

Travaux Personnels Encadrés

# LE PACEMAKER

# **SOMMAIRE**

|                                                 |       |
|-------------------------------------------------|-------|
| <b><u>Introduction</u></b> .....                | p. 3  |
| <b>I) Historique et évolution</b> .....         | p. 4  |
| <b>II) les composants du pacemaker</b> .....    | p. 6  |
| 1) Le boîtier                                   |       |
| 2) Les sondes                                   |       |
| 3) la pile au lithium                           |       |
| <b>III) Indications</b> .....                   | p. 12 |
| <b>IV) Le fonctionnement du pacemaker</b> ..... | p. 16 |
| <b>V) Les précautions à prendre</b> .....       | p. 17 |
| <b>VI) Statistiques</b> .....                   | p. 18 |
| 1) Le développement en France                   |       |
| 2) Les complications                            |       |
| <b>VII) Modélisation</b> .....                  | p. 21 |
| <b><u>Conclusion</u></b> .....                  | p. 22 |
| <b><u>Bibliographie</u></b> .....               | p. 23 |

## Introduction:

Lorsque le coeur n'assure plus sa fonction de régulation des battements, on pratique l'implantation d'un pacemaker ou stimulateur cardiaque. Lorsque les battements du coeur sont trop lents, le pacemaker le capte et envoie en réponse une décharge électrique qui a pour but d'accélérer les battements.

C'est un stimulateur cardiaque, équivalent à une pile , que l'on implante dans l'organisme dans le but de délivrer des impulsions électriques au coeur.

Nous pourrions donc nous demander quelles sont les origines de cet appareil, de quoi est-il composé et comment fonctionne-t-il, quels problèmes peut-on rencontrer lorsqu'on est porteur d'un pacemaker?

Nous verrons donc l'évolution du pacemaker au fil des années puis sa composition, les raisons pour lesquelles la pose d'un pacemaker est nécessaire, son fonctionnement ainsi que les dangers qui peuvent survenir lorsque le pacemaker interagit avec des éléments extérieurs. Ensuite nous présenterons les études statistiques concernant les stimulateurs cardiaques et pour finir la modélisation réalisée pour illustrer le principe de la stimulation.

## **I) Historique et évolution:**

**1780:** Luigi Galvani, physicien et médecin italien (1737-1798) démontre que la stimulation électrique d'un nerf provoque la contraction du muscle relié.

**1791:** il répète la même expérience avec succès sur le coeur.

**1872:** Duchenne de Boulogne (1806-1875) médecin neurologue français, fondateur de la neurologie et grand clinicien du XIXème siècle, tente de ressusciter une noyée avec des impulsions électriques rythmées.

**1889:** les expériences de J.A. Mc William montrent que l'application de pulsions électriques à un coeur humain en asystolie, c'est-à-dire qui n'a plus d'activité électrique ni dans les oreillettes ni dans les ventricules, entraîne une contraction ventriculaire et qu'un rythme cardiaque de 60-70 battements par minute peut être obtenu par l'application d'impulsions à la même fréquence.

**1926:** Dr Mark Lidwell anesthésiste australien, soutenu par le physicien Edgar H. Booth, conçoit un appareil portatif connecté à une source d'alimentation. Ce dernier possédait un fil conducteur appliqué sur la peau du patient humidifiée avec une solution saline très concentrée afin d'augmenter la conductivité; ainsi qu'un deuxième fil conducteur prolongé d'une aiguille isolée sauf à la pointe plantée dans la cavité cardiaque appropriée. Le stimulateur cardiaque produit de 80 à 120 impulsions par minute, avec un voltage de 1,5 à 120 volts.

**1928:** l'appareil est utilisé pour ressusciter un enfant mort-né à l'Hôpital Women's Crown Street de Sydney, dont le coeur a continué à battre tout seul au bout de 10 minutes de stimulation.

**1932:** Albert Hyman, physiologiste américain travaillant indépendamment, dépose le brevet pour une machine à manivelle délivrant des impulsions électriques au coeur par l'intermédiaire d'une aiguille enfoncée dans ce dernier. Il qualifie son invention de "pacemaker".

**1950:** John Hopps, ingénieur électricien Canadien, conçoit et construit un pacemaker externe. Ce dernier est constitué d'un périphérique extérieur utilisant la technologie des tubes sous vide pour fournir la stimulation. Cette dernière étant transcutanée c'est douloureux pour le patient, et le pacemaker étant branché à une prise murale le patient risquait d'être électrocuté en induisant une fibrillation ventriculaire.

**1957:** l'ingénieur Earl Bakken de Minneapolis, au Minnesota, produit le premier stimulateur portable externe pour un patient du Dr C. Walton Lillehei. Ce régulateur cardiaque à transistor, est logé dans une petite boîte en plastique. La fréquence cardiaque de stimulation et de tension de sortie sont réglables. Le pacemaker est relié à un conduit d'électrode qui traverse la peau du patient et qui se termine par des électrodes fixées à la surface du myocarde (muscle du cœur).

Le transistor est un composant électronique actif utilisé principalement comme interrupteur commandé et pour l'amplification, mais aussi pour stabiliser une tension, moduler un signal ainsi que de nombreuses autres utilisations.

**1958:** Un pacemaker entièrement implantable est pour la première fois implanté à un humain à l'Institut Karolinska à Solna, en Suède. Ce stimulateur cardiaque conçu par Rune Elmqvist et le chirurgien Åke Senning, est relié à des électrodes attachées au myocarde par thoracotomie. Le dispositif échoue au bout de trois heures. Puis un deuxième appareil a ensuite été implanté et dure deux jours.

Le tout premier patient, Arne Larsson, eut 26 stimulateurs différents au cours de sa vie. Il mourut en 2001, à l'âge de 86 ans.

Les **années 1960** verront l'apparition des sondes endocavitaires qui sont utilisées de nos jours: l'électrode est introduite dans les cavités cardiaques par une ponction d'une veine et ne nécessite donc plus un chirurgien pour positionner celle-ci à la surface du cœur. Les premiers appareils avec fonction d'écoute apparaissent durant la même période.

Le milieu des années 1970 voit apparaître deux progrès majeurs: premiers stimulateurs programmables par un boîtier externe, utilisant des radio-fréquences

**1963:** premiers stimulateurs double-chambre

**1972:** implantation du premier stimulateur à combustible atomique. Ce modèle est abandonné à la fin des années 1980.

Les **années 1980** sont marquées par les stimulateurs asservis (augmentant la fréquence de stimulation avec l'effort du patient).

La fin des **années 1990** voit apparaître les stimulateurs multisites permettant de stimuler les deux ventricules (ou oreillettes) de manière synchrone permettant une amélioration en cas d'insuffisance cardiaques.

## II) les composants du pacemaker

### 1) le boîtier:

Le pacemaker est composé de:

- Une coque en titane hermétique.
- Une pile au lithium.
- Un circuit électronique permettant une programmation réglable de l'extérieur.

La taille du stimulateur a aussi été considérablement réduite et reste principalement limitée par la taille de la batterie/pile intégrée (jusqu'à 10 centimètre cube).

La taille des boîtiers de stimulation cardiaque à été réduite du fait de très nombreux progrès réalisés dans le domaine de l'électronique, ce qui améliore le confort des personnes ayant bénéficiés de la pose d'un stimulateur cardiaque.



## 2)Les sondes:

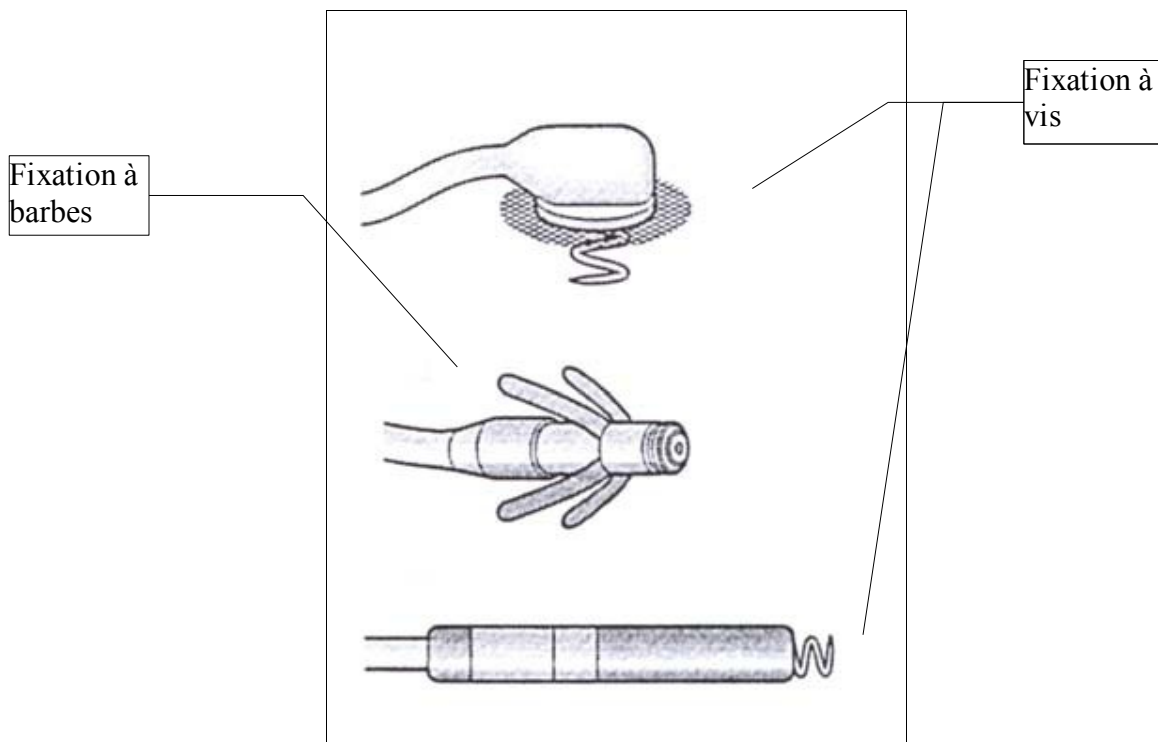
Les sondes du pacemaker relient le stimulateur au coeur permettant ainsi la transmission du courant électrique chargé de stimuler le coeur ou de détecter ses variations d'activité.

Une sonde est un fil conducteur de 50 à 60 cm isolé accroché au boîtier grâce à un connecteur et qui se termine par une électrode fixée à l'endocarde, tissu recouvrant l'intérieur des cavités du coeur.

### **a)Les moyens de fixation**

Les sondes sont fixées à l'endocarde pour éviter qu'elles se déplacent et provoquent des lésions.

Elles peuvent être fixées grâce à des barbes qui sont des excroissances du matériau isolant auprès de l'électrode distale, mais aussi grâce à des vis.

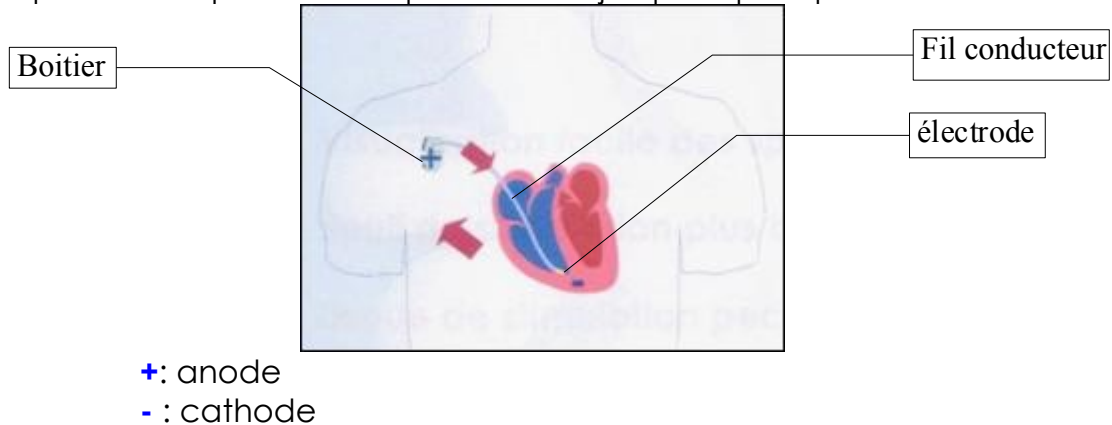


Les types de fixation des électrodes

## **b)La polarité des sondes**

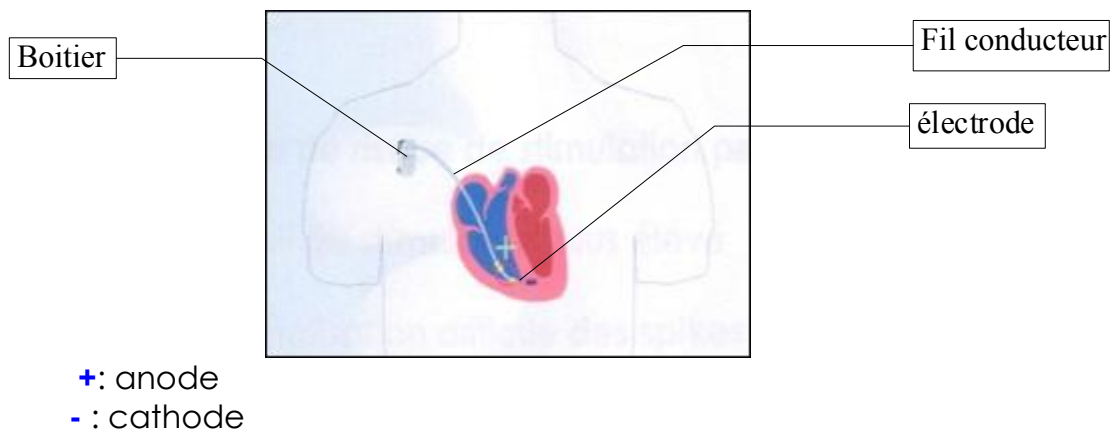
Il existe différentes polarités de sondes, les pôles négatifs et positifs peuvent être placés différemment selon le type de sonde.

Le pôle négatif, ou cathode, des sondes unipolaires correspond à l'électrode de la sonde et le pôle positif, ou anode, se situe au niveau du boîtier. Le courant électrique passe ainsi par le fil conducteur de la sonde et va jusqu'à l'électrode, le courant passe alors par les tissus pour revenir jusqu'au pôle positif.



Sonde unipolaire

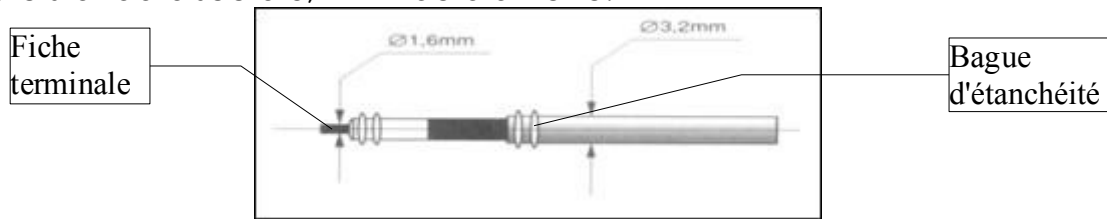
Pour les sondes de type bipolaire, la cathode est aussi située au niveau de l'électrode mais l'anode n'est situé qu'à environ 20 mm de l'électrode au bout d'un autre fil conducteur isolé. Le champ électrique est alors intracardiaque.



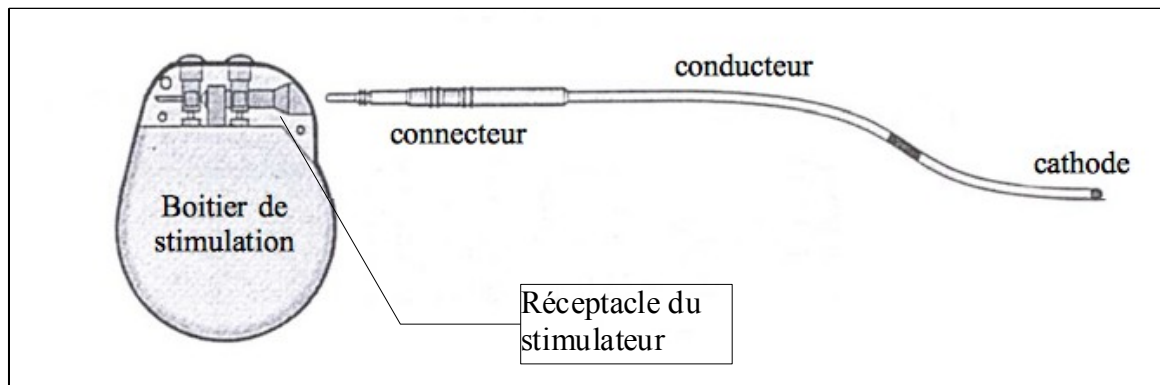
Sonde bipolaire

### **c)Le connecteur**

Le connecteur de la sonde et du stimulateur doivent être compatibles pour qu'il n'y ai pas de fuite de courant au niveau du raccord, la taille des connecteurs à donc été standardisée à 3,2 mm de diamètre.



Connecteur d'une sonde de stimulation



Différentes parties du pacemaker

Le réceptacle du stimulateur peut contenir ou non des bagues d'étanchéité.

### **d)Le conducteur**

Le conducteur est composé de plusieurs fils enroulés ce qui permet une grande flexibilité et une bonne résistance mécanique. Ces fils sont en platine iridium, carbone ou elgiloy. Ce dernier est un alliage de cobalt, nickel, molybdène, manganèse, chrome et fer. Tous ces matériaux ont une meilleure résistance à long terme. La résistance électrique des sondes modernes est très faible, de l'ordre de 10 Ohms.

Le conducteur est recouvert d'un isolant en silicone ou polyuréthane de dureté 55D.

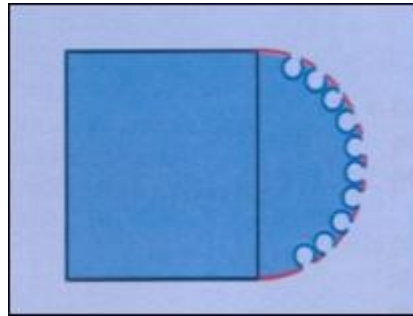
La silicone est un matériau qui possède d'excellentes capacités de biocompatibilité, c'est-à-dire qu'il ne provoque pas de réaction immunitaire. La silicone est aussi flexible, résistante mécaniquement et peut être réparée, ce qui explique le choix de ce matériau pour isolant. Mais elle doit être épaisse car elle se déchire facilement. Son indice de friction étant important des études sont faites sur le traitement de sa surface afin de le diminuer.

Le polyuréthane de dureté 55D est un matériau très résistant à faible indice de friction et faible épaisseur. Par conséquent, les sondes sont de plus petits calibres que celles à la silicone. Par contre, il est rigide et non réparable.

### e) L'électrode

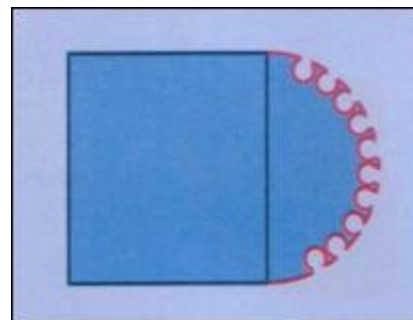
L'électrode est fixée à l'endocarde et permet la stimulation et la détection cardiaque. Elle est constituée de carbone vitreux, matériau poreux qui permet de minimiser les pertes d'énergie par polarisation, dues au mouvement massif des ions de sodium vers l'électrode pendant la stimulation, en améliorant l'efficacité de la détection.

Pour la stimulation, la surface est minimisée afin de diminuer le seuil de stimulation et la consommation d'énergie. Cependant, la surface de détection est maximisée pour augmenter la capacité de détection.



—: surface de stimulation

Sonde en stimulation



—: surface de détection

Sonde en détection

Certaines électrodes ont un réservoir central contenant 1mg de dexaméthosone sodium phosphate qui est diffusé localement de façon passive. Cela réduit la durée de la réaction inflammatoire au niveau des tissus cardiaques et de l'électrode. Les sondes de ce type sont appelées sondes stéroïdes.

-----

Ainsi chaque caractéristiques des sondes est optimisée afin d'augmenter le confort du patient porteur d'un pacemaker.

### 3) la pile au lithium:

Les piles au lithium sont des piles dont l'anode est en lithium ou en composé de lithium. En fonction de leur conception et des matériaux utilisés, leur tension délivrée varie de 1,5 à 3,7V, soit plus du double de celle délivrée par les piles salines et alcalines. Les piles au lithium ont alors une durée de vie beaucoup plus importante que les piles alcalines.

À l'anode, le lithium (Li) s'oxyde en ions lithium (Li<sup>+</sup>):



Les électrons libérés d'un côté et consommés de l'autre circulent pour donner un courant électrique.

Soit une équation globale:  $2\text{SOCl}_2 + 4\text{Li} \rightarrow 4\text{Li}^+ + 4\text{Cl}^- + \text{SO}_2 + \text{S}$

$\text{SOCl}_2$ :chlorure de thionyle       $\text{SO}_2$ :dioxyde de soufre

La pile s'arrête donc de fonctionner lorsque le lithium est entièrement consommé, ou que le réactif de cathode (ici, chlorure de thionyle) est entièrement consommé.

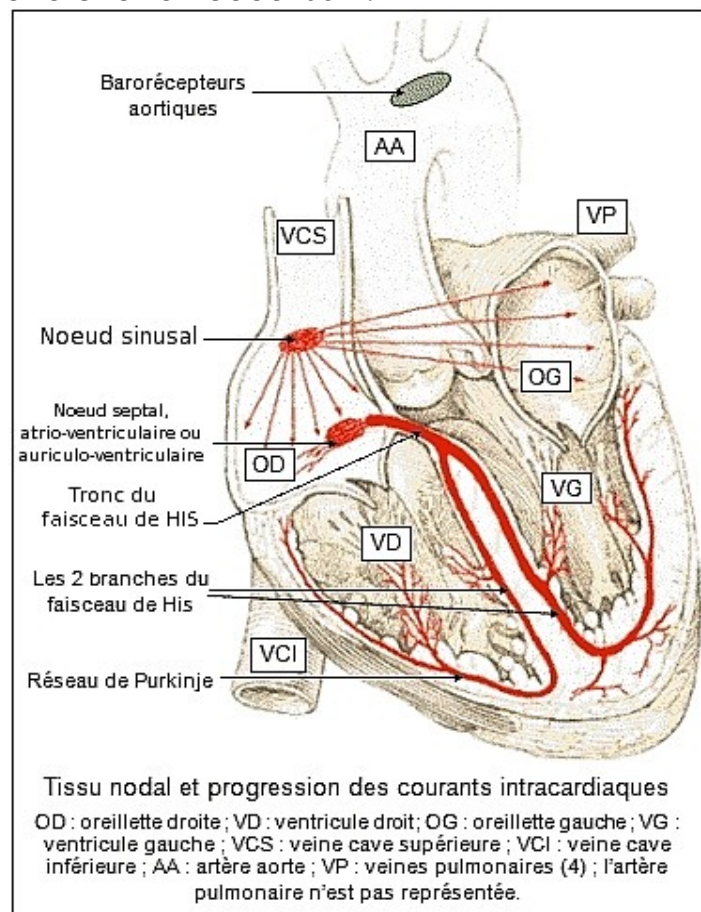
Les piles au chlorure de lithium-thionyle ont une densité énergétique importante. Dans celles-ci, un mélange liquide de chlorure de thionyle et lithium jouent respectivement les rôles de la cathode et de l'électrolyte. Un matériel poreux en carbone sert d'électrode positive, de cathode qui reçoit les électrons du circuit extérieur. Cependant, les piles au chlorure de lithium-thionyle ne sont généralement pas vendues aux consommateurs, par contre elles sont utilisées dans les milieux commerciaux et industriels, ou installées dans des appareils pour lesquels le changement de piles n'est pas effectué par le consommateur lui-même.

### III) Indications:

Le stimulateur cardiaque est indiqué dans tout cas de défaillance des voies de conduction électrique naturelles du cœur (noeud sinusal, noeud auriculoventriculaire, tronc et branches du faisceau de His), en particulier lorsque celles-ci ne permettent plus d'obtenir des contractions à fréquence normale (80/min).

#### 1) Le tissu nodal

Voici dans un premier temps, les différentes parties du tissu nodal c'est-à-dire de l'innervation du cœur, par laquelle passent les stimulations électriques permettant la contraction des différents muscles cardiaques à une fréquence régulière et synchrone chez un cœur sain.



Le tissu nodal contrôle la fréquence et l'ordre des contractions des différents muscles du cœur de façon autonome. On a alors chez un cœur sain une fréquence d'environ 80 battements par minute.

Mais cette fréquence peut être augmentée ou diminuée en fonction de l'activité de l'individu grâce à une riche innervation reçue du système nerveux végétatif. Ce système est autonome, c'est-à-dire qu'on ne dirige pas consciemment contrairement au système nerveux somatique.

Le contrôle de l'activité du coeur par le tissu nodal s'effectue grâce aux différents noeuds et nerfs:

- Le noeud sinusal qui est le siège de l'automatisme d'où partent les ondes électriques

- Le nœud septal qui transmet l'onde électrique aux 2 oreillettes

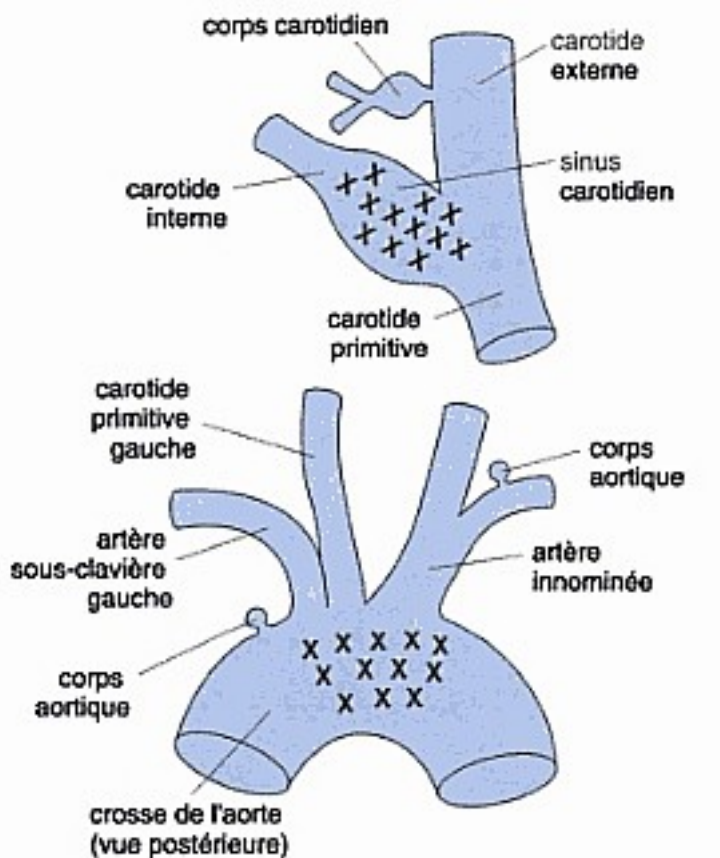
- Puis le faisceau de His ainsi que le réseau de Purkinje qui permettent la transmission du signal aux ventricules.

## 2) Indications et différents types de stimulation cardiaque

Il existe principalement trois types de stimulation cardiaque qui correspondent à l'implantation de différents pacemakers.

La stimulation auriculaire effectuée grâce à un pacemaker monochambre est indiquée:

\*lors d'une dysfonction sinusale isolée dont peut résulter une bradycardie (ralentissement excessif du rythme cardiaque) ou une pause sinusale prolongée s'il n'y a pas de trouble de conduction atrio-ventriculaire ni d'hyperréflexie sino-carotidienne (réponse exagérée à diverses excitations au niveau des barorécepteurs du sinus carotidien )



X: sites de barorécepteurs

Sites des barorécepteurs du sinus carotidien et de la crosse de l'aorte

William F. Ganong, *Physiologie médicale*, 2005

La stimulation ventriculaire, technique la plus ancienne, aussi effectuée grâce à un pacemaker monochambre, est indiquée:

- \*en cas d'arythmie par fibrillation auriculaire permanente

L'arythmie par fibrillation est l'action non coordonnée des cellules du myocarde (muscle du cœur) auriculaires, ce qui induit une contraction rapide et irrégulière des oreillettes cardiaques et, par suite, des ventricules situés juste en dessous.

Cette fibrillation peut être définie comme:

- o Paroxystique (se terminant spontanément), d'une durée inférieure à 7 jours et récurrentes,

- o Persistantes, d'une durée de plus de 7 jours, ne cédant pas spontanément,

- o Permanente, si cette arythmie à plus d'un an et n'a pas été réduite.

- \*en cas d'absence de fibrillation auriculaire, si il y a conduction électrique auriculo-ventriculaire paroxystique avec sollicitation rare de la stimulation

La stimulation double chambre qui nécessite une double insertion de sondes électrodes est indiquée:

- \*en cas de dysfonction sinusale avec conduction électrique auriculo-ventriculaire ou conduction auriculo-ventriculaire isolée permanente.

La double stimulation atriale, variante de la stimulation double chambre, est préconisée par Boaz A. Markewitz, professeur assistant au département de médecine interne de l'université de Utah aux Etats Unis, en 1985 :

- \*dans certains cas de stimulation après la greffe d'un cœur

Lors d'un exercice, ce stimulateur détecte les stimulations sinusales( fonction toujours actives du receveur) pour ensuite en créer dans le greffon afin d'augmenter la fréquence de stimulation de façon synchronisée.

#### **IV)Le fonctionnement du pacemaker:**

Le stimulateur cardiaque est un dispositif fournissant à intervalle précis des impulsions électriques.

De multiples paramètres, tels que la ventilation-minute, la mesure de la saturation d'oxygène dans le sang, la température ou l'accélération ont été utilisés comme paramètres d'asservissement.

Dans les cas des stimulateurs cardiaques, tous ces systèmes concourent à augmenter la fréquence des impulsions de stimulation lorsque l'on détecte une activité croissante du patient porteur de l'appareil, et à diminuer cette fréquence jusqu'à une valeur plancher en cas de diminution de cette activité, tout particulièrement durant les phases de repos du patient.

Les stimulateurs modernes sont pratiquement insensibles à toutes les interférences électromagnétiques (téléviseur, four à micro-ondes), mais restent potentiellement sensibles aux téléphone portable (rayon de 15 cm), plaques à induction pour la cuisson et portique antivol des magasins. On mets donc en garde les patients pour éviter les situations à risques. En ce qui concerne les portiques, on conseille de les franchir tranquillement (pour éviter tout soupçons) mais de ne pas stationner dans leurs champs. On peut réaliser sans problème particulier toutes les investigations médicales complémentaires à base de rayons ultra-sonores ou de rayons X (échographie, scanner...).

L'application d'un aimant en regard du boîtier du stimulateur a deux intérêts :

- ☐ il permet d'obliger le stimulateur à envoyer des impulsions, même si la fréquence spontanée du patient est supérieure à la fréquence minimale programmée.
- ☐ La fréquence sous aimant permet également de s'assurer que la pile n'est pas épuisée. En effet, la fréquence sous aimant varie suivant le degré d'épuisement de la pile. Il existe une fréquence de fin de vie, qui est indiquée par le constructeur et qui, lorsqu'elle est atteinte, impose un remplacement prophylactique du boîtier.

## **V ) Les précautions à prendre :**

Le port d'un pacemaker nécessite quelques précautions à prendre:

- \_ Éviter la proximité des plaques de chauffages à induction
- \_ Le stockage du téléphone portable dans la poche près du pacemaker pendant une longue durée (plusieurs jours)
- \_ Stationner près des arceaux anti-vol des magasins.
- \_ L'utilisation d'un four à micro-ondes en bon état n'est, par contre, absolument pas dangereux.
- \_ Contre indication de l'emploi d'appareils d'électrothérapie ou d'électrostimulation...
- \_ Se présenter en tant que porteur de pacemaker en cas de passage sous des portiques détecteurs de métaux (aéroports...) : risque de déclenchement de l'alarme.
- \_ Au niveau médical : contre indication de passer une l'IRM (imagerie par résonance magnétique nucléaire)

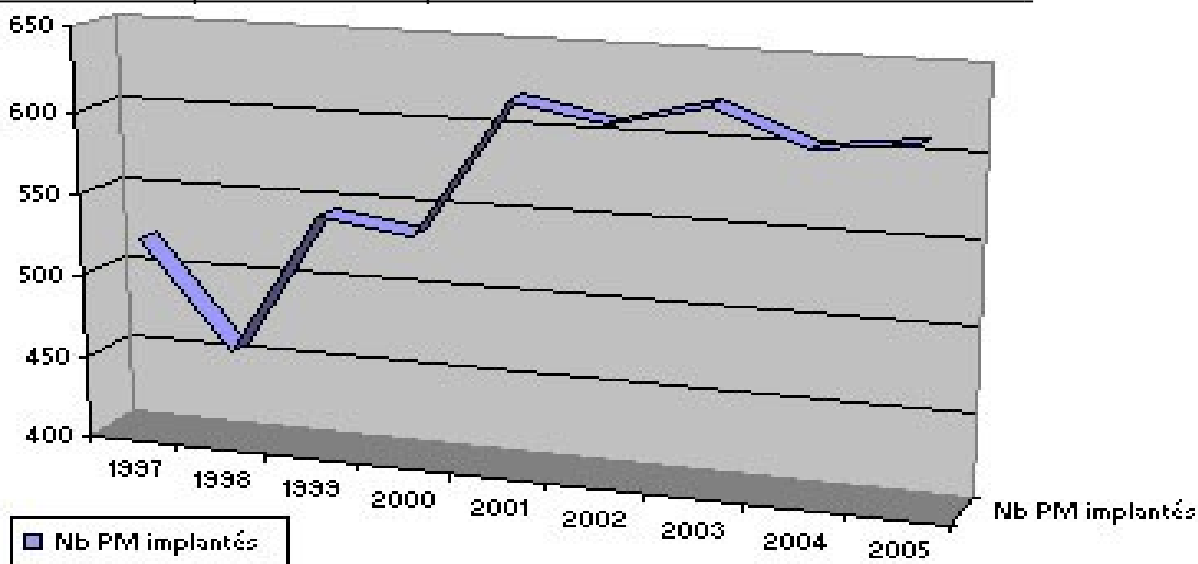
Ce type de précautions est nécessaire pour éviter de dérégler les paramètres du pacemaker en raison des interférences électromagnétiques.

- \_Précautions d'emploi en cas d'utilisation de bistouri électrique.
- \_ Éviter l'exposition solaire directe (risque de brûlure accru du fait de la présence d'une masse métallique pouvant stocker la chaleur.
- \_ Dans le cas du décès du porteur, le stimulateur cardiaque doit obligatoirement être retiré soit par un médecin ou un thanatopracteur. En effet le lithium contenu dans le stimulateur peut exploser à partir de 180 degrés (point de fusion du lithium) en sachant que la température d'un four de crémation varie de 600 degrés à 1100 degrés cela constitue un risque majeur, et même dans le cas où il devrait y avoir enterrement le retrait est obligatoire du fait qu'il se peut que la famille demande ultérieurement une exhumation.

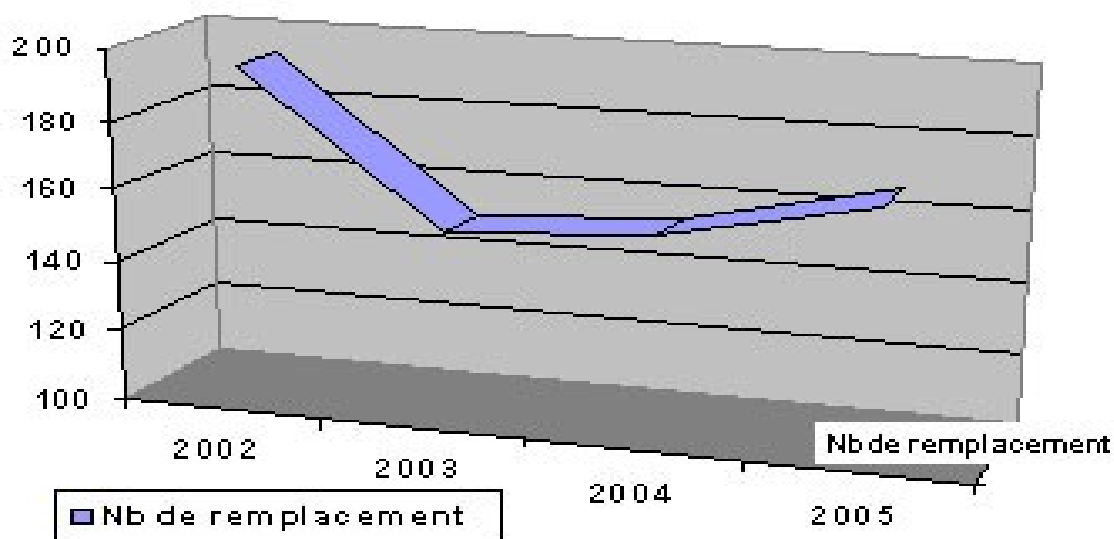
## VI) Des Statistiques:

Nous avons commencé l'informatisation des données concernant les patients implantés d'un stimulateur cardiaque en janvier 2001. Celle-ci nous permet, mois après mois, de mieux évaluer l'impact de nouvelles pratiques professionnelles et s'est inscrite de fait dans une démarche de qualité. Cet outil est devenu pour nous indispensable dans la réalisation des protocoles de recherche clinique et dans l'évaluation des nouveaux matériels.

Nombre d'implantations de pacemaker en France de 1997 à 2005:

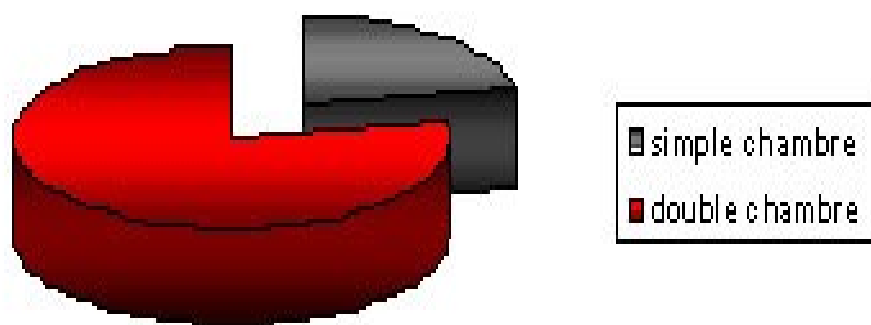


Nombre de remplacements de pacemaker en France de 2002 à 2005:



Le nombre d'implantations augmente régulièrement depuis 10 ans. Le nombre de patients implantés sur l'ensemble du territoire suit la même progression du fait du vieillissement de la population et des nouvelles indications d'implantation. En 2005 c'est plus de 50 000 patients qui ont bénéficié de l'implantation d'un stimulateur cardiaque en France. La majorité des stimulateurs cardiaques implantés sont double chambre. Cette proportion diminue au fur et à mesure que l'âge

augmente. Le nombre de remplacements de boîtier a tendance à diminuer car la longévité des nouveaux modèles est plus importante.



Proportion de stimulateur cardiaque simple et double chambre

Le taux de complications reste très faible. La mise en place d'un stimulateur cardiaque reste une intervention légère. Les risques opératoires ne sont pas dépendants de l'âge du patient mais surtout de la cardiopathie sous jacente et de l'état général. Un patient de 65 ans aux lourds antécédents cardiaques est considéré plus à risque qu'un patient de 85 ans ayant un coeur sain. Il faut faire la différence entre les complications immédiates qui surviennent dans la période post opératoire et les complications tardives qui surviennent à distance de l'acte chirurgical.

Les risques après une implantation d'un pacemaker:

|             | Mortalité | Infection | Déplacement de sonde | Hématome* | Pneumothorax |
|-------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|--------------|
| <b>2003</b> | 0%        | 0.0066%   | 0.066%               |           | 0.003%       |
| <b>2004</b> | 0%        | 0.0085%   | 0.031%               |           | 0.0014%      |
| <b>2005</b> | 0%        | 0.005%    | 0.016%               | 0.025%    | 0.0016%      |

Complications après implantation d'un stimulateur cardiaque

(\* Nécessitant une reprise chirurgicale)

Le déplacement de sonde est de plus en plus rare depuis la généralisation des sondes dites « actives » qui se vissent dans le muscle cardiaque. Le risque de déplacement est maximum dans les jours qui suivent l'implantation. Pour cette raison, les patients restent quelques jours hospitalisés après l'intervention. En cas de déplacement, il faut remonter le patient au bloc pour repositionner la sonde déplacée.

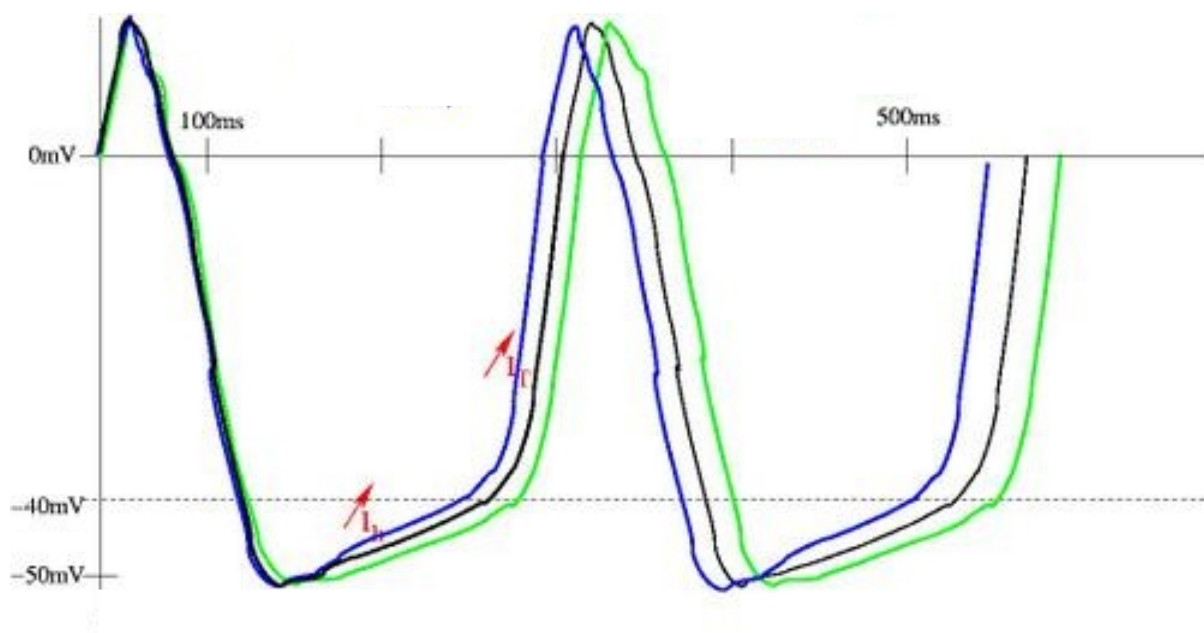
L'hématome est une complication d'autant plus fréquente que le patient prend des traitements « anticoagulants » qui fluidifient le sang. Le risque augmente avec l'âge, la fragilité vasculaire étant plus importante. Pour prévenir cela, nous utilisons systématiquement un anesthésique local contenant un vaso-constricteur. De plus, chaque patient redescend du bloc avec un pansement compressif.

Malheureusement lorsqu'un hématome important survient, il peut nécessiter une reprise chirurgicale.

Un pneumothorax peut survenir lorsque le praticien tente de ponctionner la veine sous clavière afin de pouvoir y introduire la ou les sondes de stimulation cardiaque. Avec son aiguille, il peut créer une brèche dans la plèvre et permettre ainsi à l'air de pénétrer autour du poumon. La conséquence est le non fonctionnement transitoire de l'un des deux poumons. Cette complication rare est traitée facilement par la mise en place d'un drain permettant d'aspirer l'air autour du poumon.

Sur l'ensemble des complications, une place toute particulière doit être faite à l'infection de pace maker. Sa définition fait encore l'objet de nombreux débats au sein de la communauté scientifique. Elle peut prendre de nombreuses formes cliniques plus ou moins spectaculaires dont la dangerosité immédiate est variable d'une situation à l'autre. Dans tous les cas, elle nécessite une prise en charge rapide et énergique en milieu spécialisé. La sanction thérapeutique passe obligatoirement par l'extraction de l'ensemble du matériel soit par voie endovasculaire soit par voie chirurgicale standard. La prévention reste le meilleur des traitements. Nous avons élaboré ainsi des protocoles de préparation du patient et mis en place des règles d'asepsie très strictes.

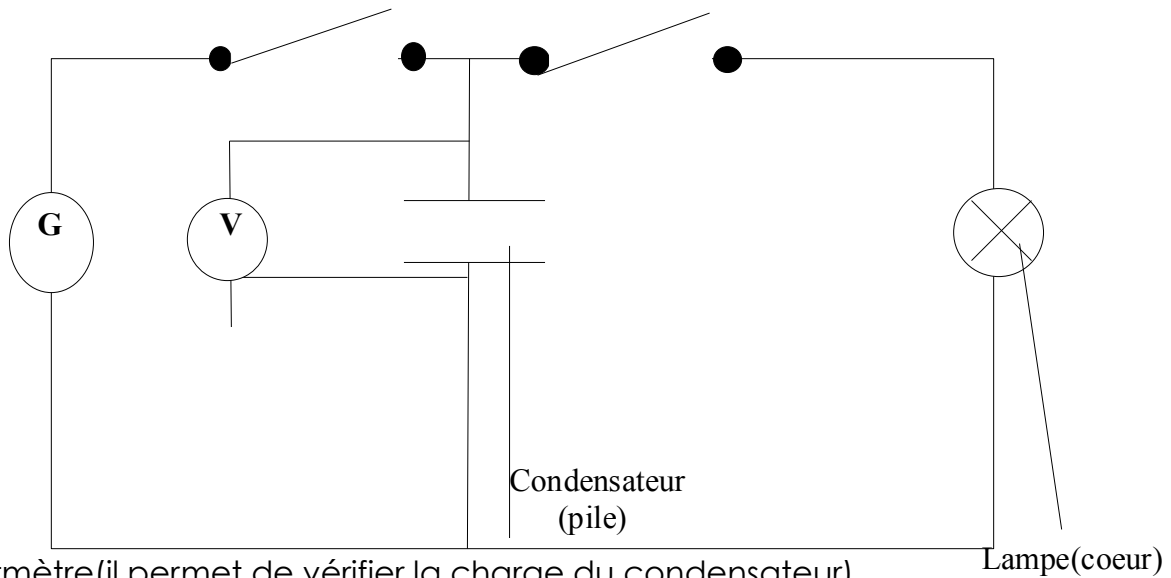
Le taux de complications varie en fonction de l'état général du patient et du terrain cardiaque sous-jacent. Il diminue avec l'expérience de l'opérateur. La gestion des complications liées à l'implantation dépend essentiellement de la qualité de l'équipe médicale et du plateau technique.



Graphique des variations électriques du pacemaker

## **VII)Modélisation:**

Ici, le pacemaker est représenté par un générateur et un condensateur préalablement chargé. Lorsque l'on ouvre un interrupteur, le condensateur se décharge dans une lampe, modélisant le coeur, qui s'allume alors.



V:voltmètre(il permet de vérifier la charge du condensateur)

G:générateur(il charge le condensateur)

## **Conclusion:**

Ainsi nous avons vu que le pacemaker, comme toute invention, ne c'est pas perfectionné en un jour et continu de s'améliorer encore aujourd'hui. Que le pacemaker actuel est composé de plusieurs éléments faits avec des matériaux choisis pour leurs propriétés spécifiques. Qu'il existe différents types de pacemaker, chacun adapté pour un type de dysfonctionnement cardiaque. Que le pacemaker fonctionne avec un système de détection et de stimulation synchronisé avec le coeur. Qu'il faut prendre certaines précaution vis à vis de certains éléments externes pour éviter des problèmes de dérèglement de la programmation et de température du stimulateur. Qu'il existe des risques mais que les avancés médicales et techniques minimalisent. Le siècle dernier le pacemaker électronique implantable était mis au point, aujourd'hui des recherches sont faites pour mettre au point un pacemaker biologique qui pourrait être une alternative à l'électronique.

## Bibliographie:

vidéo:<http://www.bonjour-docteur.com/article.asp> sources:  
<http://www.pacemaker-online.net/service-statistiques.php>  
<http://www.etudiantinfirmier.com/cardio/pacemaker.pdf>  
[http://www.cercles.be/base\\_cercle/fichiers\\_fiches/222.pdf](http://www.cercles.be/base_cercle/fichiers_fiches/222.pdf)  
<http://pacingrp.online.fr/DIU%20postcript/DIU%202501/RemplaPM%20DAI%20S.%20Boveda.pdf>  
<http://www.wikipédia.net>  
<http://www.e-cardiologie.com/examens/ex-pacemaker.shtml>  
<http://www.france5.fr/sante/traitements/W00514/87/>  
<http://www.gralon.net/articles/materiel-et-consommables/materiel-medical/article-le-pacemaker---histoire-d-une-invention-2137.htm>  
[http://biblio.hmr.qc.ca/Publications\\_pdf/S/stimulateur\\_cardiaque\\_med027.pdf](http://biblio.hmr.qc.ca/Publications_pdf/S/stimulateur_cardiaque_med027.pdf)

<http://www.e-cardiologie.com/maladies/ma-fibrauric.shtml>

*Medicopedia, Dictionnaire médical en ligne* [en ligne]. 2006-2010 [consulté en janvier 2010]. Nodal, e, aux Nœud sinusal Nœud septal Nœud de Keith et Flack Nœud d'Ashoff-Tawara Nœud sinoauriculaire. Disponible sur: <http://www.medicopedia.net/term/16067,1.xhtml>

**©2008 THE UNIVERSITY OF UTAH SCHOOL OF MEDICINE • DEPARTMENT OF INTERNAL MEDICINE • PULMONARY DIVISION**

**26 NORTH 1900 EAST, 701 WINTROBE, SALT LAKE CITY, UT 84132 • 801.581.7806** (consulté le dimanche 7 février 2010) Disponible sur: <http://medicine.utah.edu/Internalmedicine/pulmonary/faculty/bio/markewitz.htm>

*Caractérisation de l'abrasion des sondes cardiaques implantables entre elles et transfert de la stérilisation des sondes* Swift, Najib HANNOUCH, Rapport de stage, ELA Medical groupe SORIN, MASTER Management des Technologies en Santé (MTS), UTC, 2005-2006 [consulté en janvier 2010]. Disponible sur: [http://www.utc.fr/~Farges/master\\_mts/2005\\_2006/stages/hannouch/hannouch.htm](http://www.utc.fr/~Farges/master_mts/2005_2006/stages/hannouch/hannouch.htm)

Serge Jodra, *Imago Mundi* [en ligne]. 2004-2010 [consulté en janvier 2010]. Endocarde. Disponible sur : <http://www.cosmovisions.com/endocarde.htm>

*Wikipédia, l'encyclopédie libre* [en ligne]. Fondation Wikimedia, 2003-, mis à jour le 4 février 2010 [consulté en janvier 2010]. Fibrillation auriculaire. Disponible sur : [http://fr.wikipedia.org/wiki/Fibrillation\\_auriculaire](http://fr.wikipedia.org/wiki/Fibrillation_auriculaire)

*Wikipédia, l'encyclopédie libre* [en ligne]. Fondation Wikimedia, 2003-, mis à jour le 17 février 2010 [consulté en janvier 2010]. Stimulateur cardiaque. Disponible sur: [http://fr.wikipedia.org/wiki/Stimulateur\\_cardiaque](http://fr.wikipedia.org/wiki/Stimulateur_cardiaque)

*Wikipédia, the free encyclopedia* [en ligne]. Wikimedia Foundation, 2003-, mis à jour le 26 février 2010 [consulté en janvier 2010]. artificial pacemaker. Disponible sur: [http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_pacemaker](http://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_pacemaker)

Julien Piron, Flavien Charpentier. *L'unité de recherche de l'institut du thorax - UMR 915 Biological* [en ligne]. Site officiel de l'Université de Nantes. Publié le 6 juin 2008, mis à jour le 21 mai 2009. [consulté le lundi 1 mars 2010]. Pacemaker Engineered by Nonviral Gene Transfer in a Mouse Model of Complete Atrioventricular Block. Disponible sur: [http://www.UMR915.univ-nantes.fr/24660503/0/fiche\\_\\_\\_document/&RH=1208361617605](http://www.UMR915.univ-nantes.fr/24660503/0/fiche___document/&RH=1208361617605)

Jacques-Alexandre TRIGANO, *Encyclopædia universalis* [en ligne]. universalis, dates de création et de mise à jour indisponibles. [consulté le 6 novembre 2009]. Stimulation cardiaque. Extrait disponible sur : <http://www.universalis.fr/encyclopedie/stimulation-cardiaque/>