

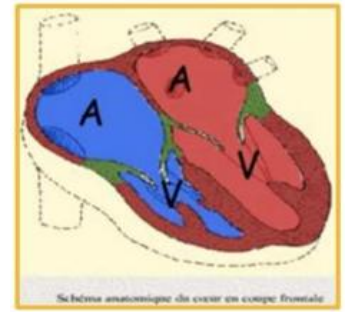
# LE MUSCLE CARDIAQUE

## 1) Structure du cœur

Le **cœur** est un **organe musculaire** qui fonctionne comme une **pompe automatique**.

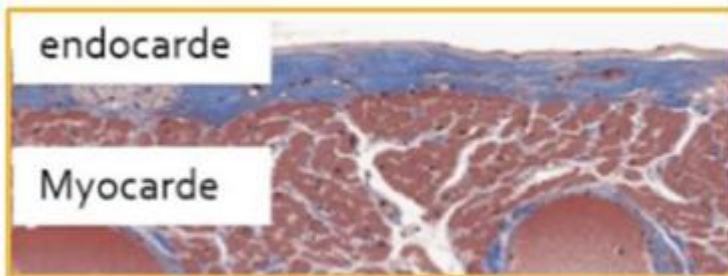
Son rôle est de faire **circuler le sang dans tout l'organisme**.

Le cœur est un **organe creux** qui s'organise en **4 cavités** : **2 atriums (A)** et **2 ventricules (V)**.



Le cœur se compose de **3 tuniques**, de l'intérieur vers l'extérieur on a :

- ❶ **L'endocarde** : en contact avec le **sang** (donc en contact avec les **cavités**)
- ❷ **Le myocarde** : la tunique intermédiaire, la **tunique musculaire** (qu'on va étudier juste après)
- ❸ **L'épicarde** : la **tunique externe**



**Coupe histologique illustrant 2 tuniques du cœur, observée en MO.**

*Remarque : sous l'endocarde on retrouve un peu de collagène (en bleu)*

## ZOOM sur le myocarde :

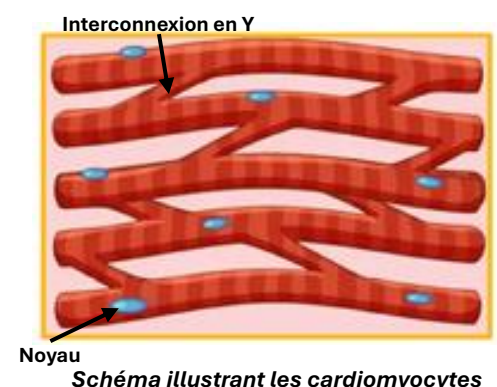
Le **myocarde** est constitué de **3 types de cellules musculaires** :

- **Les cardiomyocytes** : ce sont les cellules musculaires **les plus nombreuses** et elles assurent le **travail musculaire (= la contraction)**
- **Les cellules cardionectrices**
- **Les cellules myoendocrines**

Le **myocarde** est un tissu **richement vascularisé**, et sa contraction est régulée par son **innervation**.

## 2) Les cardiomyocytes

- Les cardiomyocytes sont des **cellules individualisées** qui ont :
  - Un **diamètre** d'environ **15 µm**
  - Une **longueur** d'environ **100 µm**
- Ce sont **des cellules allongées** avec un **aspect strié**.
- Les cardiomyocytes ont un **noyau unique central**.



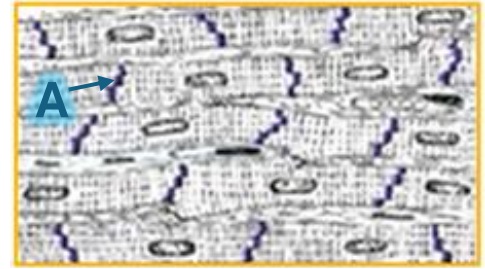
Interconnexion en Y

Noyau

**Schéma illustrant les cardiomyocytes**

◦ Entre les cardiomyocytes on retrouve des **dispositifs de jonctions cellulaires** particuliers qui forment des **stries foncées** (indiqué sur la coupe suivante : **A**).

Donc **la striation des cardiomyocytes est issue** de la présence de ces **dispositifs de jonction**.

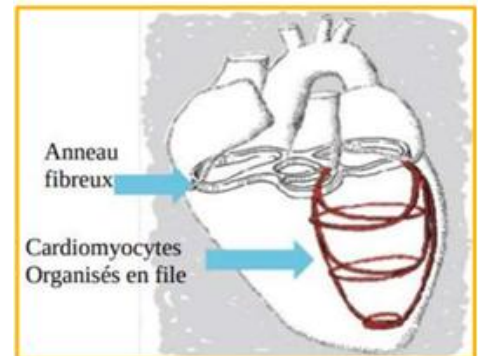


*Coupe histo en ME illustrant les cardiomyocytes*

◦ Les cardiomyocytes s'organisent sous forme de **colonnes parallèles**. Certains d'entre eux font des **interconnexions « en Y » d'une file à l'autre** (visibles dans le schéma illustrant les cardiomyocytes page 1).

Les files de cardiomyocytes permettent une organisation **tridimensionnelle du muscle cardiaque**.

Les files de cardiomyocytes **entourent la cavité cardiaque** et **s'attachent à un anneau fibreux** situé **entre les atriums et les ventricules**.

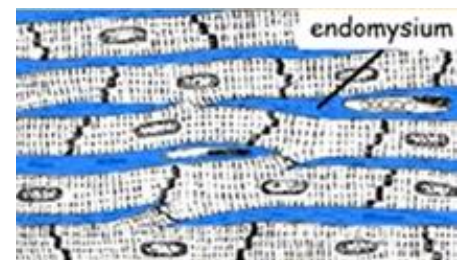


### **ZOOM l'environnement des cardiomyocytes :**

Les cardiomyocytes sont **séparés** les uns des autres par de **l'endomysium**.

Cet **endomysium** est extrêmement important car il **permet l'élasticité du myocarde**.

En cas **d'altération** quantitative ou qualitative de **l'endomysium**, on verra une **altération de la fonction cardiaque**.



**L'endomysium est richement vascularisé** par la présence de **capillaires sanguins** qui permettent une **bonne oxygénation du tissu**.

Dernière remarque : on observe une **absence de jonctions neuromusculaires** au niveau des cardiomyocytes.

⚠ ⚠ **C'est-à-dire qu'il n'y a pas de plaque motrice au niveau du tissu musculaire cardiaque** ⚠ ⚠



### **MINI RECAP**

FORME	NOYAU	ORGANISATION	STRIATION	ENVIRONNEMENT
<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>ALLONGE</b></li> <li>- diamètre <math>\approx 15 \mu\text{m}</math></li> <li>- longueur <math>\approx 100 \mu\text{m}</math></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>UNIQUE</b></li> <li>- <b>CENTRAL</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- cellules <b>individualisées</b></li> <li>- organisation en <b>colonnes parallèles</b></li> <li>- présence des <b>interconnexions en Y d'une file à l'autre</b></li> </ul>	<p><b>OUI :</b></p> <p>La striation est issue de la présence des <b>dispositifs de jonctions cellulaires</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les cardiomyocytes sont <b>séparés</b> les uns des autres par <b>L'ENDOMYSIUM</b></li> <li>- <b>PRESENCE : CAPILLAIRES SANGUINS</b></li> <li>- <b>ABSENCE : PLAQUE MOTRICE</b> ⚠</li> </ul>

### 3) Les jonctions intercellulaires

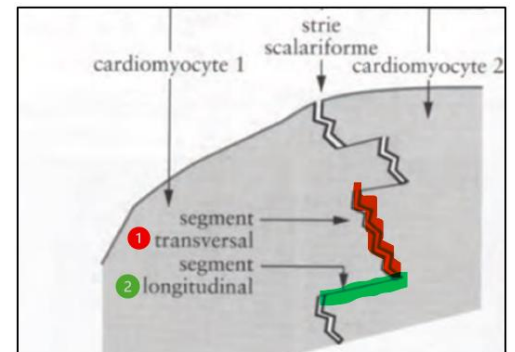
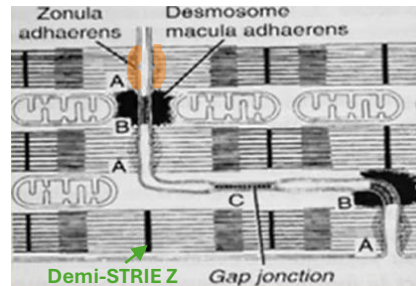
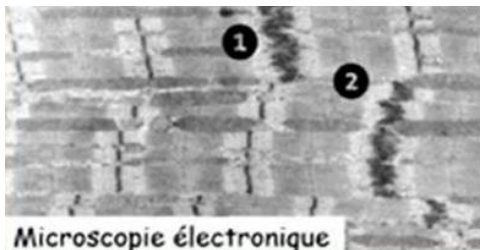
Les **jonctions** entre deux cardiomyocytes **sont très visibles**. Ces jonctions cellulaires sont **caractéristiques des cardiomyocytes**.

Elles forment des « **marches d'escalier** » : ce sont les **stries scalariformes**.

Elles ont pour rôle :

- D'assurer **la cohésion** des cellules entre elles
- D'assurer **la transmission de la tension** créée par la contraction
- De **diffuser rapidement l'excitation** à l'ensemble des cardiomyocytes

Ces **stries scalariformes** sont **constituées de deux portions** :



#### 1 Portion transversale

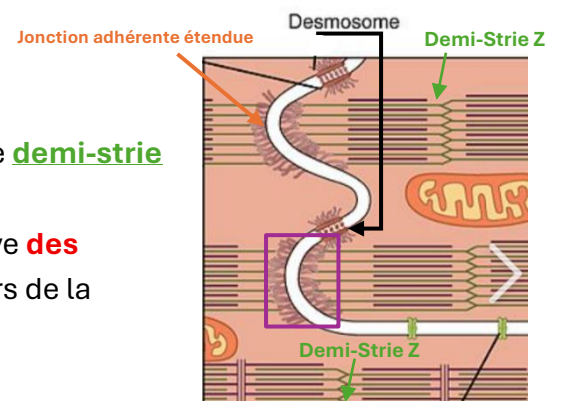
La portion transversale est **très bien visible microscopiquement**. Elle permet de former de très **nombreuses interdigitations (=replis)** entre les deux cardiomyocytes adjacents, ce qui assure leur **forte cohésion** lors de la contraction musculaire.

Au sein de cette portion transversale, on retrouve :

- Des **jonctions adhérentes étendues**

- La jonction au niveau de la strie scalariforme joue le rôle d'une **demi-strie Z** car elle permet l'ancrage des myofilaments

- Au niveau de la **portion transversale et les angles** : on observe **des desmosomes** qui **empêchent la dissociation des cellules** lors de la contraction musculaire.



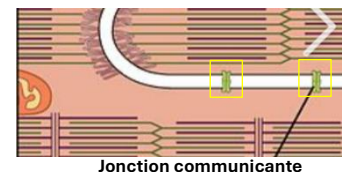
#### 2 Portion longitudinale

La portion longitudinale est **plus plate** et assure un **contact étroit entre les cellules**.

Au sein de cette portion longitudinale, on retrouve :

- Des **jonctions communicantes** qui permettent le **couplage d'un ensemble de cardiomyocytes**.

Ces jonctions communicantes permettent le **passage de l'onde de dépolarisation** ce qui permet de former un « **syncytium fonctionnel** ».



**Pathologie des stries scalariformes** → la **cardiomyopathie dilatée familiale**.

Cette pathologie est due à des **défauts de structure de la strie Z**.

Les stries scalariformes **ne ressentent plus l'étirement** ce qui provoque des **anomalies de la contraction**. Ceci est lié à une **mutation sur une protéine** impliquée dans cette jonction.

## 4) Appareil contractile du cardiomyocyte

L'appareil contractile des **cardiomyocytes** est proche de celui des **rhabdomyocytes** (= les cellules musculaires du TMSS). Et nous ne verrons ici que **les grandes différences** par rapport à celui du MSS.

### MYOFIBRILLES ET CONTRACTION

- Les **myofibrilles** sont **beaucoup moins nombreuses dans les cardiomyocytes** : elles n'occupent **que 50% du cytoplasme**.
- Le **sarcomère des cardiomyocytes** présente une **structure très proche de celui des rhabdomyocytes**, car il est composé de **myofilaments fins et épais**.  
**MAIS le myofilament fin des cardiomyocytes** présente des **isoformes spécifiques myocardique des troponines** : la **Troponine I et Troponine T**.
- La contraction** des **cardiomyocytes** est **contrôlée par la libération de calcium** (comme pour les rhabdomyocytes).

### MITOCHONDRIES

Les rhabdomyocytes et cardiomyocytes possèdent des mitochondries, **MAIS les cardiomyocytes présentent PLUS de mitochondries dans leur cytoplasme** :

**CARDIOMYOCYTES**= les mitochondries occupent **40%** du cytoplasme

**RHABDOMYOCYTES**= les mitochondries occupent **2%** du cytoplasme

### TUBULES T ET RETICULUM SARCOPLASMIQUE

Les rhabdomyocytes et cardiomyocytes possèdent des **tubules T** et un **réticulum sarcoplasmique**.  
MAIS :

-Les **tubules T des cardiomyocytes** sont plus **nombreux et plus larges que dans le muscle squelettique**. De plus, ces **tubules T s'invaginent au niveau de la strie Z pour les cardiomyocytes!**

-Le **réticulum sarcoplasmique** des cardiomyocytes est **moins développé** : les **réserves de calcium** sont donc plus **faibles**.

**Pour chaque tubule T** il y a **une seule citerne de réticulum sarcoplasmique**. L'ensemble forme une **DIADE**. Alors que dans le TMSS on a des triades.

Donc **DIADE**= 1 tubule T + 1 citerne de réticulum sarcoplasmique

👉 **EN PATHOLOGIE**, les **isoformes cardiaques de la troponine** sont utilisés comme **marqueurs** lors de dosages sanguins pour **diagnostiquer l'infarctus du myocarde**. 👉👨

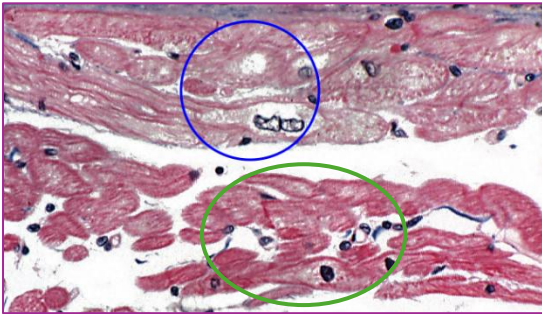
### MINI RECAP concernant le CARDIOMYOCYTE

1) MYOFIBRILLE 2) CONTRACTION	SARCOMERE	MITOCHONDRIES	TUBULES T	RETICULUM SARCOPLASMIQUE
<b>1) Beaucoup moins nombreuses (50% du cytoplasme)</b> <b>2) Contraction dépendante de la libération de Ca<sup>2+</sup></b>	<b>-Composé de myofilaments fins et épais</b> <b>-Le myofilament fin est doté d'isoformes spécifiques des TROPONINES</b>	<b>-Beaucoup de mitochondries :</b> <b>40%</b> du cytoplasme	<b>- Plus nombreux et plus larges</b> <b>- Positionnés au niveau des stries Z</b>	<b>- moins développé</b> <b>- réserves de calcium faibles</b> <b>- DIADE= 1 tubule T + 1 citerne de réticulum sarcoplasmique</b>

## 5) Les cellules cardionectrices

Les **cellules cardionectrices** sont des **cardiomyocytes modifiés**.

Leur rôle est de **transmettre le système d'excitation** et de **conduction** dans les **différentes régions** du cœur.



**Coupe histologique en MO du tissu cardiaque :**

Le cercle **bleu** indique les **cellules cardionectrices**.

Le cercle **vert** indique les **cellules myocardiocytes**.

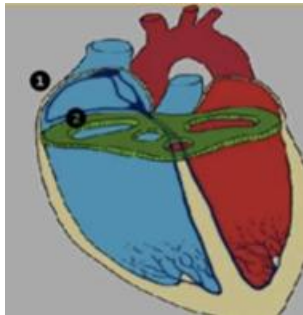
Elles sont **organisées en deux types de cellules** : les **cellules nodales** et les **cellules de Purkinje**.

### A) Les cellules nodales

Les **cellules nodales** sont présentes **dans des endroits précis** du cœur :

- Dans le **nœud sino-auriculaire** = nœud de **Keth et Flack**
- Dans le **nœud auriculo-ventriculaire** = nœud **d'Aschoff-Tawara**

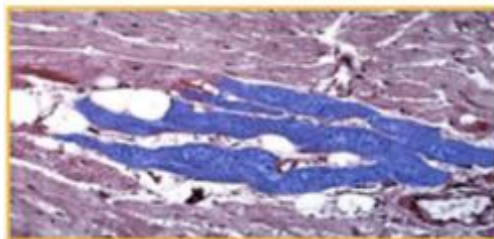
**Les cellules nodales sont :**



- Des **petites cellules fusiformes**
- **Pauvres en myofibrilles**, ce qui leur donne un **aspect SANS STRIATION**
- Elles ont des **associations simples entre elles** = **pas de stries scalariformes**
- **Dépourvues de tubules T**
- Très **riche en jonctions communicantes** ce qui permet la **transmission de l'onde d'excitation**

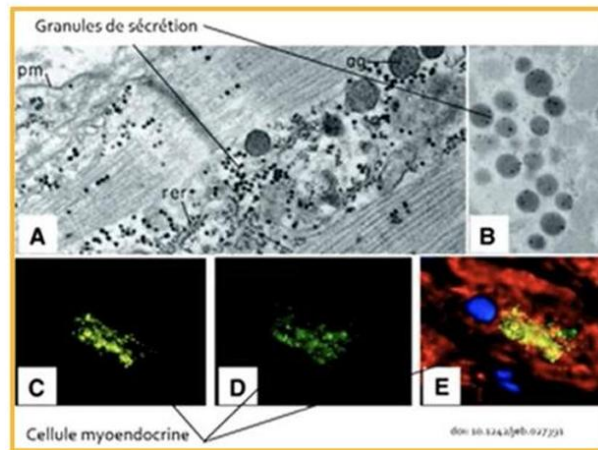
**Le système des cellules cardionectrices se poursuit au niveau des branches du faisceau de His, puis au niveau du réseau des cellules de Purkinje.**

### B) Les cellules de Purkinje



- Il s'agit de **cellules larges** : plus large que les cardiomyocytes
- **Pauvres en myofibrilles** (comme les cellules nodales), elles ne présentent donc **PAS DE STRIES**
- **Riches en glycogène, en mitochondries et en jonction communicantes**, comme les cellules nodales, ce qui permet la **transmission de l'onde d'excitation**

## 6) Les cellules myoendocrines



Les **cellules myoendocrines** sont localisées **dans les atrioms** et sont **pauvres en matériel contractile**.

En revanche, on observe de **très nombreuses granulations** qui contiennent le **facteur atrial natriurétique**. Il s'agit d'une **hormone vasodilatatrice** (=favorise la dilatation des vaisseaux), qui est impliquée dans **l'homéostasie du sodium**.

Au niveau de **l'atrium droit**, cette hormone est **produite sous l'effet de l'étirement de la paroi** et elle favorise **la baisse de la pression artérielle**.

