

97èmes journées de l'APHO

le 21 Novembre 2025

***A l'APHO, on fait monter le
cardio !!!***



Atelier n° 3

Intervenant :

Titre :

Défibrillateurs et stimulateurs
cardiaques implantables

Guillaume JEANNE JULIEN **Abbott**

François LESOURD **CHU Rennes**

Stimulateur



1932
pacemaker
externe.
Appareil à
manivelle



1958
1^{er}
Implant 170gr



1960
Pile mercure-
zinc (1-2 ans)



1972
pile
nucléaire
Plutonium
(30 ans)



1972
pile
lithium-
iodure
(8-10 ans)



1975
1er
double
chambre
DDD



1994
1^{er} triple
chambre
CRT-P



1998
télé-
surveillance



2013
sans sonde
2-4g 1cm³



2022
sans sonde
DDD



1947
Première
défibrillation
chez
l'Homme



1980
Premier DAI
Implanté
300gr



2001
1^{er} CRT-D



2012
DAI sous
cutanée



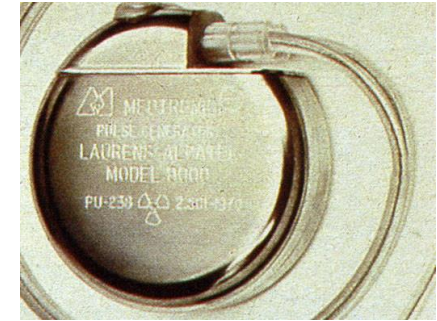
2019
DAI sous
sternal

Défibrillateur

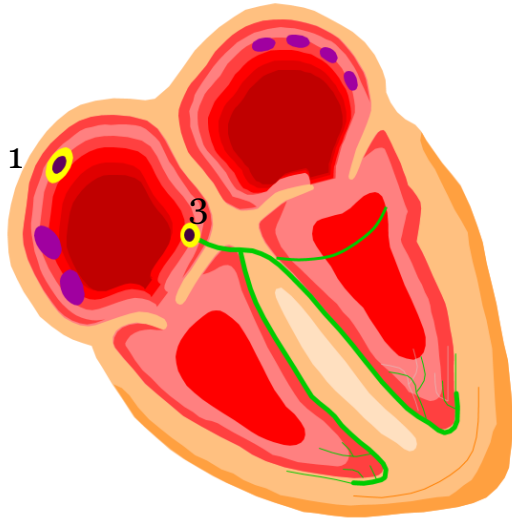
La stimulation cardiaque

Historique

- 1926 : Première stimulation cardiaque par voie externe
- 1957 : Invention du stimulateur cardiaque sur batterie, implanté un an plus tard
- 1970 : Premier stimulateur cardiaque atomique
- 1980 : Invention du défibrillateur implantable
- 2012 : Invention du stimulateur sans sonde
- Aujourd'hui environ 1 000 000 d'implantations de pacemakers par an

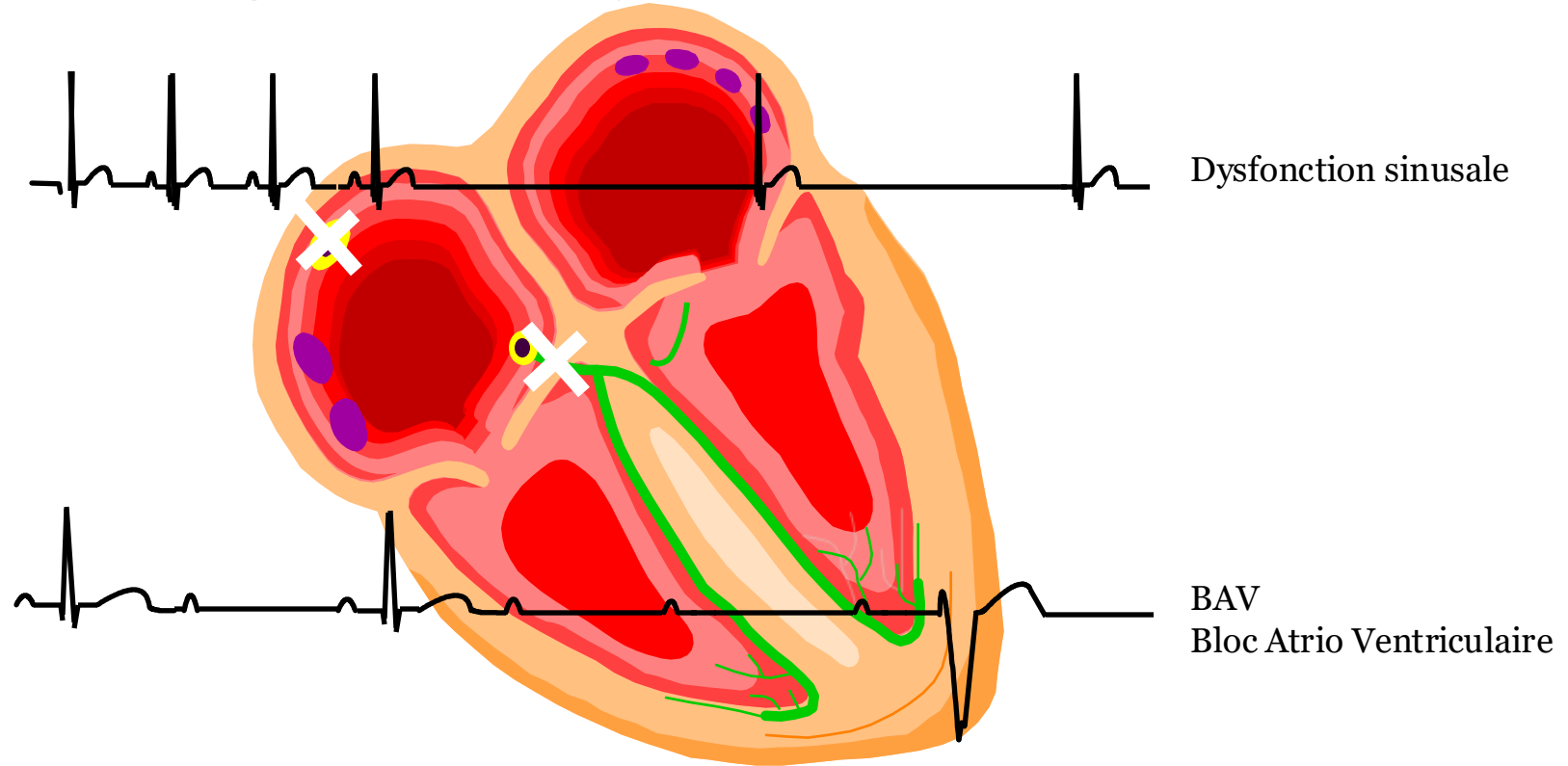


Le système de conduction du cœur



- 1 Le nœud sinusal (chef d'orchestre) excite quelques cellules
- 2 Cette excitation se propage dans les oreillettes ce qui contracte l'oreillette
- 3 Le signal parvient au nœud AV, petite pause
- 4 Puis il se propage dans les ventricules qui se contractent

Les pathologies cardiaques



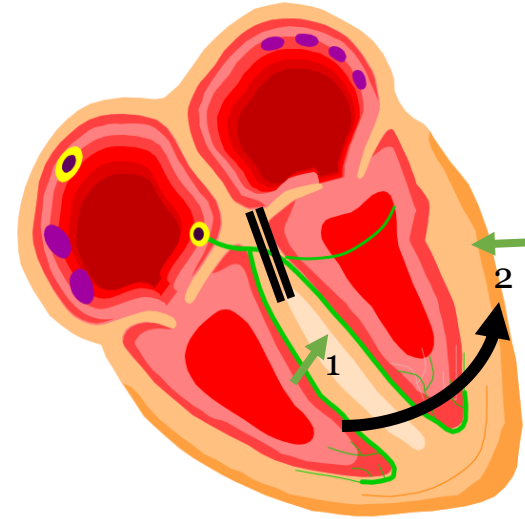
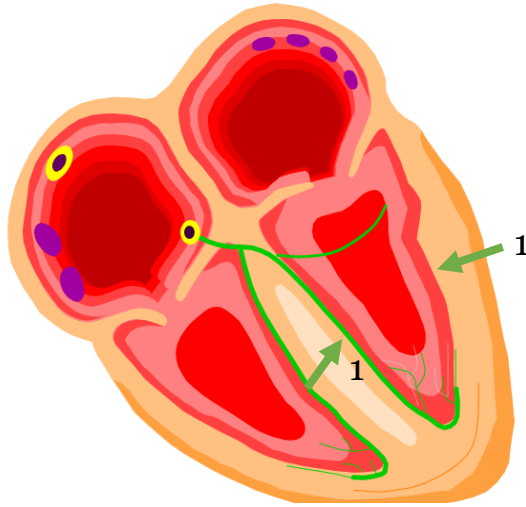
Insuffisance cardiaque : Une cause est l'asynchronisme gauche

Souvent c'est le ventricule gauche qui se contracte de façon asynchrone:

D'abord la paroi du septum (1), puis la paroi latérale (2)

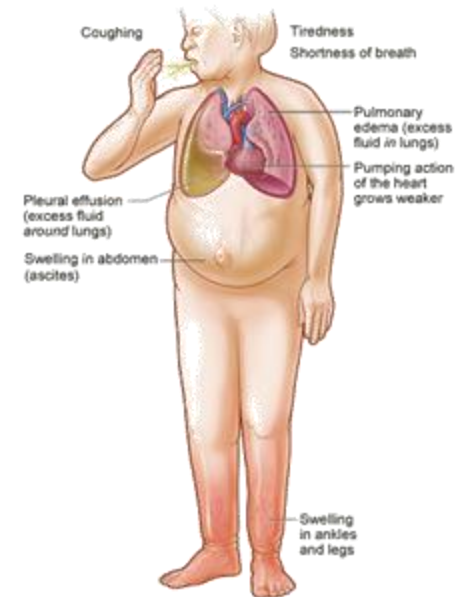
Contraction normale synchrone

Contraction asynchrone



L'insuffisance cardiaque

- Dysfonctionnement de la pompe cardiaque
- Baisse de la fraction d'éjection : $\text{Volume éjecté} / \text{Volume total}$
- Symptômes:
 - Patient essoufflé parfois même au repos,
 - Œdème (rétention d'eau)
- Pronostic : 50% de survie à 5 ans



Lexique

- PM : pacemaker
- DAI : Défibrillateur automatique implantable
- SR : Simple Chambre (une seule sonde, une seule cavité stimulée) ou aussi VVI(R)
- DR : Double Chambre (deux sondes, deux cavités stimulées) ou aussi DDD(R)
- CRT : Cardiac Resynchronisation Therapy (CRT-P ou CRT-D)

Les boitiers

Ils sont composés :

- Une batterie
- Une coque hermétique en titane
- Des connecteurs en époxy (plastique) pour brancher les sondes. Selon le type de boîtier (simple, double ou triple) il peut y avoir entre 1 et 3 trous.

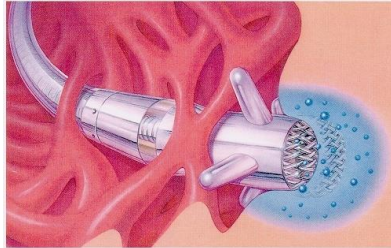


Caractéristiques des sondes de stimulation

- Sonde de stimulation :



- Type de fixation: barbillon (fixation passive) ou à vis (fixation active) ou juste la courbure pour les sondes gauches



VD (IS1)



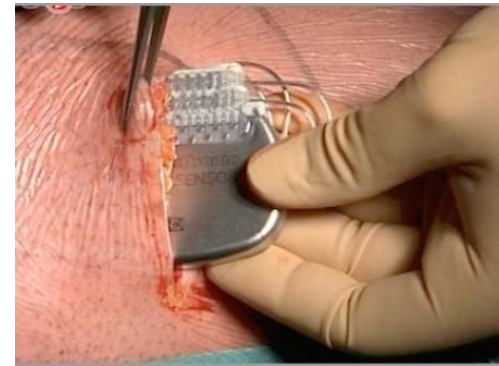
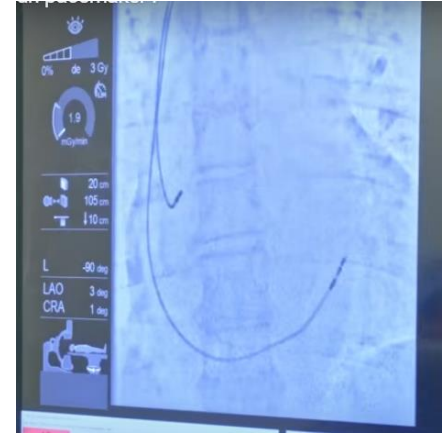
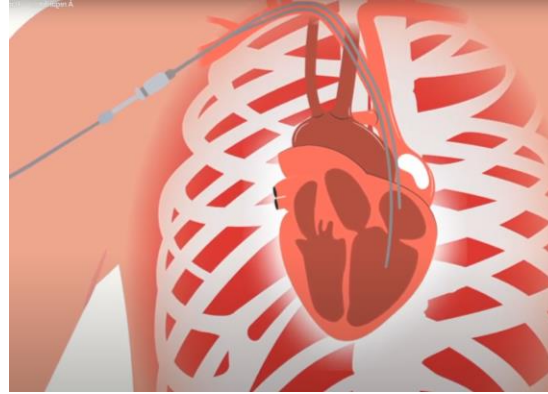
OD ou VD
(IS1)



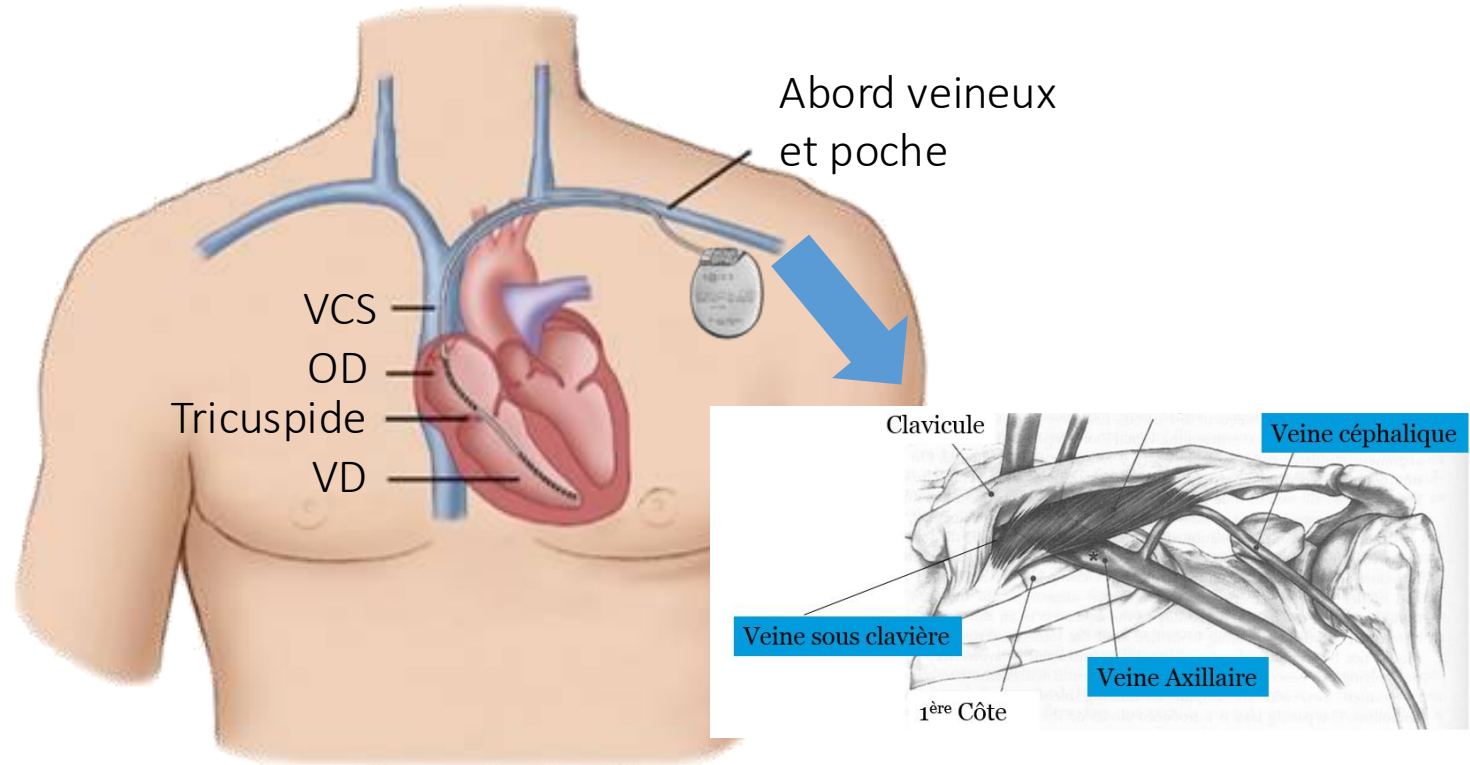
VG (IS4 ou IS1)

Quel choix de pacemaker ?

- VVI : patient en BAV et en FA permanente
- DDD : patient en BAV ou dysfonction sinusale (permet de garder le synchronisme entre l'oreillette et le ventricule)
- CRT-P : patient insuffisant cardiaque



Technique d'implantation endocavitaire

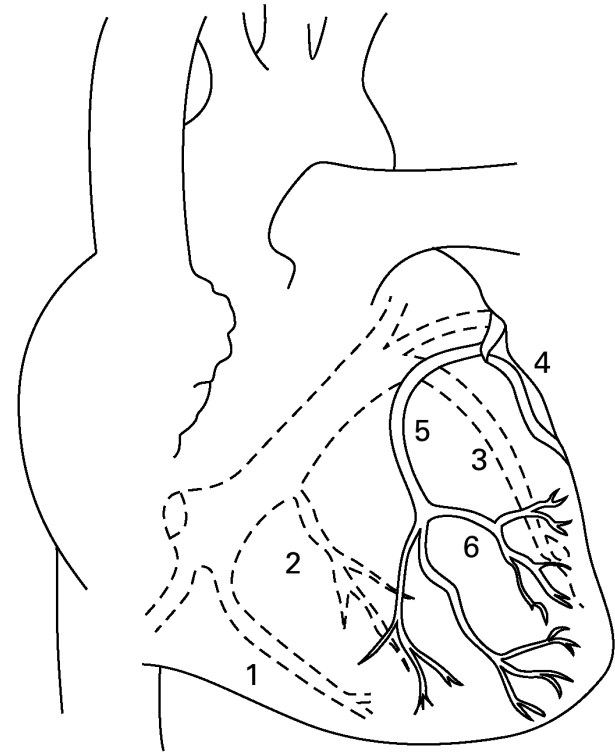


Technique d'implantation sonde Ventriculaire Gauche

La sonde gauche ne se met pas DANS le ventricule gauche mais à l'extérieur dans une veine qui sillonne le long du ventricule gauche.

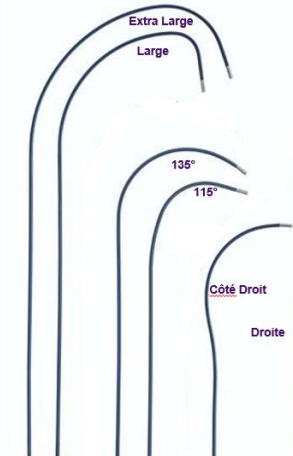
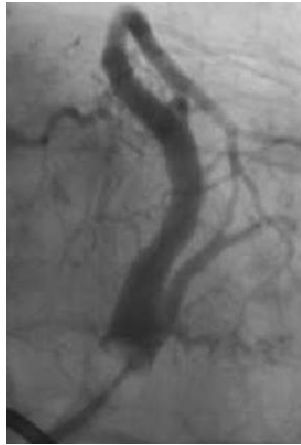
La veine cible sera la branche la plus latérale possible du sinus coronaire.

Pour accéder à cette veine, on passe donc par l'oreillette droite par l'ostium du sinus coronaire, on remonte le sinus à la recherche de la veine latérale qui accueillera la sonde.

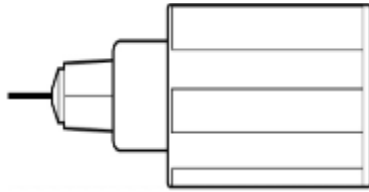


Accessoires pour le CRT, Triple chambre

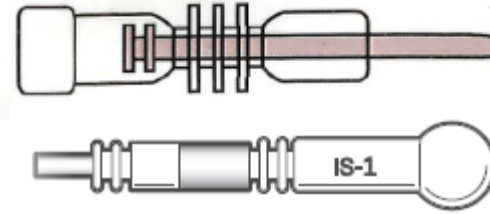
- Il faut tout un ensemble d'outil:
 - Gains externes et internes
 - Cutter (pour retirer la gaine quand la sonde est en place)
 - Ballon (pour faire une angiographie et visualiser le réseau veineux)



Accessoires divers



Tournevis pour visser la sonde dans le boîtier.



Des bouchons/ plugs pour boucher les trous non utilisés des boîtiers



Câbles testeur pour faire des tests électriques sur la sonde avant de la connecter au boîtier



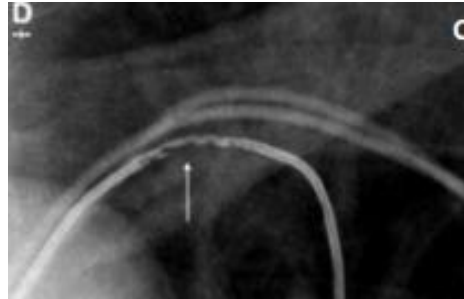
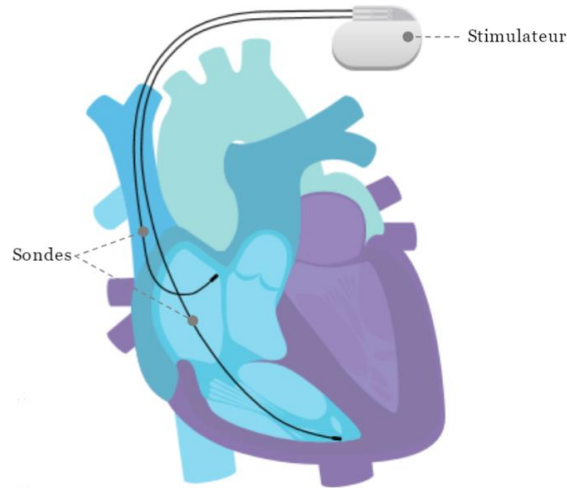
Des capuchons pour les sondes abandonnées (pour qu'elles ne percent pas les tissus)

Les algorithmes

- Auto-seuil : mesure régulière de l'énergie nécessaire à la contraction cardiaque
- Asservissement : Adaptation du rythme du stimulateur à l'effort physique du patient
- Préservation de la conduction : Permet de conserver la conduction intrinsèque du patient et de limiter le risque de fibrillation atriale
- Fusion avec la conduction : permet d'accompagner la conduction intrinsèque du patient en stimulant le ventricule gauche, cela permet de limiter l'insuffisance cardiaque

La stimulation sans sonde : Pourquoi ?

- La sonde est le maillon faible du système de stimulation:
 - Déplacement
 - Infection
 - Fracture, écrasement : surdétection, perte de capture

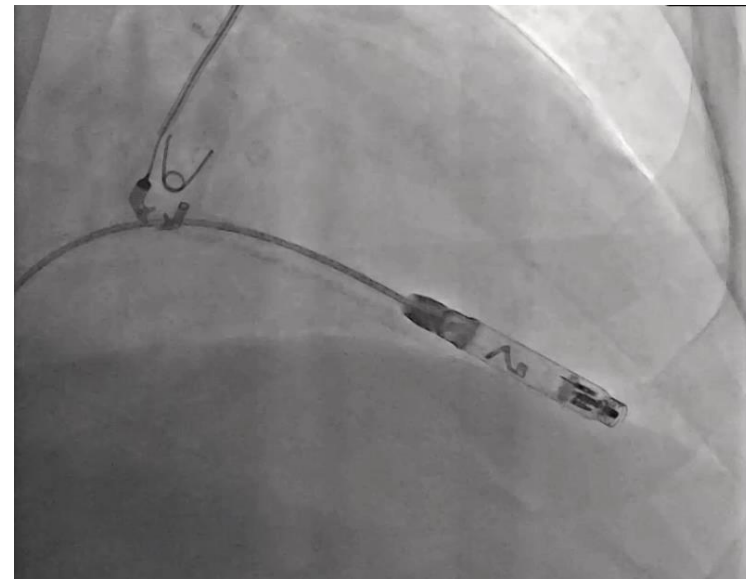
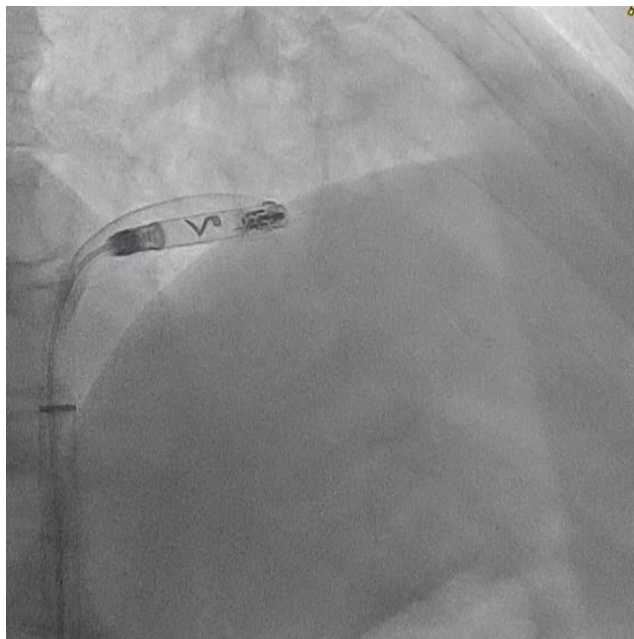


Stimulateurs sans sondes

- Le stimulateur sans sonde est un boîtier jouant le rôle de sonde + de stimulateur
 - Simple chambre pour le ventricule (Avec ou sans détection de l'activité atriale)
 - Double chambre
 - Simple chambre dans l'oreillette



Technique d'implantation



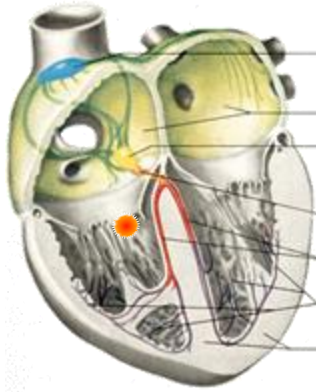
Tarifs

- L'ensemble des pacemakers et sondes de stimulation sont LPPR
 - PM SR : 2241,5€
 - PM DR : 2684,43€
 - CRT-P : 3860€
 - PM Sans-sonde : 6300€
 - Sonde de stimulation (Atriale et Ventriculaire droite) : 439,05€
 - Sonde de resynchronisation (Ventriculaire Gauche) : 728,22€

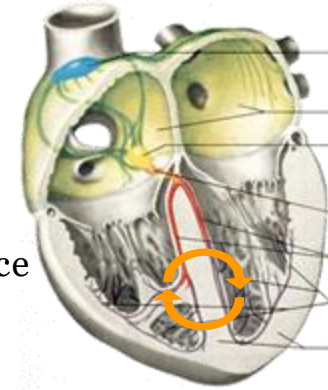
Les accessoires sont le plus souvent fournis en gratuit.

La défibrillation cardiaque

La tachycardie ventriculaire



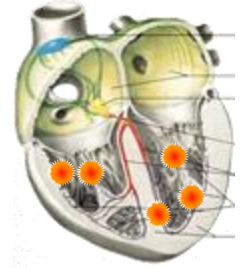
- Le rythme est rapide et régulier
- Le patient ressent des palpitations
- Plus c'est rapide, moins la contraction est efficace
- Baisse de tension
- Problème de perfusion des organes vitaux



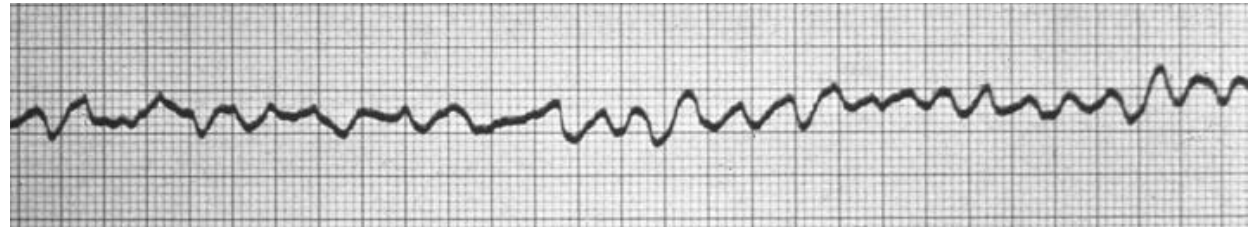
Les patients qui ont eu un infarctus et un VG fatigué ont plus de risque de faire des TVs.
C'est aussi le cas des patients avec des cœurs dilatés ou des parois épaisses.



La fibrillation ventriculaire



- Désorganisation complète de l'activité électrique et mécanique des ventricules
- Pas de QRS identifiables
- Le patient perd connaissance au bout d'une quinzaine de secondes
- Sans choc électrique le patient meurt en quelques minutes.
- Sauf si on lui prodigue un massage cardiaque en attendant le choc électrique

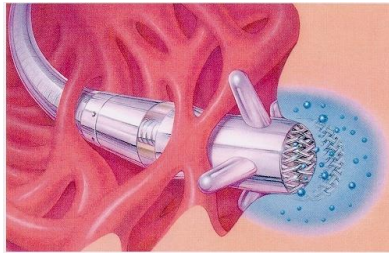


Caractéristiques des sondes

- Sonde de stimulation et défibrillation:



- Type de fixation: barbillon (fixation passive) ou à vis (fixation active) ou juste la courbure pour les sondes gauches



VD (IS1 ou DF1 ou DF4)



OD ou VD (IS1 ou DF1 ou DF4)



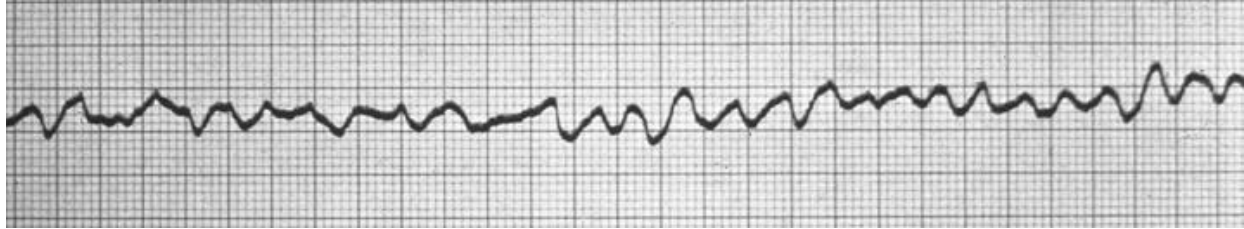
VG (IS4 ou IS1)

Les boitiers

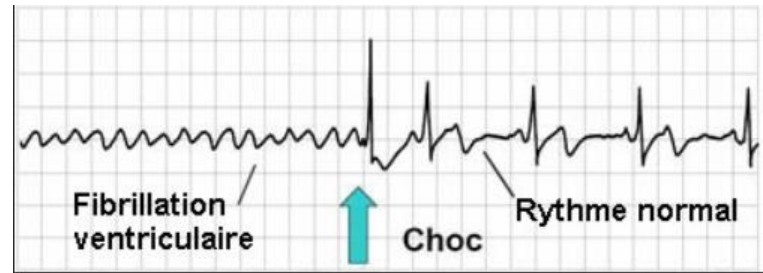
- Ils sont composés:
 - Une batterie
 - Un condensateur
 - Une coque hermétique en titane
 - Des connecteurs en époxy (plastique) pour brancher les sondes. Selon le type de boîtier (simple, double ou triple) et la génération (DF1 ou DF4) il peut y avoir entre 1 et 5 trous



Que fait un défibrillateur lors d'une FV?

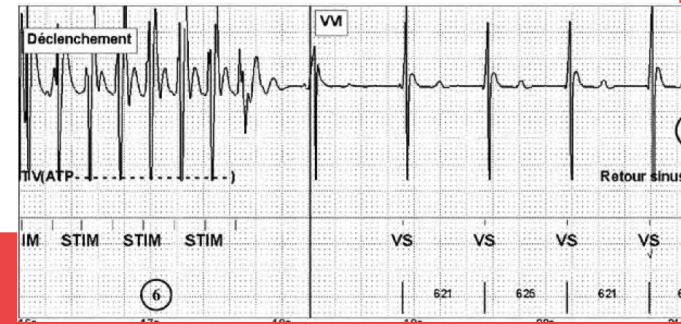
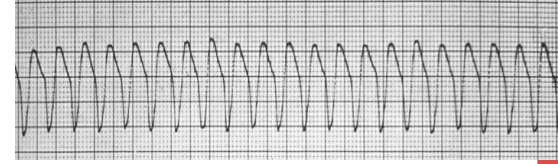


- Une sonde qui a la capacité de détecter, de stimuler (grâce à des électrodes classiques de stimulation) et de choquer (grâce à un coil) est placée dans le ventricule droit.
- Le boîtier analyse le rythme ventriculaire, si celui-ci dépasse une fréquence programmée comme une fréquence de fibrillation (ex: 230 min⁻¹),
- Alors le DAI envoie un ou plusieurs chocs électriques (30, 36, 40 Joules) .



Que fait un défibrillateur lors d'une TV?

- Le boîtier analyse le rythme ventriculaire pour voir si celui-ci dépasse une fréquence programmée comme une fréquence de tachycardie ventriculaire.
- Si c'est bien une TV, le boîtier va d'abord faire une stimulation anti-tachycardique (ATP) pour casser le mécanisme de réentrée (moins douloureux qu'un choc)
- Si cela ne suffit pas à remettre en rythme sinusal, le DAI envoie un ou plusieurs chocs électrique (30,36, 40 Joules)



Les indications

- Prévention primaire chez les patients à haut-risque :
 - Cardiopathie ischémique ou non-ischémique avec fraction d'éjection ventriculaire gauche <35%
 - Cardiomyopathies génétiques (CMH, DAVD, mutation LMNA)
 - Canalopathie (Brugada, QT long ...)
- Prévention secondaire

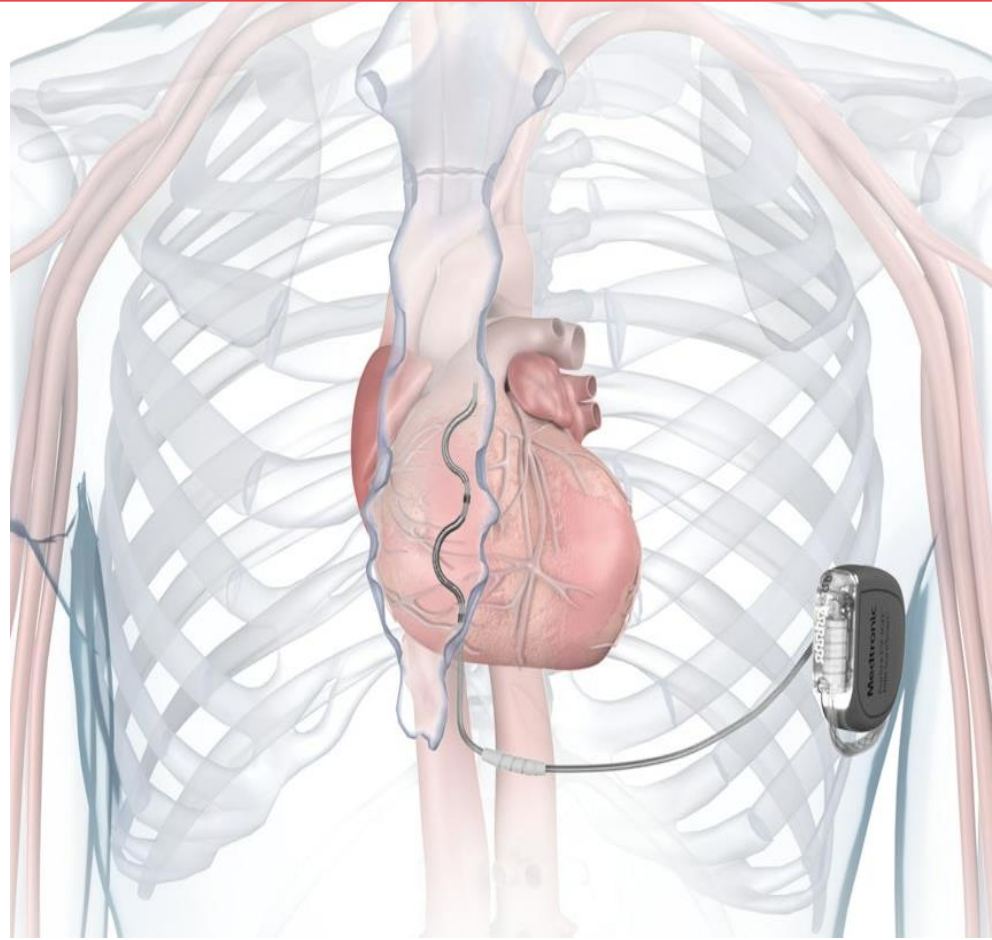
Défibrillateur sous-cutané S-ICD

- Défibrillateur à sonde unique extra-vasculaire.
- Réduction du risque infectieux. Mais n'offre pas la possibilité de stimuler le coeur, ni de délivrer une stimulation anti-tachychardie (ATP).



Défibrillateur sous-sternal EV-ICD

- Défibrillateur à sonde unique sous-sternale.
- Réduction du risque infectieux. Mais n'offre pas la possibilité de stimuler le cœur, possibilité de délivrer une stimulation anti-tachychardie (ATP).



Quel choix de défibrillateur ?

- DAI (défibrillateur automatique implantable) SR : patient sans indication de stimulation, ou patient en FA
- DAI DR : patient avec indication de stimulation
- CRT-D : patient insuffisant cardiaque

Tarifs

- DAI VR : ~ 10/11 k€
- DAI DR : ~12/13 k€
- CRT-D : ~15/16 k€
- S-ICD et EV-ICD : ~15 k€

L'ensemble des sondes de stimulation et de défibrillation sont LPPR

- Sonde de stimulation (Atriale et Ventriculaire droite) : 439,05€
- Sonde de resynchronisation (Ventriculaire Gauche) : 728,22€
- Sonde de défibrillation (Ventriculaire droite) : 1285,09€

Les accessoires sont le plus souvent fournis en gratuit.