

The background features a light pink gradient. Overlaid on this are several thin, dark red lines that resemble a circuit board or a neural network. These lines are most concentrated on the left side, where they form a dense, vertical structure with many small circles at the end of the lines. Similar, but less dense, line structures are visible in the top right and bottom right corners.

Physiologie cardiovasculaire

Dr REBAÏNE

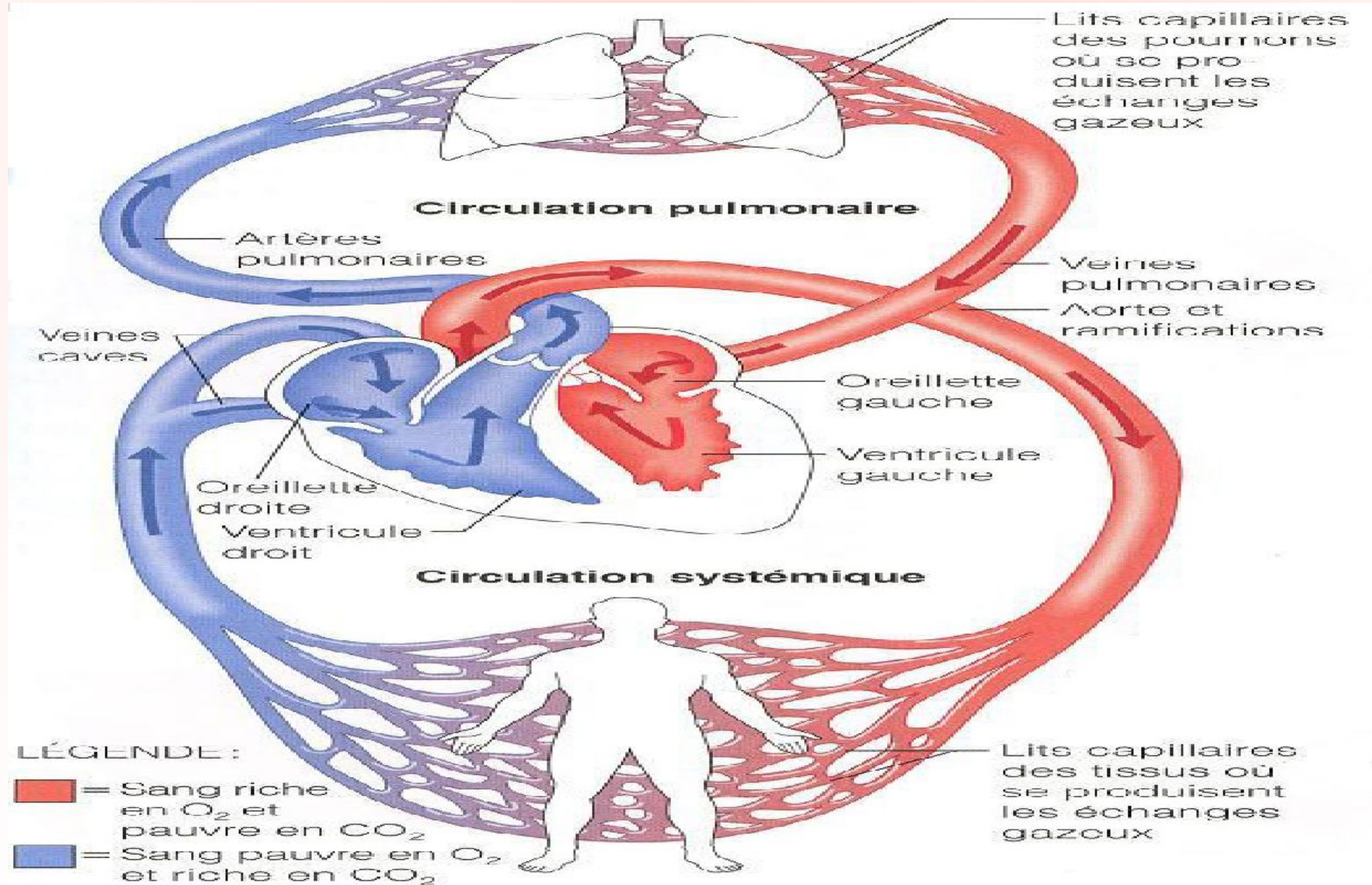
Année universitaire 2024-2025

Physiologie cardiovasculaire

L'appareil cardiovasculaire comprend trois parties fondamentales:

- le cœur : une pompe fournissant au sang l'énergie nécessaire à son écoulement vers les tissus;
- les vaisseaux sanguins: les voies de communication par lesquelles le sang circule du cœur vers les tissus et y revient;
- le sang: milieu liquide dans lequel sont transportés des matériaux (O_2 , CO_2 , nutriments, déchets,...) et des cellules.

Physiologie cardiovasculaire





Physiologie cardiovasculaire



Chapitre 1: Electrophysiologie cardiaque

Chapitre 2: Cycle cardiaque

Chapitre 3: Débit cardiaque

Chapitre 4: Régulation de la pression artérielle

Chapitre 5: Système à basse pression

Chapitre 6: Circulation coronaire

Chapitre 7: Physiologie du sang



Physiologie cardiovasculaire

Chapitre 1: Electrophysiologie cardiaque



Electrophysiologie cardiaque

I-Coordination de la fonction cardiaque

II-Propriétés électriques du cœur

A- Excitabilité

1- Polarisation: potentiel de membrane

2- Activité électrique élémentaire: le potentiel d'action

3- Notion de période réfractaire

B- Potentiel diastolique et automatisme cardiaque

C- Conductivité

D- Couplage excitation-contraction

III-Influence du système nerveux autonome sur l'électrophysiologie cardiaque

IV-Anomalies du rythme cardiaque

Conclusion

Electrophysiologie cardiaque

I-Coordination de la fonction cardiaque

- Le **cœur** est une **pompe double**, dans le sens où ses **côtés droit et gauche pompent le sang séparément**, mais **simultanément**, dans les circulations systémique et pulmonaire.
- Un **pompage efficace du sang** nécessite une **contraction d'abord des oreillettes**, suivie pratiquement **immédiatement de celle des ventricules**.

Electrophysiologie cardiaque

I-Coordination de la fonction cardiaque

- La contraction du muscle cardiaque est déclenchée par la **dépolarisation de la membrane plasmique**.
- Les **jonctions** connectent les **cellules myocardiennes** et assurent la **propagation des potentiels d'action** d'une cellule à une autre.
- Une **excitation initiale** d'une **cellule cardiaque** aboutit à l'**excitation de toutes les cellules du cœur**.
- Cette **dépolarisation initiale** prend normalement naissance dans le **nœud sinusal(NSA)** et se propage dans la totalité des oreillettes puis dans la totalité des ventricules.

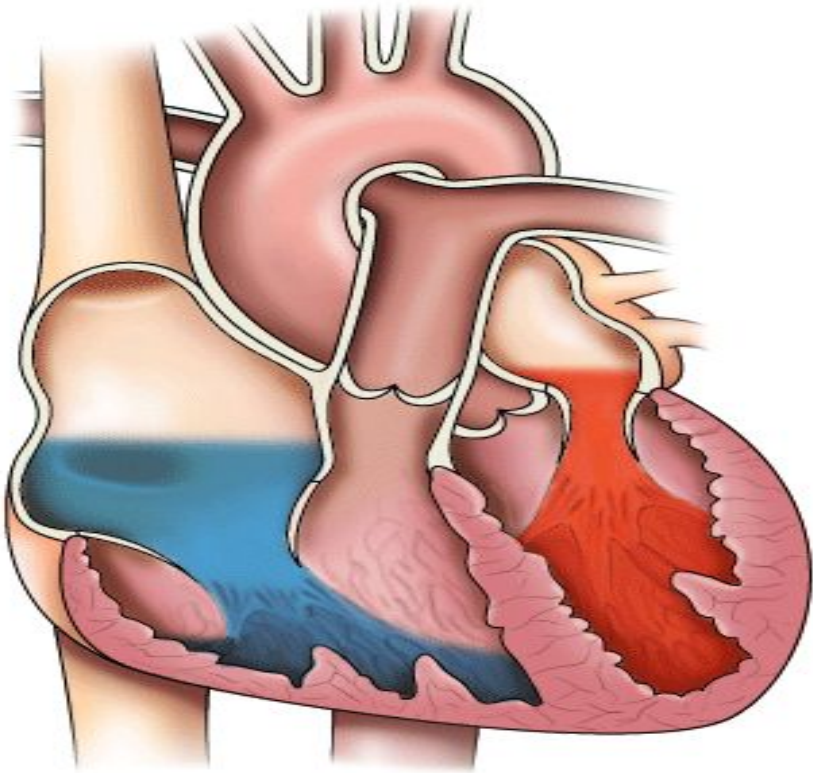
Electrophysiologie cardiaque

I-Coordination la fonction cardiaque

- L'évolution de tous les phénomènes de l'activité cardiaque survenant entre deux contractions cardiaques successives correspond au **cycle cardiaque**.
- Suivant un ordre de survenue immuable, les **phénomènes électriques** précèdent toujours les **phénomènes mécaniques**.
- Le cycle cardiaque comprend une **phase d'activité**(dépoléarisation et contraction) dite **systole** et une **phase de repos** (repolarisation et relaxation) dite **diastole**.

Electrophysiologie cardiaque

I-Coordination la fonction cardiaque



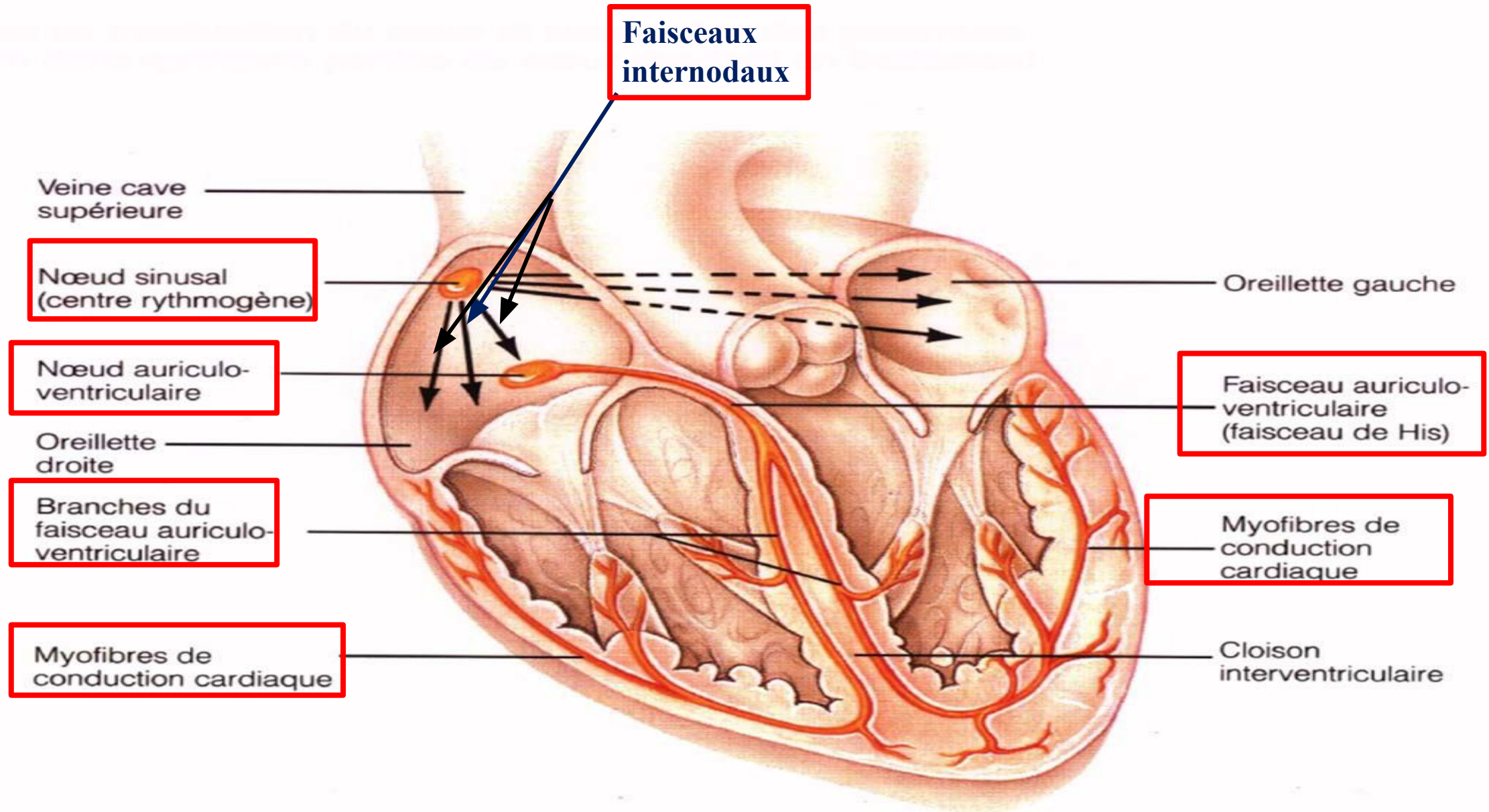
Electrophysiologie cardiaque

II-Propriétés électriques du cœur

Trois types de cellules sont individualisables dans le myocarde.

- Les **cellules contractiles** prédominent largement et assurent la contraction.
- Les autres cellules, de deux types, sont **moins nombreuses** sans caractéristique contractile nette:
 - les **cellules conductrices** ou cardionectrices sont capables de se dépolariser spontanément et de transmettre rapidement cette dépolarisation, elles constituent le tissu de conduction;
 - les **cellules myoendocrines**, situées surtout dans le tissu auriculaire, sécrètent les facteurs natriurétiques et interviennent dans la régulation du bilan de sodium.

Tissu excito-conducteur ou cardionecteur



Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

A-Excitabilité:

- Toutes les cellules myocardiques sont excitables, c'est à dire, lorsqu'elles sont **suffisamment stimulées**, elles répondent par une **dépolarisation** suivie, selon le cas, par une contraction.
- Mais, même sous l'aspect purement électrique, il existe une **importante différence de comportement entre les cardiomyocytes situés dans les différentes régions du cœur.**

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

A-Excitabilité

1-Polarisation: potentiel de membrane

Ion	Concentration n extracellulaire en mM	Concentration n intracellulaire en mM	Potentiel d' équilibre en mV
Na ⁺	145	10	+70
K ⁺	4	135	-94
Ca ²⁺	2	0,1	+132

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

A-Excitabilité

1-Polarisation: potentiel de membrane

- Au repos les cellules myocardiques sont polarisées, avec une prédominance de charges positives à l'extérieur et de charges négatives à l'intérieur.
- Si deux microélectrodes reliées à un galvanomètre sont placées l'une en extracellulaire et l'autre en intracellulaire, une différence de potentiel s'inscrit, différente selon le type cellulaire, de l'ordre de -90 mV pour une cellule ventriculaire, c'est le potentiel de repos transmembranaire qui est déterminé par la conductance au potassium.

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

A-Excitabilité

2-Activité électrique élémentaire: le potentiel d'action (PA)

Les variations de potentiel à l'origine du PA dépendent des courants ioniques entrants et sortants intervenants dans un ordre déterminé..

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

2-Activité électrique élémentaire: le potentiel d'action

IL existe deux grands types de PA cardiaques:

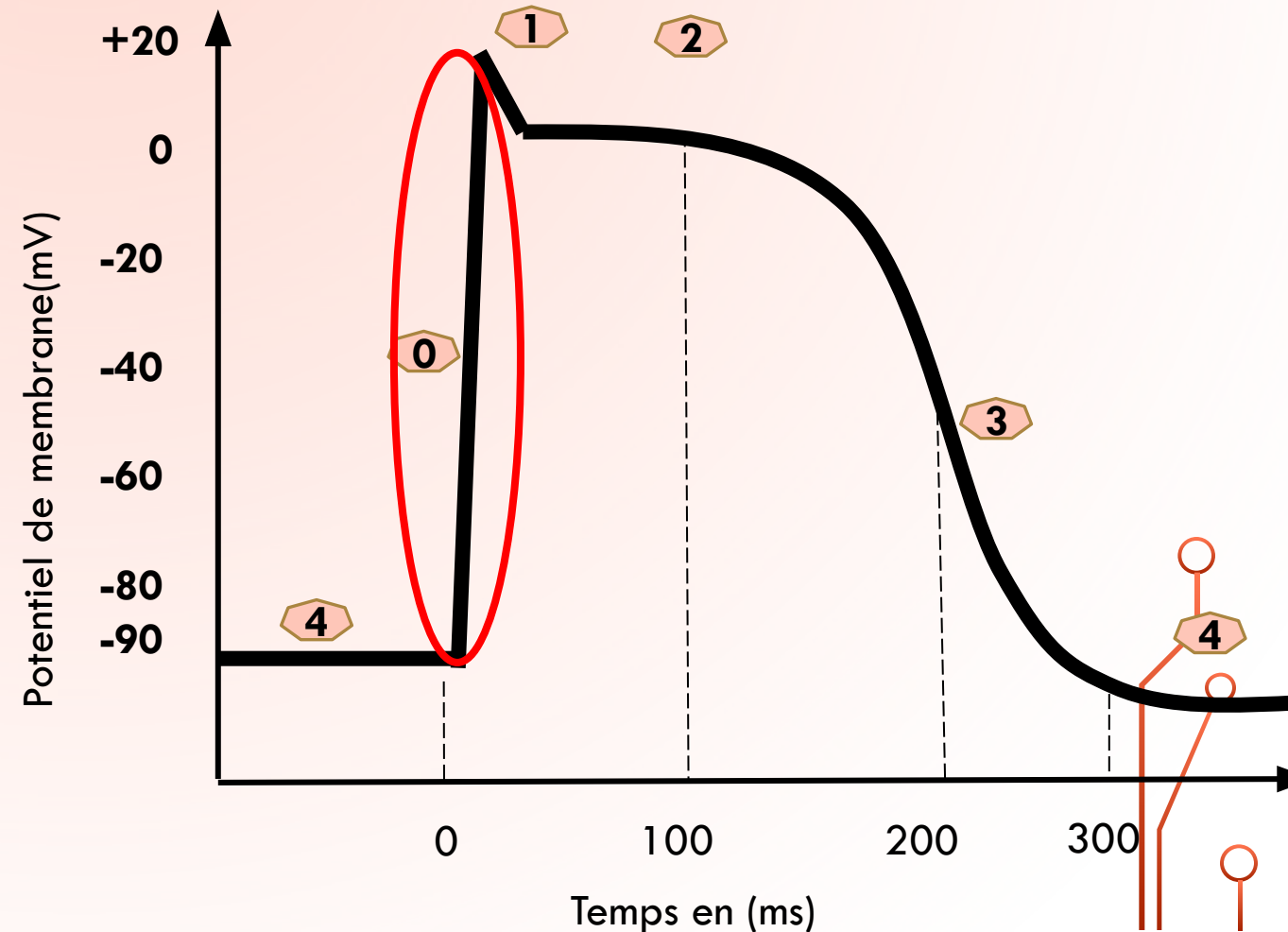
- PA des cellules à dépolarisation rapide: myocarde ventriculaire, myocarde auriculaire, faisceau de His et réseau de Purkinje;
- PA des cellules à dépolarisation lente ou PA lent: nœuds sinusal et auriculoventriculaire.

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Phase 0: dépolarisation rapide.

Quand une onde de dépolarisation arrive dans une cellule contractile par les jonctions communicantes le PR devient positif (+). Les **canaux Na^+ voltage-dépendants** s'ouvrent, ce qui entraîne **l'entrée rapide de Na^+** dans la cellule. Le potentiel de membrane atteint environ **+20mV** avant l'inactivation des canaux Na^+ . L'activation du courant sodique (I_{Na}) est extrêmement rapide, de l'ordre de 1 ms, alors que l'inactivation est plus lente, de l'ordre de 10 à 15 ms.



Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

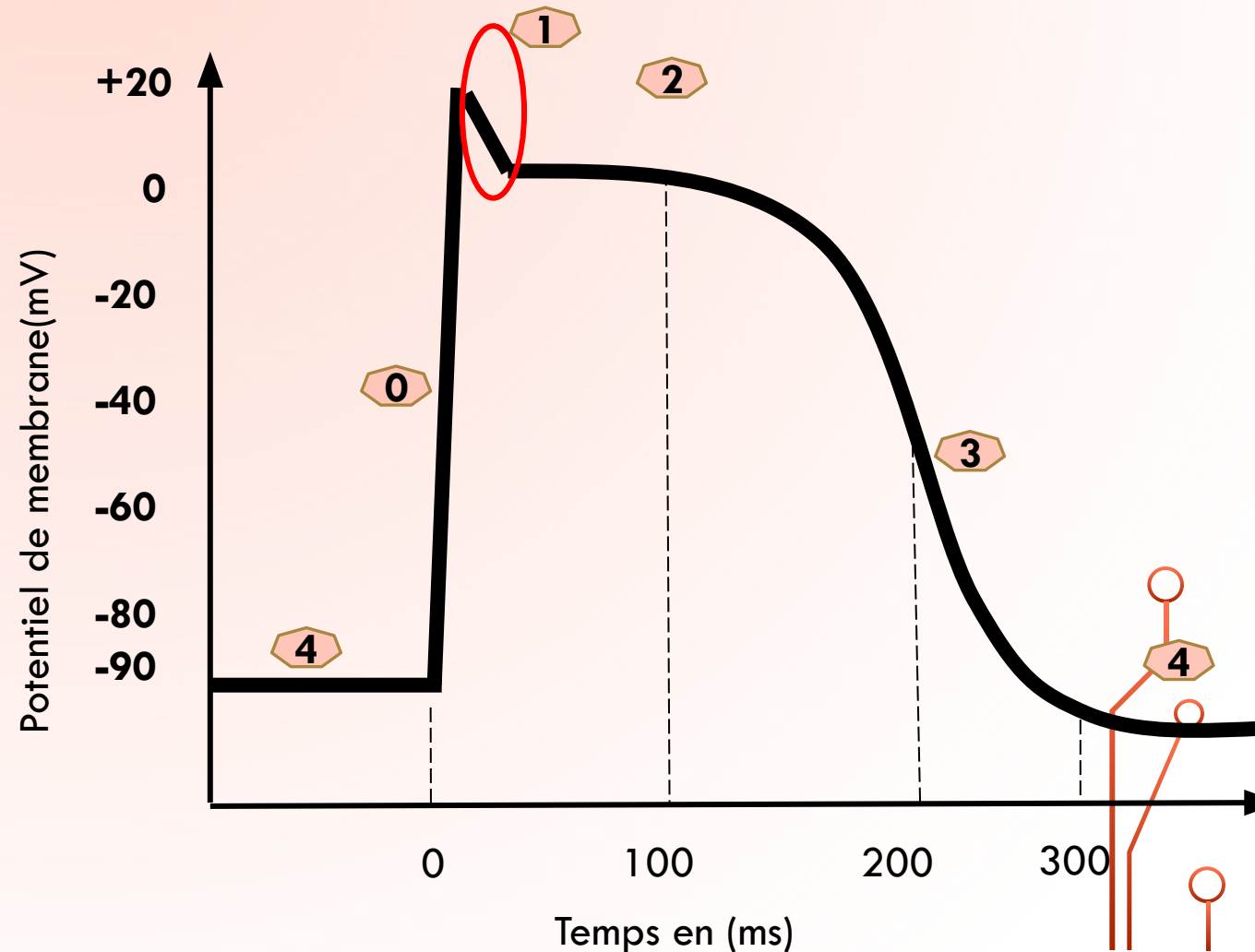
Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Phase 1: Début de la repolarisation

(repolarisation initiale rapide).

- **Inactivation des canaux Na^+** : une faible fraction des canaux sodiques ne s'inactive que lentement participant au plateau du PA

- La cellule commence à se repolariser grâce à un courant potassique transitoire sortant par ouverture des **canaux K^+ voltage-dépendants rapides**.

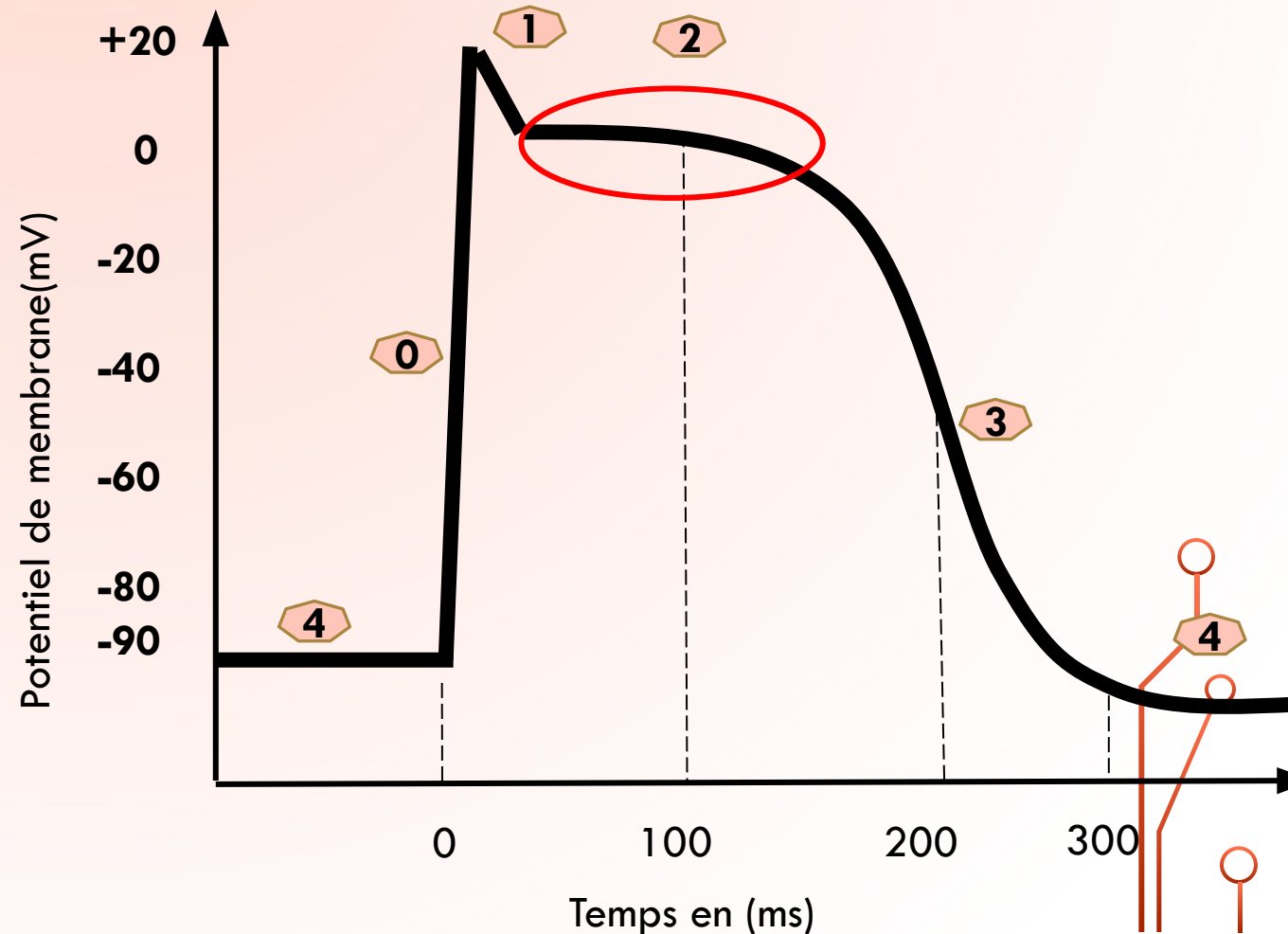


Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Phase 2: plateau. Le plateau prolongé résulte d'une **ouverture plus lente** mais plus durable des **canaux**

Ca^{2+} voltage- dépendants: canaux Ca^{2+} de type L (L pour long lasting ou « long terme »). Ces canaux sont activés par la dépolarisation et s'ouvrent lentement durant les phases 0 et 1. Quand leur ouverture s'achève, du Ca^{2+} entre dans la cellule.

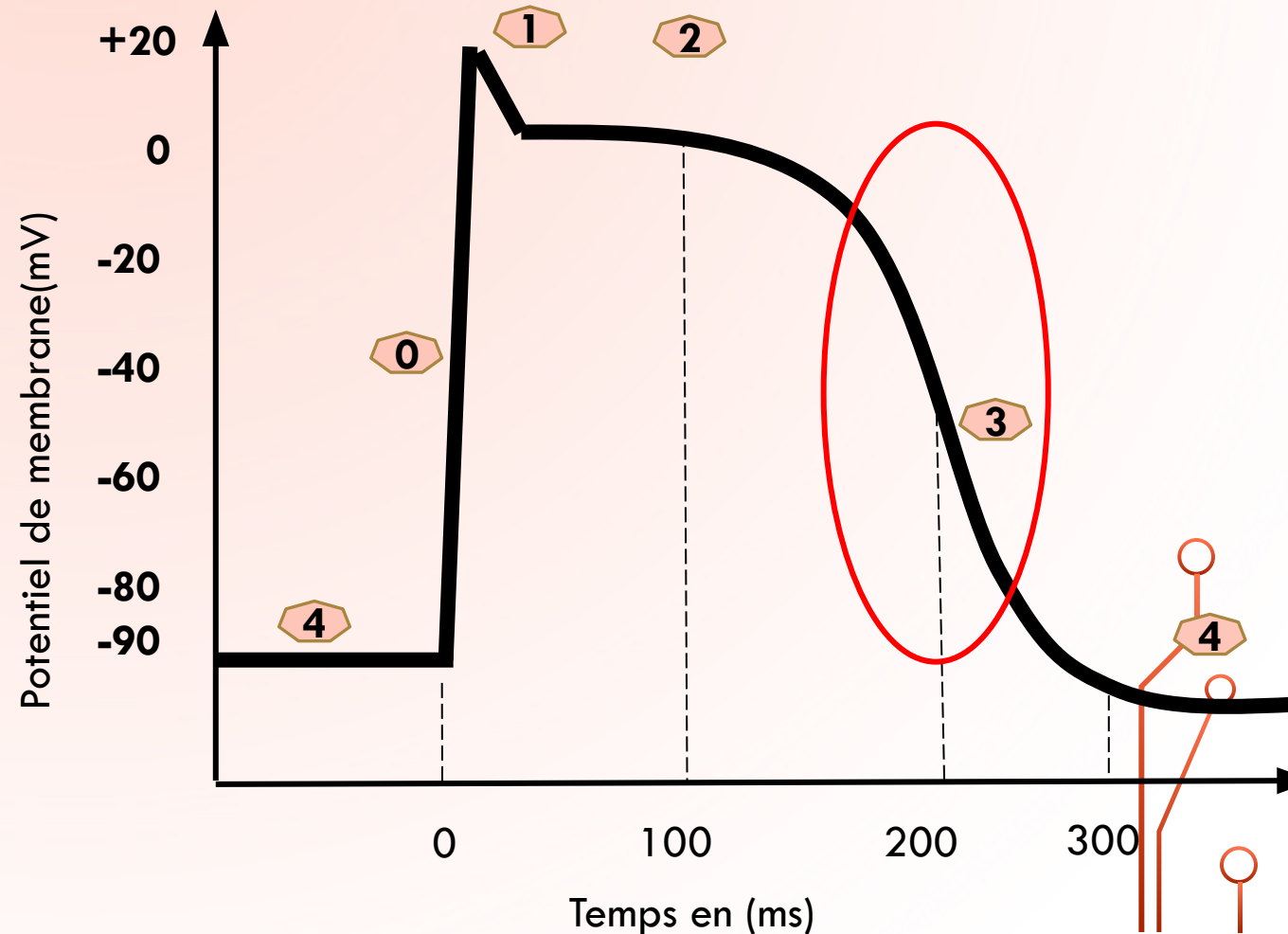


Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Phase 3: Repolarisation rapide.

Fermeture des canaux Ca^{2+} de type L et ouverture d'autres sous-types de canaux K^+ . Il y a alors sortie rapide de K^+ et la cellule revient au potentiel de repos.

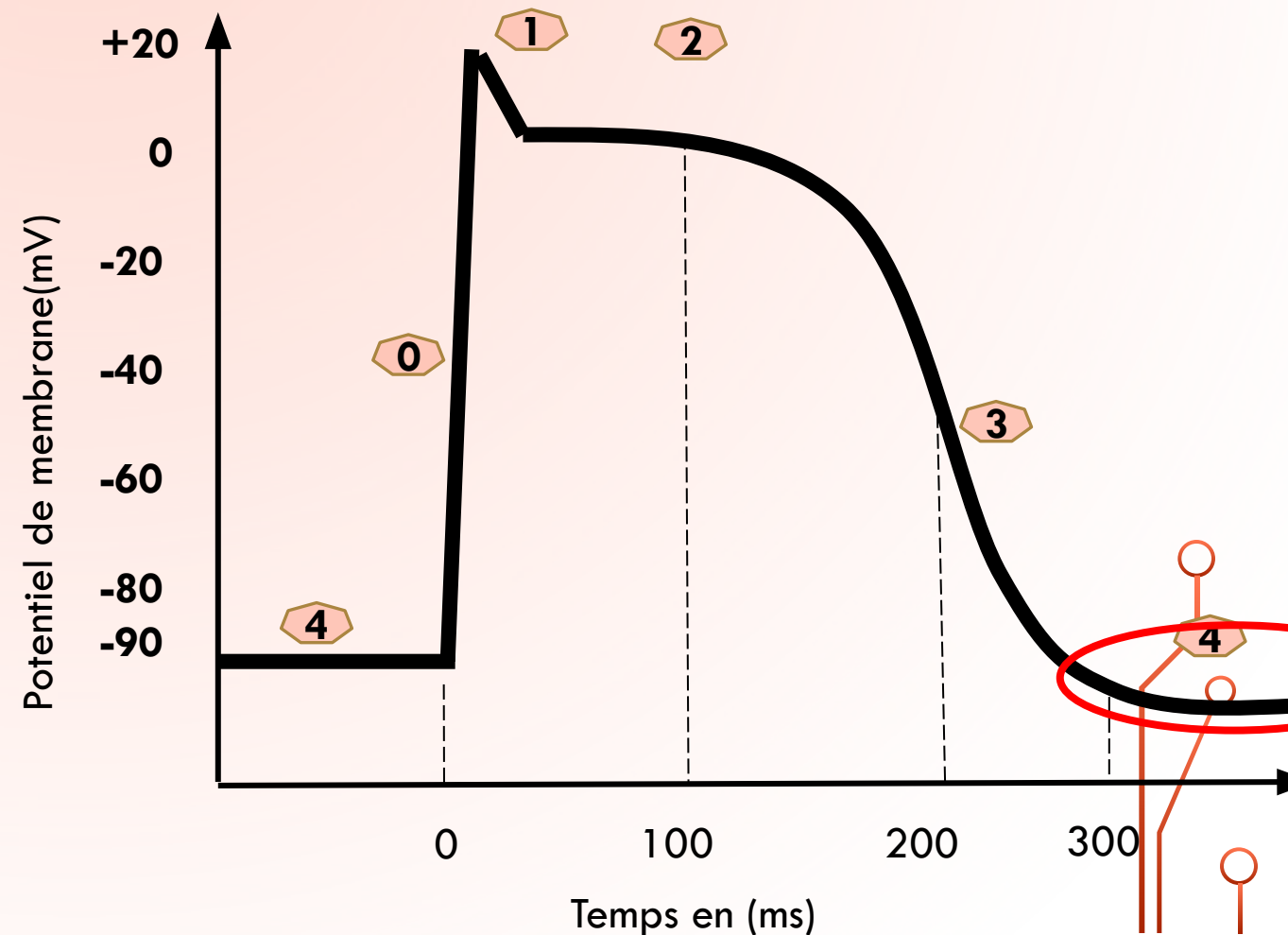


Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Phase 4: Potentiel de repos (PR)

Le PR des cellules musculaires ventriculaires est de -90mV environ.



Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Rôles de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ et de la pompe Na^+ , K^+ ATPase dans le PA d'une cellule ventriculaire:

1- Rôle de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ (NCX):

- Le NCX transporte des ions Na^+ et Ca^{2+} à travers la membrane cellulaire **selon les gradients de concentration**. Ce système échange **trois ions sodiques** contre un **ion calcique**, soit, pour bilan, le mouvement d'une **charge positive**.
- Selon le sens de l'échange, le courant résultant est entrant et dépolarisant ou sortant et repolarisant.
- Le sens du courant est déterminé par le potentiel de membrane.

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Rôles de la pompe de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ et de la Na^+ , K^+ ATPase dans le PA d'une cellule ventriculaire:

1- Rôle de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ (NCX)

- L'activité de l'échangeur est modulée par la concentration de calcium intracellulaire mais aussi par la concentration extracellulaire en sodium et calcium, et le pH intracellulaire.

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Rôles de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ et de la pompe $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{ATPase}$ dans le PA d'une cellule ventriculaire:

1- Rôle de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ (NCX)

- On peut considérer qu'au cours du PA le courant d'échange est sortant (sortie de Na^+ et entrée de Ca^{2+}) au tout début du PA, puis principalement entrant participant au plateau du PA.
- En dehors du maintien du plateau du PA, l'échangeur Na/Ca participe au contrôle de la concentration calcique intracellulaire en particulier durant la diastole.
- (En cas de surcharge calcique, l'échangeur est activé et responsable d'un courant entrant sodique à l'origine de postdépolarisations).

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Rôles de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ et de la pompe $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{ATPase}$ dans le PA d'une cellule ventriculaire :

2- Rôle de la pompe $\text{Na}^+, \text{K}^+ \text{ATPase}$

- La pompe à sodium Na-K ATPase assure un transport actif d'ions à travers la membrane cellulaire. Deux ions potassiques entrent dans la cellule pour trois ions sodiques sortants, soit au total un **courant sortant repolarisant**.
- La pompe à sodium intervient à la fin du PA et tend à hyperpolariser la membrane. Elle est activée en cas de surcharge sodique intracellulaire

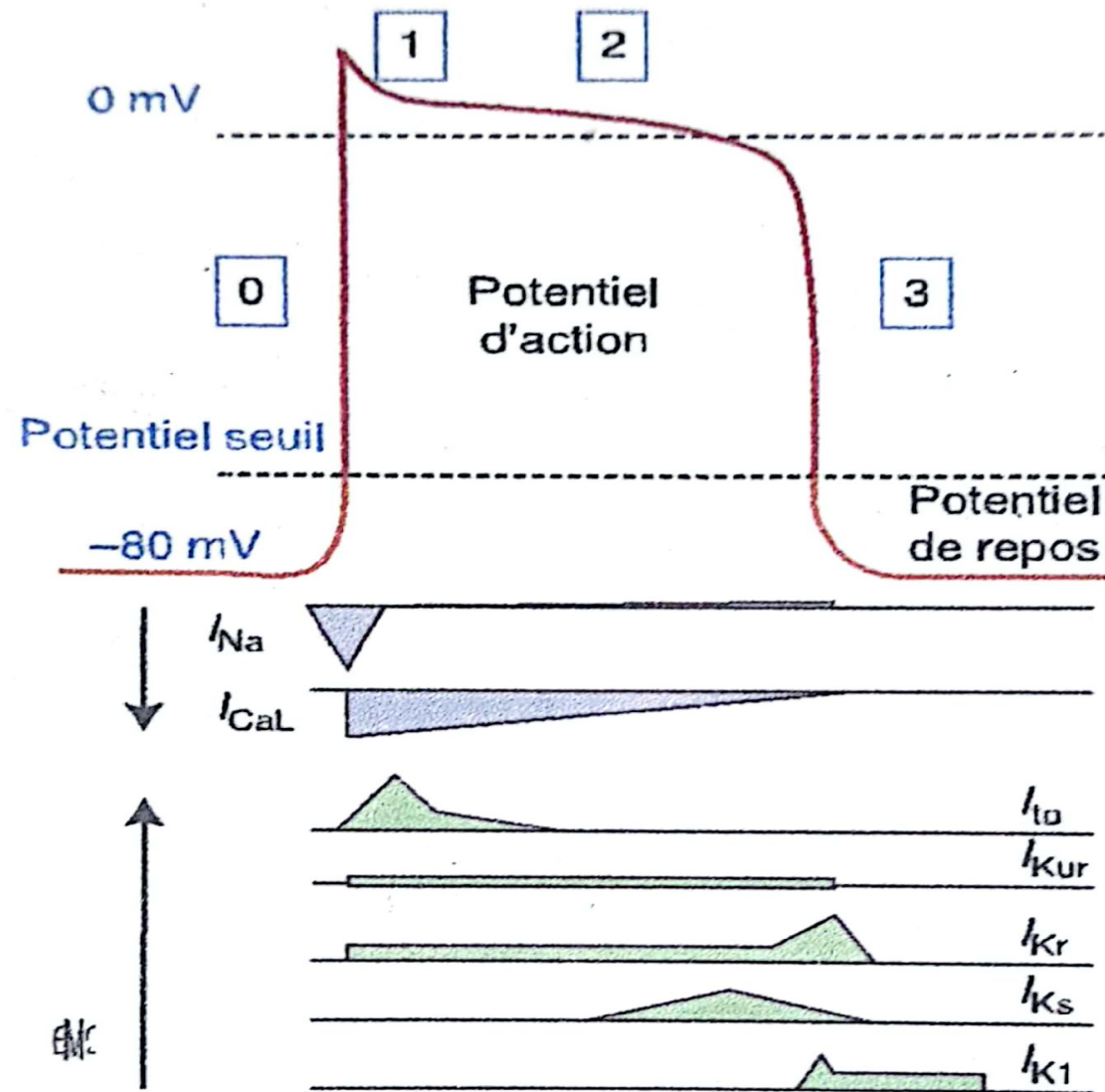


Figure 3. Représentation schématique d'un potentiel d'action (PA) ventriculaire. Les différentes phases du potentiel d'action sont notées de 0 à 3. Les différents courants ioniques participant au potentiel d'action sont représentés en dessous du PA : les courants entrants dépolarisants sont dirigés vers le bas ; les courants sortants repolarisants sont dirigés vers le haut par convention.

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Hétérogénéité électrophysiologique ventriculaire

- L'enregistrement de potentiel d'action ventriculaire dans plusieurs sites ventriculaires a mis en évidence des PA très différents.
- Ces différences s'expliquent principalement par **l'hétérogénéité de distribution myocardique des canaux potassiques**.
- Cette hétérogénéité existe entre les **ventricules droit et gauche, l'apex et la base des ventricules** et au sein même de **la paroi**.

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Hétérogénéité électrophysiologique ventriculaire

- Au sein de la **paroi ventriculaire gauche**, trois types de PA ont été individualisés dans:
 - l'**épicarde**;
 - les **couches sous-épicardiques** pourvues de **cellules M**;
 - l'**endocarde**.

Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

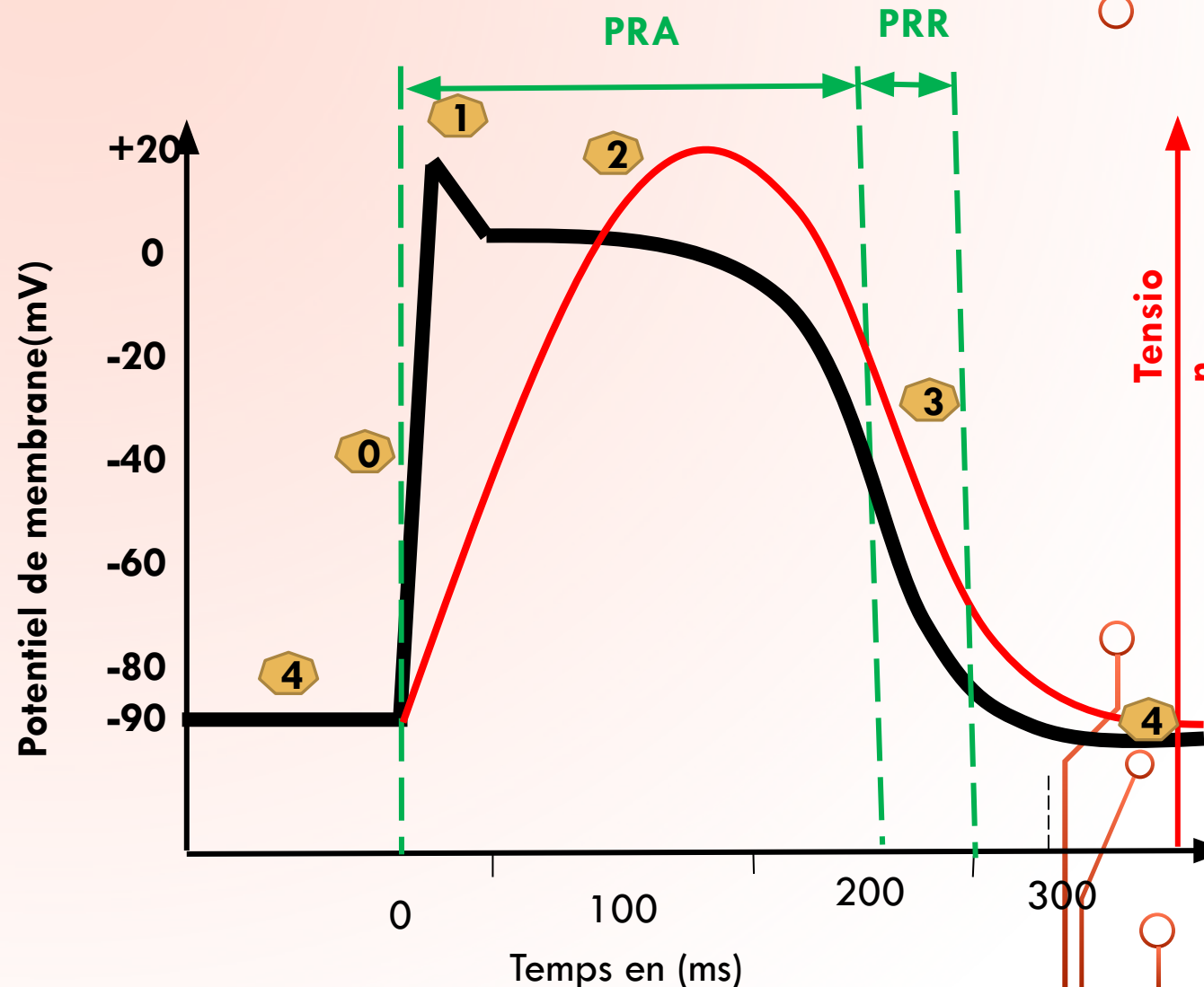
Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire

Hétérogénéité électrophysiologique ventriculaire

- Une des conséquences physiologiques décrites de cette hétérogénéité électrophysiologique est le gradient de potentiel dans la paroi ventriculaire participant à la formation de l'onde T et U de l'électrocardiogramme(voir TD).

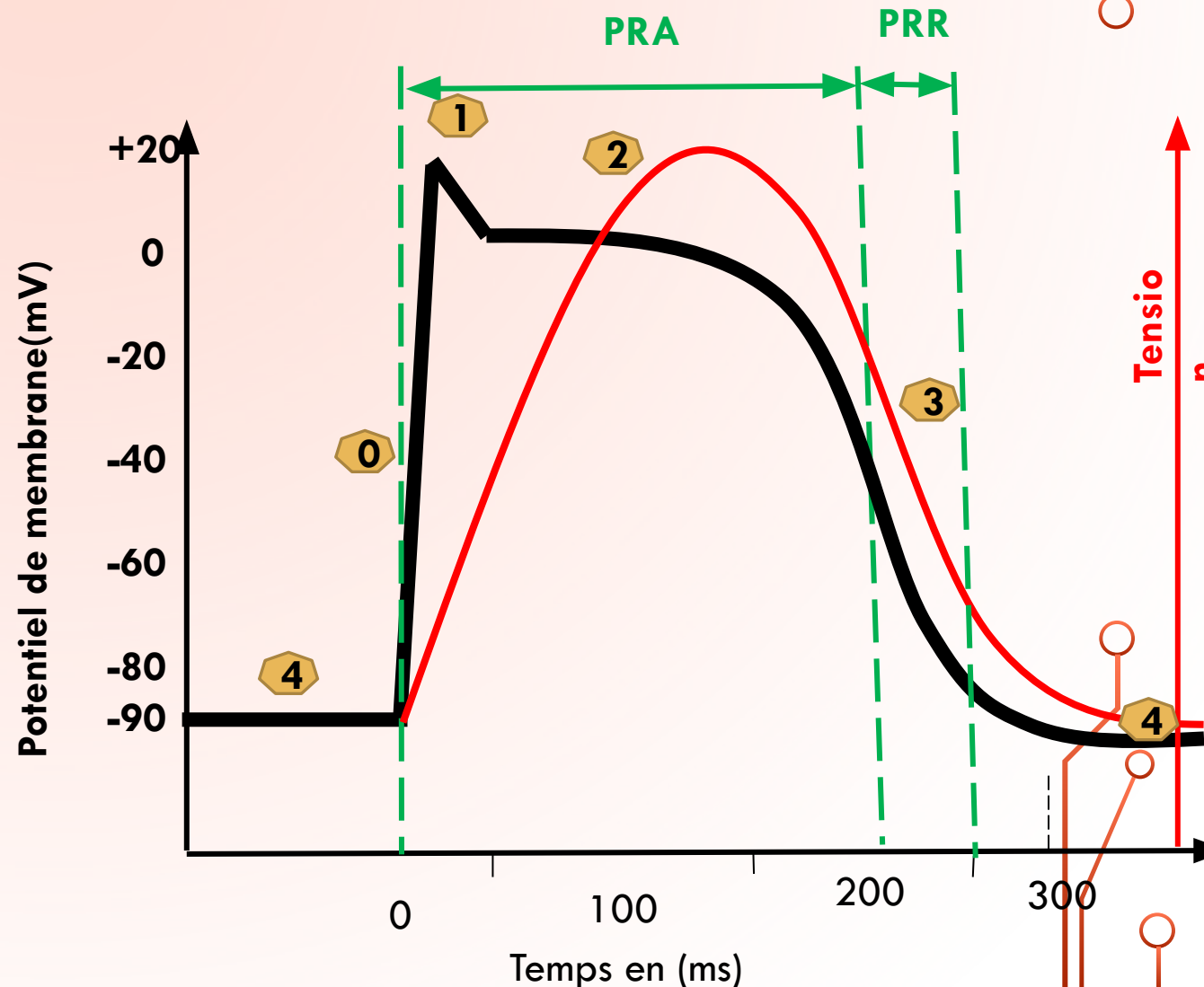
Notion de période réfractaire

- La réponse contractile du muscle cardiaque commence juste après le début de la dépolarisation.
- Pendant les phases 0 à 2 et pendant près de la moitié de la phase 3 (jusqu'à ce que le potentiel membranaire atteigne environ -50mV au cours de la repolarisation), le muscle cardiaque ne peut être excité à nouveau quelle que soit l'intensité du courant. Il est alors dans sa **période réfractaire absolue(PRA)**

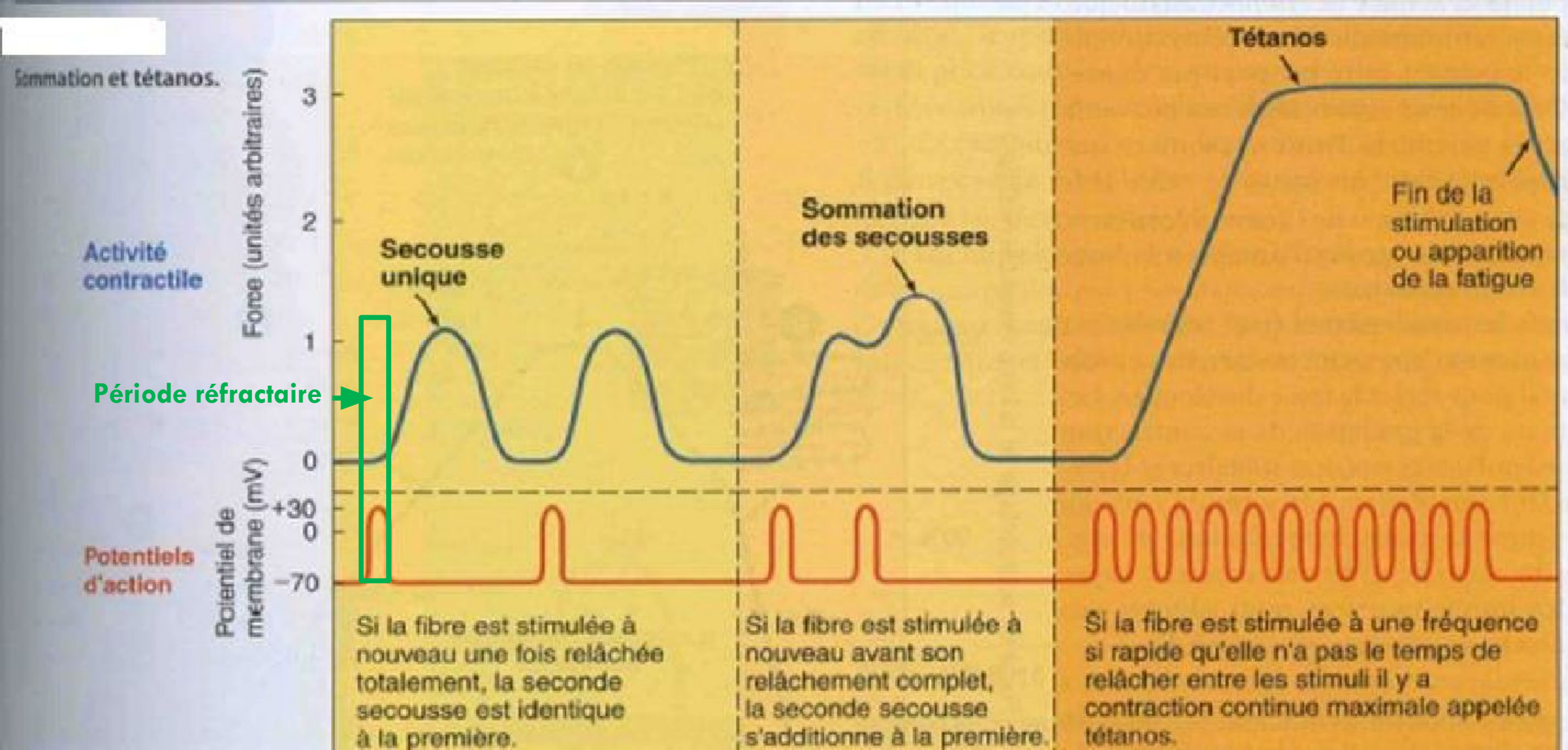


Notion de période réfractaire

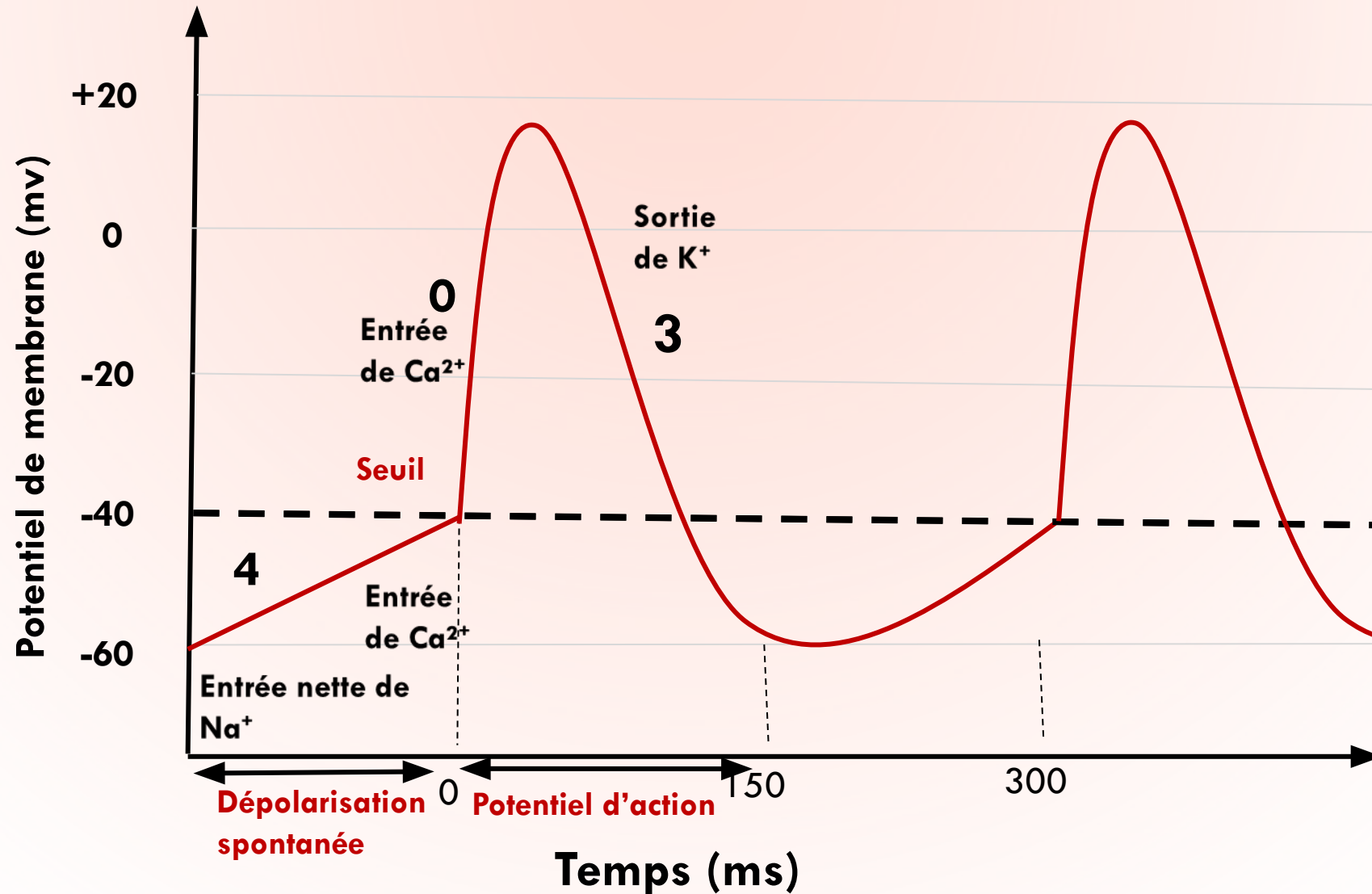
- Il reste **relativement réfractaire** jusqu'à la phase 4 (**PRR**) pour des stimuli d'intensité supraliminaires.
- Par conséquent, à la différence du muscle squelettique, **le cœur ne peut pas subir de téтанos**. Ce dernier pourrait avoir des conséquences mortelles.



Notion de période réfractaire: tétanisation du muscle squelettique



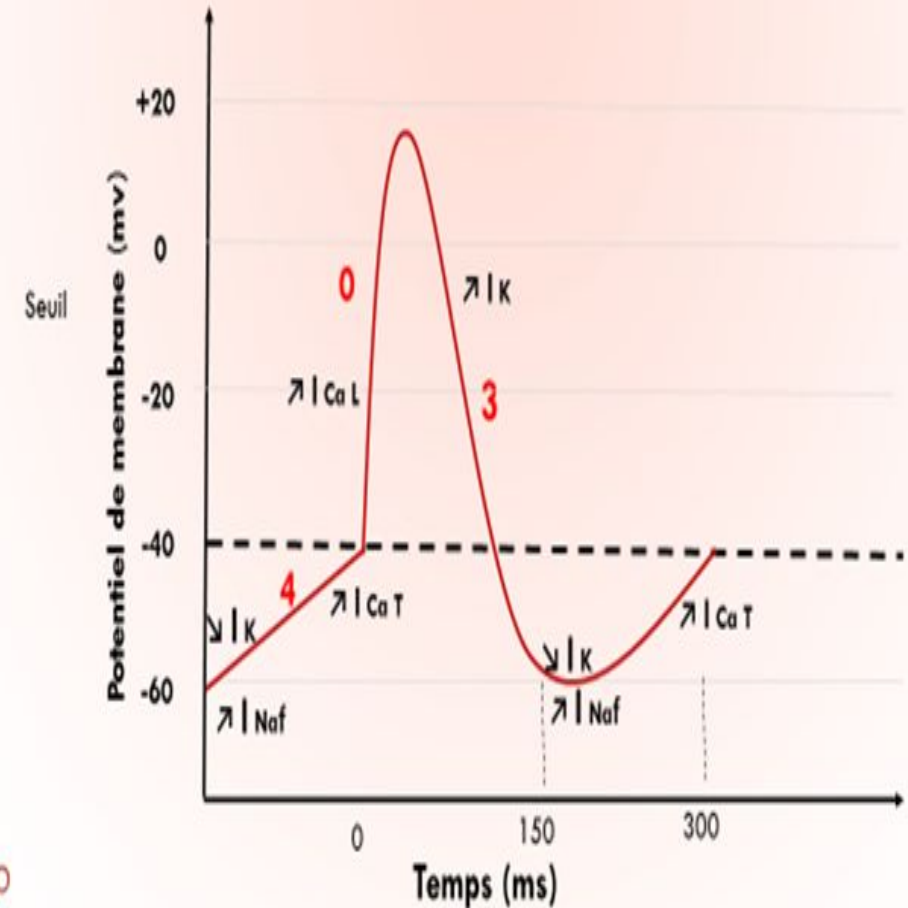
Le Potentiel d'action des cellules à dépolarisation lente ne comporte pas de phases 1 et 2



Le Potentiel d'action des cellules à dépolarisation lente

Phase 4: potentiel de pacemaker (plutôt que potentiel de repos); **dépolarisation lente spontanée ou pré-potentielle**.

- Au potentiel -60mv, le courant K (I_K) diminue et entraîne l'activation de canaux permettant le passage de Na^+ et de K^+ .
- Ces canaux sont appelés canaux « f » en raison de leur activité inhabituelle « funny » (drôle).
- Quand ces canaux s'ouvrent, le potentiel de membrane étant négatif, l'entrée de Na^+ l'emporte sur la sortie de K^+ .
- La membrane commence à se dépolariser formant la **1^{ère} partie du pré-potentielle**, ce qui entraîne la fermeture des canaux « f », l'ouverture des canaux calciques T (pour transitoires) et les canaux L (pour ouverture de longue durée).



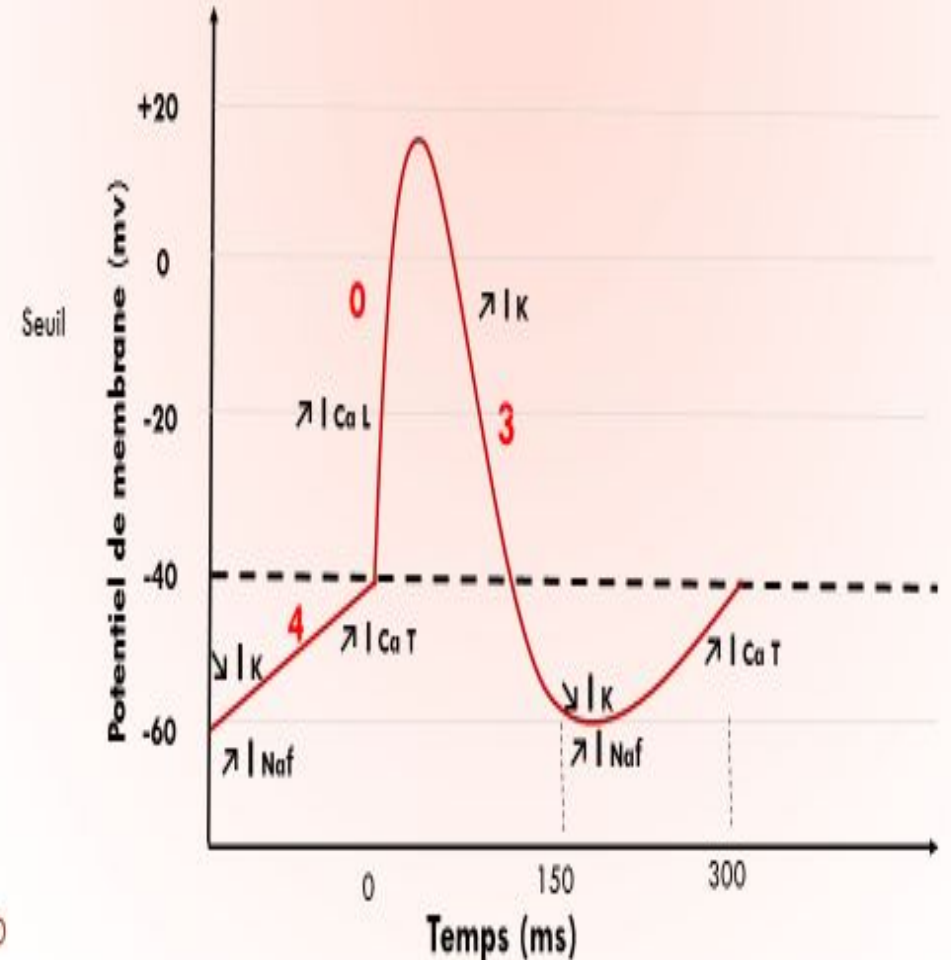
Le Potentiel d'action des cellules à dépolarisation lente

Phase 0: dépolarisation.

- Une fois le seuil atteint (-40mV), le courant calcique (I_{Ca}) entrant dû à l'ouverture des **canaux calciques de type L** (pour ouverture de longue durée) déclenche l'influx (PA).

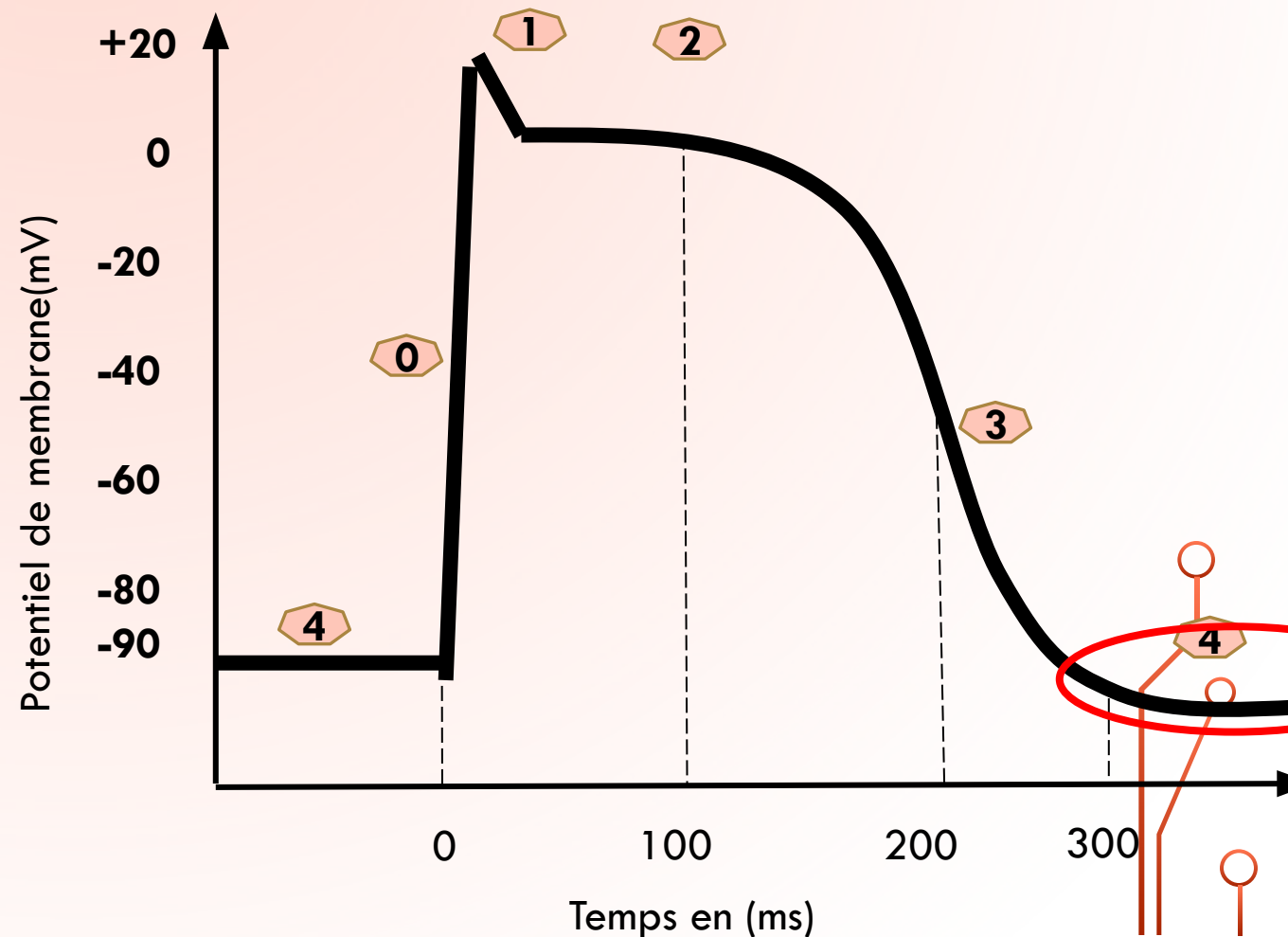
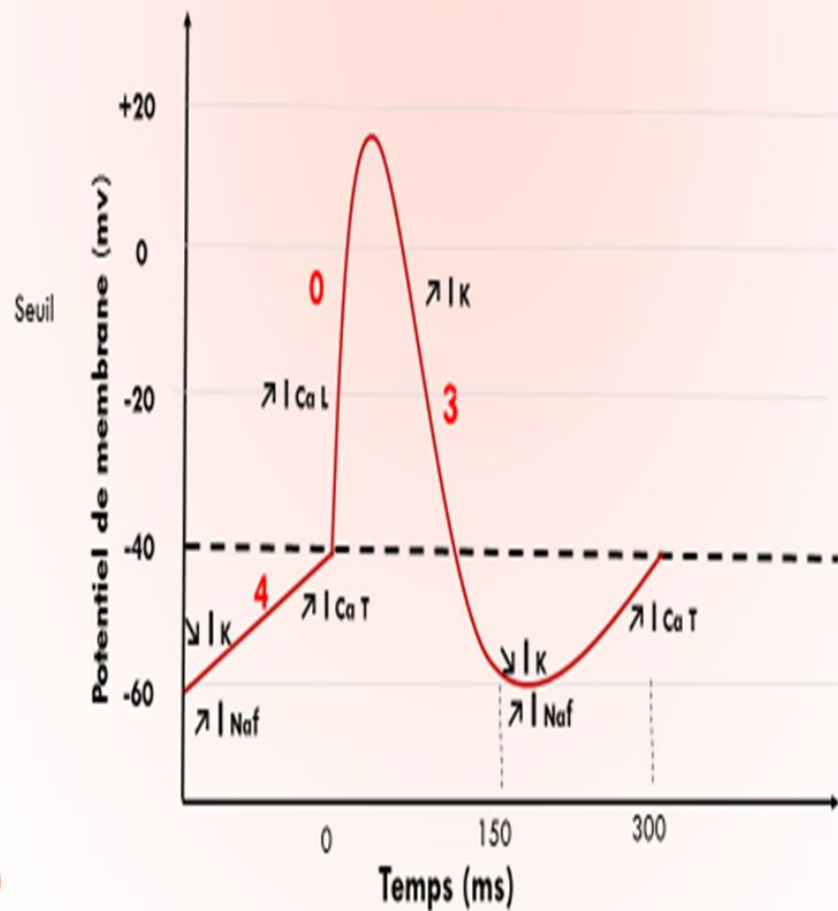
Phase 3: repolarisation

- Quand les canaux Ca^{2+} se ferment au pic du PA, le I_{K} sortant débute et entraîne la repolarisation grâce à l'ouverture des canaux K^{+} .



Le PA des cellules à dépolarisation rapide comporte quatre phases

Exemple: PA d'une cellule contractile ventriculaire



Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

2-Activité électrique élémentaire: le potentiel d'action

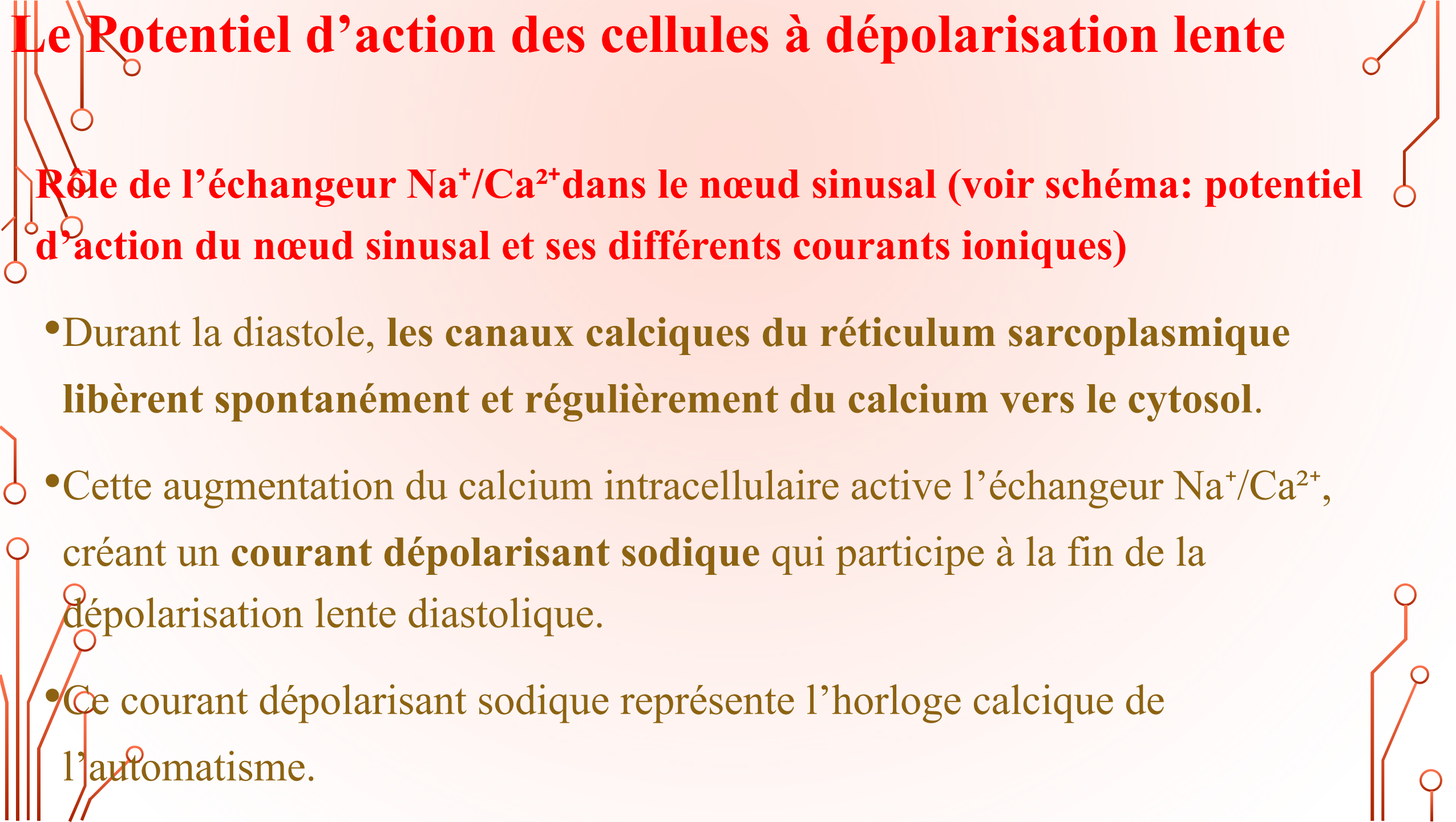
Le PA des cellules à dépolarisation lente; activité électrique spontanée:

- pas de phases 1 et 2;
- PR** faiblement négatif (-60mV);
- phase 0 lente;
- le courant calcique de type L responsable de la phase 0;
- dépolarisation spontanée** durant la phase 4

Le Potentiel d'action des cellules à dépolarisation lente

Dépolarisation lente diastolique des cellules sinusales (voir schéma: potentiel d'action du nœud sinusal)

- La dépolarisation lente diastolique de la membrane est caractéristique des cellules responsables de **l'automaticité cardiaque** ; elle régit le rythme cardiaque sous la dépendance de **deux horloges interdépendantes** :
 - une cascade séquentielle d'ouverture de canaux ioniques membranaires voltage-dépendants ou non (**membrane clock model**)
 - les mouvements calciques intracellulaires via l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ (**calcium clock model**).

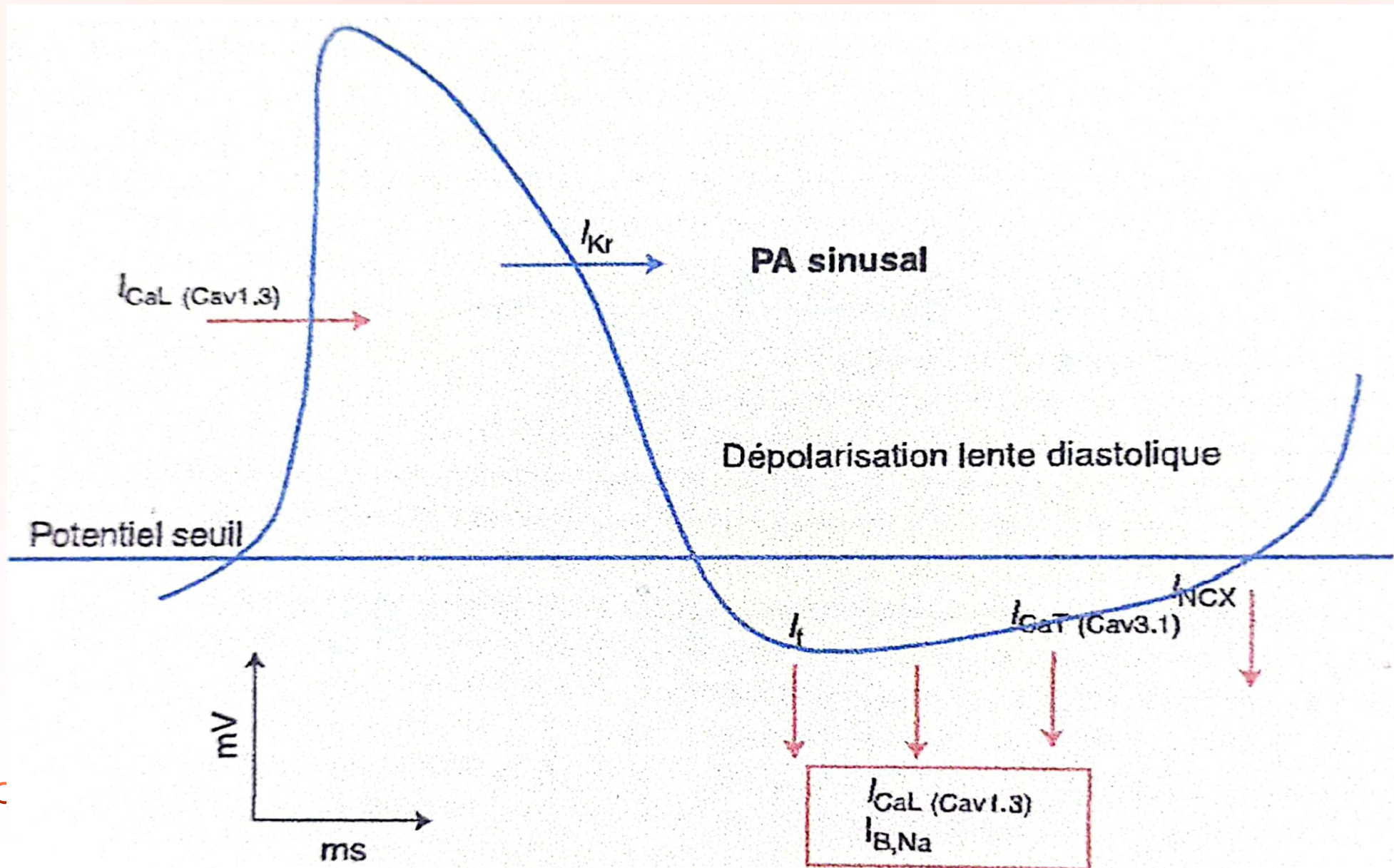


Le Potentiel d'action des cellules à dépolarisation lente

Rôle de l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$ dans le nœud sinusal (voir schéma: potentiel d'action du nœud sinusal et ses différents courants ioniques)

- Durant la diastole, les **canaux calciques du réticulum sarcoplasmique libèrent spontanément et régulièrement du calcium vers le cytosol.**
- Cette augmentation du calcium intracellulaire active l'échangeur $\text{Na}^+/\text{Ca}^{2+}$, créant un **courant dépolarisant sodique** qui participe à la fin de la dépolarisation lente diastolique.
- Ce courant dépolarisant sodique représente l'horloge calcique de l'automatisme.

Figure 10. Potentiel d'action du nœud sinusal et ses différents courants ioniques (en rouge) participant à la dépolarisation lente spontanée diastolique.



Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

B-Potentiel diastolique(de repos) et automatisme cardiaque

- Placé en dehors de l'organisme, c'est à dire entièrement déconnecté du système nerveux et des hormones, le cœur continue de battre.
- Cet automatisme mécanique est, fondamentalement, un phénomène électrique: une dépolarisation cellulaire spontanée.
- Toutes les cellules du système de conduction sont automatiques, si leur potentiel transmembranaire est enregistré, une **dépolarisation diastolique spontanée lente** (DDL) est observée.
- La DDL est liée à **des échanges ioniques spontanés**.
- La DDL permet au potentiel membranaire d'atteindre spontanément le seuil de dépolarisation.

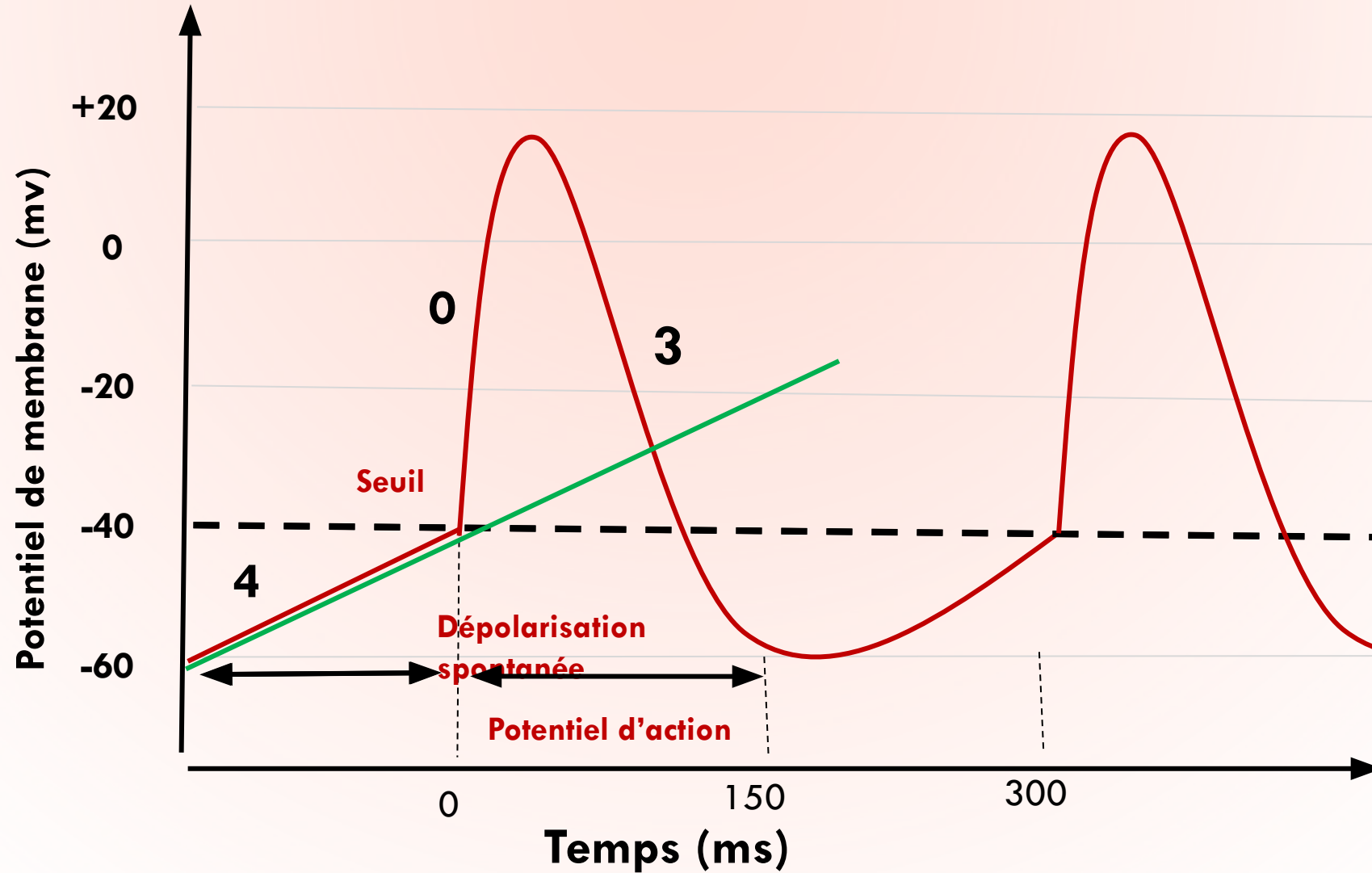
Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

B-Potentiel diastolique(de repos) et automatisme cardiaque

- Plus la pente de la DDL est forte, plus le seuil de dépolarisation est atteint plus facilement, et plus la fréquence de décharge de la cellule cardiaque est accélérée.
- Les cellules du nœud sinusal présente l'automatisme le plus rapide (**pente de DDL plus forte**) et commandent donc le rythme cardiaque. Le nœud sinusal est le pacemaker physiologique ou pacemaker vrai.
- Les autres cellules automatiques sont des pacemakers latents de fréquence de décharge plus lente.

Le Potentiel d'action des cellules à dépolarisation lente ne comporte pas de phases 1 et 2

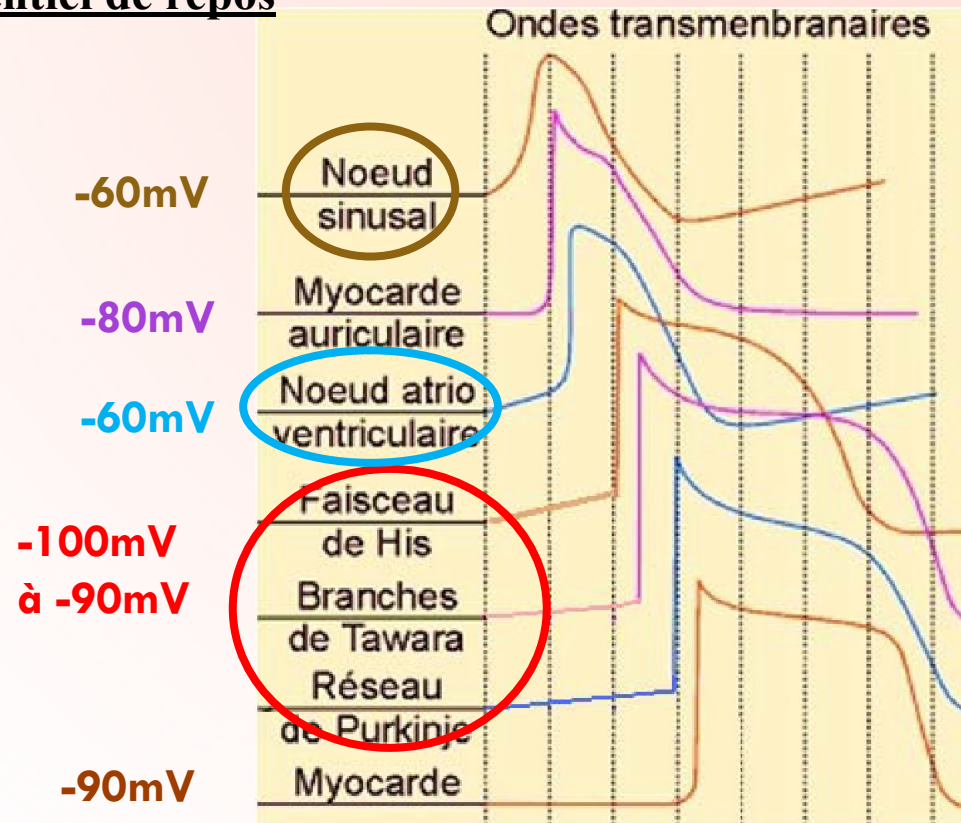


Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

B-Potentiel diastolique(de repos) et automatisme cardiaque

Potentiel de repos



Fréquence de battements

100/min

40 à 50/min

10 à 30/min

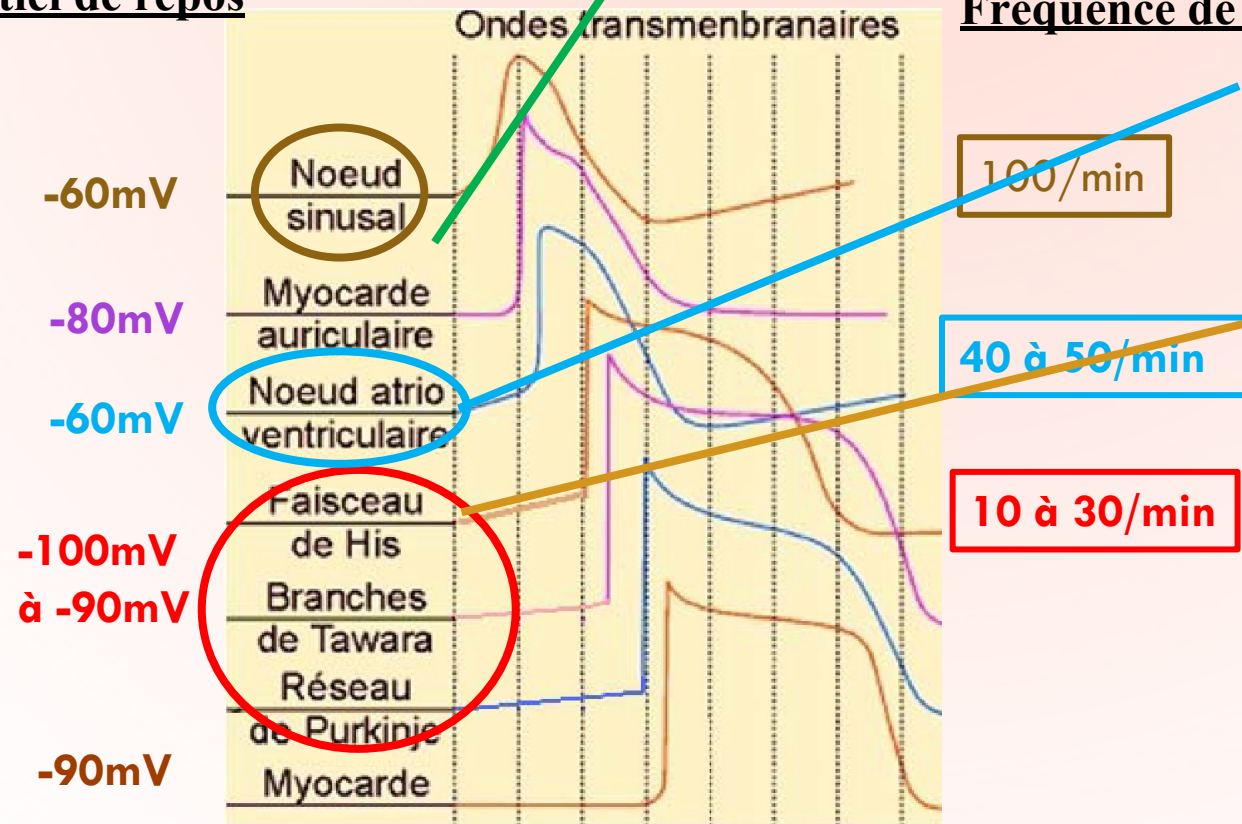
Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

B-Potentiel diastolique(de repos) et automatisme cardiaque

Potentiel de repos

Fréquence de battements



Electrophysiologie cardiaque

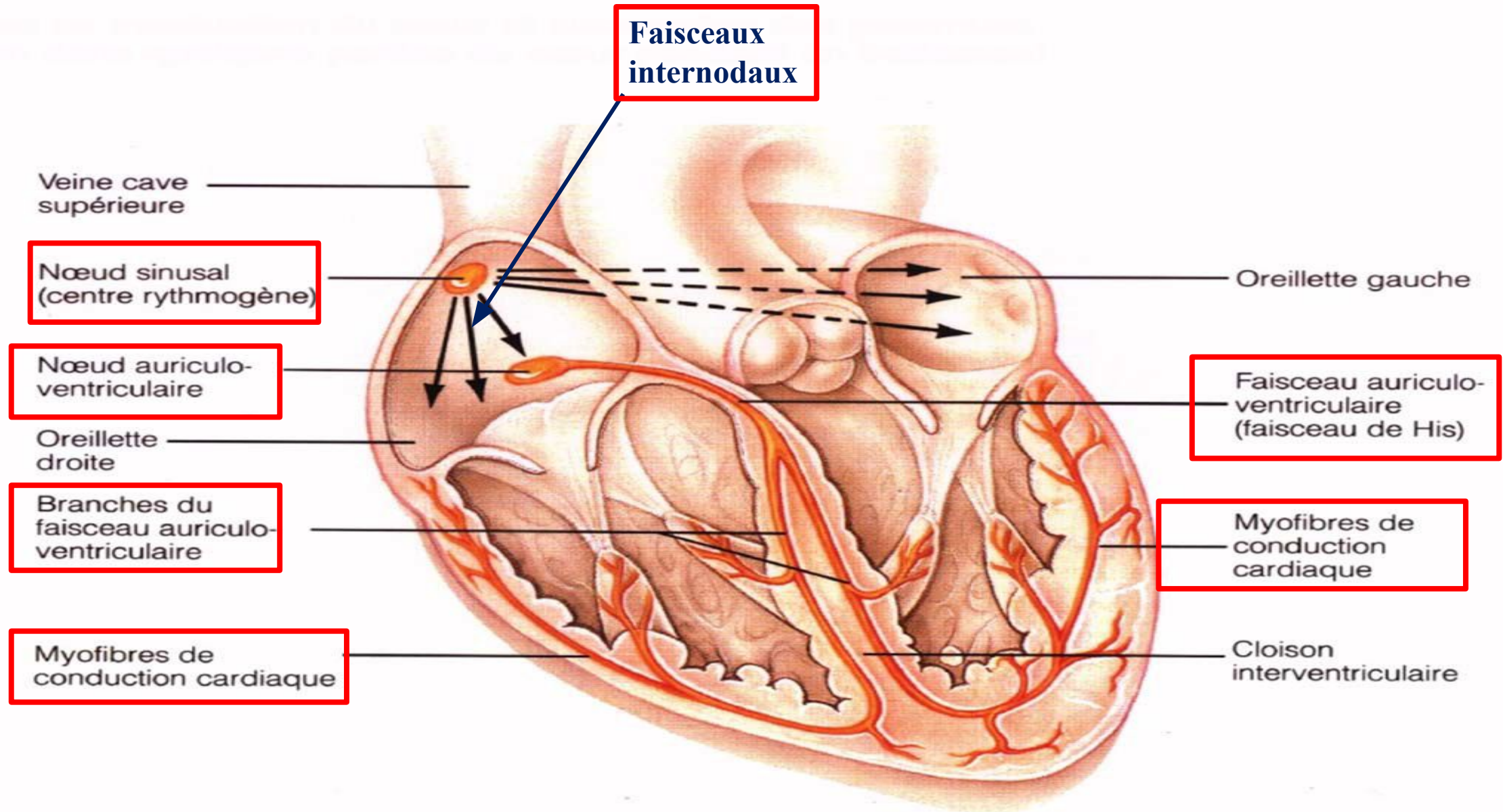
II- Propriétés électriques du cœur:

C-Conduction:

1-Dans les oreillettes:

- La dépolarisation apparue dans le NSA se propage radialement dans les fibres musculaires qui constituent les oreillettes. La **vitesse de conduction(V_c)** du tissu auriculaire est d'environ **0,3m/s**.
- Les faisceaux de conduction internodaux assurent la conduction des impulsions jusqu'au nœud auriculoventriculaire (NAV), ils sont au nombre de 3: antérieur, médian et postérieur. Leur **V_c** est de **1m/s**.

Tissu excito-conducteur ou cardionecteur



Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

C-Conduction:

2-Dans le NAV:

- Il y a un ralentissement de la conduction, le temps de franchissement du NAV est de **0,09s**.
- Ce ralentissement de la conduction est à l'origine du décalage entre la contraction des oreillettes et la contraction des ventricules.

Electrophysiologie cardiaque

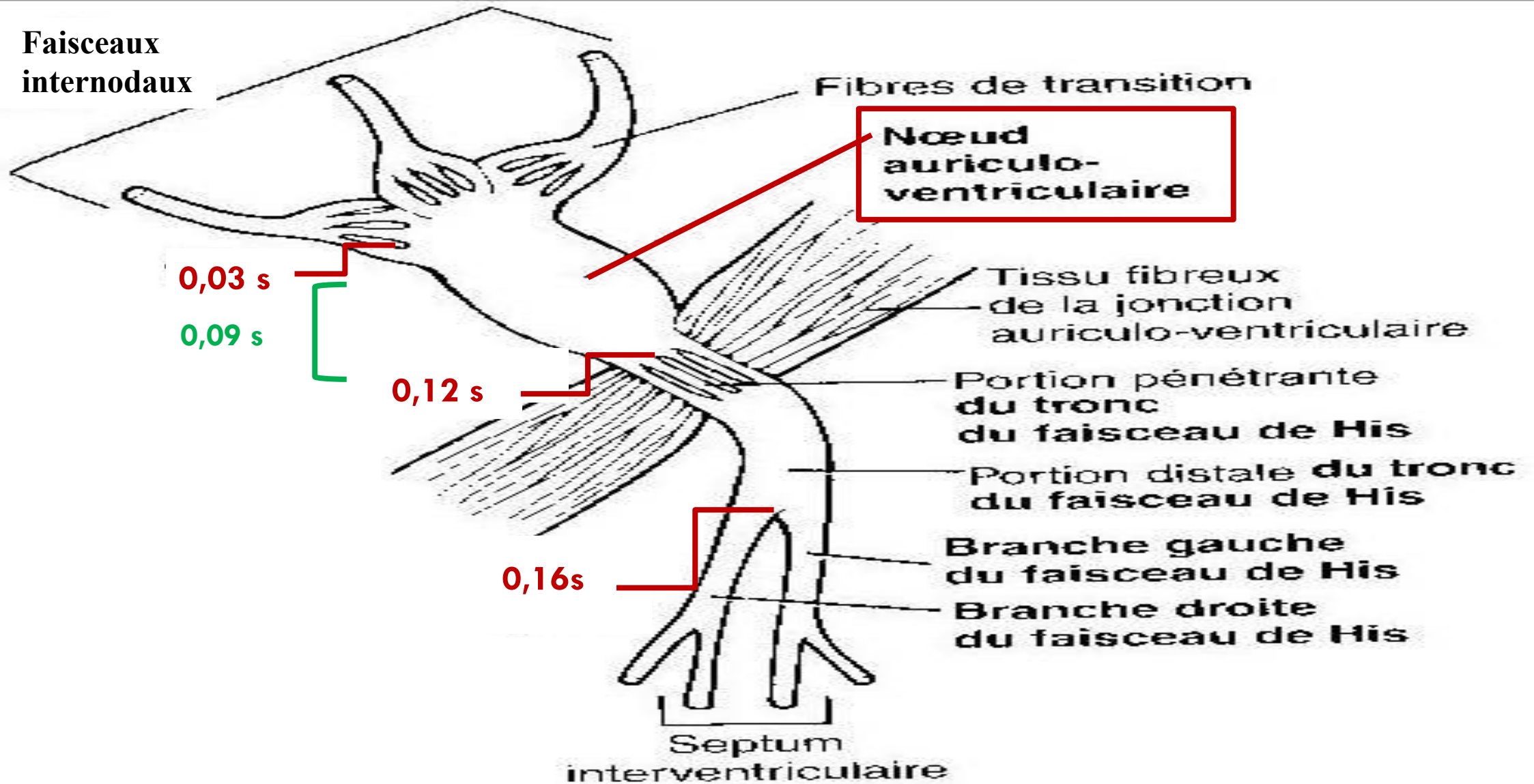
II- Propriétés électriques du cœur:

C- Conduction:

2-Dans le nœud AV

- Pour que la contraction auriculaire soit efficace en terme de remplissage des ventricules, il faut qu'elle survienne pendant que les ventricules sont relâchés et les valves auriculoventriculaires sont ouvertes.
- Ce ralentissement est lié:
 - au petit diamètre des cellules qui constituent le NAV(le plus petit diamètre dans tissu de conduction);
 - à la rareté des jonctions communicantes entre cellules voisines à ce niveau.

Durée de transmission de la dépolarisation du NSA aux différentes zones de conduction:



Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

C-Conduction:

3-Dans les cellules du tissu de conduction His-purkinje

- La **V_c** est la plus élevée du tissu de conduction de 1,5 à 4m/s (4m/s dans les fibres de Purkinje): 150 fois > V_c du NAV.
- La transmission est instantanée dans l'ensemble des deux ventricules. Cette rapidité de transmission est liée à:
 - la taille importante des fibres de ce tissu;
 - la grande perméabilité des jonctions entre cellules conductrices adjacentes.

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

C-Conduction:

3-Dans les cellules du tissu de conduction His-purkinje

- Chaque branche du faisceau de His se divise progressivement en un réseau de fines ramifications: les fibres de Purkinje, qui cheminent sous la région sous endocardique et atteignent les cellules musculaires myocardiques
- La **durée** de passage de l'impulsion entre le tronc commun du faisceau de His et les fibres de Purkinje est d'environ **0,03 s**.

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

C-Conduction:

4-Dans les cellules musculaires ventriculaires

- Une fois parvenu à l'extrémité du réseau de Purkinje l'impulsion se transmet à l'ensemble des cellules musculaires ventriculaires: de cellule musculaire ventriculaire à cellule musculaire ventriculaire avec une V_c de **0,3m/s.**
- L'impulsion passe de l'endocarde vers l'épicarde avec un décalage de 0,03s donc la contraction de la région endocardique précède de quelques centièmes de seconde la contraction de la région épicaudique.

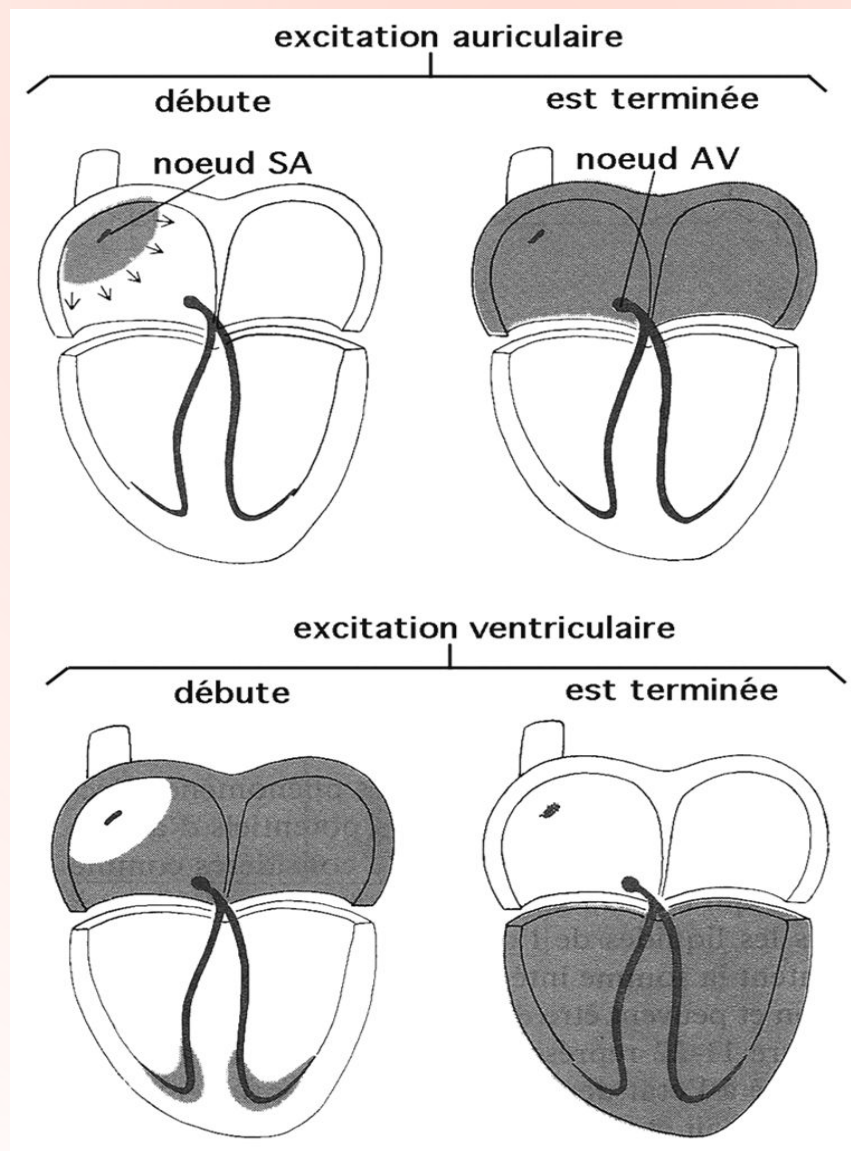
Conduction

Genèse

Ralentissement

Conduction

Conduction



Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

D- Couplage excitation-contraction(couplage électromécanique):

- L'autoexcitation d'une seule cellule(pacemaker) entraine la contraction synchrone de toutes les cellules du myocarde qui se comporte comme un syncytium.
- Dans les cellules ventriculaires, le courant I_{CaL} maintient la dépolarisation membranaire pendant le plateau du PA et déclenche la libération de calcium par le réticulum sarcoplasmique (phénomène appelé calcium-induced calcium release).
- Le calcium libéré dans le cytoplasme se fixe aux protéines contractiles et déclenche la contraction.
- Les canaux calciques de type L sont ainsi au centre du couplage excitation-contraction.

Electrophysiologie cardiaque

II- Propriétés électriques du cœur:

D- Couplage excitation-contraction:

- Une fois libéré le Ca^{2+} intracellulaire est de nouveau stocké dans le RS par la pompe Ca^{2+} ATPase du RS.
- C'est ce repompage du Ca^{2+} dans le RS qui permet la relaxation des sacromères: il s'agit de l'évènement initiateur de la diastole cardiaque.
- La stimulation sympathique augmente l'entrée de calcium dans la cellule ce qui conduit à une augmentation du courant calcique et au ralentissement de son inactivation.

Electrophysiologie cardiaque

III- Influence du système nerveux autonome sur l'électrophysiologie cardiaque: contrôle de l'activité spontanée du nœud sinusal

- La stimulation parasympathique diminue la fréquence cardiaque (F_c) et la stimulation sympathique l'augmente.
- Au repos, l'activité parasympathique prédomine et la F_c de repos = 70batts/min
- Le système sympathique (accélérateur) et parasympathique (freinateur) vont moduler en permanence la fréquence de contraction (chronotropisme).

Electrophysiologie cardiaque

III- Influence du système nerveux autonome sur l'électrophysiologie cardiaque: contrôle de l'activité spontanée du nœud sinusal

- La région du **noeud sinusal** est richement innervée avec une forte densité des récepteurs adrénergiques (β_1 et β_2) et des récepteurs M_2 muscariniques. Le courant pacemaker *INaf* est la cible principale des neurotransmetteurs le courant *ICa,T* leur est insensible.
- L'AMPc intracellulaire est au centre de la régulation de *INaf* par les neurotransmetteurs. L'AMPc agit directement sur le canal *INaf* muni d'un récepteur spécifique, situé sur la partie carboxyterminale cytoplasmique.

Electrophysiologie cardiaque

III- Influence du système nerveux autonome sur l'électrophysiologie cardiaque: contrôle de l'activité spontanée du nœud sinusal

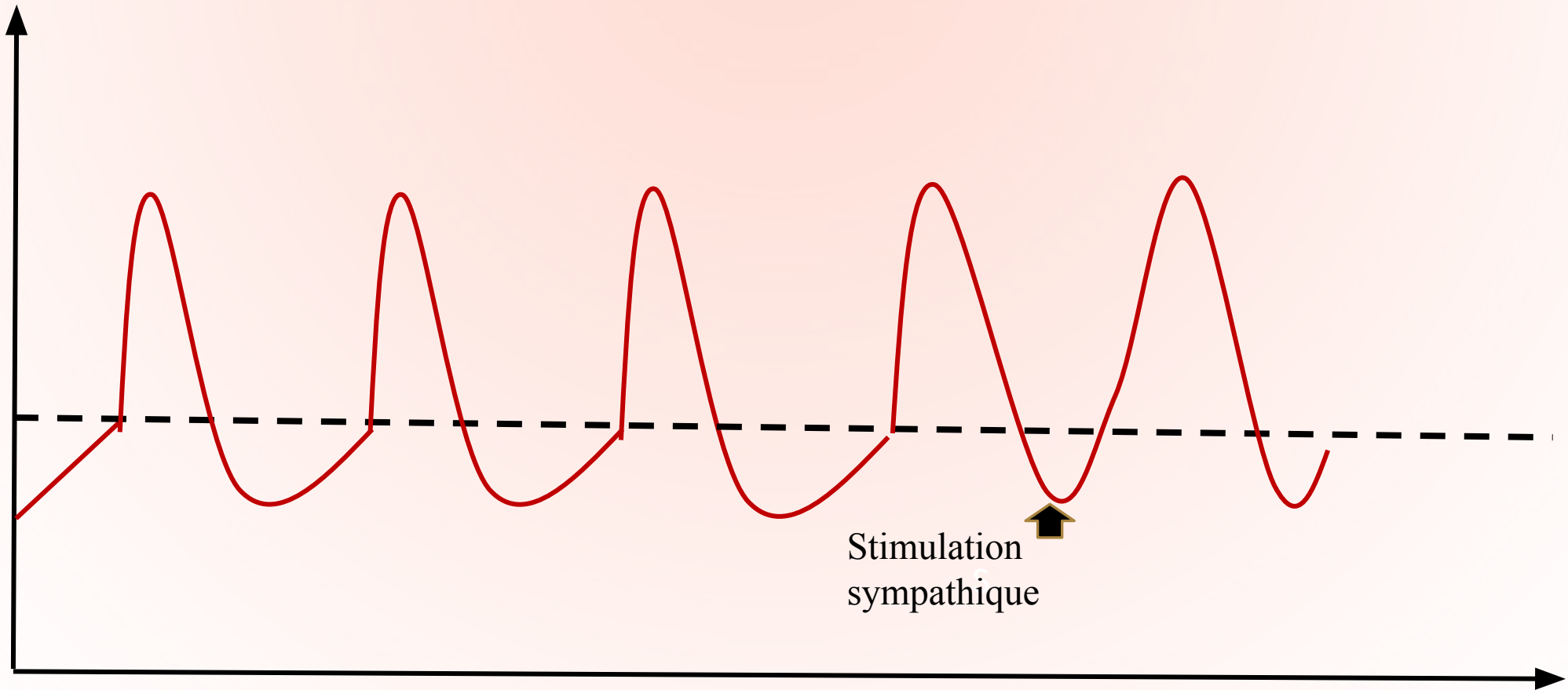
- L'augmentation de l'AMPc se traduit par une majoration du courant I_{NaP} , une augmentation de la pente de dépolarisation lente diastolique et, de ce fait, une accélération du rythme cardiaque et inversement pour une diminution de l'AMPc.
- Les terminaisons nerveuses sympathiques libèrent la noradrénaline: la noradrénaline augmente la concentration intracellulaire d'AMPc.
- A l'inverse, les terminaisons nerveuses parasympathiques libèrent l'acétylcholine : l'acétylcholine diminue la concentration intracellulaire d'AMPc.

Electrophysiologie cardiaque

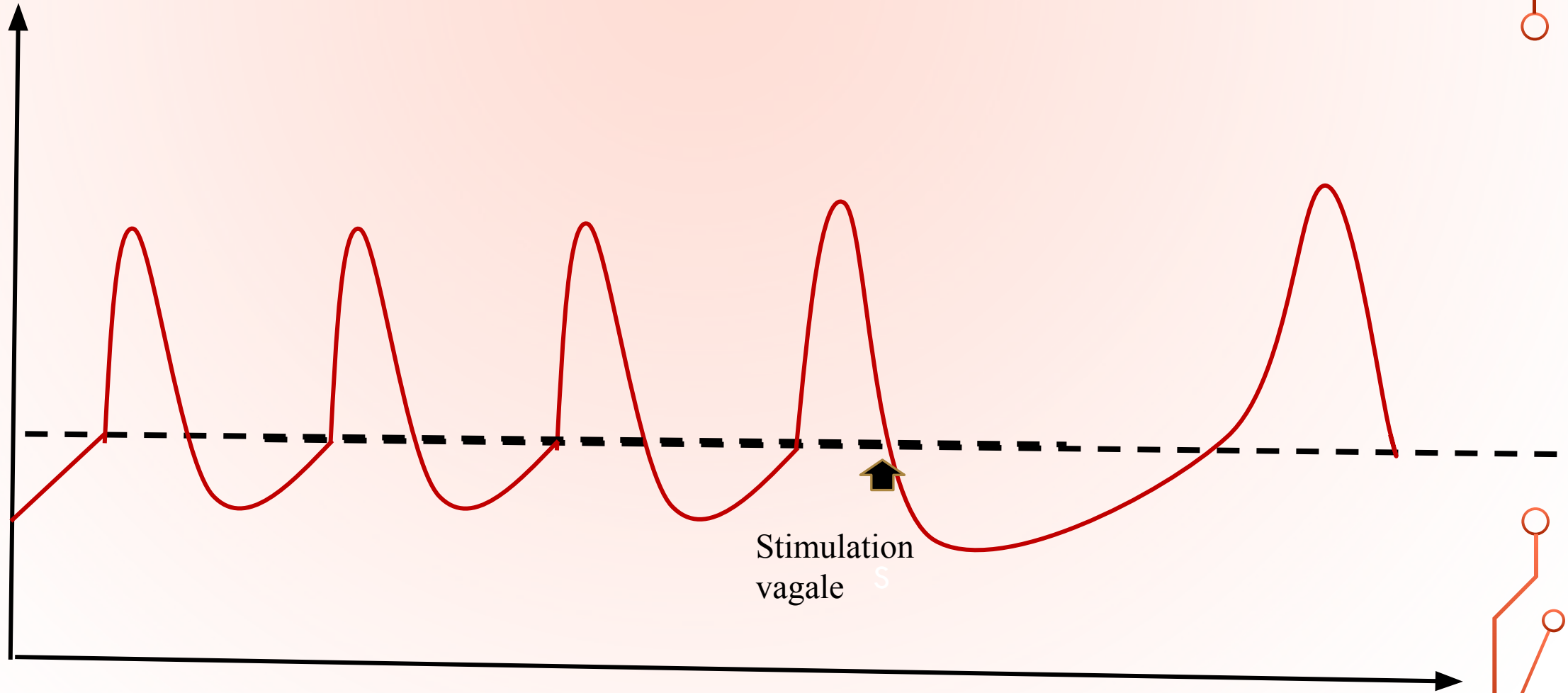
III- Influence du système nerveux autonome sur l'électrophysiologie cardiaque: contrôle de l'activité spontanée du nœud sinusal

- Pour le courant I_{CaL} qui contribue à la partie terminale du potentiel diastolique; son **activation par les catécholamines** accélère le rythme (accélère la phase de dépolarisation=phase 0).

Effet de la stimulation sympathique(noradrénergique)



Effet de la stimulation vagale (cholinergique)



Electrophysiologie cardiaque

IV- Anomalies du rythme cardiaque

- Chez le sujet normal, chaque contraction est déclenché dans le nœud sinusal (rythme sinusal normal). La fréquence diminue (bradycardie) pendant le sommeil et augmente (tachycardie) sous l'effet des émotions, de l'exercice, de la fièvre et de nombreux autres stimuli.
- Une dysfonction du NSA, induite par des médicaments ou des maladies, peut diminuer voire supprimer, la transmission des PA des oreillettes vers les ventricules.
- Dans ce cas, les cellules capables d'autorhythmicité du NAV, du faisceau de His et le réseau de Purkinje, qui ne sont plus entraînés par le NSA, commencent à engendrer des excitations à leur propre rythme inhérent, devenant ainsi le pacemaker des ventricules. Ce rythme est assez lent, de 25 à 40 batts/min.

Electrophysiologie cardiaque

IV- Anomalies du rythme cardiaque

- Aussi, quand le NAV est bloqué, tout synchronisme avec les contractions auriculaires disparaît, celles-ci gardant le rythme normal, plus élevé du NSA.
- Le traitement actuel de tous les troubles sévères de la conduction auriculo-ventriculaire, ainsi que nombreux autres rythmes anormaux, est **l'implantation chirurgicale permanente d'un pacemaker artificiel** qui stimule électriquement les cellules ventriculaires à un rythme normal.

Electrophysiologie cardiaque

Conclusion

Dans le cœur, les contractions sont contrôlées par une cascade bien régulée de transmission de signaux électriques qui débute dans le NSA et passe dans le tissu musculaire auriculaire ensuite dans tout le tissu de conduction pour atteindre les ventricules. La propagation du signal électrique d'une cellule à une autre a lieu par le biais de jonctions communicantes. La vitesse de propagation dépend des caractéristiques anatomiques, mais elle peut aussi être modifiée par un influx nerveux.