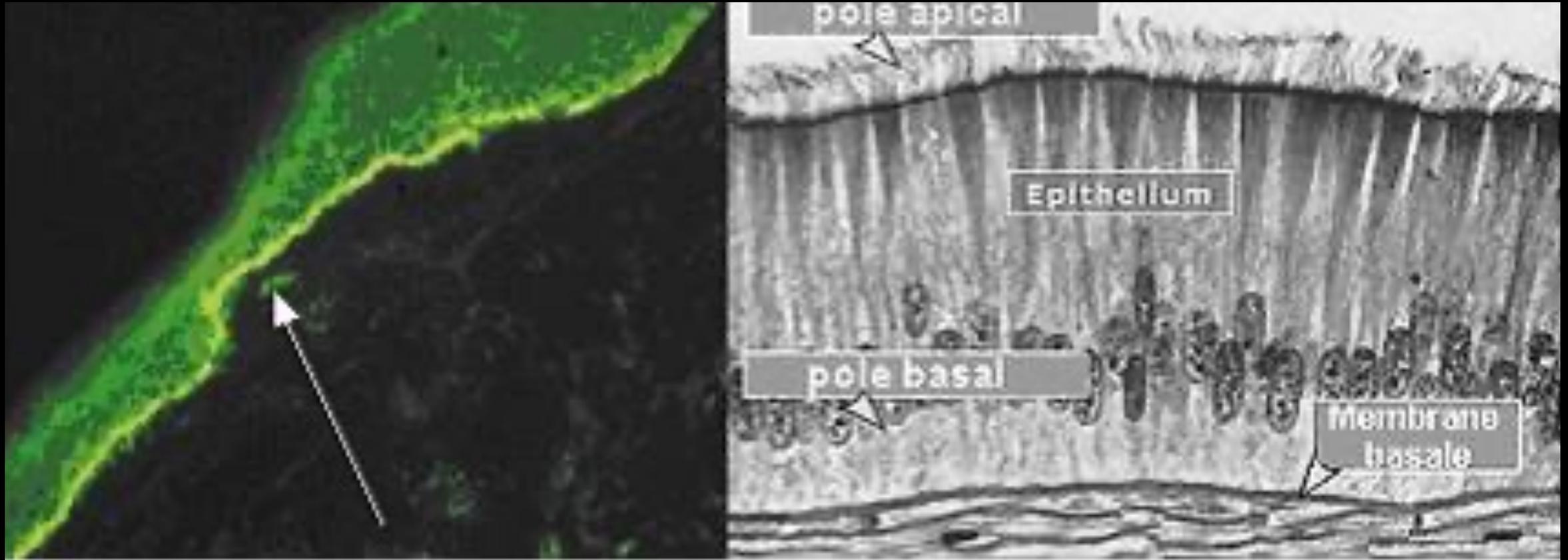


**Le collagène type I** représente 7 fois plus que le type III.

**Le type III** : au niveau des papilles, autour des vaisseaux et sous la membrane basale.



**Le collagène type IV** localisé au niveau des membranes basales,  
Il présente une structure granuleuse et non pas fibreuse ou fibrillaire

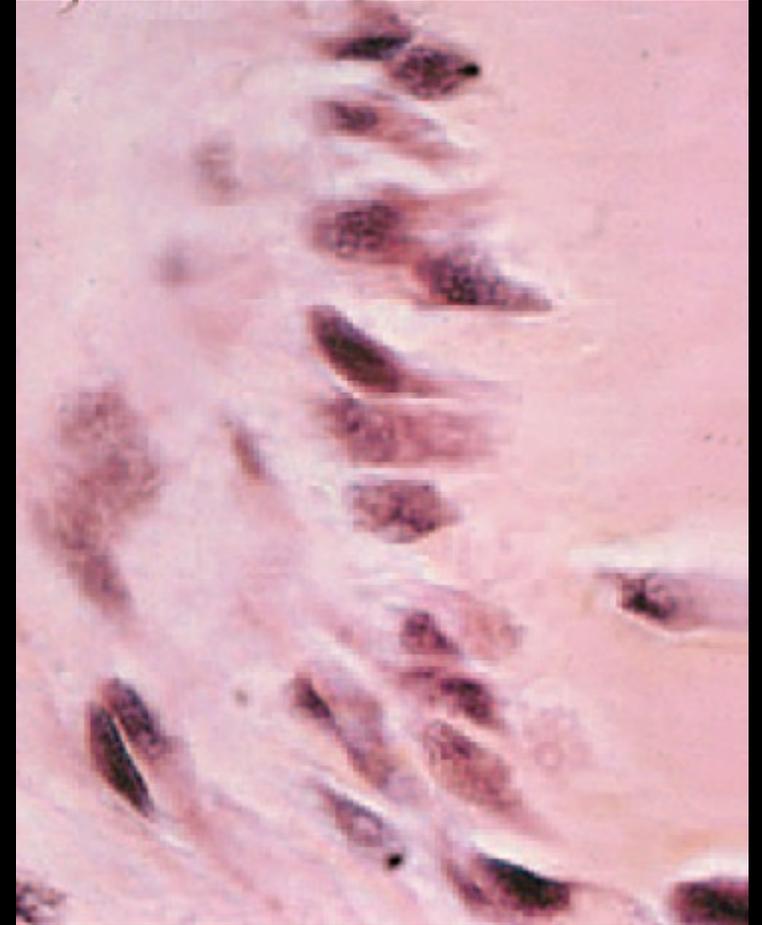


# Os alvéolaire :

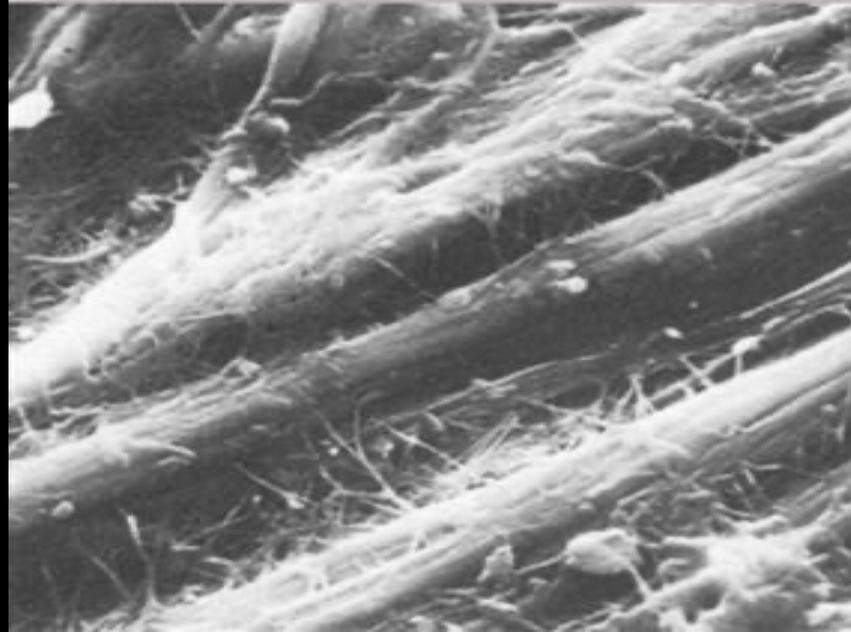
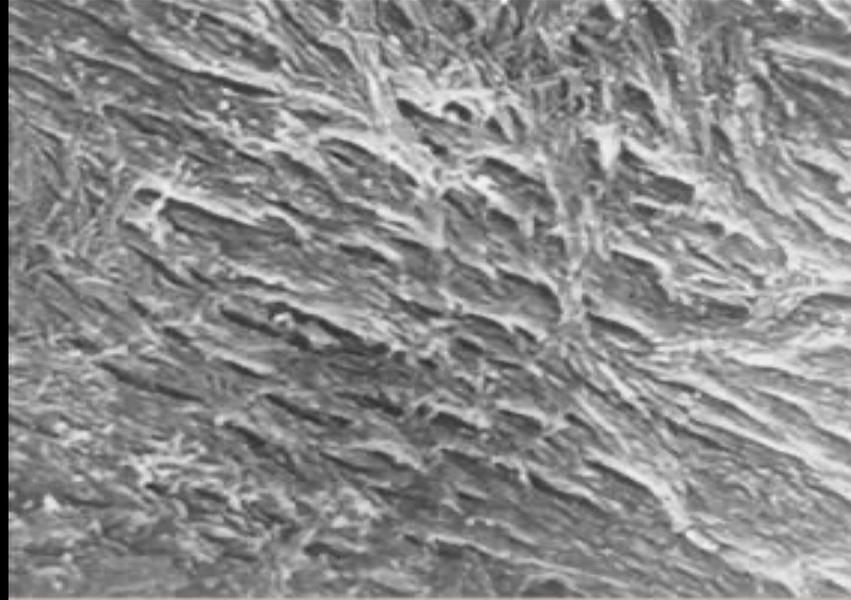
Trame organique sous forme de fibrilles de collagène groupées en faisceaux parallèles.

collagène de type I représentant environ 90 % de la phase organique de l'os

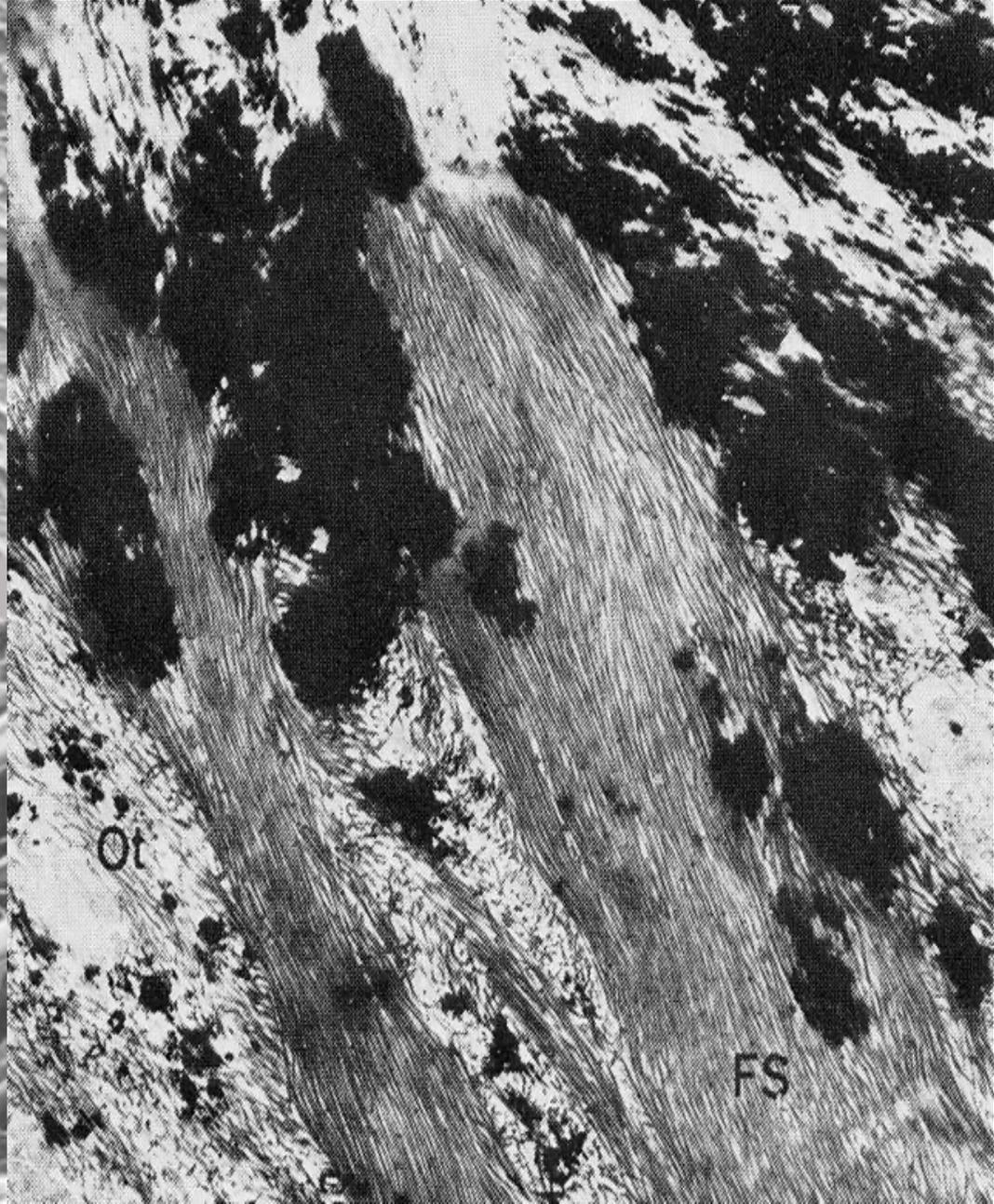
a quantité moins importante du collagène de type IV.



Les fibres intrinsèques



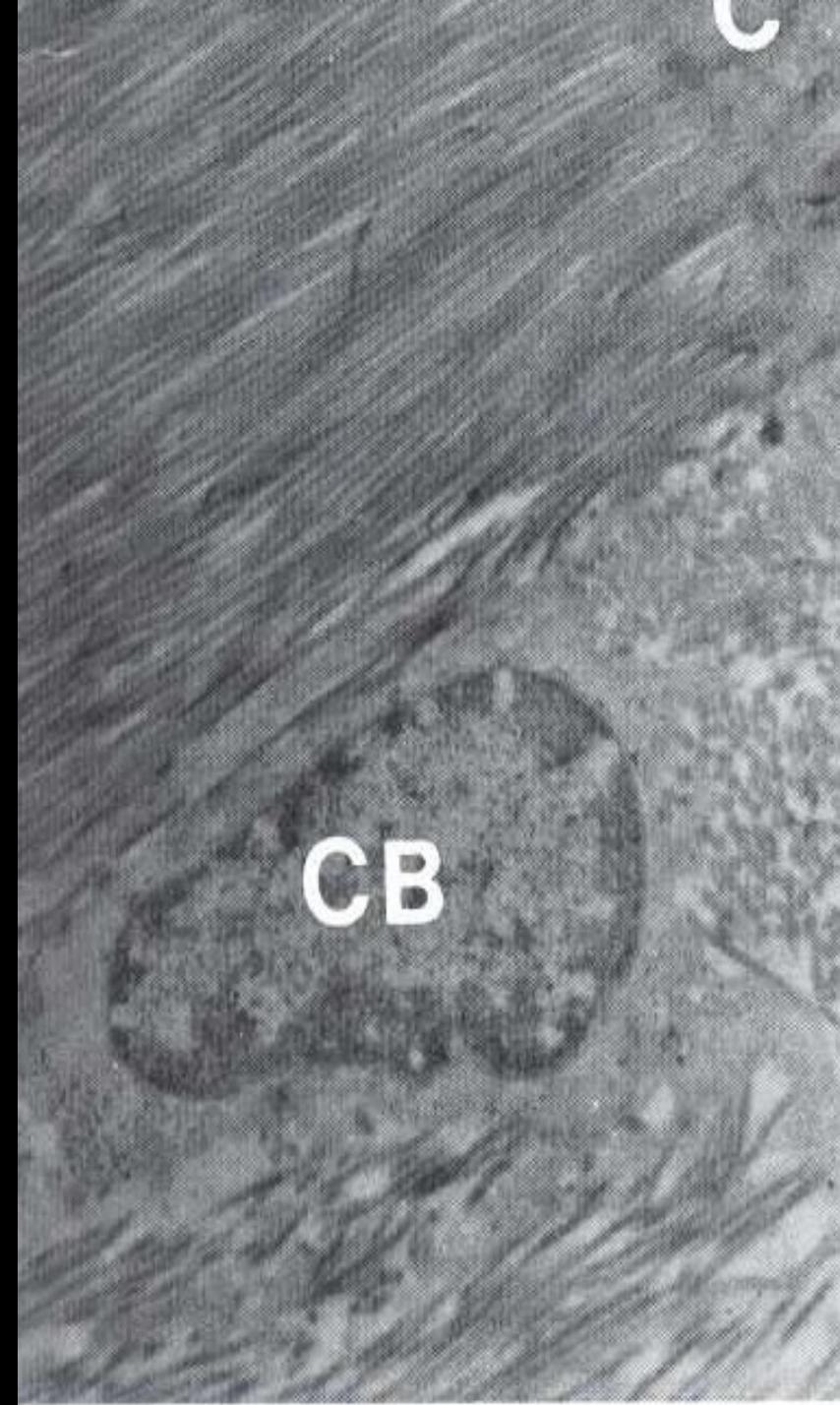
les fibres de sharpey

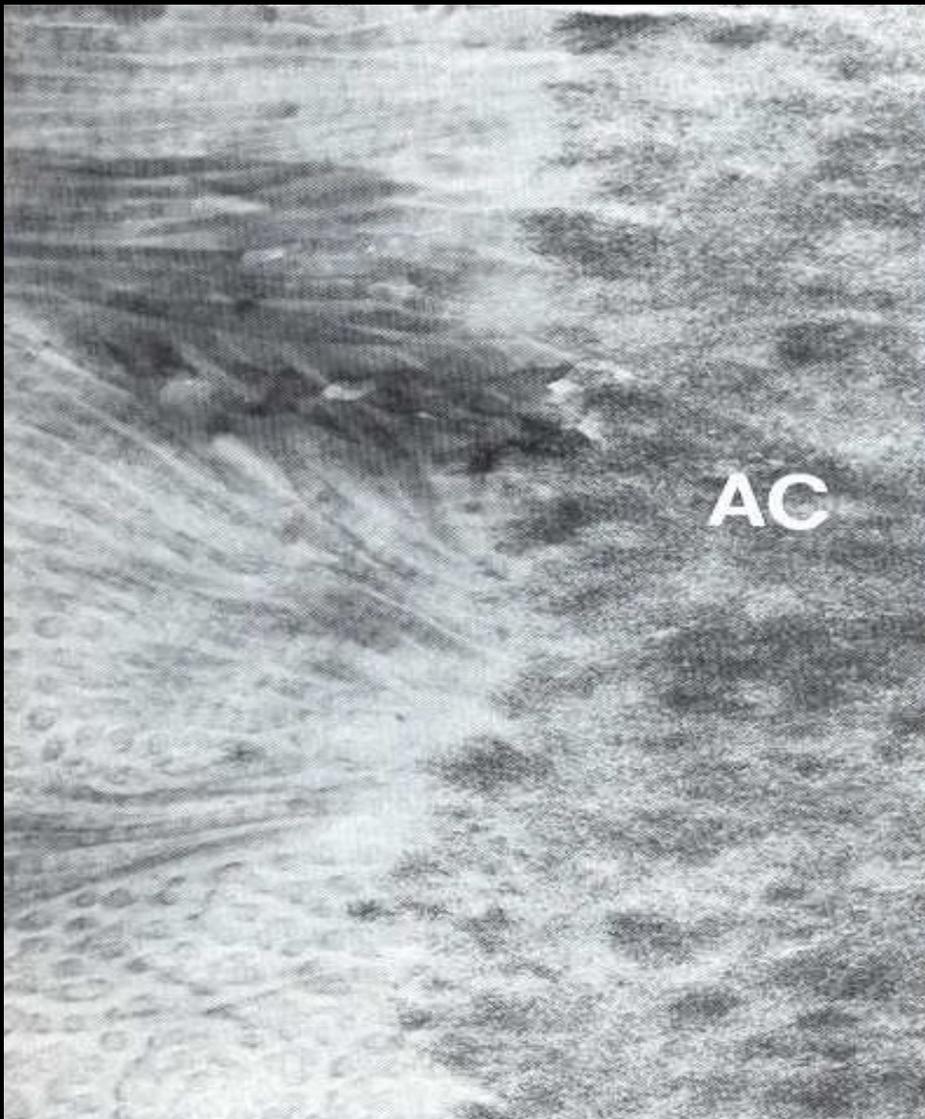


# Cément:

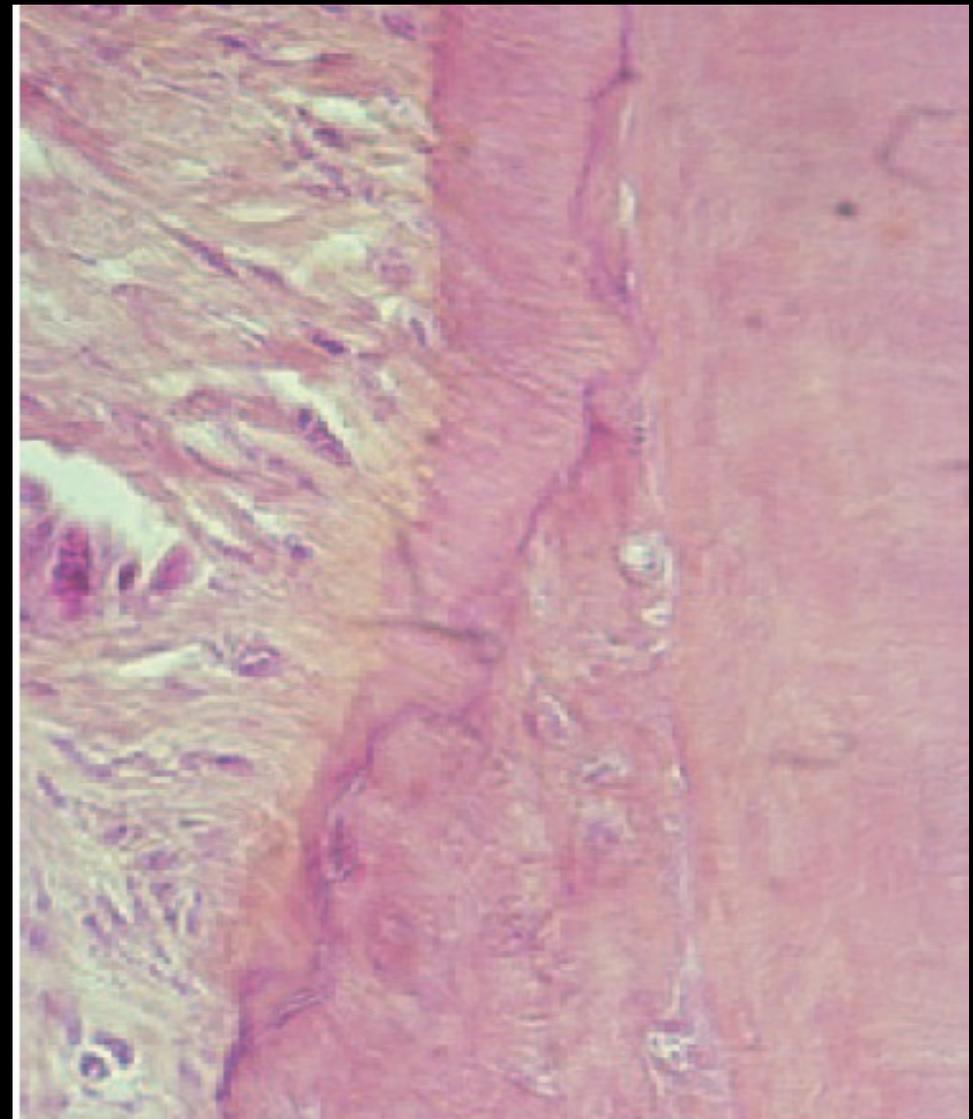
50 à 55 % de la matrice organique

- ✓ Les fibres intrinsèques : synthétisées par les cémentoblastes (constituent la matrice du ciment)
- ✓ Les fibres extrinsèques : extrémités du ligament parodontal synthétisés par les fibroblastes et incluses dans toutes l'épaisseur du ciment sous forme de fibres de Sharpey





**Fibres principales du démodonte pénétrant dans le ciment affibrillaire (AC).**



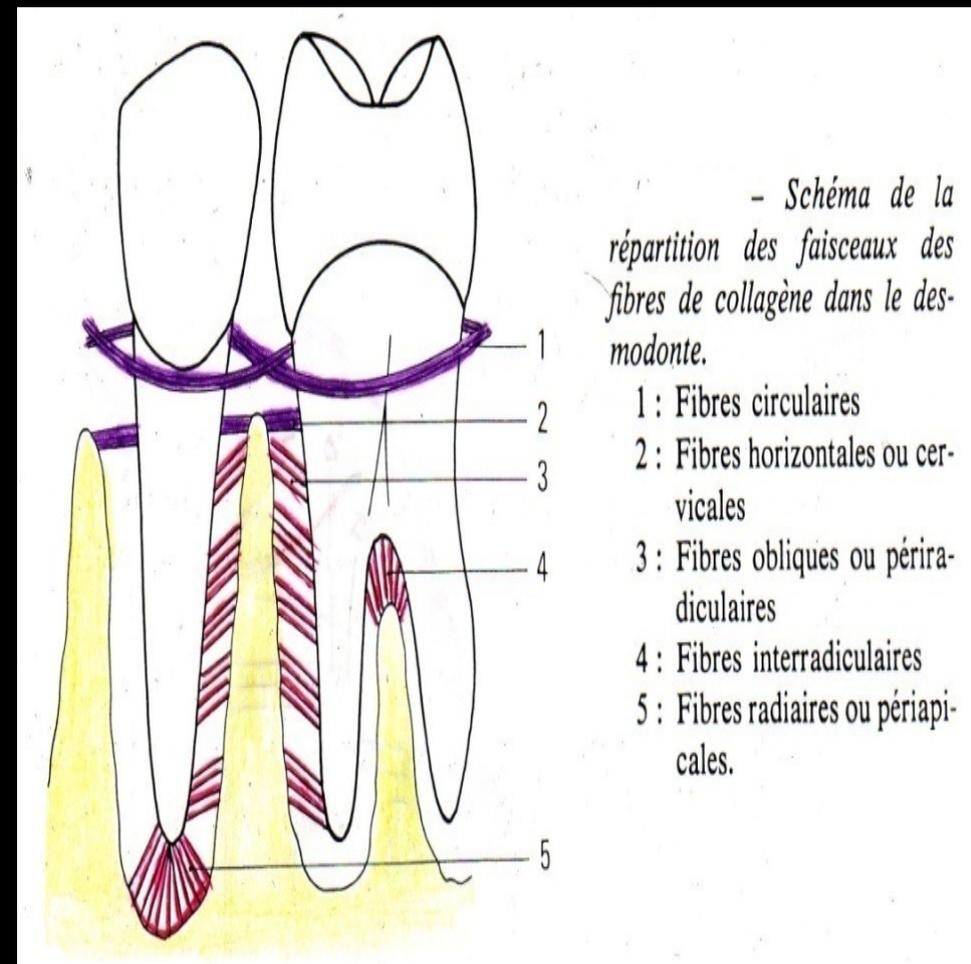
**Ligament parodontal: amarrage des fibres de collagène dans le ciment**

# Desmodonte :

80% type 1

20% type 2

GROUPES PRINCIPAUX	GROUPES ANNEXES
Fibres horizontales.	Fibres de la crête alvéolaire.
Fibres obliques.	Fibres inter radiculaires des
Fibres apicales.	





# Organisation

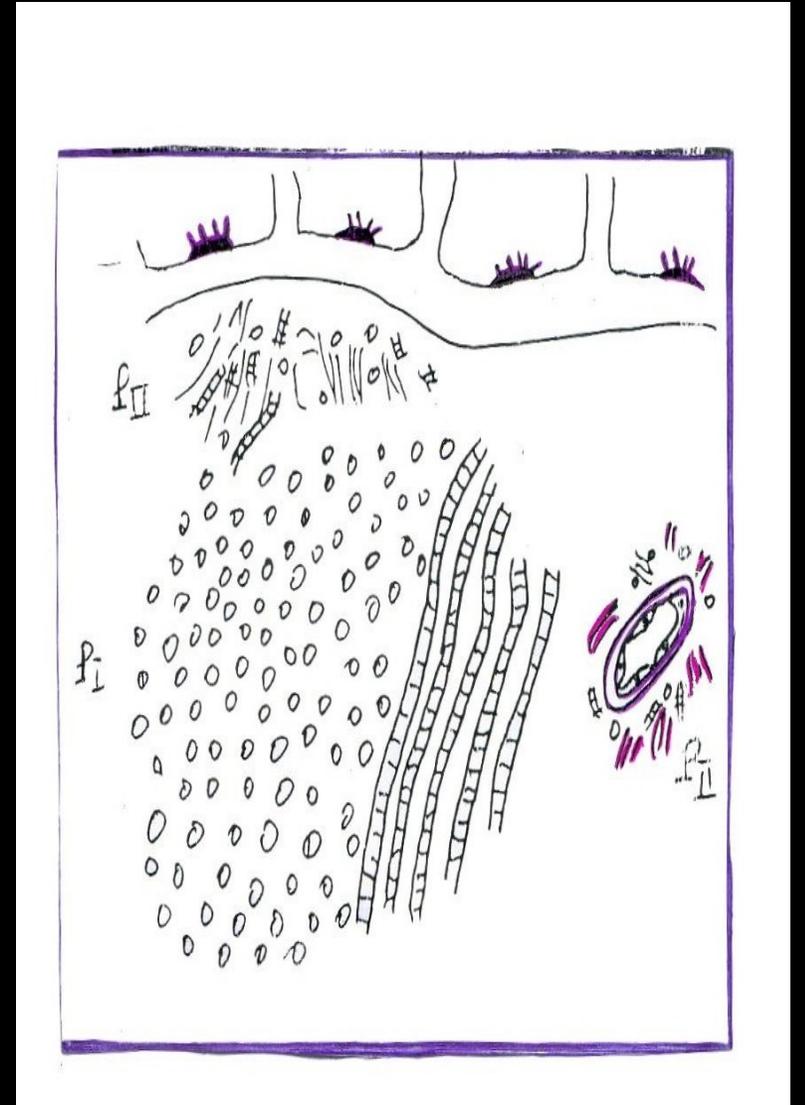
Organisation ultra structurale  
matrice conjonctive

# Organisation

## Pattern I

organisation conjonctive dense,  
grosses fibres collagènes

**Type I** : (se trouve dans toutes les  
couches de la matrice conjonctive  
gingivale) : assure sa stabilité.

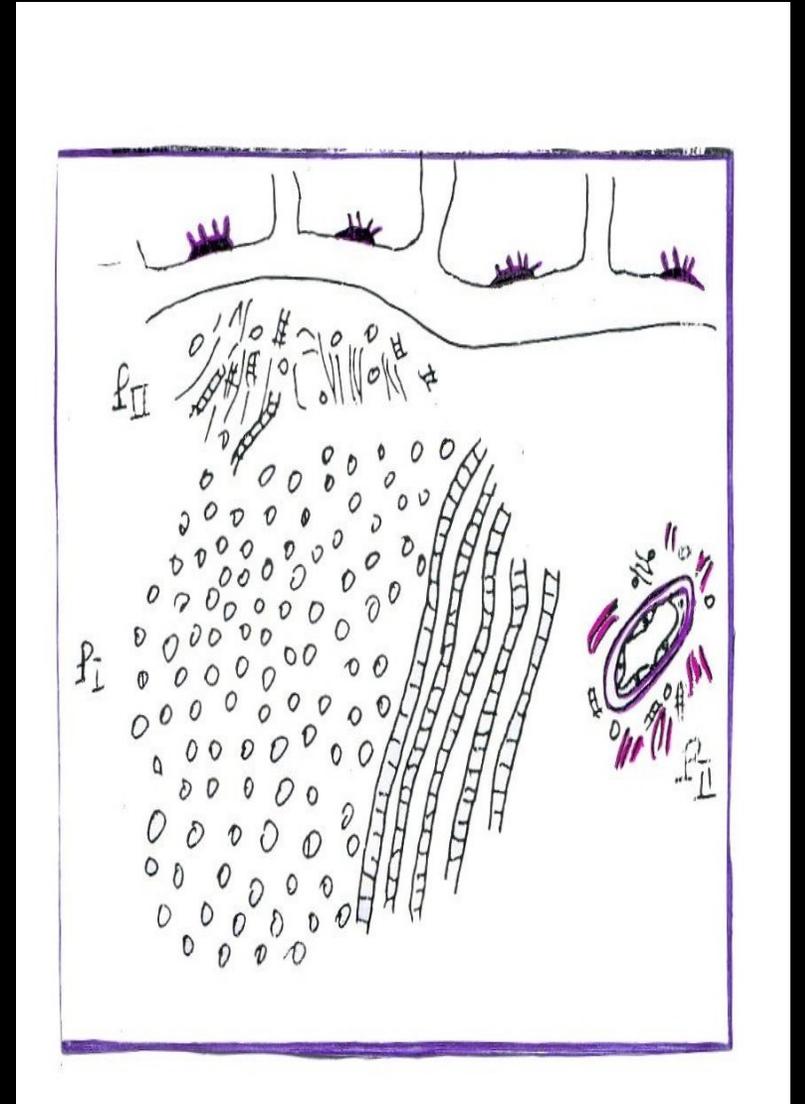


# Organisation

## Pattern II

organisation conjonctive lâche, mélange de collagène

**Type I + Type III** (associés aux membranes basales + autour des vaisseaux).



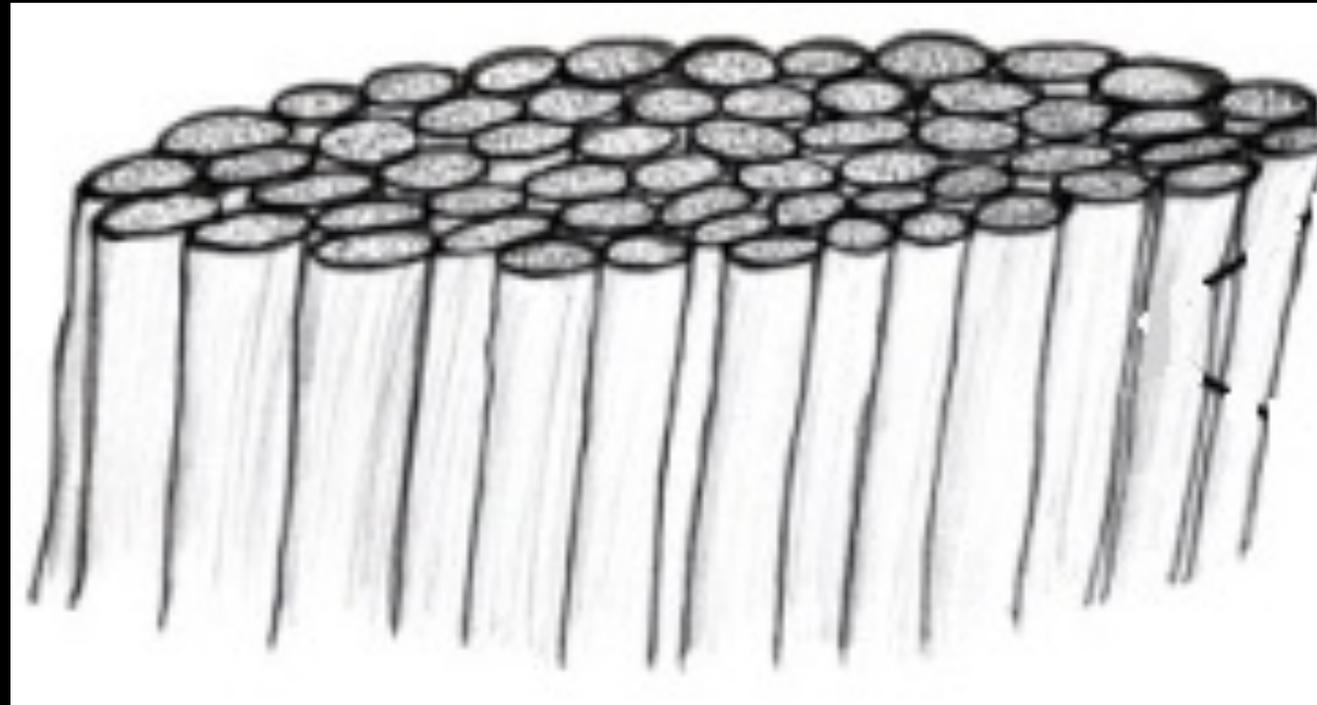
**Organisation**

**Organisation structurale du  
collagène**

# Organisation

A. En microscope optique:

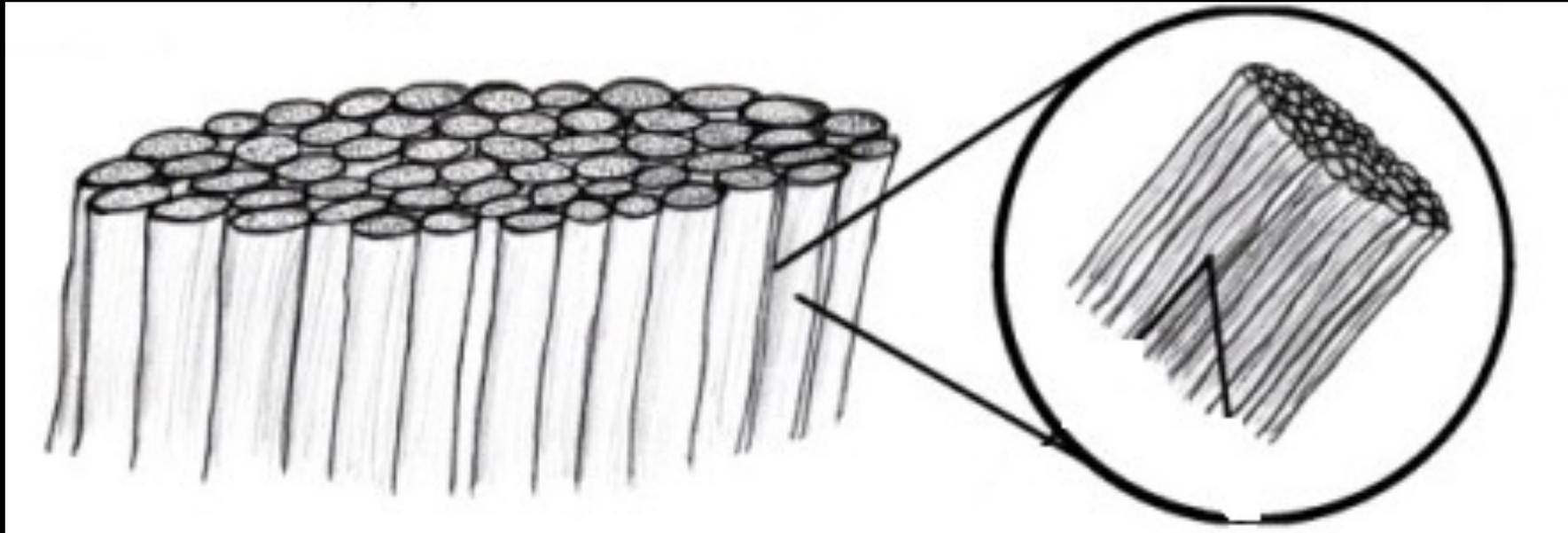
**1. Faisceaux de fibre:** sous forme de cylindres d'un diamètre variant entre 1 et 5  $\mu\text{m}$ , organisé en faisceau



## 2. Fibres:

un ensemble de fibrilles de collagène parallèles entre elles

- Diamètre 200 à 2000 Å°
- Longueur 10 à 100 µm



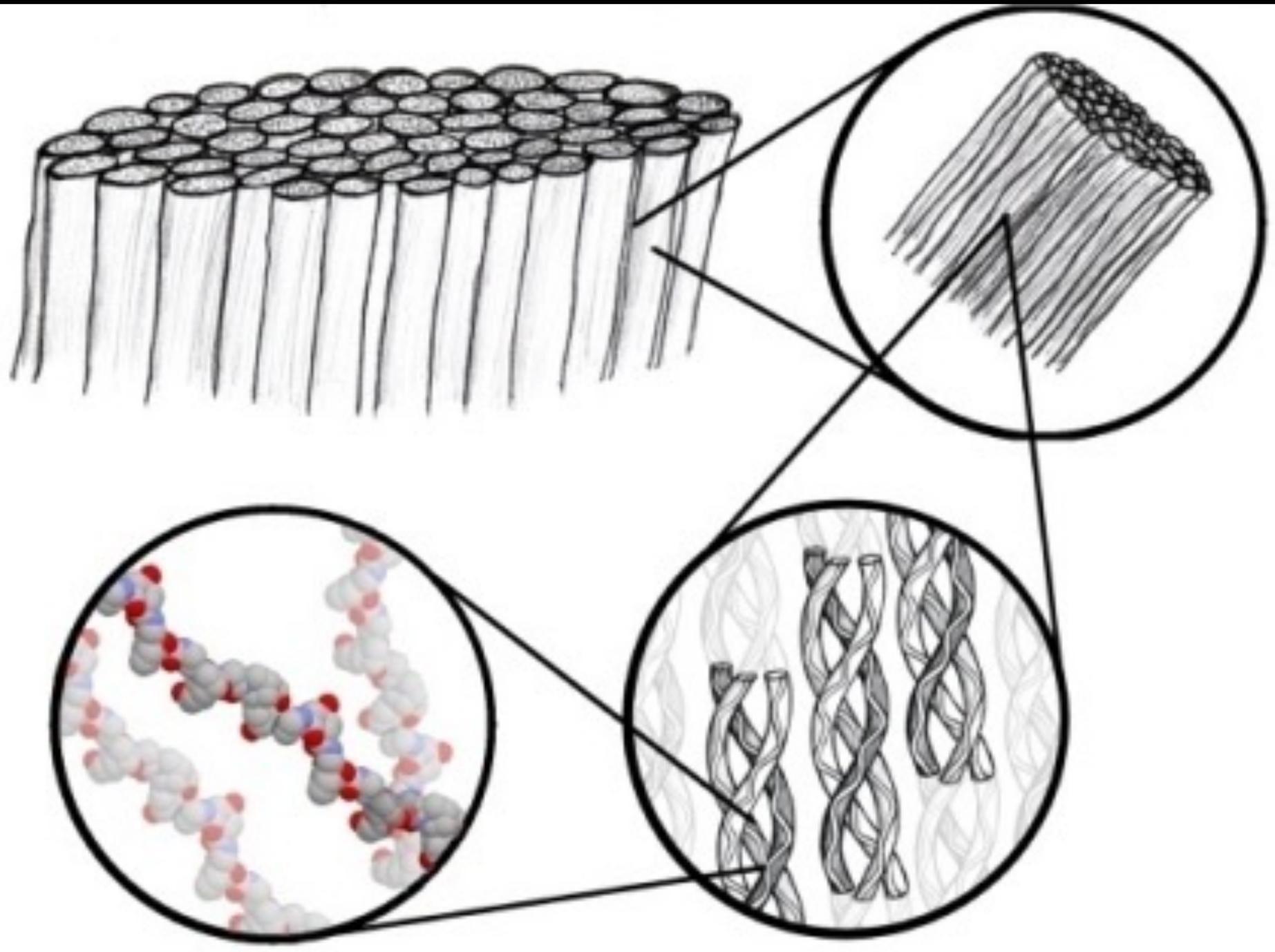
## B. En microscope électronique :

Striation caractéristique (alternance de bandes sombres et claires)

distance =  $680 \text{ \AA}$

Bande sombre + bande claire = période

- **Fibrille:** chaque fibrille correspond à l'agrégation de microfibrilles de 100 à 200  $\text{\AA}$  d'épaisseur ( même striation transversale)
- **Microfibrilles:** chaque microfibrille résulte de l'association longitudinale et latérale d'un monomère: le tropocollagène



# Organisation

## Organisation micro-structurale du collagène

# Biochimie

chimie biologique ou chimie organique,  
science spécialisée dans l'étude de la **composition et des réactions chimiques de la matière vivante** et des substances qui proviennent de cette dernière

Elle se divise en deux groupes :

**la biochimie statique** (étudie la composition et les propriétés physico-chimiques)

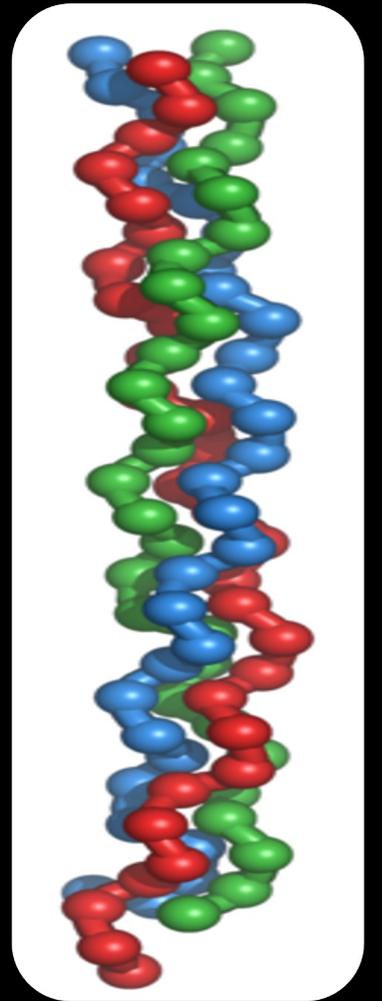
et la **biochimie dynamique** (étudie les transformations et les réactions chimiques).

# Biochimie statique

Structure chimique et  
composition du collagène

# Structure chimique

- **Tropocollagène**
- l'unité moléculaire fondamentale du collagène
  - ✓ Poids moléculaire de 300.000
  - ✓ Longueur de 2800 à 3000 Å°.
  - ✓ Largeur de 14 Å°.
- Constitué de 03 chaînes polypeptidiques (*chaines  $\alpha$* ) enroulées en triple hélice porteuses de glucides (glucose et galactose)



## Chaîne alpha

- Sa composition en acides aminés est toute particulière:
  - ✓ 1/3 des AA : la *glycine*.
  - ✓ 1/3 des AA : la *proline* + l'*hydroxyproline*. + hydroxylysine
  - ✓ Le reste constitué par : tous les acides aminés sauf le Tryptophane et la Cystéine
- Des glucides: fixés par l'Hydroxylysine
- Des liaisons d'hydrogène entre la glycine et la proline , permettant la cohésion des chaînes alpha



- Un groupement carboxylique terminal COOH
- Un groupement amine terminale NH<sub>2</sub>

en fonction de leurs composition en acides aminés  
⇒ 5 types de chaines Alpha

<b>Alpha 1</b>	<b>Alpha 1 type I</b>
	<b>Alpha 1 type II</b>
	<b>Alpha 1 type III</b>
	<b>Alpha 1 type IV</b>
<b>Alpha 2</b>	

# Différents types de collagène

- L'agencement particulier des différentes chaînes Alpha constitue différents types de collagène

type	Composition en chaînes Alpha	Localisation
I	$(\alpha 1 \llcorner I \llcorner)_2 \alpha 2$	Peau, os, tendon, dentine, gencive, pulpe
II	$(\alpha 1 \llcorner II \llcorner)_3$	Cartilage
III	$(\alpha 1 \llcorner III \llcorner)_3$	Vaisseaux sanguins, peau, gencive, pulpe
IV	$(\alpha 1 \llcorner IV \llcorner)_3$	Membrane basale
V	$\alpha A, \alpha B2$	Dentine, muscles lisses

# Biochimie dynamique

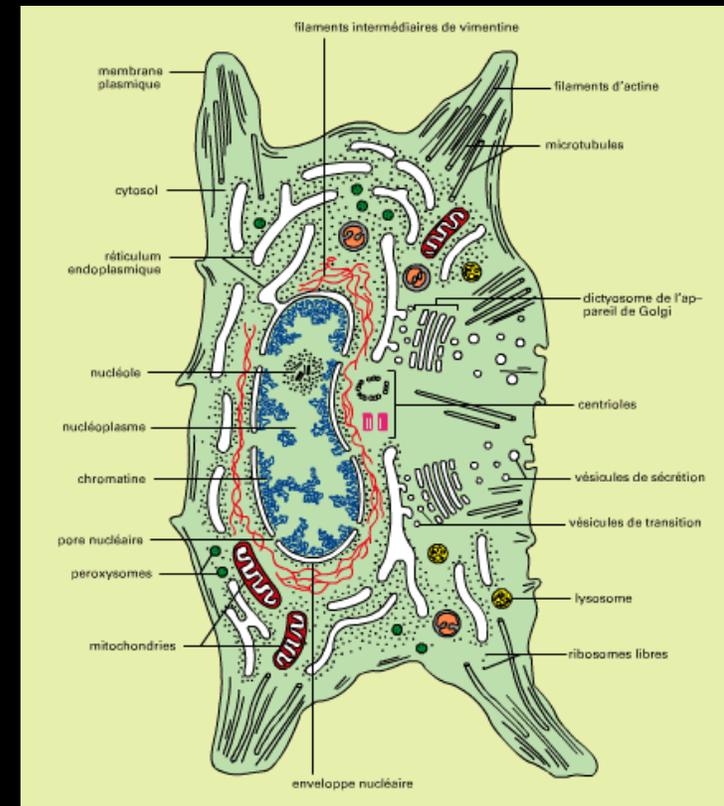
## Biosynthèse et dégradation du collagène

# Biosynthèse et maturation du collagène

Les fibroblastes; principales sources du collagène

Phase intracellulaire

Phase extracellulaire



## Phase intracellulaire

Se réalise au niveau des différents organites cellulaires: REG, Appareil de Golgi, et les vésicules d'exocytose

Tropocollagène ⇒ protropocollagène ⇒ 3 pro-chaines alpha

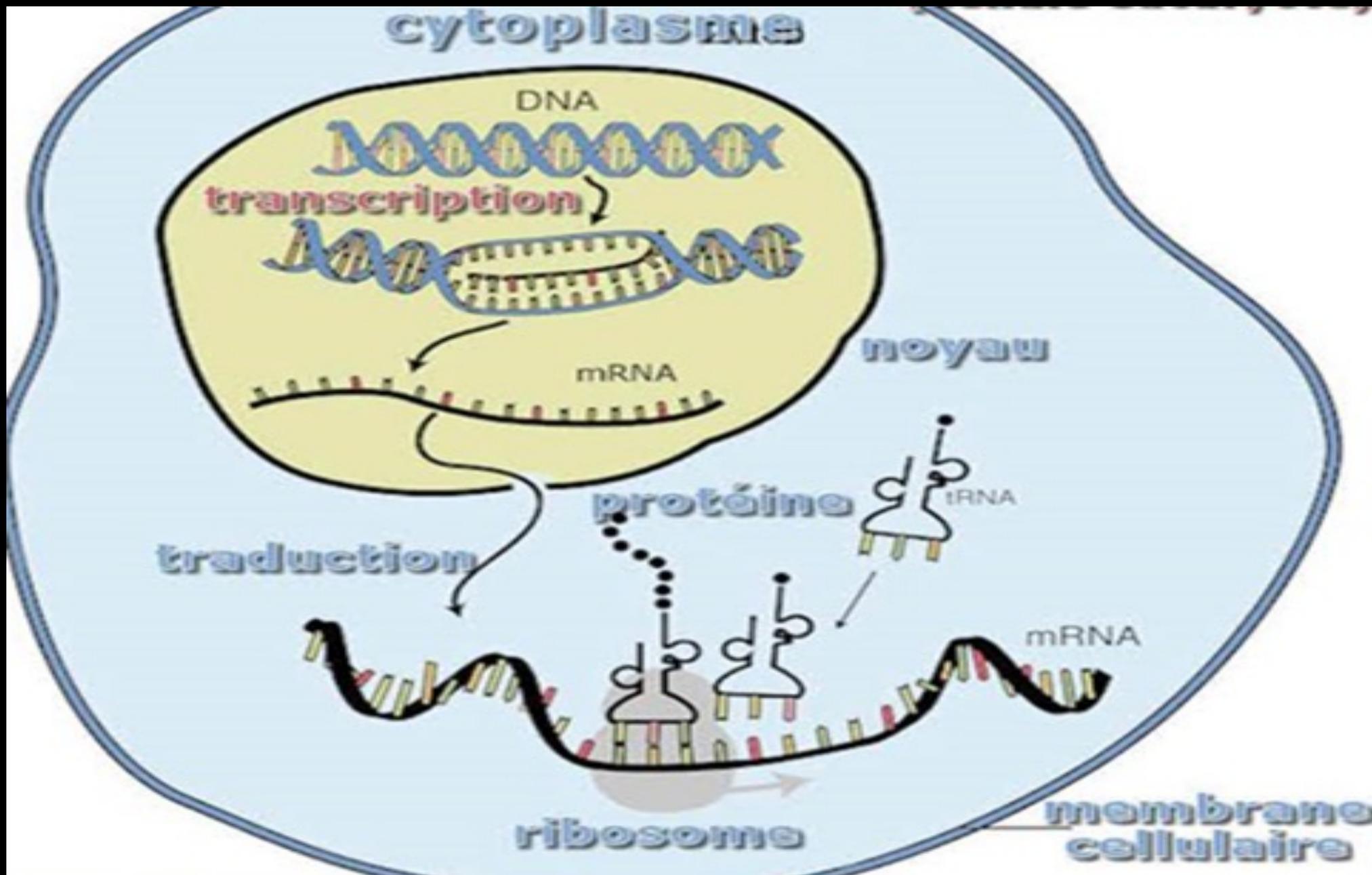
1. Transcription des ARN messagers du collagène

Transcription au niveau du noyau

Et

Traduction par les ribosomes du REG

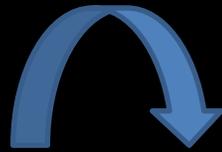
Synthèse des AA + assemblage en chaînes polypeptidiques pro-alpha



## Phase intracellulaire

### Hydroxylation de la Proline + Lysine

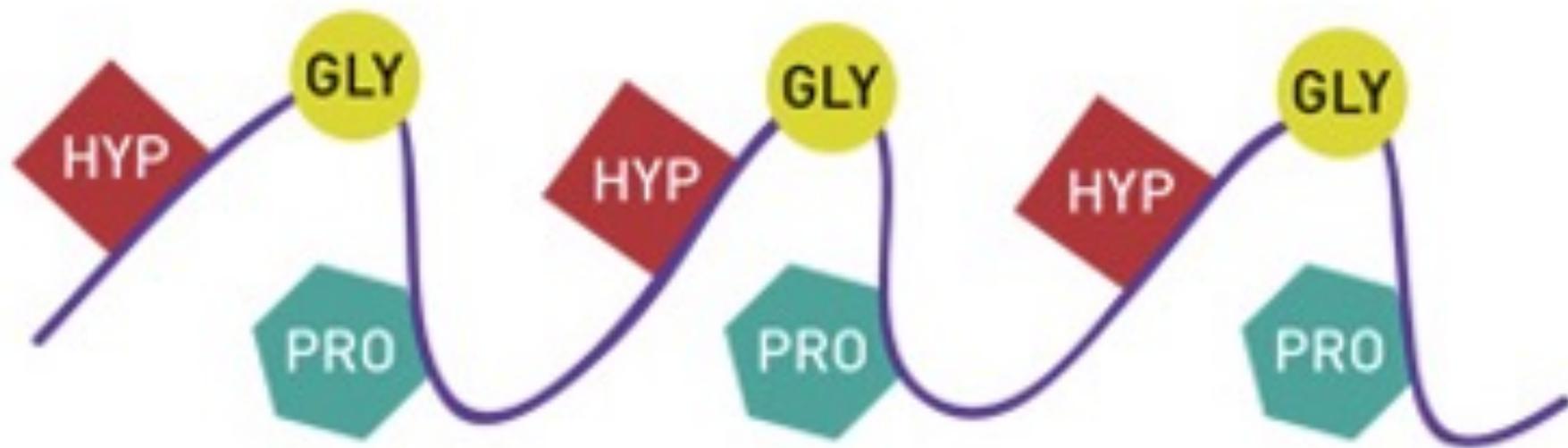
- Lysine → Hydroxylysine
- Proline → Hydroxyproline



Réglementée par 02 enzymes

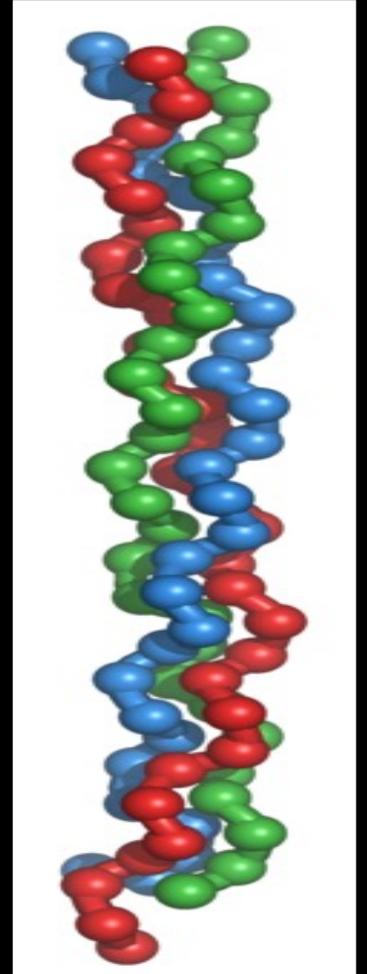
***Proline hydroxylase + lysine-hydroxylase***

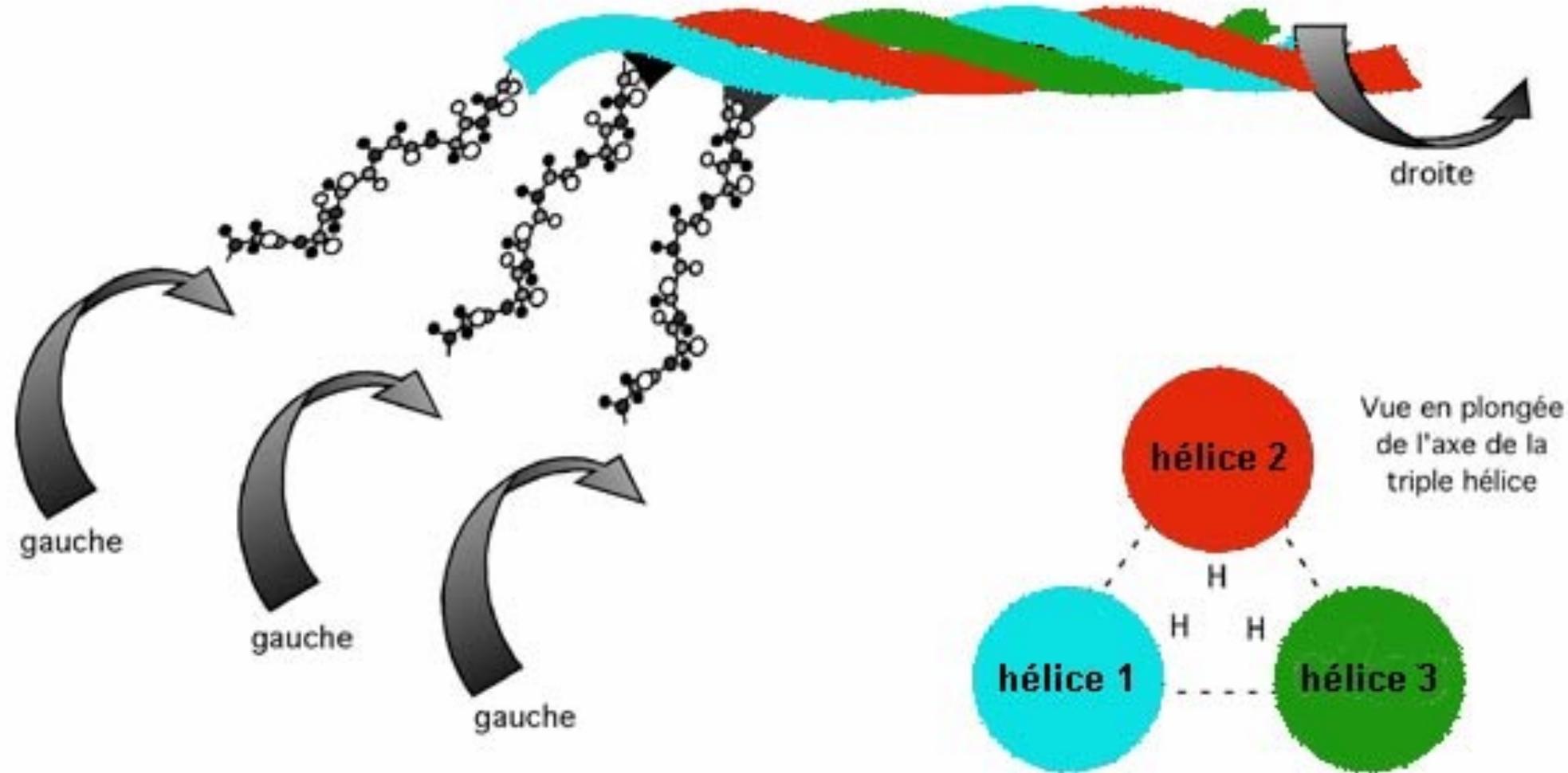
*(oxygène sanguin + vitamine C)*



## Phase intracellulaire

- les chaînes pro-alpha présentent à leur extrémité des *peptides de coordination*, riches en *AA soufrés*.
- Ceux-ci vont lier les chaînes *pro-alpha* à leur 02 extrémités par *groupe de 3* par des *ponts disulfures*.
- Ainsi va s'organiser sous *forme d'une triple hélice*.





La chaîne latérale d'un résidu sur trois pointe à l'intérieur de la triple hélice: il faut donc que ce soit une glycine en raison du peu d'espace disponible

## Phase intracellulaire

### Glycosylation

Branchement des monosaccharides (Galactose) ou des disaccharides (Glucose + Galactose) aux résidus de l'Hdroxylysine

Grace à l'enzymes *glucosyltransférase*

La Molécule **pro tropocollagène** est prête

# I. Biosynthèse et maturation du collagène

Phase intracellulaire

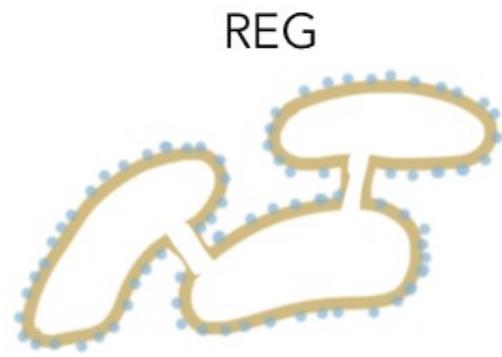
Transport et excrétion:

Du protropocollagène vers la membrane cytoplasmique

Grace au **vésicules d'exocytose** d'origine golgienne

Afin de déverser leur contenu dans le milieu extracellulaire

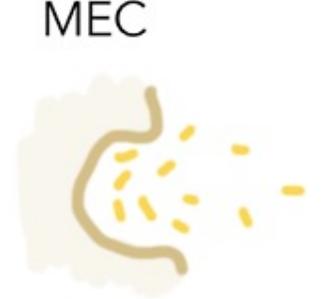
Protropocollagène  Tropocollagène  
Procollagène -peptidases



**Procollagène**

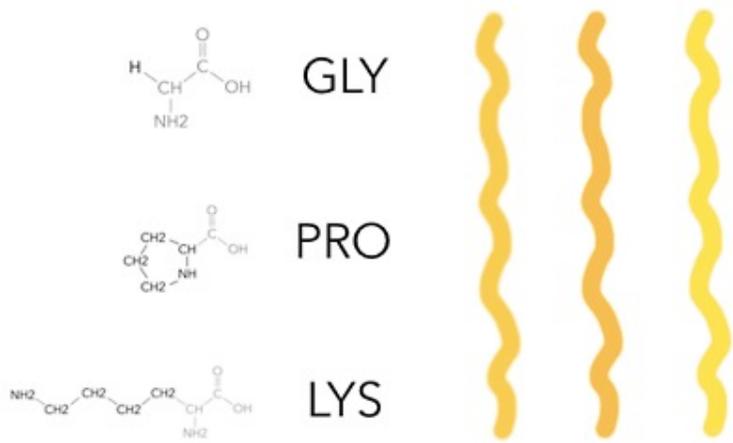


**Protropocollagène**

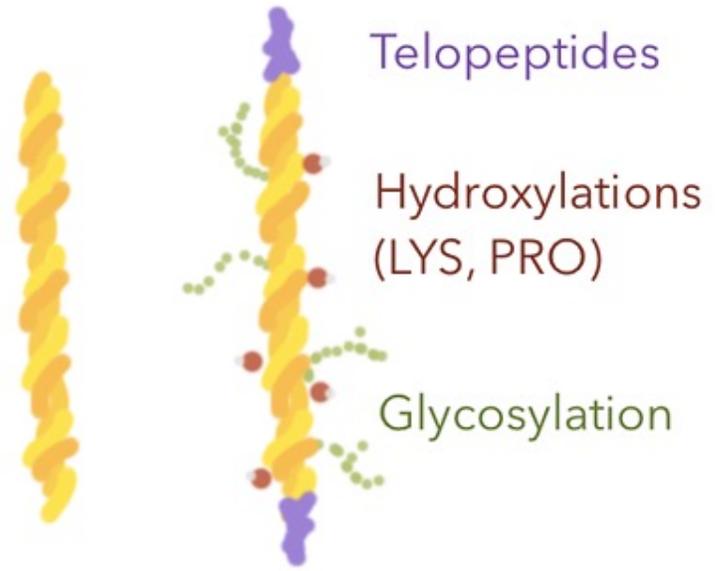


**Tropocollagène**

Transport vésiculaire



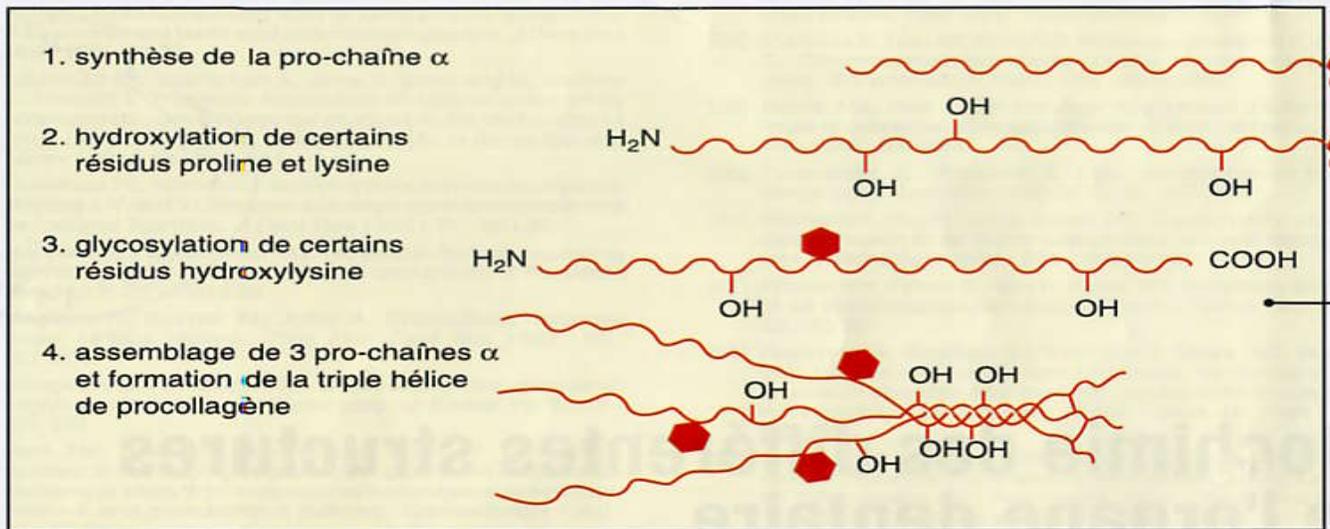
Polymères de 3 acides aminés  
= chaînes alpha



Assemblage des 3 chaînes  
Ajouts sur les chaînes protéiques



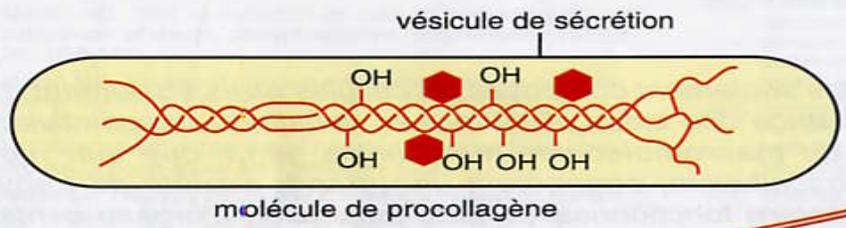
Clivage des telopeptides



membrane plasmique

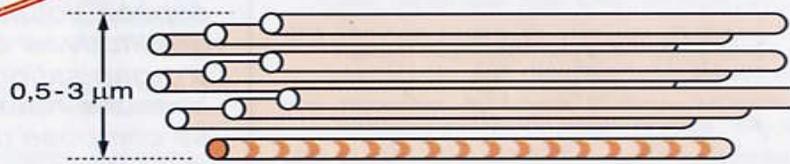
RE/Golgi

EMC



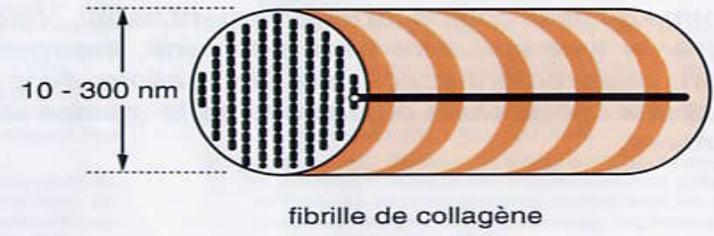
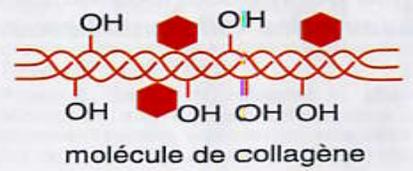
5. sécrétion

8. assemblage des fibres



7. assemblage des fibrilles

6. clivage des propeptides



**1** Synthèse et sécrétion du collagène.  
 1. Synthèse de la pro-chaîne  $\alpha$  ; 2. hydroxylation de certains résidus proline et lysine ; 3. glycosylation de certains résidus hydroxylysine ; 4. assemblage de trois pro-chaînes  $\alpha$  et formation de la triple hélice de procollagène ; 5. sécrétion ; 6. clivage des propeptides ; 7. assemblage des fibrilles ; 8. assemblage des fibres.

## Phase extracellulaire

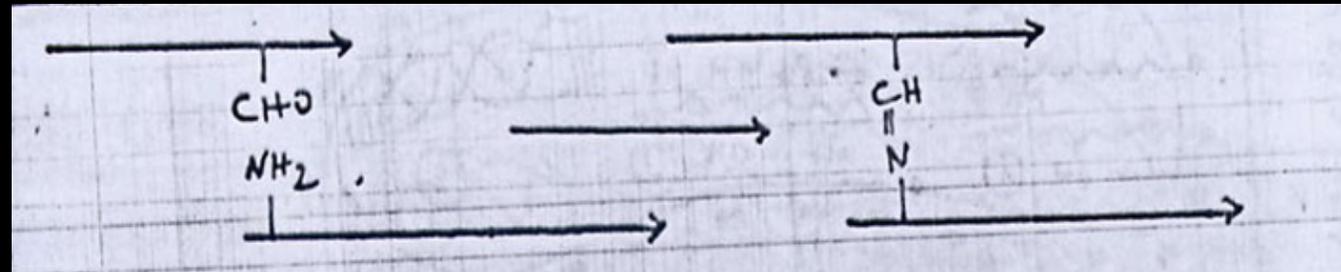
### Maturation du collagène

Formation des microfibrilles:

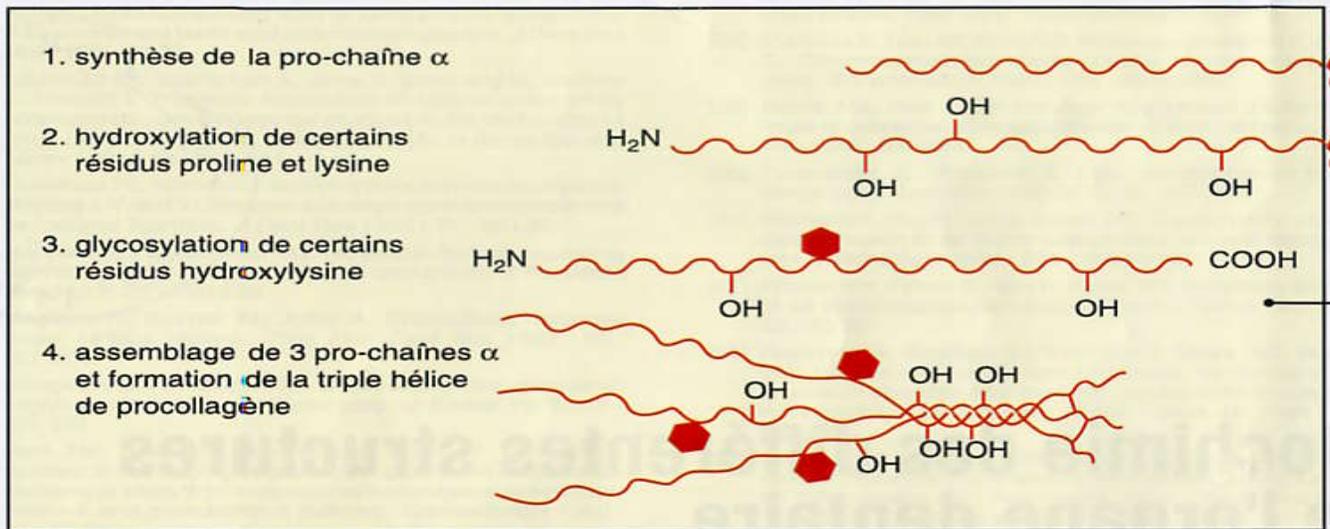
Les molécules de tropocollagène s'alignent de telle sorte que l'extrémité  $\text{NH}_2$  d'une molécule cotoie l'extrémité carboxylique d'une autre molécule (séparées par un espace de  $375 \text{ \AA}$ )

Les molécules sont disposées parallèlement les unes aux autres avec un décalage de  $265 \text{ \AA}$

Et liées entre elles par des **liaisons intermoléculaires (Cross Link)**



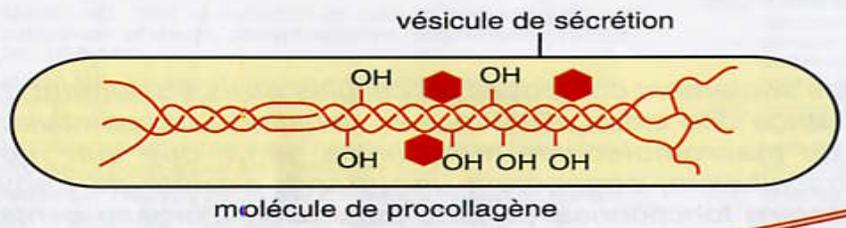
- En M.E les fibrilles de collagène présentent des **striations transversales** d'une périodicité caractéristique de **680 Å**, reflétant l'arrangement des molécules de collagène individuelles dans la fibrille.
- Chaque molécule étant décalée de la molécule adjacente sur **¼ de sa longueur**.
- Les **fibrilles** ainsi formées s'assemblent pour former des **fibres** qui à leur tour vont confluer pour former des **faisceaux de fibres**.



membrane plasmique

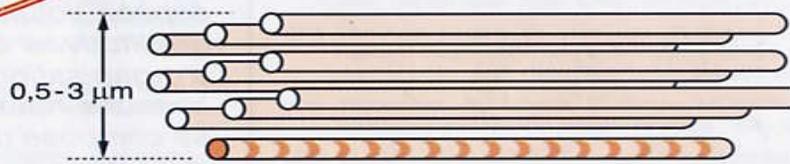
RE/Golgi

EMC



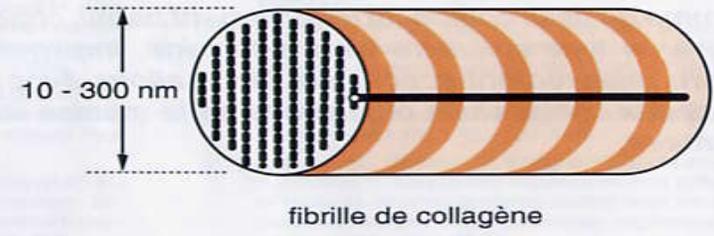
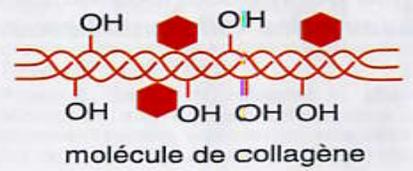
5. sécrétion

8. assemblage des fibres



7. assemblage des fibrilles

6. clivage des propeptides



**1** Synthèse et sécrétion du collagène.  
 1. Synthèse de la pro-chaîne  $\alpha$  ; 2. hydroxylation de certains résidus proline et lysine ; 3. glycosylation de certains résidus hydroxylysine ; 4. assemblage de trois pro-chaînes  $\alpha$  et formation de la triple hélice de procollagène ; 5. sécrétion ; 6. clivage des propeptides ; 7. assemblage des fibrilles ; 8. assemblage des fibres.

## Phase extracellulaire

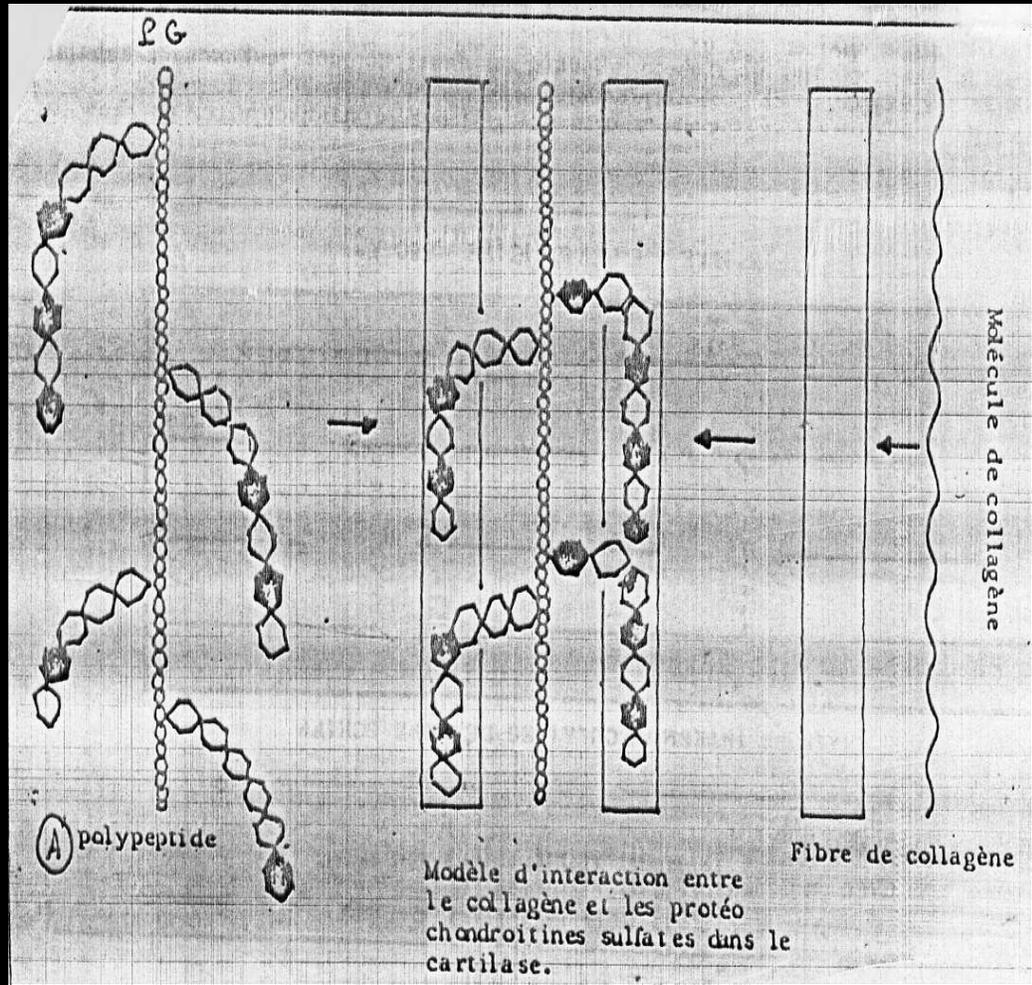
### Réticulation

Interaction entre les fibrilles de collagène et les molécules de la substance fondamentale

Ces éléments consistent en :

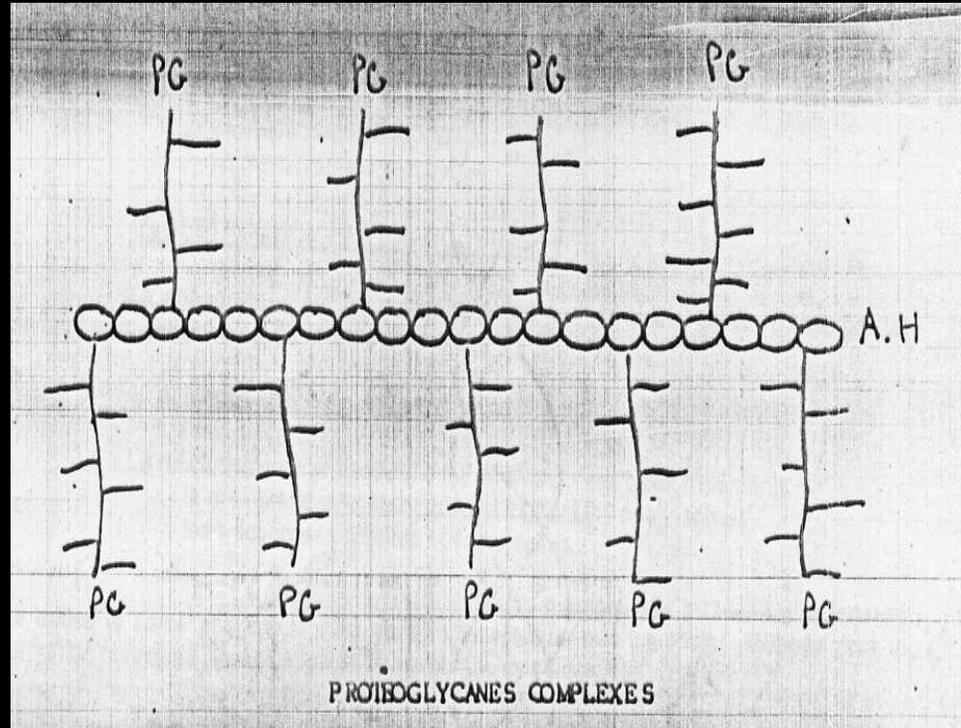
- *Glycosaminoglycanes (GAG).*
- *Protéoglycanes (PG).*

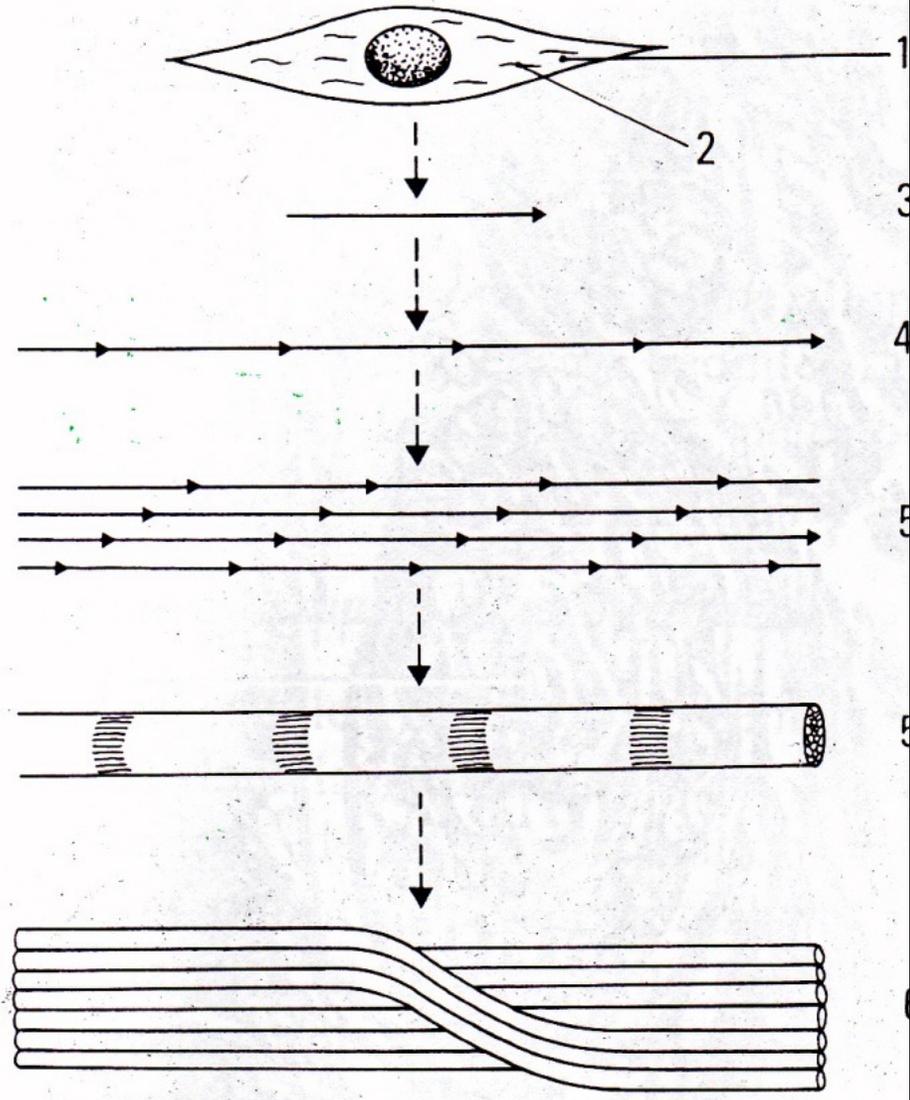
- Les GAG sont des polymères d'unités disaccharidiques
- Leur liaison avec des protéines au sein de la substance fondamentale contribue à la formation de PG.
- Les PG s'attachent aux fibrilles et aux fibres de collagène par le biais de leurs chaînes saccharidiques  **↑ de la *réticulation*** et de ***l'insolubilité du collagène***.
- Ces PG peuvent être reliés entre elles par une molécule de GAG de type acide hyaluronique.



Intéraction entre  
une molécule  
de collagène  
et un PG

Protéoglycane complexes





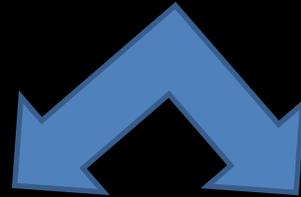
# Turnover du collagène

- C'est le renouvellement permanent **d'une partie** du collagène.
- Consiste en une **dégradation** suivie d'une **synthèse** de nouvelles molécules de collagène.
- *Ce mécanisme physiologique se ralentit considérablement avec l'âge.*

## II. Dégradation du collagène

Physiologique ou pathologique

Deux mécanismes



Mécanisme phagocytaire

Mécanisme enzymatique

## II. Dégradation du collagène

### Dégradation physiologique

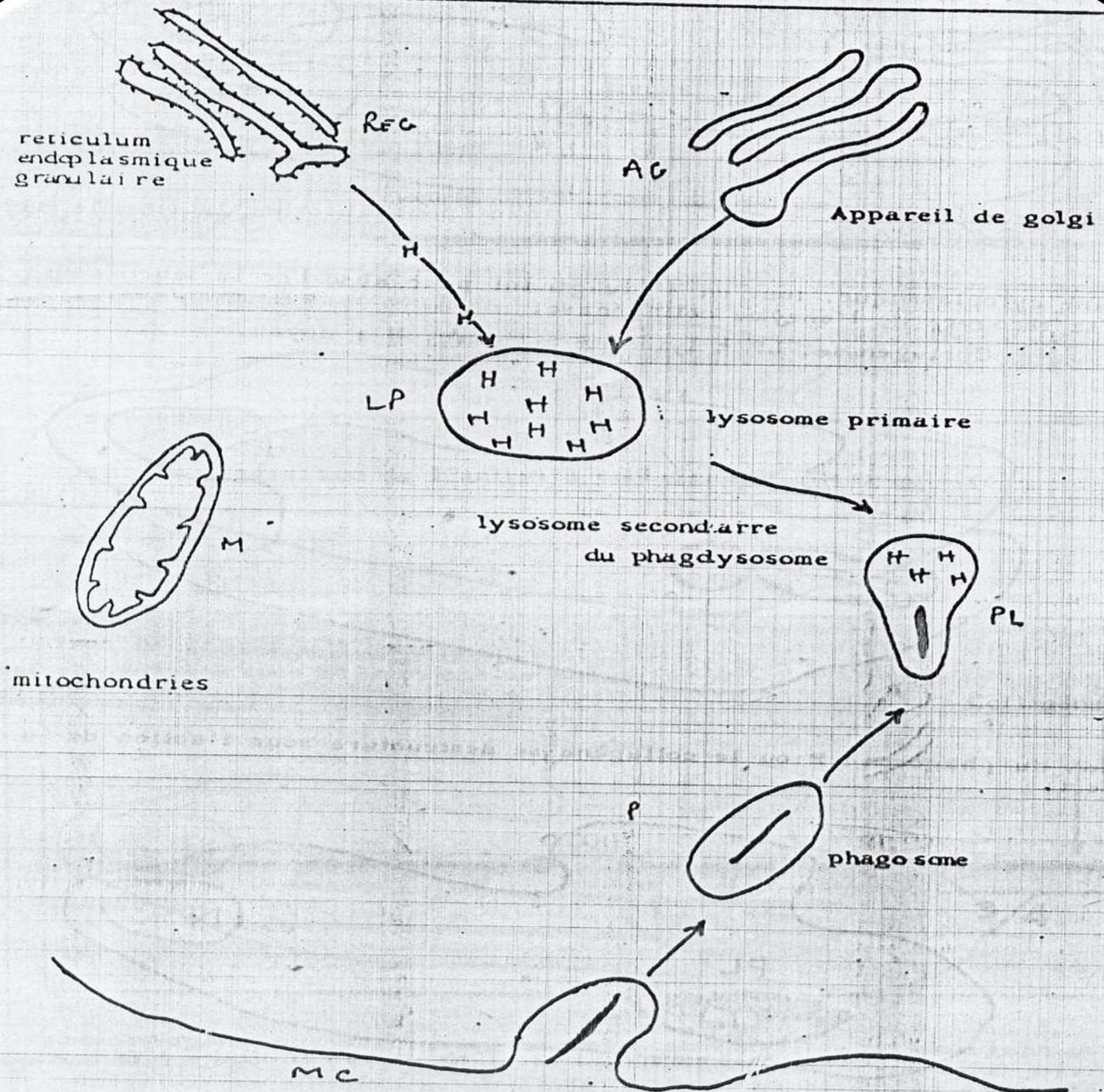
Le collagène est détruit partiellement  
L'équilibre synthèse / destruction est maintenue

### Mécanisme phagocytaire

Fibroblaste => phagocyte les fibrilles de collagène

Sa membrane cytoplasmique s'invagine pour former le **phagosome**  
dont la paroi est recouverte de **collagénase**  
Qui coupe la molécule de collagène

Le collagène est complètement détruit par les enzymes hydrolytiques  
du **phagolysosome**



## II. Dégradation du collagène

### Dégradation physiologique

#### Mécanisme enzymatique

- enzyme tissulaire: *La collagénase tissulaire*
- Présente dans le milieu extra-cellulaire sous une forme inactive: *Procollagénase*
- Sous l'influence d'activateurs, elle se transforme en : *collagénase tissulaire vraie*
- Sous l'influence d'inhibiteurs, elle peut s'inactiver à nouveau.

## II. Dégradation du collagène

Dégradation physiologique

Mécanisme tissulaire



## II. Dégradation du collagène

### Dégradation pathologique

Le collagène est détruit totalement

L'équilibre synthèse/ destruction est rompu au profit de la destruction

Cette destruction se fait :

- Soit par amplification des mécanismes enzymatiques.
- Soit par accentuation de l'activité phagocytaire.

- La plupart des bactéries impliquées dans la maladie parodontale secrètent des enzymes protéolytiques qui dégradent les peptides résultant du fractionnement des chaînes  $\alpha$ .

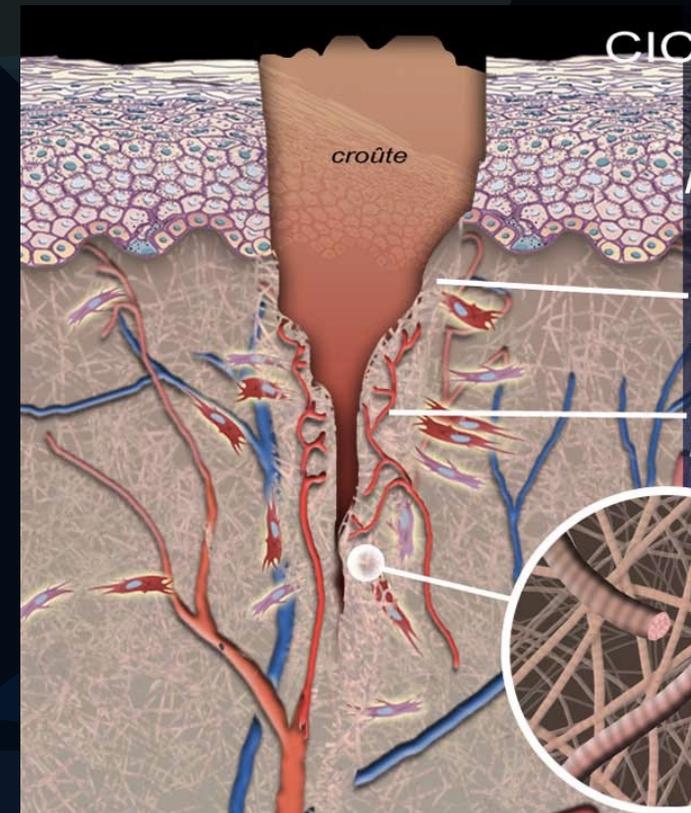
**Pathologie**

**Pathologies et carence du  
collagène**

# Carence en collagène

Cette carence peut provoquer :

- Instabilité des articulations, douleurs articulaires.
- Désintégration du cartilage et déformation articulaire.
- Rhumatismes : l'arthrose.
- Mauvaise cicatrisation, ulcération, rupture des tissu conjonctifs ; problème dentaire.
- Saignements, gingivites et parodontites.



# Pathologies du collagène

De nombreuses « erreurs » sont connues au cours de la biosynthèse du collagène.

Les découvertes récentes dans le domaine de sa structure et de sa biosynthèse ont aussi abouti à la description d'une pathologie très riche du collagène, pathologie qui comprend

les maladies héréditaires (ostéogénèse imparfaite, Syndrome d'Ehlers-Danlos) et aussi les maladies acquises (scorbut).