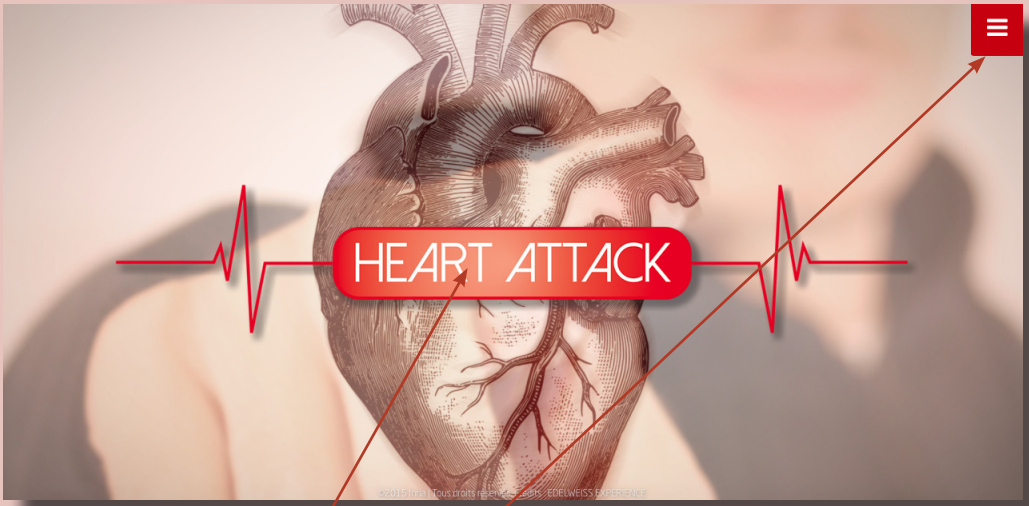
GUIDE D'UTILISATION

HEART ATTACK

Objectif :
Apporter des contenus scientifiques et pédagogiques pour l'utilisation du serious game « Heart Attack » destinés aux personnes susceptibles de présenter le jeu.

Rappel :
« Heart Attack » est un serious game à destination du grand public et en particulier du public jeune (collégiens et lycéens). Son objectif est de faire appréhender et manipuler les sciences du numérique appliquées à la cardiologie. Le jeu s'intéresse plus précisément à l'étude du fonctionnement électrique du cœur par le biais de la modélisation et de la simulation. Il permet en outre de côtoyer la démarche de la recherche : partir d'un phénomène physique que l'on essaye de comprendre et de mettre en équations pour le reproduire.

Les contenus proposés alimentent :
- Une introduction permettant de donner le contexte et de poser les connaissances de base
- Un apport sur les problématiques de santé et les défis scientifiques associés
- Des explications sur le jeu et sa résolution



Depuis la page d'accueil vous pouvez lancer le jeu :
- en cliquant sur le logo central
- en utilisant les flèches droite/gauche de votre clavier pour la navigation
- depuis le menu défilant latéral

Chaque écran du jeu est constitué de 3 parties :
- à gauche : un texte sur les notions fondamentales
- à droite : une image ou une animation
- en haut à droite : le menu défilant latéral

Contenu proposé par le Centre Inria Bordeaux - Sud-Ouest (Équipe CARMEN & Service Communication et Médiation) et l'Institut de Rythmologie et modélisation cardiaque (IHU Liryc)
Avril 2016 - Tous droits réservés ©Inria
Contact : heart-attack@inria.fr

UNE POMPE VITALE !

L'animation proposée permet d'introduire les notions :

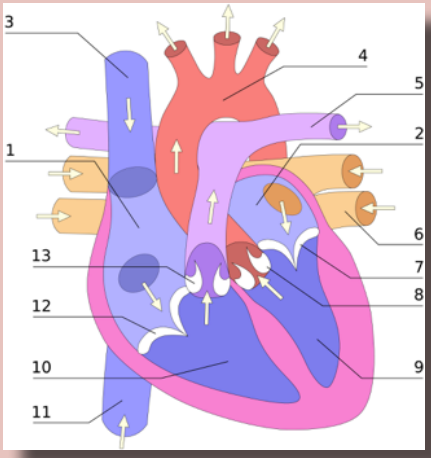
- d'anatomie
- de circulation
- de pompe
- de systole / diastole
- de contraction
- d'ECG - complexe QRST

Introduction

L'homme est une formidable machine qui fonctionne grâce à une pompe : le cœur. Il est situé dans la cage thoracique, entre les deux poumons dans un espace appelé le médiastin.
Le cœur est un organe creux et musculaire qui assure la circulation du sang en pompant le sang par des contractions rythmiques vers les vaisseaux sanguins. Le sang arrive dans le cœur par des veines et en repart par des artères.

Anatomie du cœur

Le cœur est constitué de 2 parties : un cœur droit (lui-même constitué d'une oreillette droite et d'un ventricule droit) et un cœur gauche (lui-même constitué d'une oreillette gauche et d'un ventricule gauche).
Ces deux parties sont collées l'une à l'autre et séparées par un septum. À chaque jonction oreillette/ventricule se trouve une valve. Cette dernière permet au sang de circuler dans un sens unique.



1. oreillette droite
2. oreillette gauche
3. veine cave supérieure
4. aorte
5. artère pulmonaire
6. veine pulmonaire
7. valve mitrale
8. valve aortique
9. ventricule gauche
10. ventricule droit
11. veine cave inférieure
12. valve tricuspide
13. valve sigmoïde

Source : Wikipédia

Circulation du sang

Le sang, appauvri en oxygène arrive dans le cœur droit par la veine cave supérieure et inférieure, rentre dans l'oreillette droite au moment où celle-ci se relâche, puis est expulsé vers le ventricule droit par contraction de l'oreillette droite. A son tour, le ventricule droit se contracte et envoie le sang en direction des poumons via les artères pulmonaires. A proximité des poumons, le sang se recharge en oxygène et se décharge en dioxyde de carbone (CO_2) (ce dernier étant évacué par les poumons pendant l'expiration).
Le sang rechargé en oxygène retourne dans le cœur par l'oreillette gauche via les veines pulmonaires. L'oreillette se contracte et envoie le sang dans le ventricule gauche qui à son tour va se contracter pour envoyer le sang vers le reste des organes via une grosse artère appelée l'aorte.

Contraction du cœur

Chaque cellule musculaire cardiaque peut se contracter. La contraction optimale des ventricules ou des oreillettes résulte d'une contraction quasi-simultanée des cellules qui les composent. Cette simultanéité (synchronisation) est réalisée par la propagation rapide entre les cellules d'une information électrique appelée potentiel d'action (PA). Ce PA est généré spontanément et de manière régulière par les cellules spécifiques du nœud sinusal, une région située dans l'oreillette droite. L'ensemble des autres cellules du cœur a la capacité de recevoir cette excitation et de la transmettre aux cellules voisines. Grâce à cette propagation rapide de l'information, les deux ventricules reçoivent l'information électrique en moins de 100 ms, dans un cœur sain.

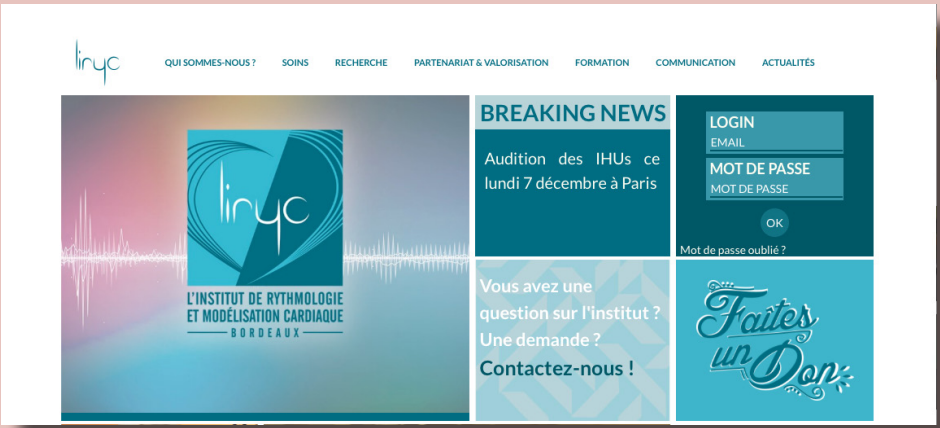
Avant d'être excitée, la cellule est dite au repos, lorsqu'elle reçoit le PA, elle devient excitée. Après cette excitation, il y a une petite période pendant laquelle la cellule ne réagit pas à d'éventuels stimulations, on l'appelle période réfractaire. Cette période réfractaire empêche le PA de revenir en arrière.

Le nœud sinusal envoie en moyenne 70 excitations par minutes (le cœur bât donc 70 fois par minutes en moyenne quand on est au repos) et la contraction résultante de ce signal est extrêmement ordonnée : il existe une coordination très spécifique entre toutes les cellules qui est essentielle au bon fonctionnement du cœur. Si l'anarchie se met en place, le cœur ne fonctionne plus correctement parce que sa contraction devient désordonnée., on parle alors d'arythmie.

Pour comprendre en détails ces dysfonctionnements du cœur il est essentiel d'étudier et de connaître en détail la propagation des PA. Les mathématiques et l'informatique vont alors donner des outils et des méthodes très efficaces pour illustrer cette propagation et explorer les mécanismes sous-jacents aux arythmies.

Focus sur la recherche à Bordeaux

A Bordeaux, l'Institut Liryc de rythmologie et modélisation cardiaque a pour vocation de mieux comprendre et traiter les dysfonctions électriques du cœur, à l'origine de nombreuses maladies cardiovasculaires..

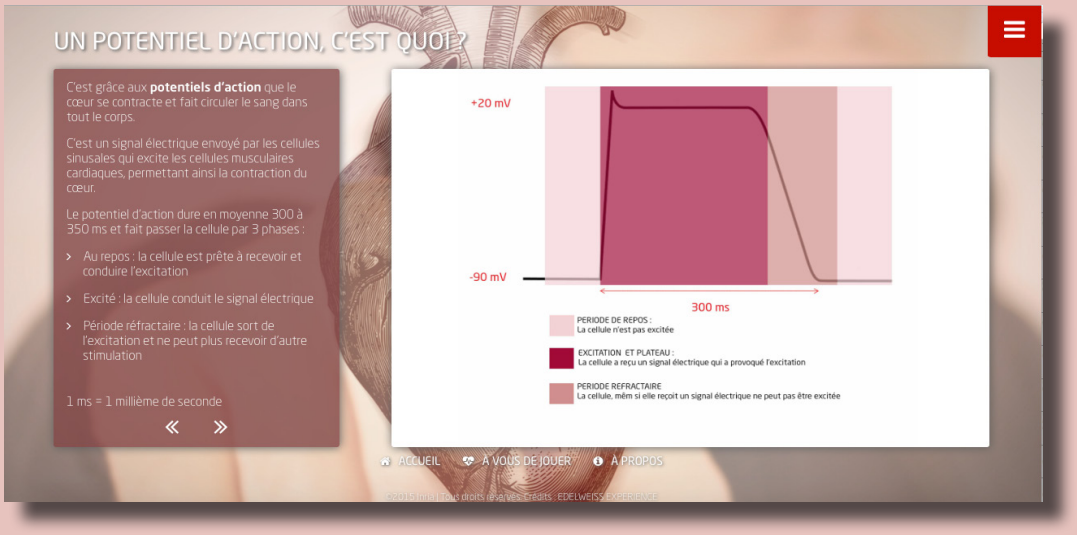


Ses trois thématiques de recherche sont :

- La fibrillation auriculaire, le plus fréquent des troubles du rythme, qui affecte 1 à 2% de la population, soit en Europe plus de 10 millions d'individus avec une projection de 14 à 17 millions à l'horizon 2030.,
- La fibrillation ventriculaire, principale responsable de 50 000 morts subites en France chaque année, trop souvent assimilées à une mort naturelle, soit une mort subite toutes les 10 minutes.
- L'insuffisance cardiaque qui concerne à plus de 50% des cas, des cœurs qui fonctionnent mal car trop vieux, et affecte 9 millions de personnes en Europe dont un million en France.

Le Professeur Haïssaguerre, chef du service Electrophysiologie du CHU de Bordeaux, et son équipe sont convaincus que l'étude de l'harmonie électrique du cœur est fondamentale pour avancer dans le domaine des pathologies cardiovasculaires et réduire ainsi la mortalité associée. Liryc présente un programme scientifique ambitieux qui s'appuie sur des équipes cliniques et de recherche d'expertises complémentaires nationales et internationales, combinant les domaines de l'électrophysiologie cardiaque, la cartographie haute résolution, l'imagerie, le traitement des signaux, les mathématiques et la modélisation. Liryc rassemble à ce jour, sur une plateforme technologique de 7500 m², plus de 120 chercheurs de 15 nationalités différentes ; il est le fruit du partenariat de l'Université de Bordeaux, du Centre Hospitalier Universitaire de Bordeaux, de l'Inria, du CNRS, de l'Inserm et d'une dizaine d'industriels français et internationaux et est porté par la fondation Bordeaux Université.

UN POTENTIEL D'ACTION C'EST QUOI ?



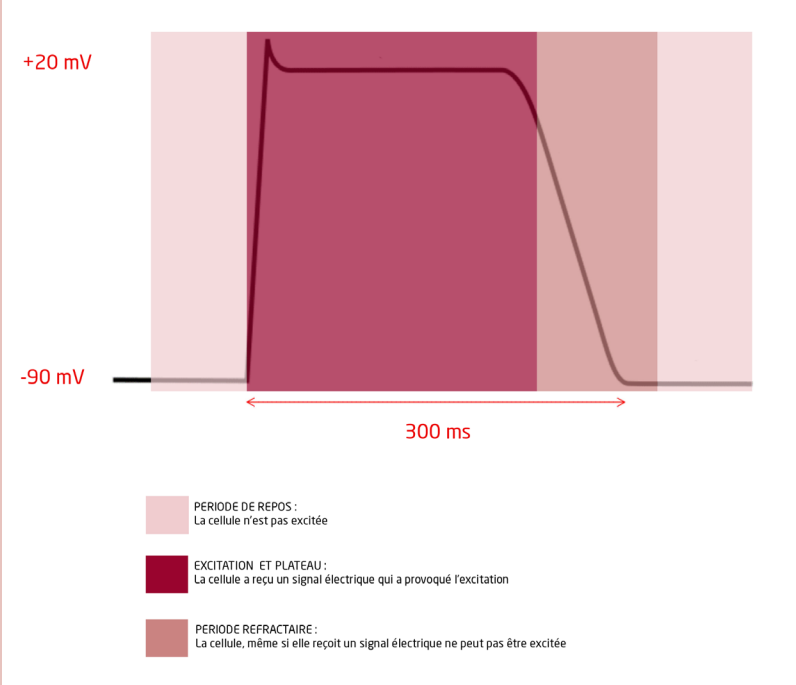
Les notions essentielles de cette partie :

- origine électrique de la contraction
- structure d'un Potentiel d'action (PA)

À noter : le code couleur de ce schéma est repris dans la suite du jeu !
Cellule au repos : rose pâle
Cellule excitée : rose foncé
Cellule refractaire : rose orangé

Rappel sur le PA

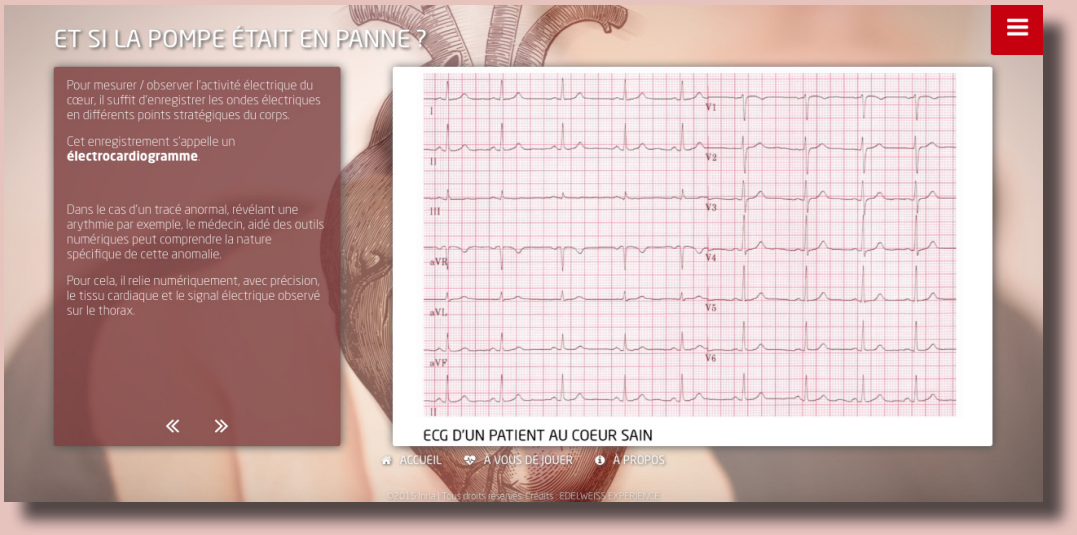
Un potentiel d'action (excitation de la cellule) dure en moyenne 300 à 350 ms.
Après cette excitation, la cellule ne peut pas recevoir d'autre excitation pendant une période de 50 à 100 ms : on appelle cette période « la période réfractaire ». La cellule aura beau recevoir une excitation, elle ne la transmettra pas.



Mécanismes physiologiques du PA

Un PA est une dépolarisation de la membrane d'une cellule, générée par un flux d'ions au niveau de cette membrane. Nous ne rentrerons pas ici dans le détail des entrées/sorties d'ions au cours de la dépolarisation/repolarisation de la membrane mais de nombreuses ressources existent sur ce sujet (Voir Bibliographie - Webographie).

ET SI LA POMPE ÉTAIT EN PANNE ?



Les notions essentielles de cette partie :

- l'ECG
- les pathologies cardiaques liées à la propagation des PA
- les traitements

Introduction

Pour observer et mesurer l'activité électrique du cœur, des électrodes sont placées sur la peau, en des points stratégiques du corps. Un enregistrement de différences de potentiels entre ces électrodes s'appelle un ÉlectroCardioGramme (ECG).

L'électrocardiogramme classique contient 6 à 12 tracés construits à partir de 3 à 9 électrodes. La lecture de ces tracés est un exercice technique d'une très grande complexité, qui repose pour l'essentiel sur l'expertise des cardiologues, spécialistes de rythmologie. Dans le cas d'un tracé anormal, révélant une arythmie par exemple, les outils numériques peuvent aider à comprendre la nature spécifique de cette anomalie, par exemple en reliant précisément, numériquement, le tissu cardiaque avec le signal électrique observé sur le thorax.

Les différentes pathologies cardiaques liées à la propagation des PA

La fibrillation auriculaire

Elle est la forme la plus répandue d'arythmie cardiaque. Il s'agit d'un sérieux dysfonctionnement qui nécessitera des examens médicaux et un traitement.

En principe, l'apparition d'une fibrillation auriculaire ne représente généralement pas un danger aigu. Néanmoins, c'est une maladie progressive et potentiellement dangereuse. Elle augmente la mortalité car les personnes atteintes de fibrillation auriculaire ont un risque accru d'attaque vasculaire cérébrale.

Cette pathologie peut être liée à l'âge et coûte très cher au système de santé (car il y a de nombreux soins). Un progrès considérable a été réalisé grâce aux découvertes de l'équipe médicale du Professeur Michel Haissaguerre du CHU de Bordeaux. Ces découvertes sont à l'origine des recommandations de traitements de la fibrillation auriculaire de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Pourtant, les mécanismes qui déclenchent ou perpétuent ce dysfonctionnement et les mécanismes de sa progression ne sont pas bien connus. Il y a actuellement un défi scientifique majeur à relever pour mieux comprendre cette maladie.

Arythmie ou fibrillation ventriculaire

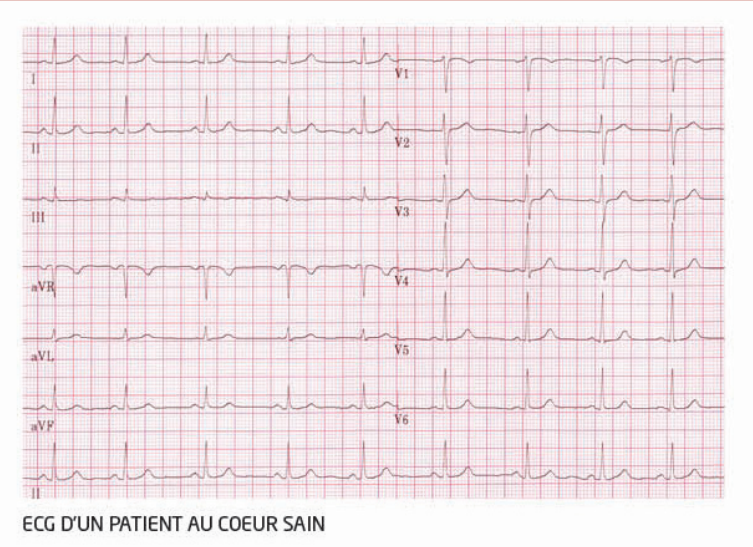
En cas de tachycardie ventriculaire, le cœur bat beaucoup plus vite. La fréquence très élevée empêche une contraction normale du cœur et peut déboucher sur des pertes de conscience. Ce phénomène peut s'interrompre de lui même, et le cœur retrouve le rythme normal (appelé rythme sinusal). Dans le cas contraire, la propagation des PA peut devenir subitement anarchique, à l'image d'une tempête électrique ayant lieu dans les ventricules. Le cœur ne parvient plus à assurer son rôle de pompe. Un arrêt cardiovasculaire se produit et entraîne la mort : c'est la mort subite par fibrillation ventriculaire. Les défibrillateurs automatiques que l'on trouve dans les lieus publics permettent de réanimer une personne en situation de tachycardie ou fibrillation ventriculaire, lui évitant une mort certaine. Ils sont une réponse des pouvoirs publics à ce fléau (50 000 morts par an en France). La fibrillation

peut apparaître sur des cœurs malades ou âgés, mais aussi sur des cœurs sains et à tout âge. Sur les patients survivants, ou sur les patients présentant des facteurs de risque identifiés, on peut procéder à l'implantation d'un défibrillateur (un appareil utilisé pour interrompre la fibrillation cardiaque ou traiter certains troubles du rythme cardiaque au moyen d'un choc électrique). Les mécanismes de ces arythmies majeures sont largement inconnus, ce qui constitue un vaste champ de recherche, exploré à l'IHU Liryc de Bordeaux grâce aux efforts combinés de la médecine, la biologie, l'imagerie, le traitement du signal et la modélisation numérique. Dans ce domaine, une compréhension même minime aurait un impact considérable sur la population.

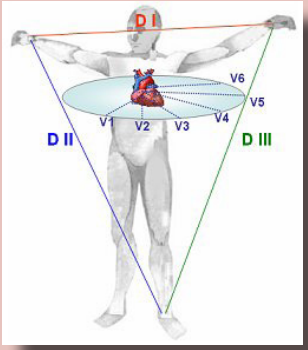
Les électrocardiogrammes (ECG)

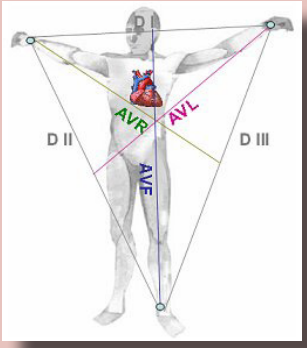
L'ECG est un outil de diagnostique. Il est obtenu en combinant des enregistrements simultanés en différents points du corps à l'aide d'électrodes.

Pour obtenir le tracé ci-dessous, 3 électrodes ont été disposées comme indiqué sur les schémas suivants :

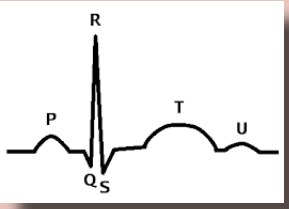


ECG D'UN PATIENT AU COEUR SAIN





Il faut être un spécialiste pour lire ce type de document, néanmoins nous pouvons identifier le motif répétitif de cette forme :



L'onde P représente la contraction des oreillettes. Elle est de forme arrondie, souvent positive et de faible amplitude.

Le complexe QRS correspond à la contraction des ventricules.

L'onde T est la période de repos du cœur.

Le segment ST correspond à la période d'excitation des ventricules jusqu'à la phase de repos.

Traitements

De manière générale, pour ces arythmies, des médicaments sont d'abord essayés pour réguler le rythme cardiaque. En cas de pathologie plus complexe, les interventions suivantes sont possibles :

- pour l'arythmie auriculaire : cartographie électrique (technique de mesure plus invasive que l'ECG mais qui permet de dresser une carte des PA dans les oreillettes), puis destruction des groupes de cellules cardiaques à l'origine de l'arythmie, notamment en utilisant des ondes radiofréquence.
- pour l'arythmie ventriculaire : cartographie électrique et mise en place d'un système implantable, de type « pacemaker » pour une resynchronisation cardiaque, ou de type « défibrillateur » lorsque cela est nécessaire. Dans certains cas, on peut aussi avoir recours à l'ablation (opération par radiofréquence comme dans les oreillettes.).

Apports des mathématiques et du numérique pour la compréhension des troubles du rythme

Ces disciplines permettent de mettre en place de nombreuses modélisations. Ces dernières reposent sur un ensemble d'équations mathématiques qui tentent de relier les observations électriques avec nos connaissances de laboratoire,

- sur les phénomènes électro-physiologiques au niveau cellulaire,
- sur l'organisation des cellules en tissus,
- sur l'organe cœur entier, etc.

La modélisation permet de rendre visibles et manipulables, via un ordinateur, des phénomènes complexes et souvent trop rapides pour être étudiés avec précision. Par exemple, un trouble du rythme peut être dû à une pathologie qui affecte la physiologie des cellules, ou bien à des défauts dans l'organisation des cellules entre elles. Ni l'observation électrique, ni l'imagerie clinique ne permettent de choisir la plus vraisemblable de ces possibilités. Grâce à la modélisation, on peut tester différentes hypothèses pour tenter d'expliquer les observations électriques et ainsi guider un médecin dans la prise en charge de la maladie.

À VOUS DE JOUER !

Les notions essentielles de cette partie :

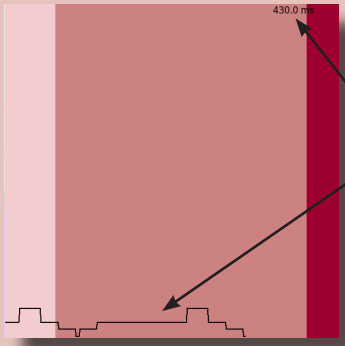
- Explication du level 1
- Résolution du level 1

Le but de ce jeu est de se mettre dans la peau d'un ingénieur dont l'objectif est de créer un logiciel permettant de mieux comprendre les dysfonctionnements cardiaques. Ce logiciel modélisera le comportement du tissu cardiaque lorsque l'on modifie certains de ses paramètres.
Exemple : comment un tissu malade se comporte-t-il si on administre au patient un médicament augmentant la durée de la période réfractaire des cellules cardiaques ?

Quelques données sur la simulation avant de commencer !

Ce jeu ne comporte pour l'instant qu'un seul niveau (une seule pathologie est présentée) mais il a pour but de se développer et de proposer à termes plusieurs pathologies.

Pous des raisons techniques, les modélisations présentées dans ce jeu ne sont pas des calculs réalisés en temps réel comme c'est le cas lorsque l'on fait de la simulation numérique.
Pour ce jeu, l'équipe CARMEN du Centre Inria Bordeaux - Sud-Ouest a réalisé ses simulations et les a extraites sous forme de petits fichiers vidéos.



Sur ces fichiers vidéos vous verrez :
La simulation telle que vous l'avez paramétrée (ex. ici : coeur sain)
Un chronomètre (en ms)
L'ECG correspondant

Le carré ci-contre est divisé en 20 x 20, soit 400 petits carrés représentant chacun un groupe de cellules ayant les mêmes propriétés.

Pour les simulations, chaque groupe de cellules est paramétré par :

- la durée du potentiel d'action
- la durée de la période réfractaire
- la vitesse à laquelle elle transmet le signal

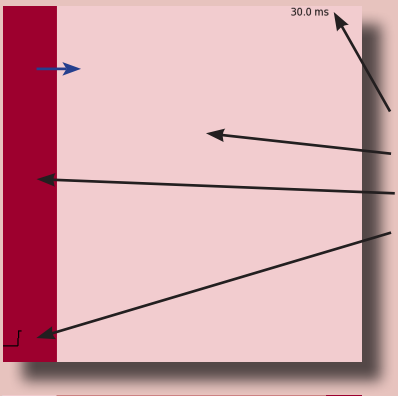
L'ECG est calculé en faisant la différence entre les potentiels moyens sur les bras droit et gauche. Pour cela un potentiel de 0 est associé à l'état de repos (rose clair), 2 à l'état excité (rouge) et 1 à l'état réfractaire (rose).

La première excitation a lieu au bout de 25 ms (cette donnée est importante si vous souhaitez faire des calculs).
La vitesse de propagation (sauf changement de paramètre) est de 50 cm/s et l'image projetée représente un bout de tissu cardiaque de 2 cm de coté.
La durée des périodes de repos, excitée et réfractaire a été divisée par 4 par rapport à la réalité.

NB : un calcul intéréssant à proposer : « Connaissant ces données, calculez le temps qu'il faut à une onde électrique pour parcourir les 2 cm. »
Réponse : 1/25 s (soit 400 ms) --> cela se vérifie visuellement sur la vidéo « coeur sain » (Début de l'excitation à 25 ms et fin à 425ms).

Niveau 1 : L'arythmie liée à une tachycardie ventriculaire (TV).

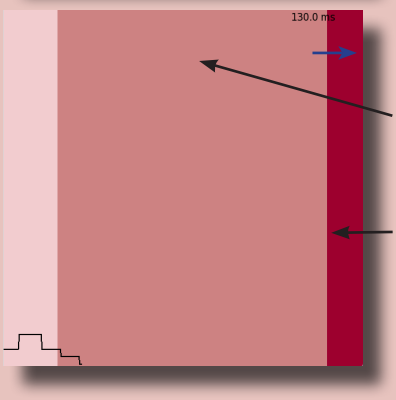
Présentation du cas « sain »
Cette modélisation est accessible à tout moment dans le jeu grâce au bouton « VOIR LE COEUR SAIN »



DÉBUT DE LA SIMULATION : ARRIVÉE DE L'EXCITATION

Chronomètre
Cette couleur représente les cellules à l'état de repos
Cette couleur représente les cellules à l'état excité (dure 70 ms)
Début du tracé de l'ECG, ECG > 0

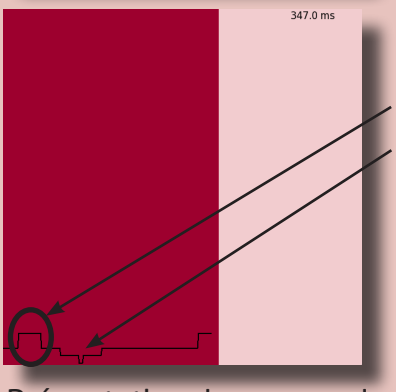
La fléche → représente la direction de propagation



DÉPART DE L'EXCITATION, PÉRIODE RÉFRACTAIRE ET RETOUR AU REPOS

Cette couleur représente les cellules en période réfractaire (dure 30 ms)

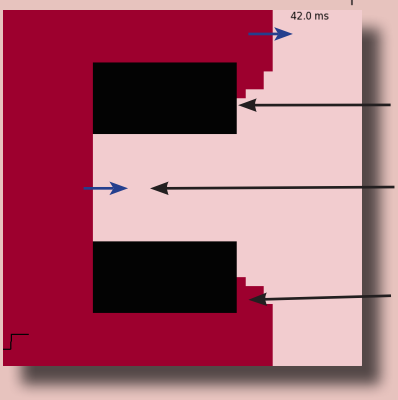
Le « front d'excitation » qui provenait du rythme sinual (= déclanché par le noeud sinual) a traversé le tissu.
ECG < 0



ZOOM SUR L'ECG - COEUR SAIN

Complexe QRS normal
Onde T

Présentation du cas « malade »
L'artère coronaire d'un patient s'est bouchée, certaines cellules n'ont alors plus reçu l'oxygène nécessaire à leur fonctionnement (transporté dans le sang). Certaines sont mortes (en noir), d'autres fonctionnent moins bien (entre les zones noires). Cette pathologie porte le nom d'infarctus. Pour ce modèle, les cellules noires ne sont donc plus à considérer. Les cellules de l'isthme (entre les zones noires) voient leur vitesse réduite à 5% de la vitesse initiale. Les autres paramètres restent inchagés.

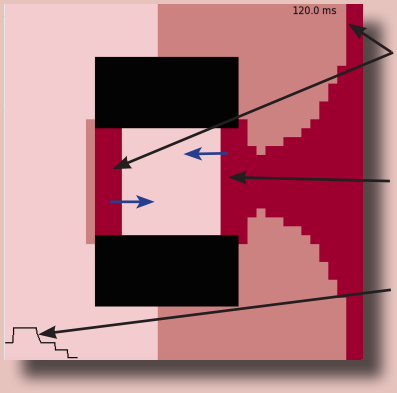


PROPAGATION DE L'EXCITATION

Cellules mortes (= ne transmettent plus le signal électrique)

Tissus cicatriciels périphériques (= isthme de conduction lente)

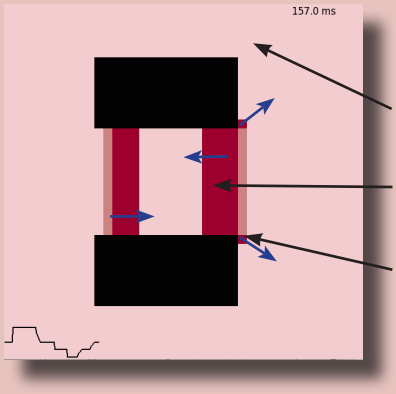
Propagation de l'excitation qui contourne l'obstacle qui, lui, n'a pas transmis de signal



Du fait de cette zone à vitesse réduite, le « front d'excitation » se déplace encore dans l'isthme.

Les cellules restées au repos (car pas encore excitées) à la fin de cette zone se retrouvent excitées par le front d'excition qui a contourné « l'obstacle ».

L'élargissement du complexe QRS de l'ECG est typique d'une propagation problématique (comme l'infarctus).

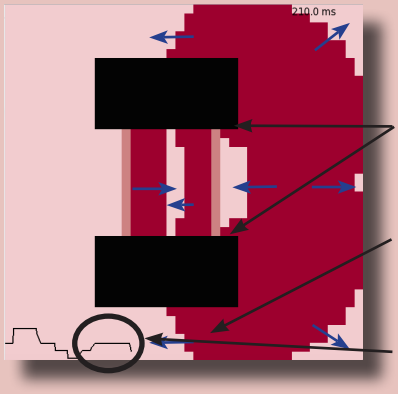


RÉ-ENTRÉE D'UN SIGNAL NON SINUSAL

Les cellules passent à l'état de repos

Dans la zone à vitesse lente, cetaines cellules sont toujours à l'état excité

Cette excitation se transmet aux cellules passées au repos avant l'arrivée du front d'excitation issu du rythme sinusal : **ré-entrée d'une excitation sur la droite**

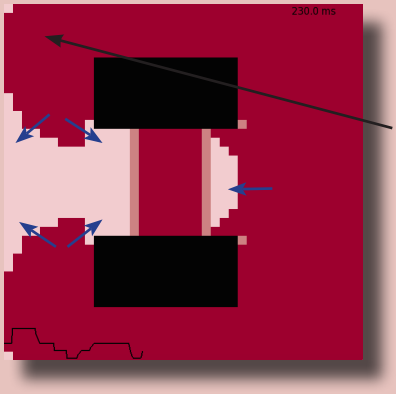


INVERSION DU QRS

Le signal va desormais partir de ces 2 sites en tournant autour de l'obstacle avec une fréquence plus élevés que le rythme sinusal

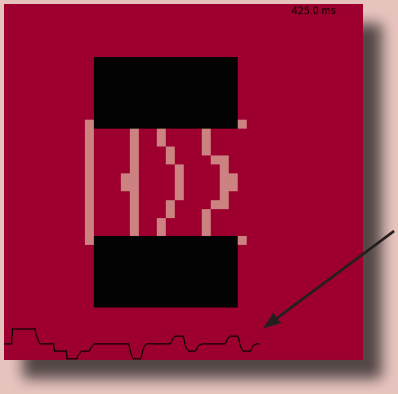
Le front d'excitation repart en arrière alors que le front d'excitation sinusal n'est pas encore arrivé.

Le QRS est inversé



Le front d'excitation a progressé vers la gauche

Il n'y a quasiment plus de cellules au repos



TACHYCARIDE VENTRICULAIRE

Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

Répétition d'un motif anormal de QRS

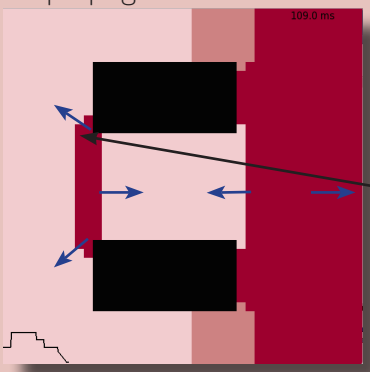
Un traitement par médicament va introduire une modification de 1 ou plusieurs paramètres de fonctionnement, de manière uniforme sur toutes les cellules. D'une autre façon, une intervention va permettre de modifier le fonctionnement de groupes localisés de cellules (ablation ou stimulation par exemple).
Ici nous imaginons avoir accès à 2 médicaments jouant sur 2 paramètres :

Paramètre 1 : joue sur la durée de la période réfractaire et la durée d'excitation
Paramètre 2 : joue sur la vitesse de propagation du signal

Sachant cela, sur quel(s) paramètres(s) devez-vous intervenir pour stopper le dysfonctionnement ?

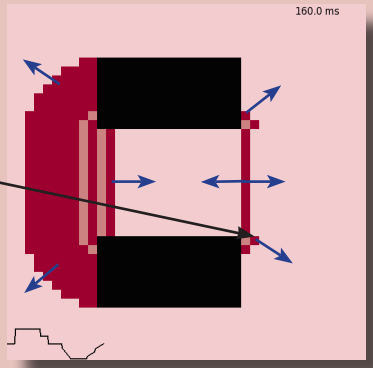
Solutions et analyses

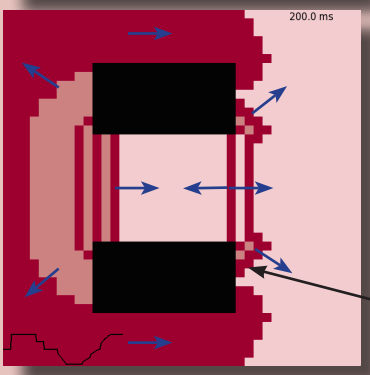
Paramètre 1 : cran 1 / Paramètre 2 : cran 1
La propagation est lente et les durées des périodes réfractaires/de repos sont courtes



Ré-entrée sur la droite

Ré-entrée sur la gauche





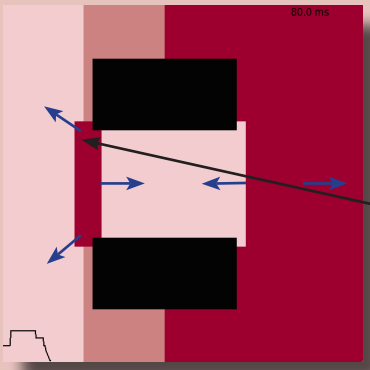
Propagation arythmique

Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent

Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

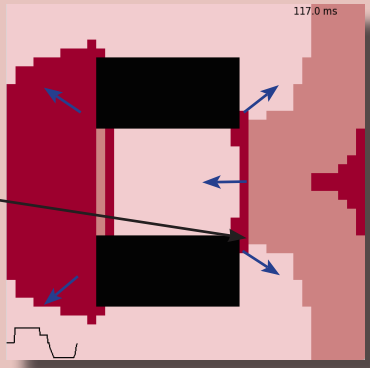
Répétition d'un motif anormal de QRS

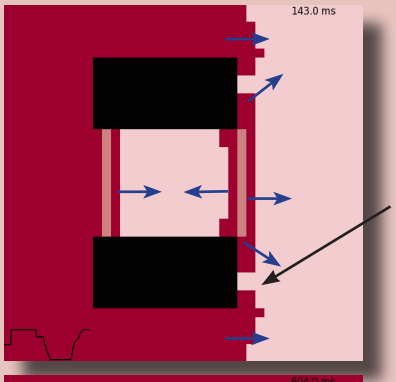
Paramètre 1 : cran 1 / Paramètre 2 : cran 2
La propagation a une valeur intermédiaire et les durées des périodes réfractaires/de repos sont courtes



Ré-entrée sur la droite

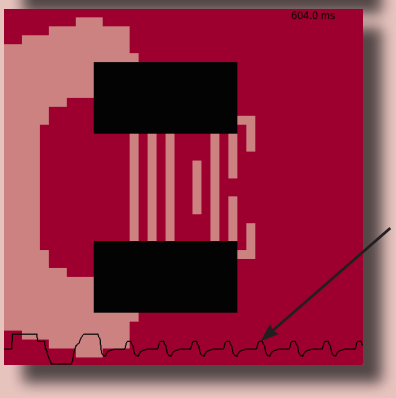
Ré-entrée sur la gauche





Propagation arythmique

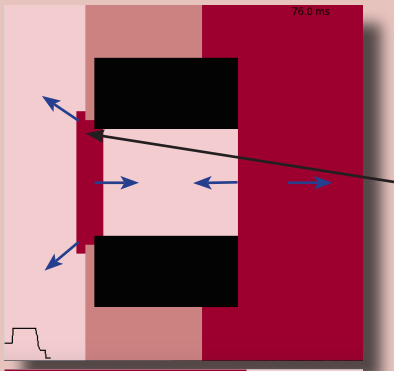
Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent



Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

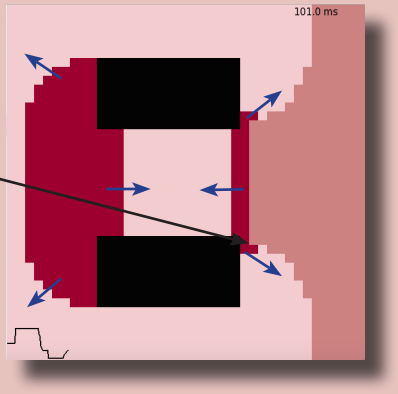
Répétition d'un motif anormal de QRS

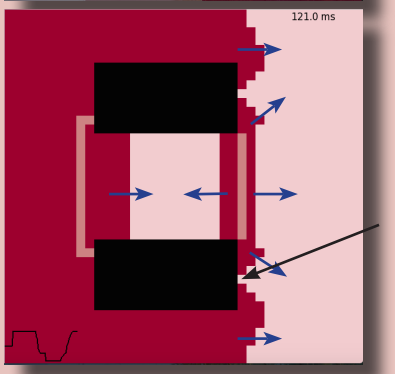
Paramètre 1 : cran 1 / Paramètre 2 : cran 3
La propagation est rapide et les durées des périodes réfractaires/de repos sont courtes



Ré-entrée sur la droite

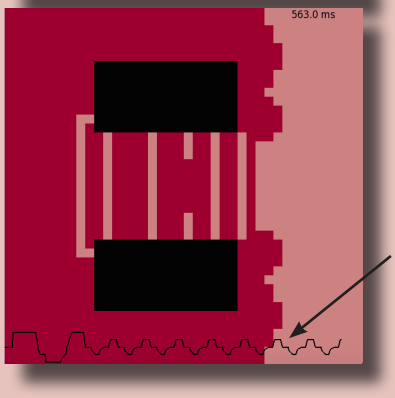
Ré-entrée sur la gauche





Propagation arythmique

Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent

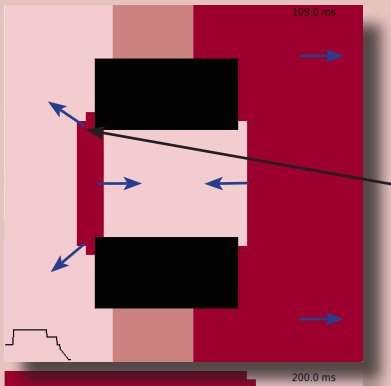


Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

Répétition d'un motif anormal de QRS

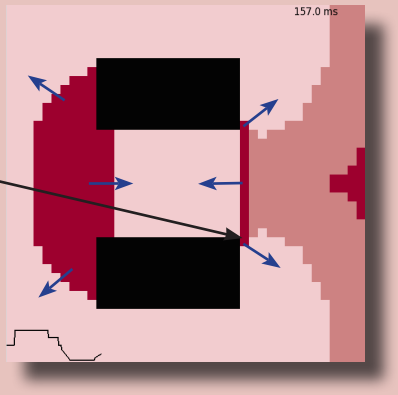
Paramètre 1 : cran 2 / Paramètre 2 : cran 1

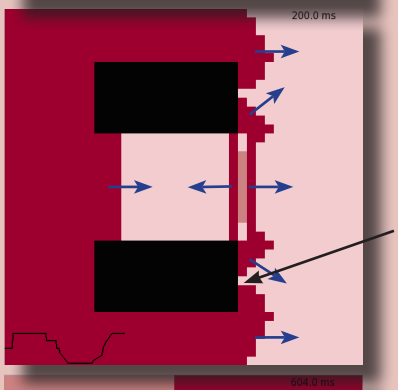
La propagation est lente et les durées des périodes réfractaires/de repos sont intermédiaires



Ré-entrée sur la droite

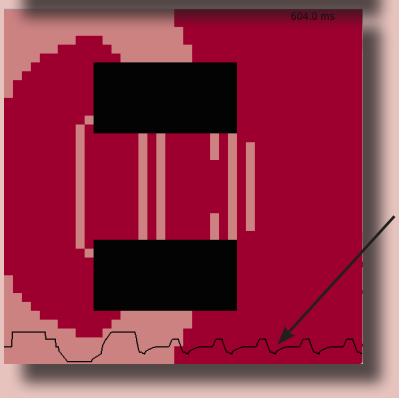
Ré-entrée sur la gauche





Propagation arythmique

Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent

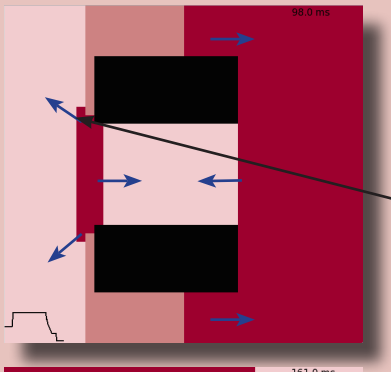


Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

Répétition d'un motif anormal de QRS

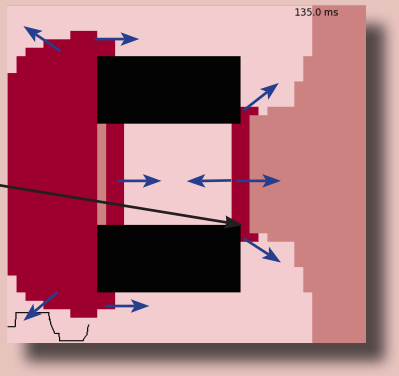
Paramètre 1 : cran 2 / Paramètre 2 : cran 2

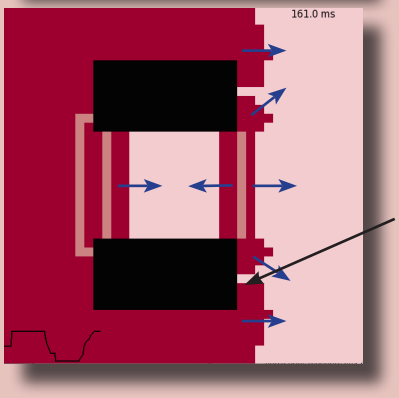
La propagation et les durées des périodes réfractaires/de repos sont intermédiaires



Ré-entrée sur la droite

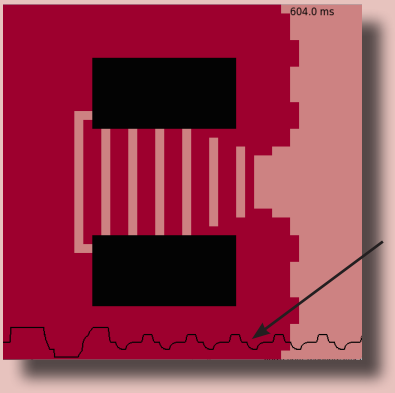
Ré-entrée sur la gauche





Propagation arythmique

Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent

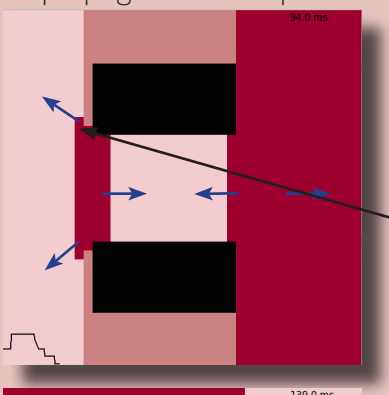


Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

Répétition d'un motif anormal de QRS

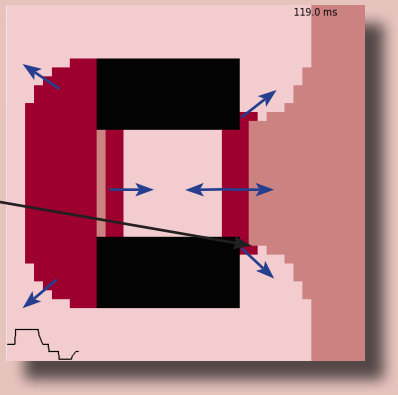
Paramètre 1 : cran 2 / Paramètre 2 : cran 3

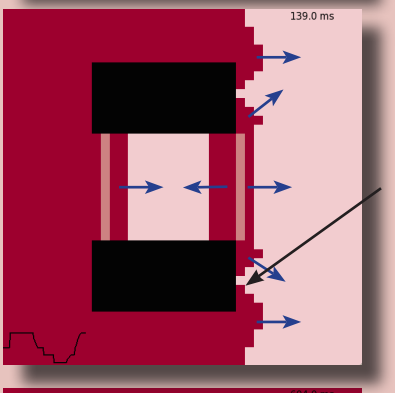
La propagation est rapide et les durées des périodes réfractaires/de repos sont intermédiaires



Ré-entrée sur la droite

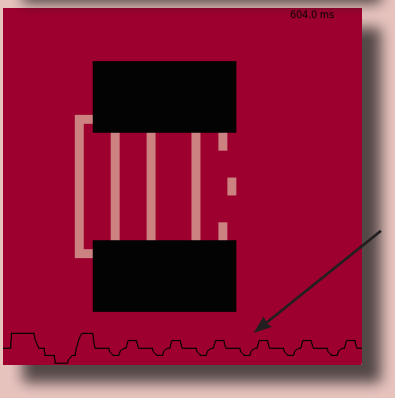
Ré-entrée sur la gauche





Propagation arythmique

Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent

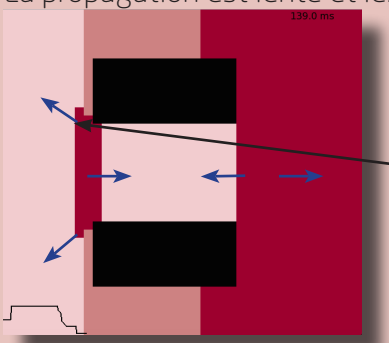


Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

Répétition d'un motif anormal de QRS

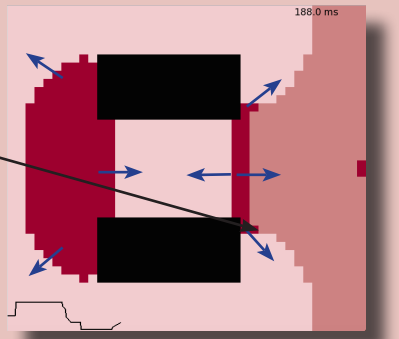
Paramètre 1 : cran 3 / Paramètre 2 : cran 1

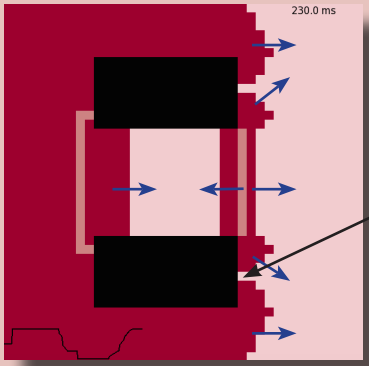
La propagation est lente et les durées des périodes réfractaires/de repos sont rapides



Ré-entrée sur la droite

Ré-entrée sur la gauche





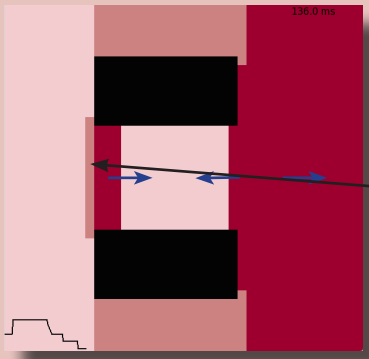
Propagation arythmique

Les 2 fronts d'onde d'excitation se rejoignent

Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

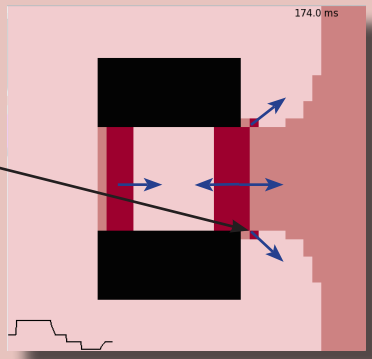
Répétition d'un motif anormal de QRS

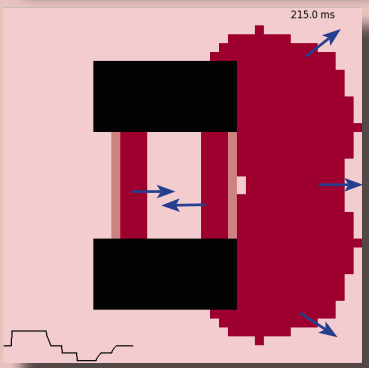
Paramètre 1 : cran 3 / Paramètre 2 : cran 2
La propagation a une vitesse intermédiaire et les durées des périodes réfractaires/de repos sont rapides



Ré-entrée sur la droite

Pas de ré-entrée sur la gauche





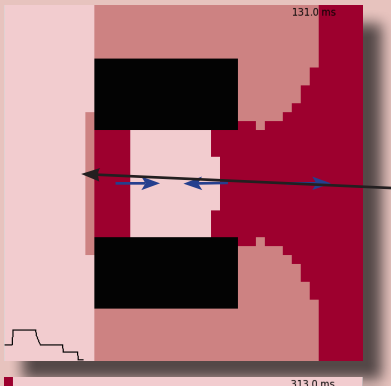
Propagation arythmique

Le front d'onde initié par la ré-entrée de droite poursuit son chemin

Il n'y a plus aucune cellule au repos, les cellules sont sollicitées dès leur sortie de période réfractaire.

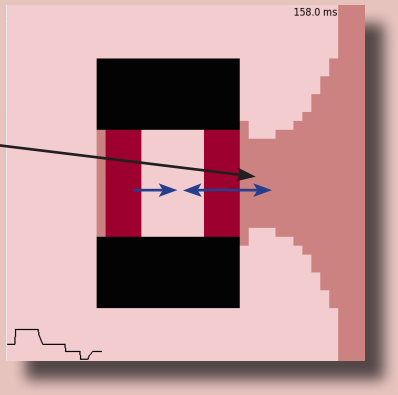
Répétition d'un motif anormal de QRS

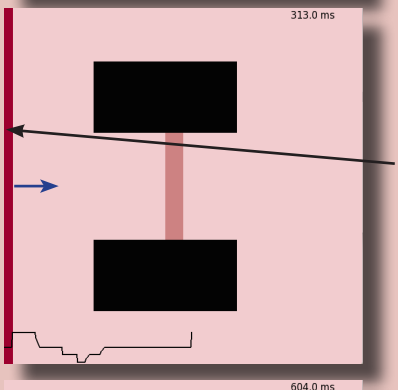
Paramètre 1 : cran 3 / Paramètre 2 : cran 3
La propagation est rapide et les durées des périodes réfractaires/de repos sont rapides



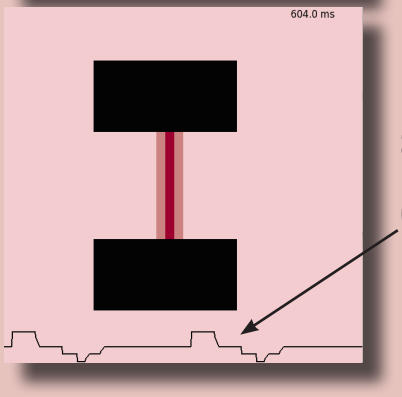
Pas de ré-entrée sur la droite

Pas de ré-entrée sur la gauche





L'onde d'excitation d'origine sinusale ré-apparaît

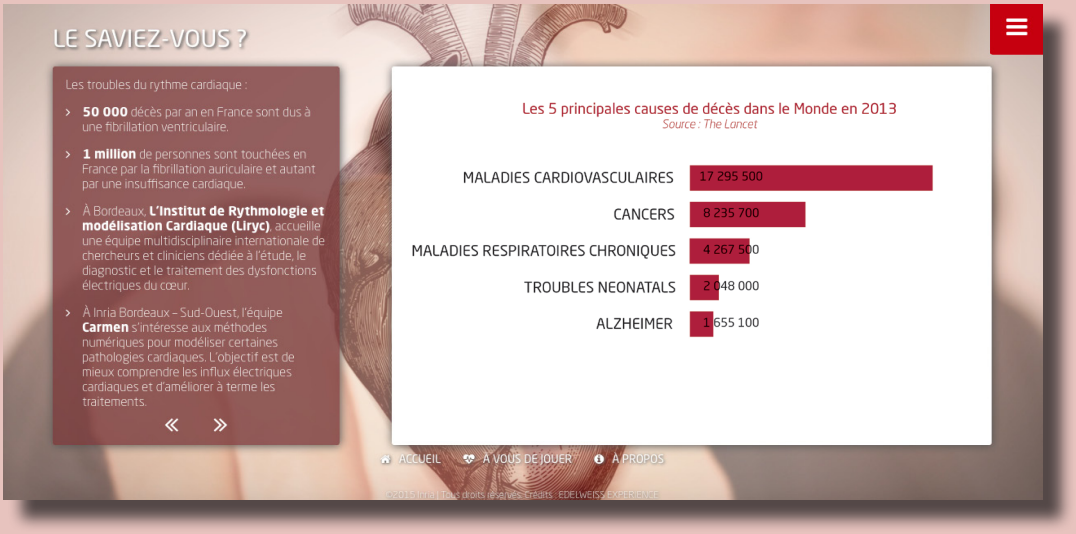


La diffusion du signal est quasi normale hormis la zone à faible vitesse mais cela ne gène pas le rythme général du tissu

QRS élargi (symptôme d'infarctus) mais rythme sinusal.

Niveau 2 : A venir !

LE SAVIEZ-VOUS ?



Le cœur malade en quelques chiffres

Mort subite par fibrillation ventriculaire :

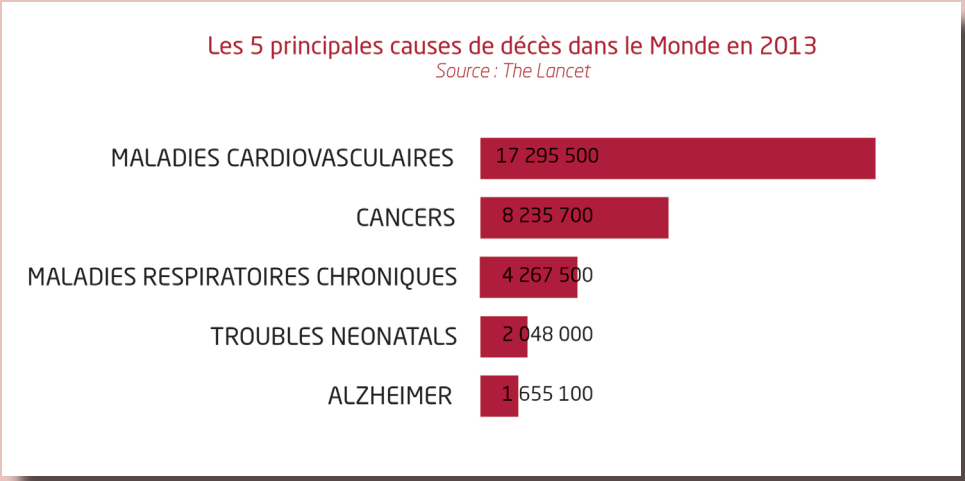
- 6 millions de décès par an dans le monde, dont 350 000 en Europe et 50 000 en France (150 par jour)
- un décès toutes les 10 minutes en France
- taux de mortalité plus élevé que celui des cancers les plus meurtriers (seins, poumon et colorectal)

Fibrillation auriculaire :

- 35 millions de personnes atteintes dans le monde
- dont 1 million en France

Insuffisance cardiaque :

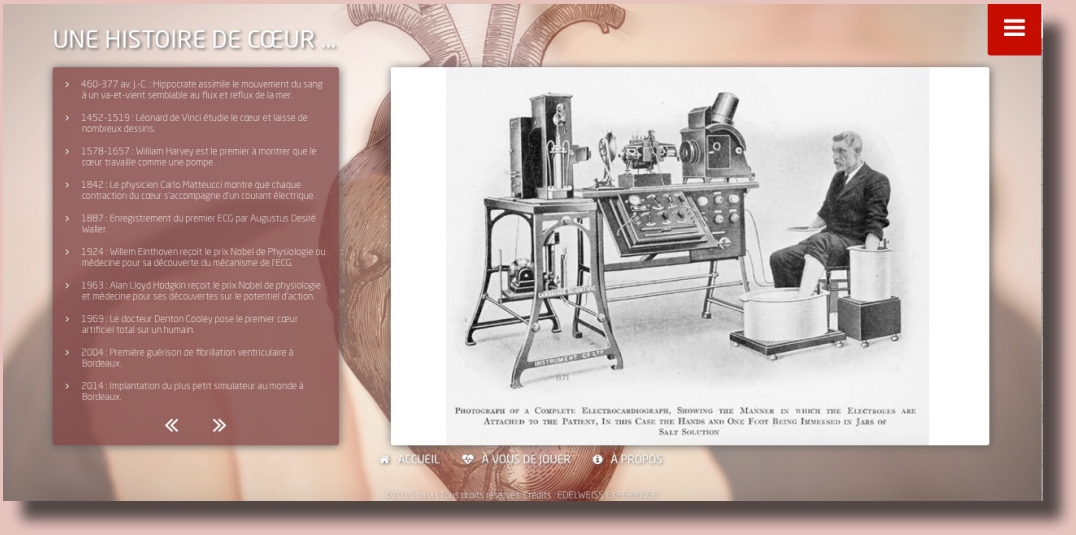
- 23 millions de personnes atteintes dans le monde
- dont 1 million en France
- 10 % des admissions à l'hôpital en France
- 20 000 décès par an en France



Chiffres clés

Débit cardiaque : 5L/min (environ)
Litres de sang pompé par jour : 7 200
Taille moyenne d'un cœur humain : la même que celle d'un poing
Nombre moyen de battements par minute d'un cœur humain : 70
Durée d'un cycle cardiaque : 0,8 s
Poids moyen d'un cœur humain : 250g / de lapin : 5g / de souris : 0.09g
Volume de sang max contenu dans le ventricule : 135mL (au repos)

UNE HISTOIRE DE COEUR



460-377 av. J.-C. : Hippocrate assimile le mouvement du sang à un va-et-vient semblable au flux et reflux de la mer.

Vème siècle av. J.-C. : Hérophile dissèque le cœur et y trouve plusieurs cavités ; on lui doit la première distinction entre les artères et les veines

384-322 av. J.-C. : Pour Aristote, le cœur est l'organe des sentiments et des émotions.

IIIème siècle av. J.-C. : Érasistrate fait des observations très poussées concernant la circulation sanguine. Il est le premier rythmologue.

131-201 : Claude Galien énonce sa théorie humorale des maladies. Son dogme paralyse les progrès de la médecine jusqu'au XIXème siècle.

1452-1519 : Léonard de Vinci étudie le cœur et laisse de nombreux dessins.

1578-1657 : William Harvey découvre et décrit correctement la circulation sanguine. Il est le premier à montrer que le cœur travaille comme une pompe.

XVIII ème siècle : Morgagni montre certaines anomalies cardiaques.

1842 : Le physicien italien Carlo Matteucci montre que chaque contraction du cœur s'accompagne d'un courant électrique.

1887 : Enregistrement du premier ECG par Augustus Desiré Waller

1901 : Enregistrement de l'activité électrique cardiaque par Willem Einthoven grâce au galvanomètre à cordes, premier électrocardiographe ; c'est le point de départ de la rythmologie

Début des années 50 : Premier stimulateur cardiaque utilisable à des fins médicales

1957 : Premier enregistrement d'un potentiel intracardiaque par voie percutanée chez l'homme : enregistrement du potentiel hissien par Puech et Latour.

1958 : Les Suédois Elmquist et Senning implantent pour la première fois un stimulateur cardiaque entièrement implantable

1963 : Alan Lloyd Hodgkin reçoit le prix Nobel de physiologie et médecine pour ses découvertes sur le potentiel d'action

1967 : Christian Bernard réalise la première greffe du cœur au Cap en Afrique du Sud.

1969 : Le docteur Denton Cooley pose le premier cœur artificiel total (au Texas Heart Institut de Houston) sur un patient mourant

1980 : Premières ablations des tachycardies à Bordeaux

2004 : Première guérison de fibrillation ventriculaire à Bordeaux

2013 : 1ère implantation de cœur totalement artificiel CARMAT chez l'homme

2014 : implantation du plus petit stimulateur au monde pour la première fois en France à Bordeaux

À PROPOS

Webographie - Bibliographie

- Le Cœur, fonctionnement, dysfonctionnements et traitements. Collection « Suivre la Science, Dossier documentaire, INSERM - Bernard Swynghedauw - Édition Nathan (1995)
- Physiologie médicale 3ème édition - Ganong, Barrett, Barman, Boitano et Brooks - Édition De Boeck (2012)
- Physiologie, Les cours de L2, M2 Pharma - Bernard Lacour, Jean-Paul Belon - Édition Elsevier Masson (2014)
- Abrégé d'anatomie et de physiologie humaines 6ème édition - Michel Lacombe - Édition Lamarre (2006)
- Manuel d'anatomie et de physiologie humaines - Tortora, Derrickson - Édition De Boeck (2009)
- Physiologie humaine, une approche intégrée 4ème édition – Dee Unglaub Silverthorn - Édition Pearson Education (2007)

- http://www.ihu-liryc.fr
- http://www.wikiwand.com/en/Cardiac_action_potential
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Cœur
- https://fr.wikipedia.org/wiki/Cœur_artificiel
- http://en.ecgpedia.org/wiki/Main_Page
- http://www.ac-grenoble.fr/tice26/sites-flash/sciences.html
- http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs317/fr/
- http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(14)61682-2/abstract

Informations légales

Heart Attack est un jeu proposé par Inria et développé par Thomas Buisset – Agence Edelweiss, avec le soutien de Cap Sciences et Cap'Maths.

Scénario et référents scientifiques : Gwladys Ravon (Doctorante) et Yves Coudière (enseignant-chercheur à l'université de Bordeaux), membres de Carmen, équipe-projet Inria.

Coordination : Service communication et médiation du Centre de Recherche Inria Bordeaux – Sud-Ouest.

Développeur : Thomas Buisset – Edelweiss / Cap Sciences

Graphisme : Thomas Buisset – Edelweiss / ho Travail

IMAGES - Ce projet utilise des images et outils tiers :
Illustrations page d'accueil : © Fotolia-Andrea Riva
Animation « Une pompe vitale ! » - ©Centre de développement pédagogique pour la formation générale en science et technologie (Québec)
Illustration « Un potentiel d'action c'est quoi ? » ©Inria
Illustration « Et si la pompe était en panne ? » ©Jonas de Jong - ECGpedia
Illustration « Le saviez-vous ? » ©Inria – Source OMS
Illustration « Une histoire de cœur » - Domaine public

Toute reproduction, partielle ou totale des contenus du Serious Game « Heart Attack » est interdite sans l'accord préalable des propriétaires des contenus et leur ayant droits.
Heart Attack est une marque déposée.

Cette réalisation a été rendue possible grâce au soutien d'Inria, de Cap'Maths, de l'IHU Liryc, du CHU de Bordeaux, de l'INSERM, de l'université de Bordeaux, du CNRS et de l'ANR (HR-CEM).