

# ELECTRA

5-6 DÉCEMBRE 2024

HOTEL VILLA MASSALIA,  
MARSEILLE I FRANCE

18<sup>èmes</sup> journées françaises  
pratiques de rythmologie  
& de stimulation cardiaque

## COMITÉ D'ORGANISATION

Frédéric FOSSATI, Lille  
Maxime GUENOON, Marseille  
Arnaud LAZARUS, Paris  
Nicolas LELLOUCHE, Créteil  
Jacques MANSOURATI, Brest  
Jérôme TAÏEB, Aix-en-Provence

[CONGRES-ELECTRA.COM](http://CONGRES-ELECTRA.COM)



2004 - 2024

20  
ans  
ELECTRA



# ELECTRA

5-6 DÉCEMBRE 2024

HOTEL VILLA MASSALIA,  
MARSEILLE | FRANCE

18<sup>èmes</sup> journées françaises  
pratiques de rythmologie  
& de stimulation cardiaque

[WWW.CONGRES-ELECTRA.COM](http://WWW.CONGRES-ELECTRA.COM)

2004 - 2024

20  
ans

ELECTRA

## **Propagation électrique cardiaque**

**ECG, EGM et cartographie :**

**Propagation en rythme sinusal et en stimulation**

*Dr François-Xavier Hager  
Clinique Rhône Durance à Avignon*

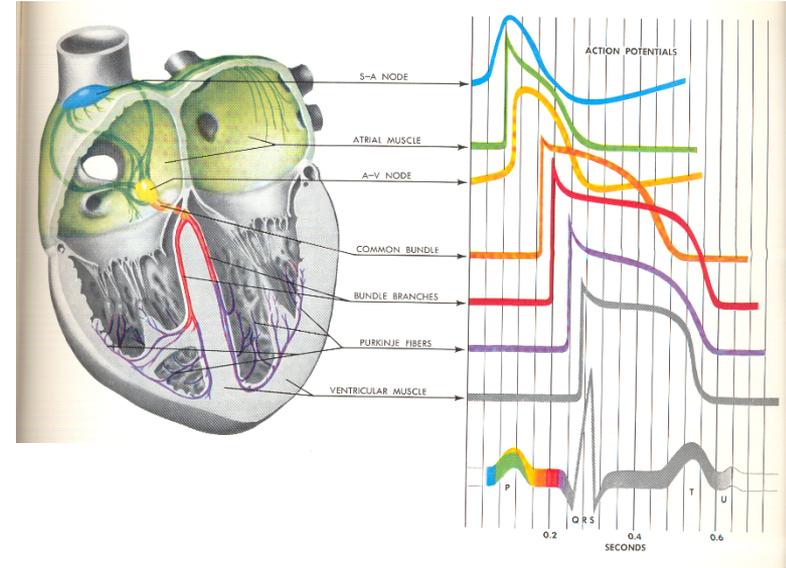
# ECG

L'électrocardiogramme (ECG) : tracé obtenu par l'enregistrement et la transcription des courants électriques qui parcourent le cœur au cours de chaque contraction cardiaque.

Les contractions de chaque région du cœur sont coordonnées par un ensemble de fibres nerveuses situées dans les parois du cœur qui fonctionnent de façon relativement autonome même si l'activité est également sous le contrôle du système nerveux central.

À chaque battement cardiaque, une impulsion électrique traverse le cœur et fait contracter les cellules musculaires.

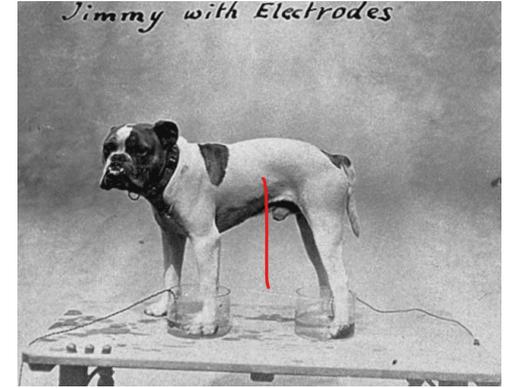
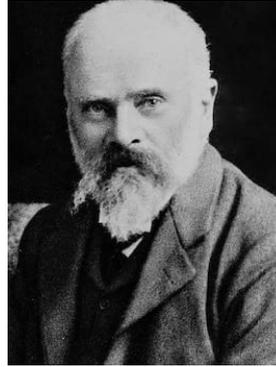
Les flux électriques qui parcourent ces fibres nerveuses, ainsi que ceux de l'activité des muscles cardiaques, génèrent de faibles champs électriques qui sont captés par l'électrocardiogramme via des électrodes placées sur le corps.



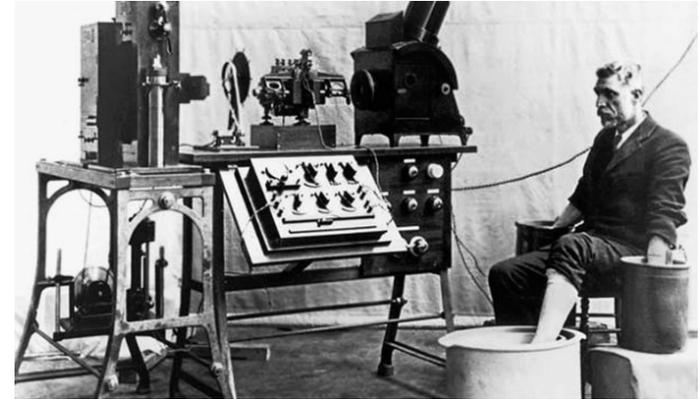
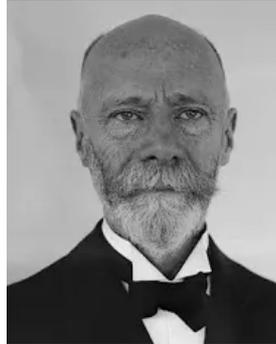
# ECG

- **Historique**

- **Augustus D. Waller, 1856-1922,** enregistre le premier électrocardiogramme de surface humain en 1887 au St Mary's Hospital de Londres.



- **Willem Einthoven, 1860-1927,** médecin, physiologiste et physicien néerlandais, prix Nobel de physiologie et médecine en 1924.
- ECG routine : années 1950

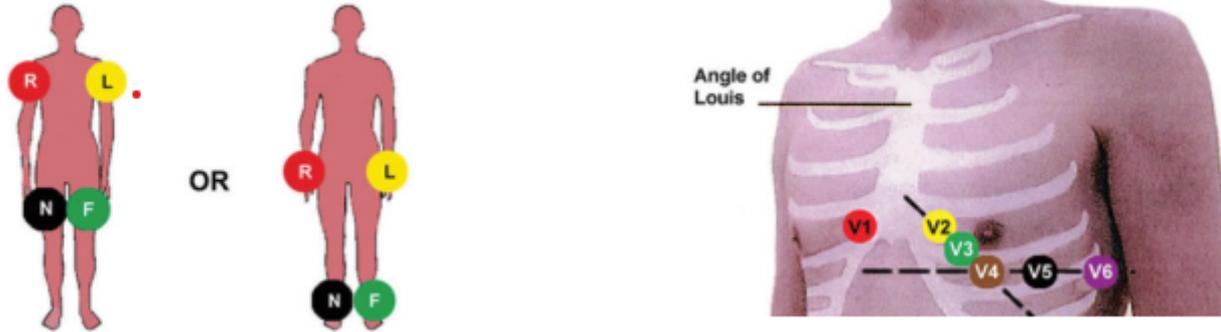


# ECG

L'ECG standard est enregistré avec 10 électrodes

et apporte un tracé de 12 dérivations :

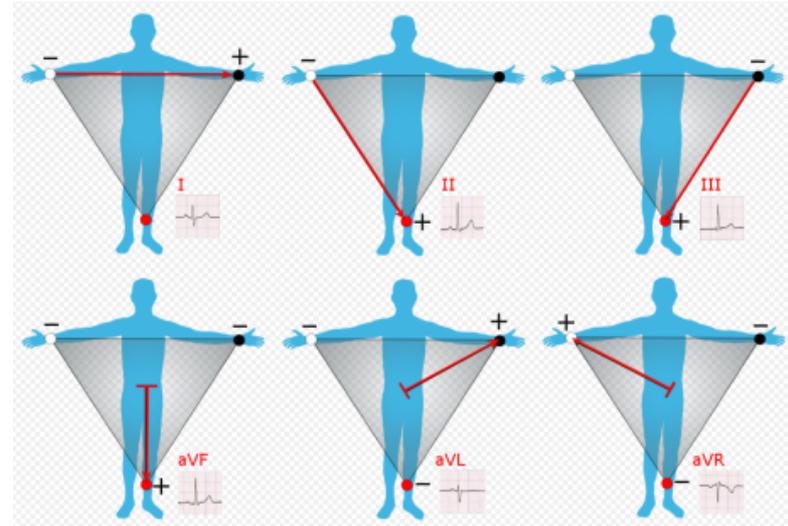
- 6 dérivations périphériques (de membres)
- 6 dérivations précordiales (thoraciques)



# ECG

## Dérivations périphériques

- **Dérivations bipolaires D1 D2 D3**
  - bipolaires car proviennent de la différence de potentiel électrique entre 2 membres
  - la différence de potentiels est lue du négatif (-) vers le positif (+).
- **Dérivations unipolaires aVF, aVL, aVR**
  - unipolaires, mesurent l'activité électrique de l'électrode par rapport à un point central qui correspond au cœur.
  - L'électrode représente le pôle (+) alors que le point central représente le (-).
  - la différence de potentiel est lue du négatif vers le positif.
  - La lecture ainsi obtenue doit être amplifiée pour être lue, d'où le « a » devant VF, VL ou VR.

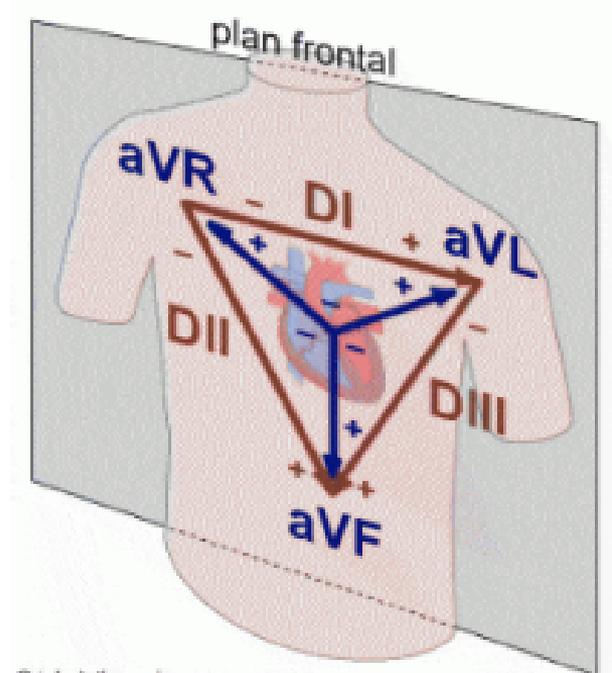


# ECG

## Dérivations périphériques

### Triangle d'Einthoven

- Les six dérivations périphériques sont dans un même plan frontal.
- le plan frontal est un plan qui découpe le corps de haut en bas en son milieu et le sépare en une partie antérieure et une partie postérieure.
- les trois dérivations bipolaires forment un triangle équilatéral.
- les trois dérivations unipolaires peuvent être reportées au centre de ce triangle.

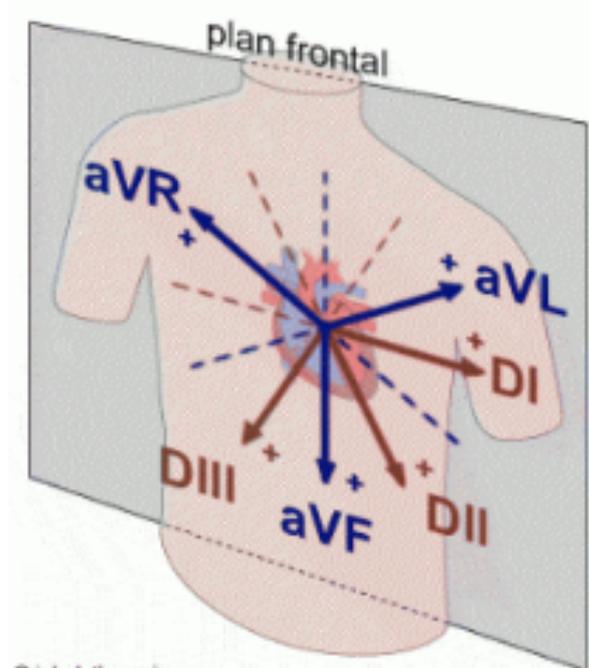


# ECG

## Dérivations périphériques

### Double Triaxe de Bailey

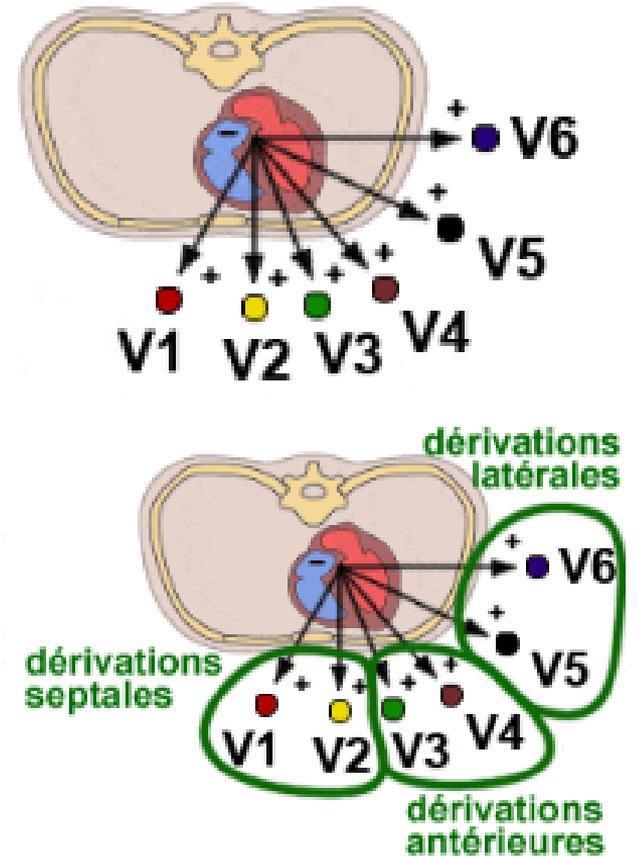
- le double triaxe est obtenu en reportant les axes des six dérivations périphériques sur un même centre.
- Le centre est de polarité négative (-) alors que l'extrémité des axes est de polarité positive (+).
- le Double Triaxe de Bailey permet de visualiser une direction de lecture des dérivations périphériques :
  - Latérales : aVL et D1
  - Inférieures : aVF, D2 et D3
- le Double Triaxe de Bailey est utile dans le calcul de l'axe électrique moyen.



# ECG

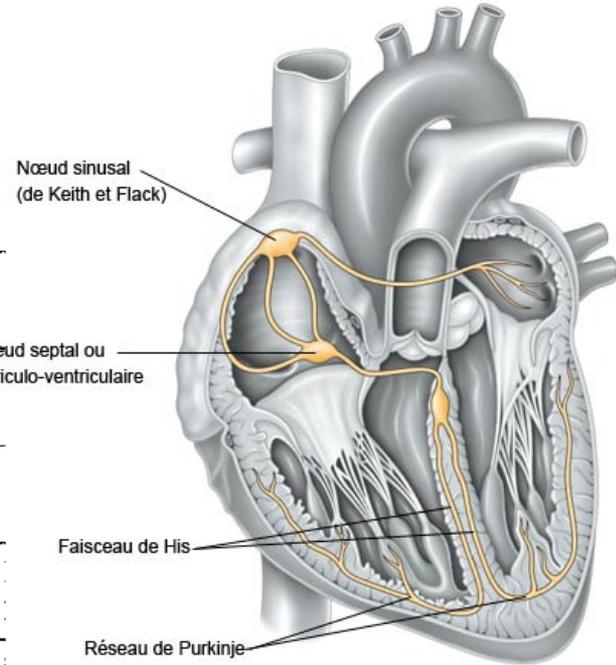
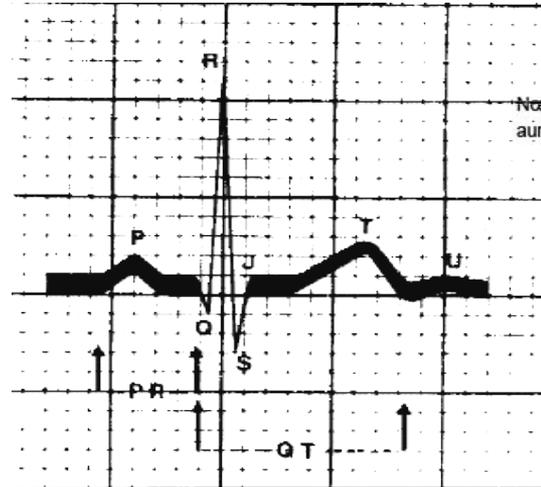
## Dérivations précordiales

- le plan horizontal du cœur permet de voir l'orientation de l'axe de chacune des dérivations précordiales
- les dérivations précordiales sont **unipolaires** car elles renvoient l'activité électrique de l'électrode par rapport à un point central qui correspond à peu près au centre du cœur.
- L'électrode représente le pôle positif (+) alors que le point central représente le pôle négatif (-).
- la différence de potentiel est lue du négatif (-) vers le positif (+).
- V1 et V2 transmettent l'activité électrique du ventricule droit et du septum interventriculaire
- V3 et V4 de l'apex du ventricule gauche
- V5 et V6 de la partie latérale du ventricule gauche



# ECG

- P = dépolarisation des oreillettes
- QRS = dépolarisation des ventricules
- T = repolarisation des ventricules

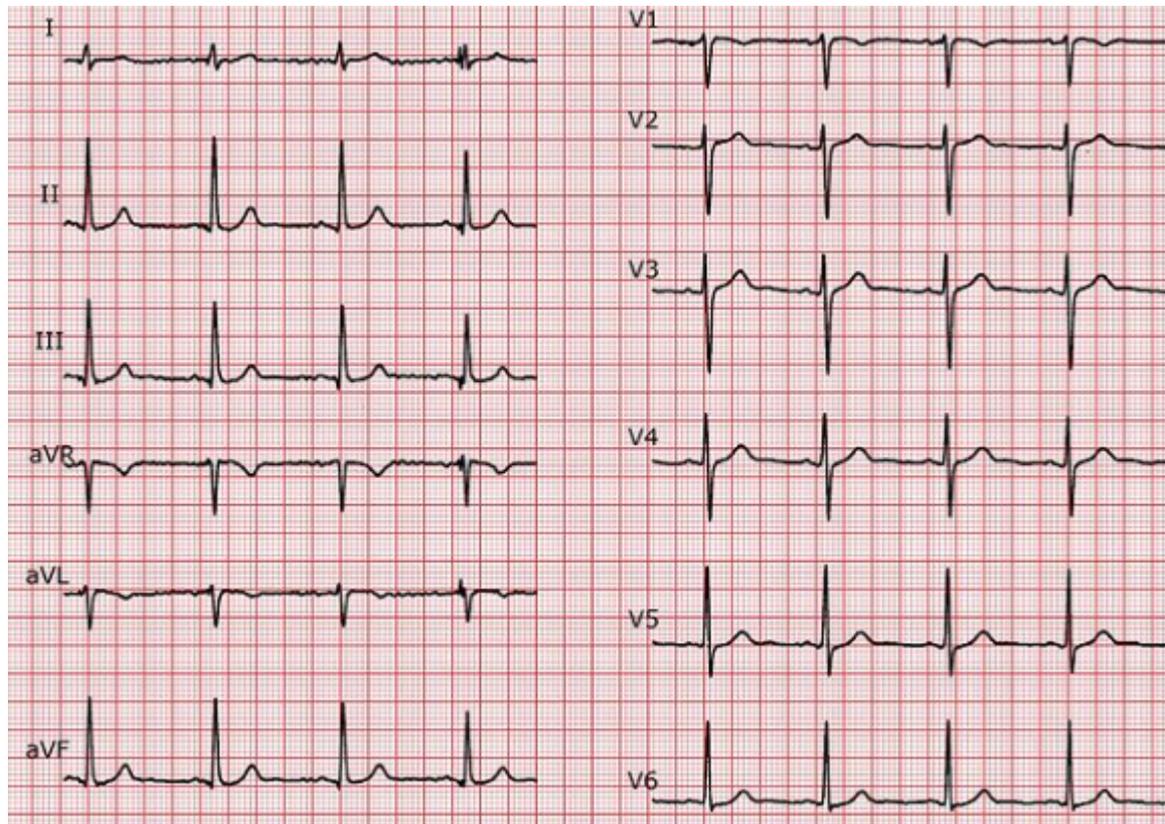


# ECG

ECG normal

25 mm/sec

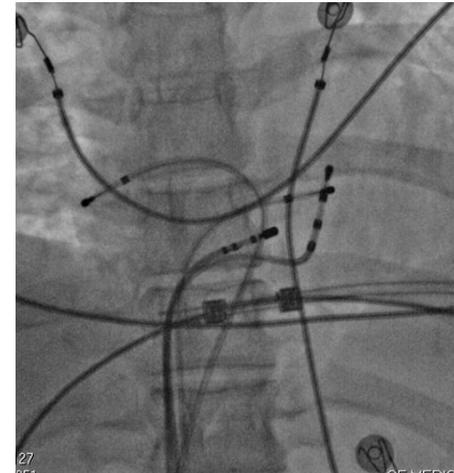
10 mm / 10 mV



# EGM

EGM = Electro (cardio) gramme endocavitaire

- recueil des signaux électriques directement dans le cœur par des sondes d'électrophysiologie.
- recueil bipolaire, mais également possible en unipolaire.
- signaux amplifiés, numérisés, filtrés (baie EP ou PMK / DEF)
- analyse beaucoup plus fine. Tracés en 100 voire 200 mm/s.
- étude de structures non visibles sur l'ECG de surface comme le faisceau de his
- permet l'étude électrophysiologique



# EGM

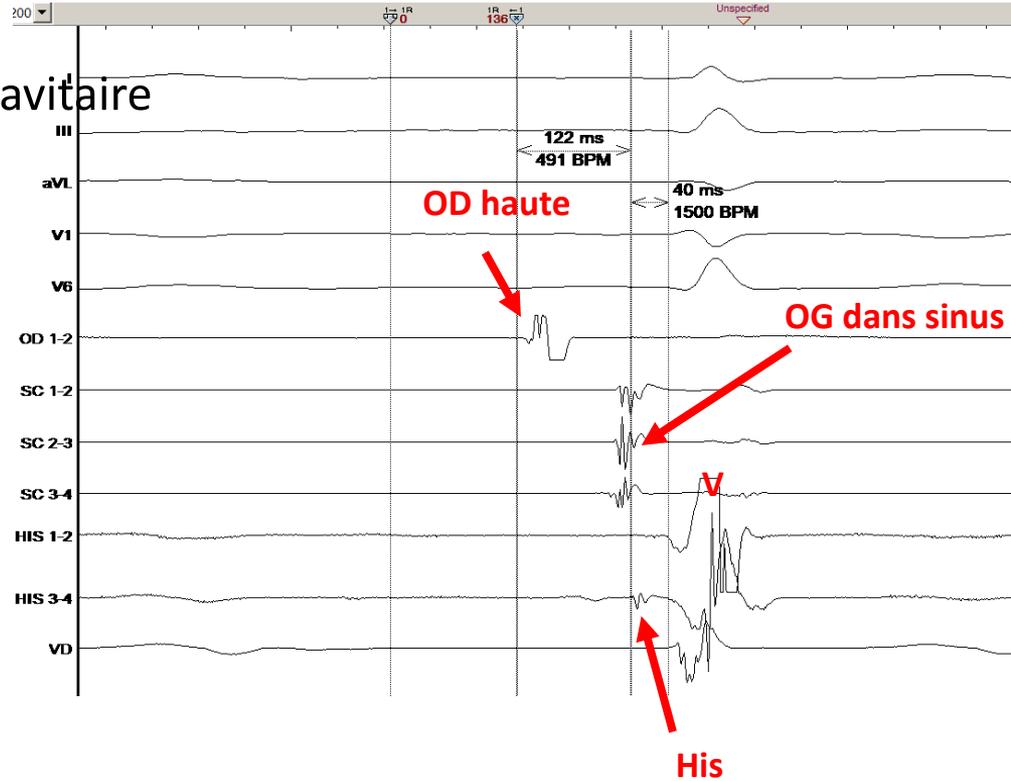
## Historique

- J. Lenègre, P. Maurice.  
*De quelques résultats obtenus par dérivation directe intracavitaire des courants électriques de l'oreillette et du ventricule droits.*  
Archives des Maladies du Coeur et des Vaissaux, 1945, 33: 298.
- P. Puech, H. Latour. Electrocardiographie endocavitaire.  
Masson. Paris. 1957
- Démocratisation dans les années 1970

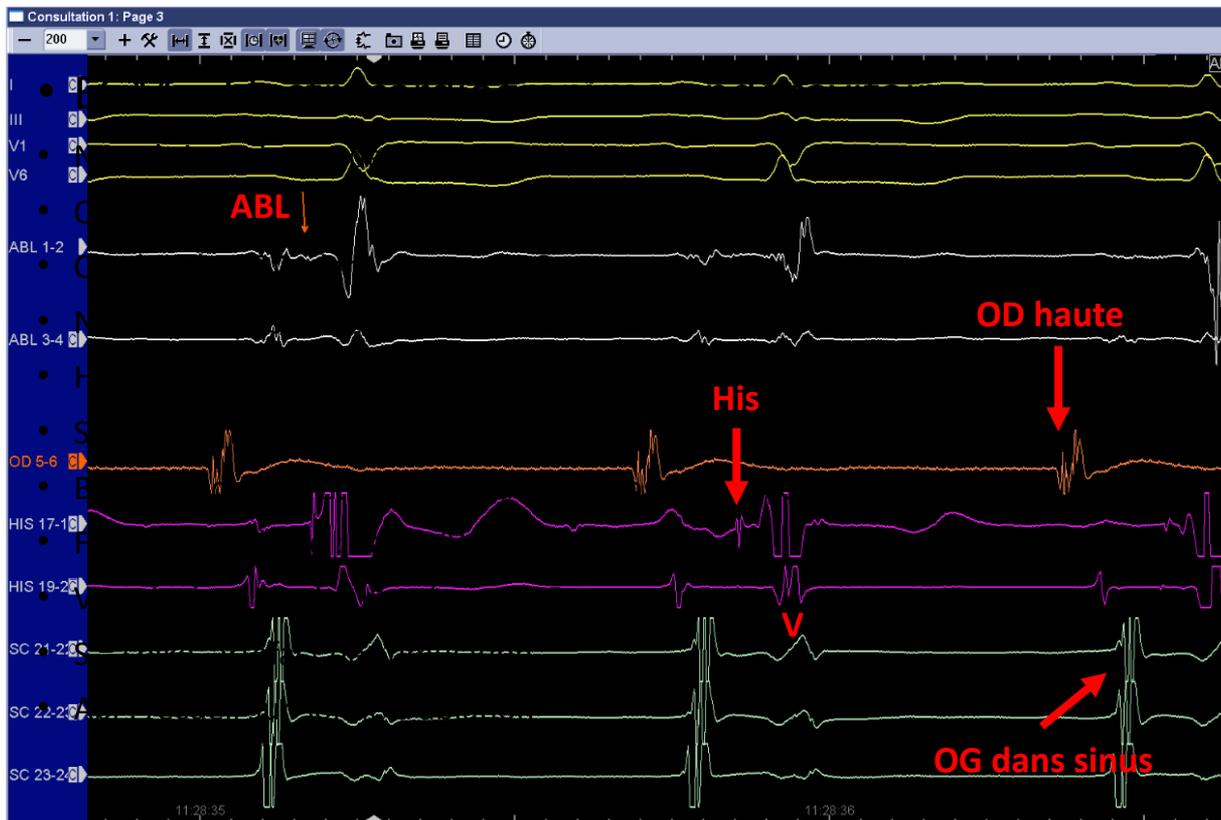


# EGM

- EGM = Electrocardiogramme endocavitaire
- Nœud sinusal : pas de recueil
- OD = A
- OG derrière OD, dans sinus ou OG
- Nœud AV : pas de recueil
- His = H
- Sinus coronaire : OG et VG
- Branches droites et gauches du His : dans VD ou VG
- Fibres de Purkinje : dans VD ou VG
- Ventricules : V ; simultanés sauf BB
- S = spike, artéfact de stimulation
- Abl : recueil sur sonde d'ablation



# EGM



# Cartographie, propagation

- Reconstruction 3D de l'anatomie des cavités cardiaques.
- Visualisation des sondes en temps réel sans RX
- Etude de la propagation des influx dans le cœur
- Traitement temporel et spatial des EGM endo et épocardiques
- En fonction d'un repère fixe (par exemple l'onde P sur l'ECG ou l'oreillette du sinus, ou un spike de stimulation)
- Codage couleur
- Carte « fixe » d'activation
- Carte « dynamique » de propagation

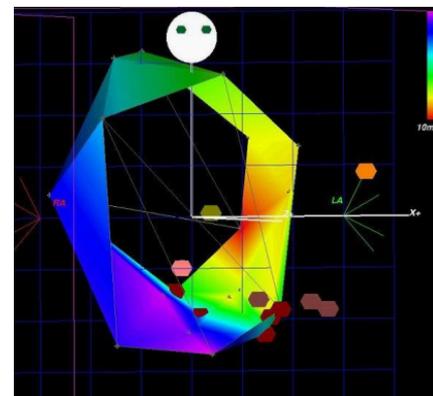
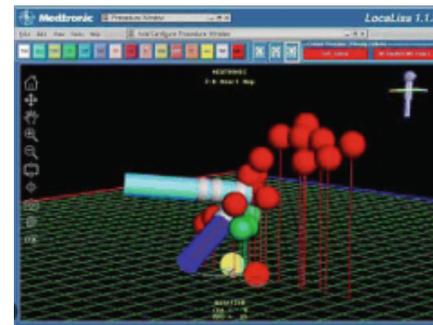
# Cartographie, propagation

- Reconstruction 3D de l'anatomie des cavités cardiaques
  - Nuage de points recueillis par sondes multipolaires
  - +/- fusionné avec image 3D d'un scanner cardiaque
- Carte d'activation
  - Recueil des EGM par sondes multipolaires dans la cavité étudiée
- Carte de propagation
  - Propagation des influx électriques sur des circuits stables (ré-entrée)
  - Vecteurs de dépolarisation
- Repérage de potentiels d'intérêt
  - Carte de potentiels fragmentés

# Cartographie, propagation

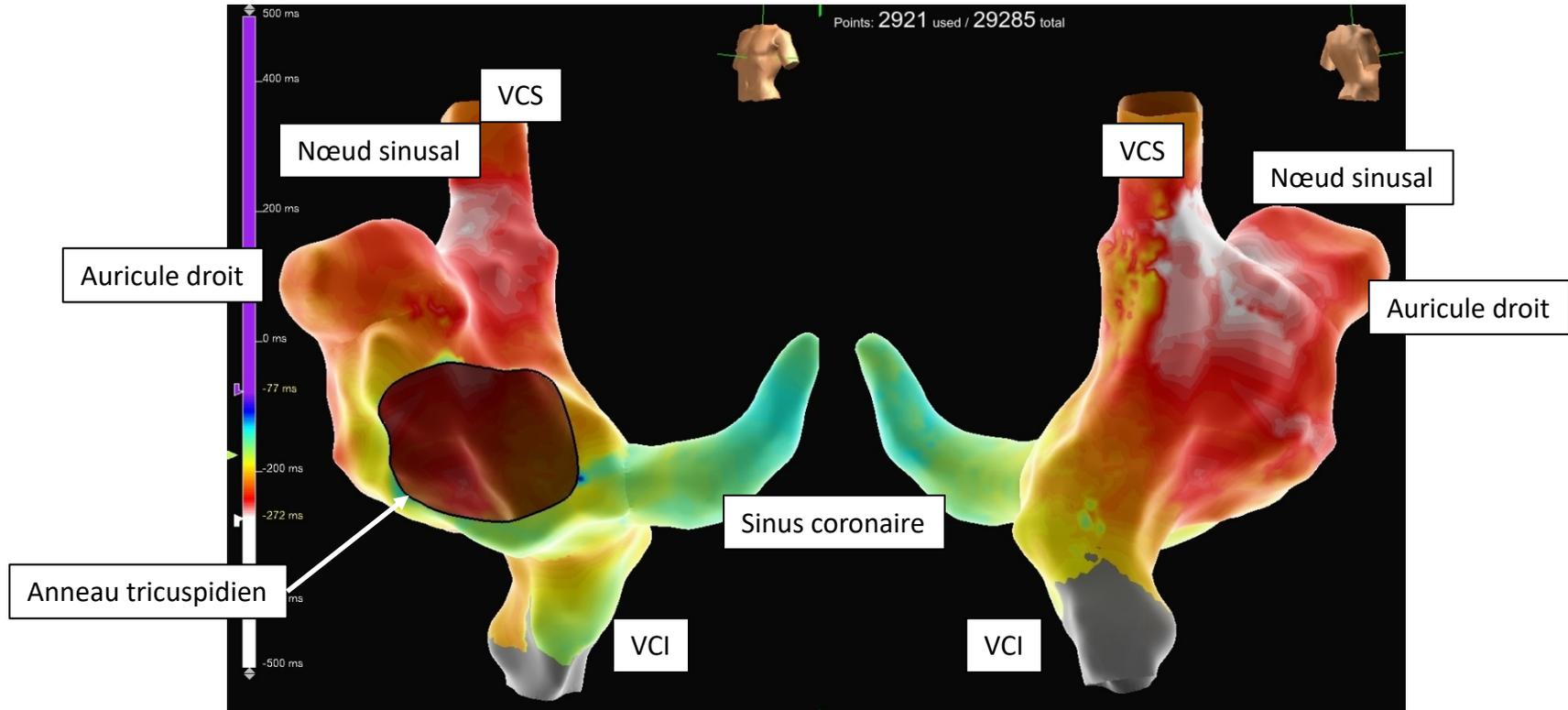
- Historique

- 1996 CARTO System (Biosense Webster)
- 1999 Localisa Mapping System (Medtronic)
- 1999 NavX (Saint Jude) → ENSITE (Abbott)
- RHYTHMIA (Boston)
- Cathéters multipolaires
  - Décapolaire, lasso, pentaray, HD-Grid...



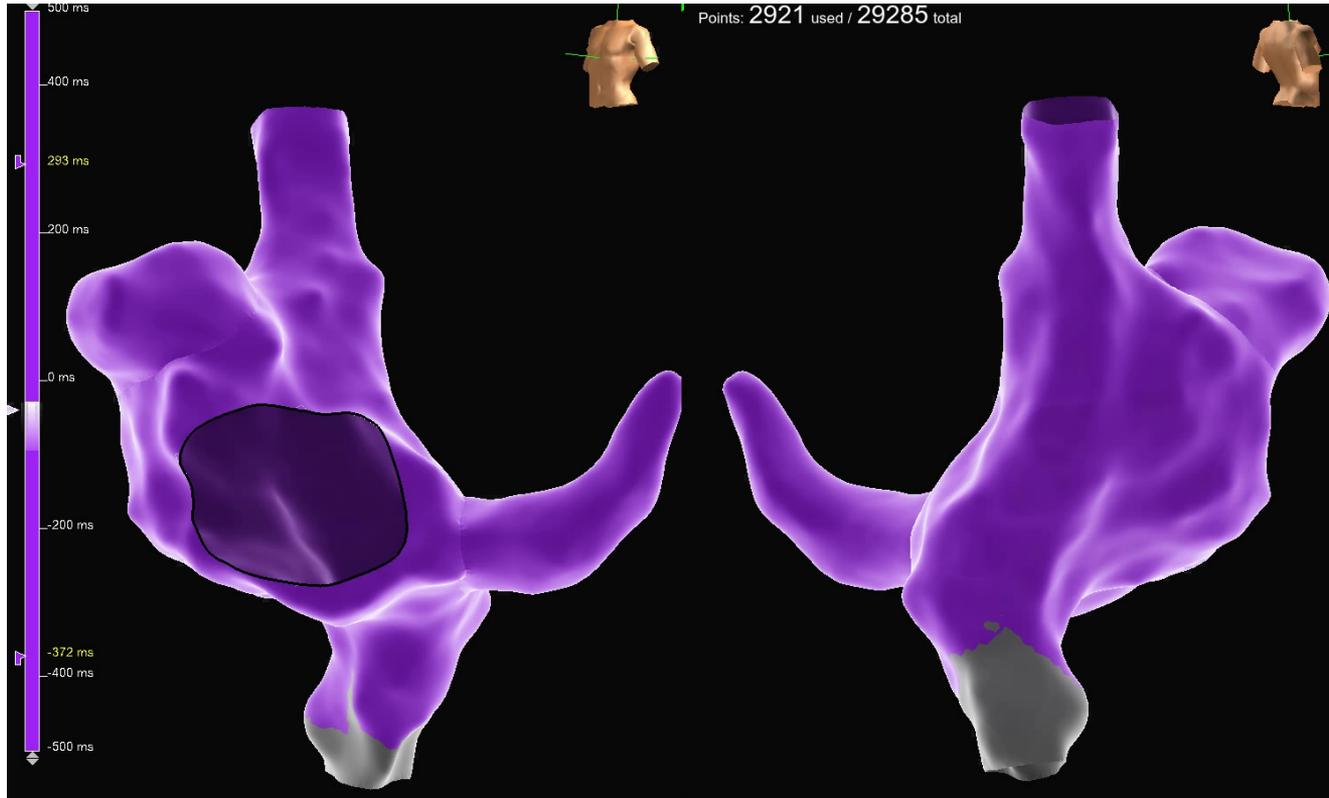
# Activation en rythme sinusal

## Oreillette Droite



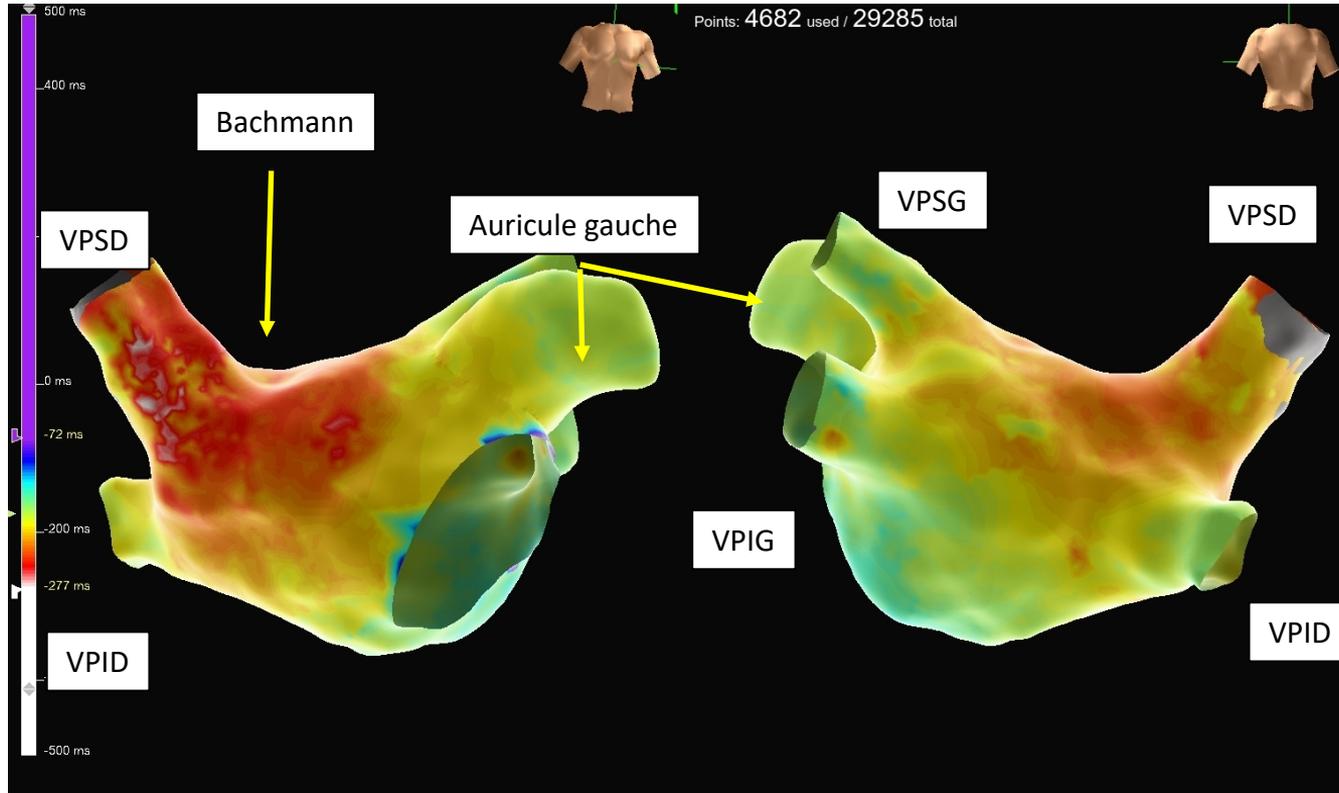
# Propagation en rythme sinusal

**Oreillette Droite**



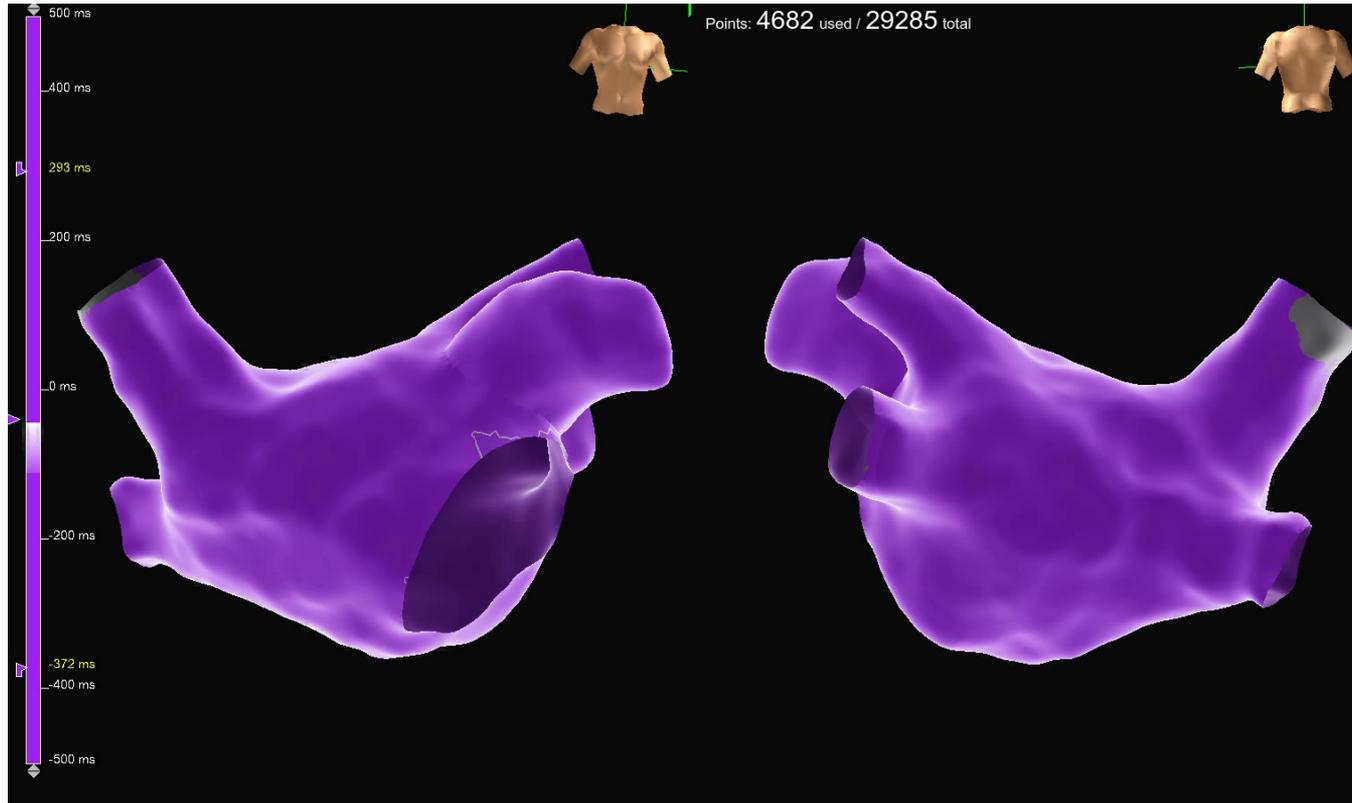
# Activation en rythme sinusal

## Oreillette Gauche



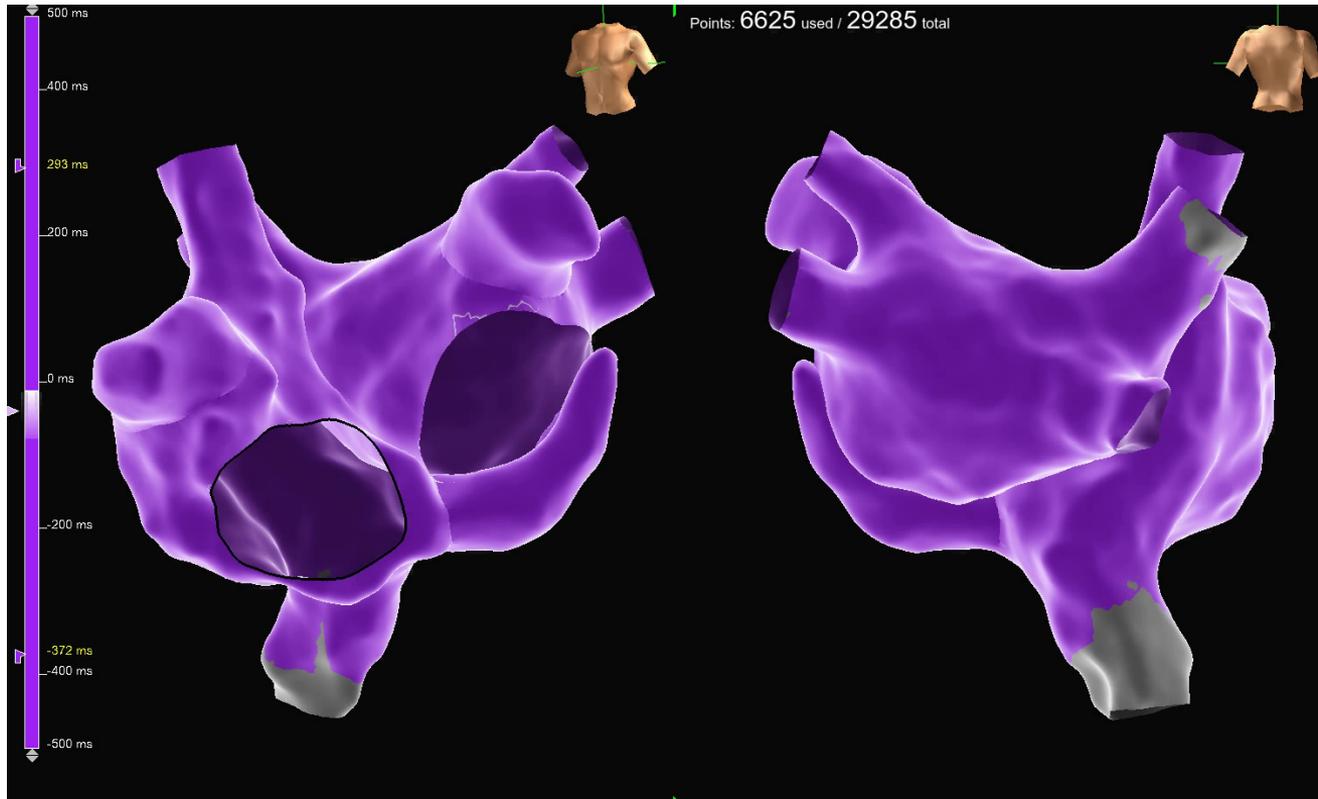
# Propagation en rythme sinusal

**Oreillette Gauche**



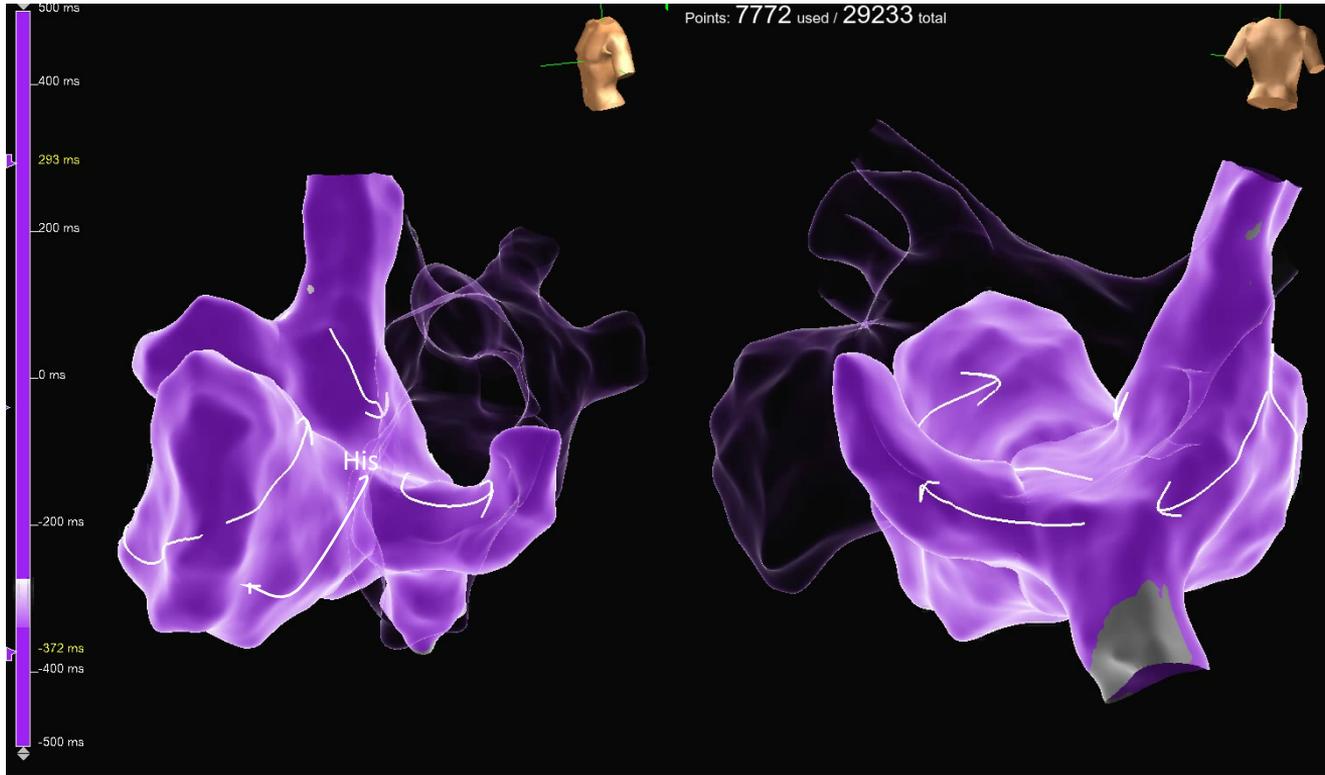
# Propagation en rythme sinusal

OD / OG



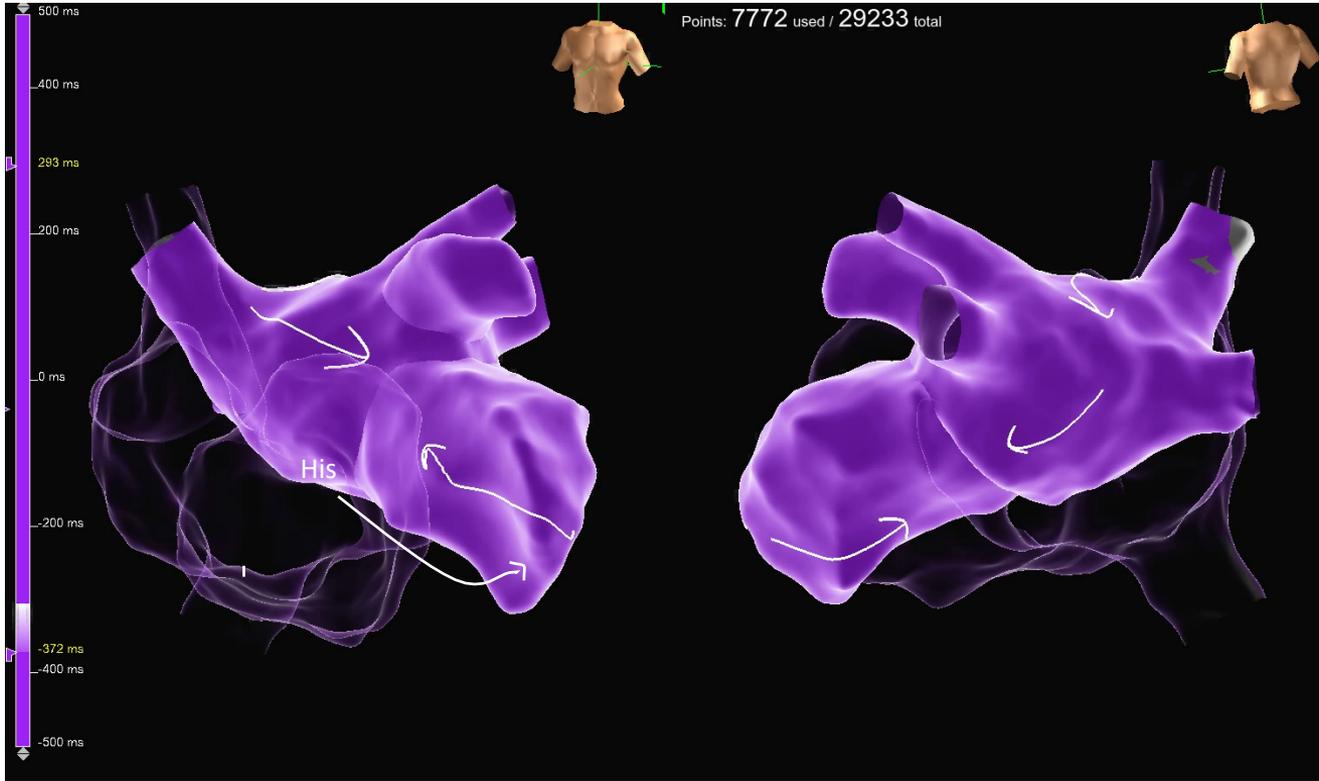
# Propagation en rythme sinusal

OD / VD



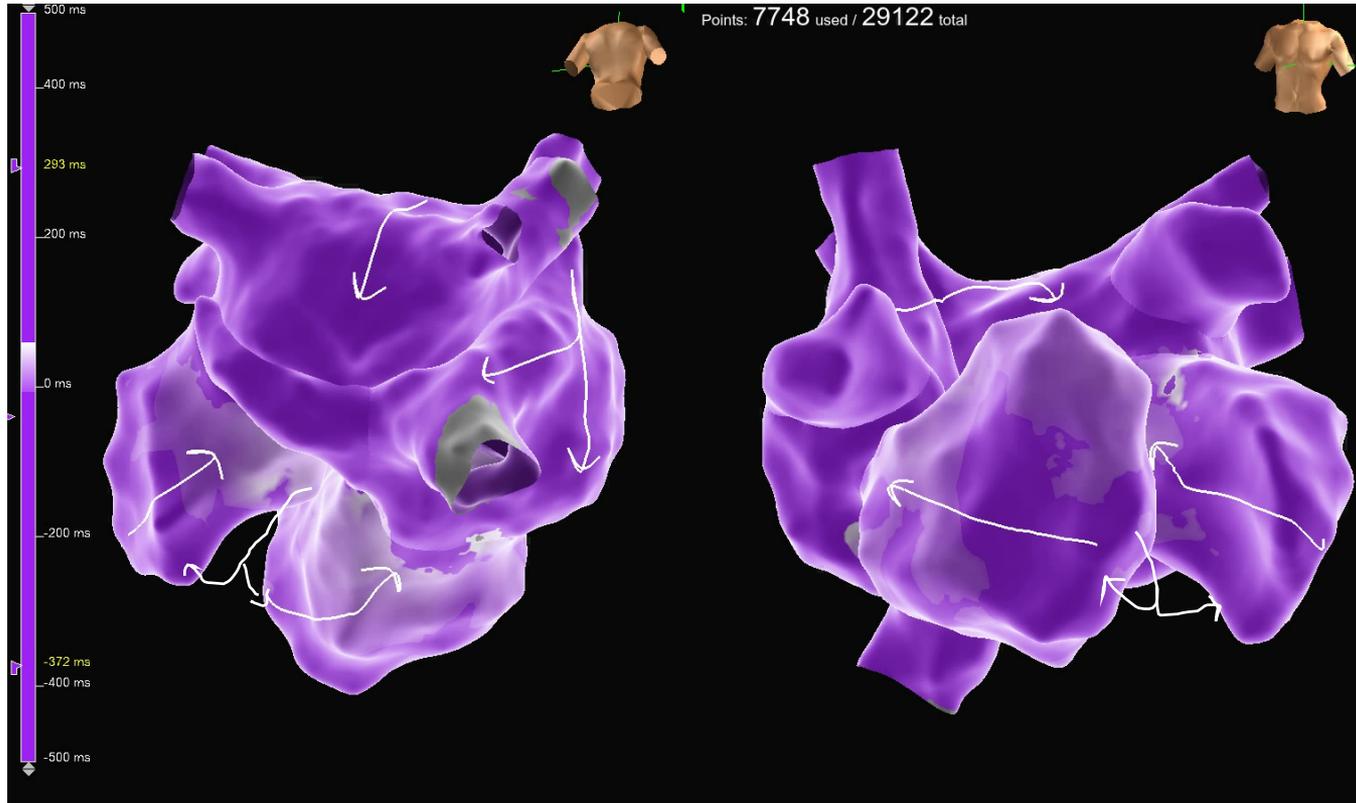
# Propagation en rythme sinusal

OG / VG



# Propagation en rythme sinusal

**OD / OG / VD / VG**

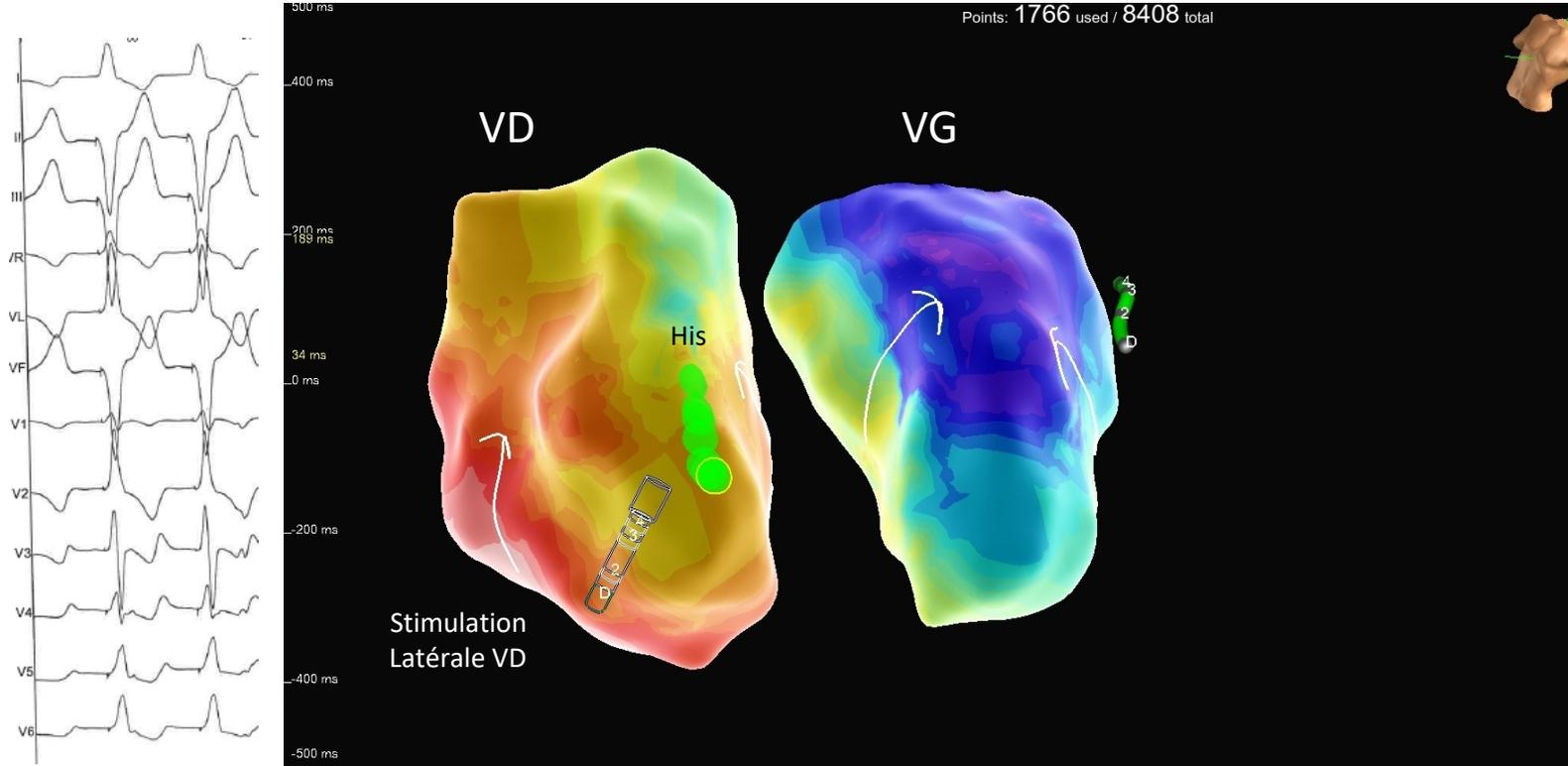


# Propagation en stimulation

- Exemples de stimulation VD ou VG
- Propagation VD → septum → VG
- Troubles conductifs / BBG ou BBD
- Stimulation pacemaker VD : asynchronisme VG
- Intérêt de la stimulation BiV / CRT ou His / BBGP

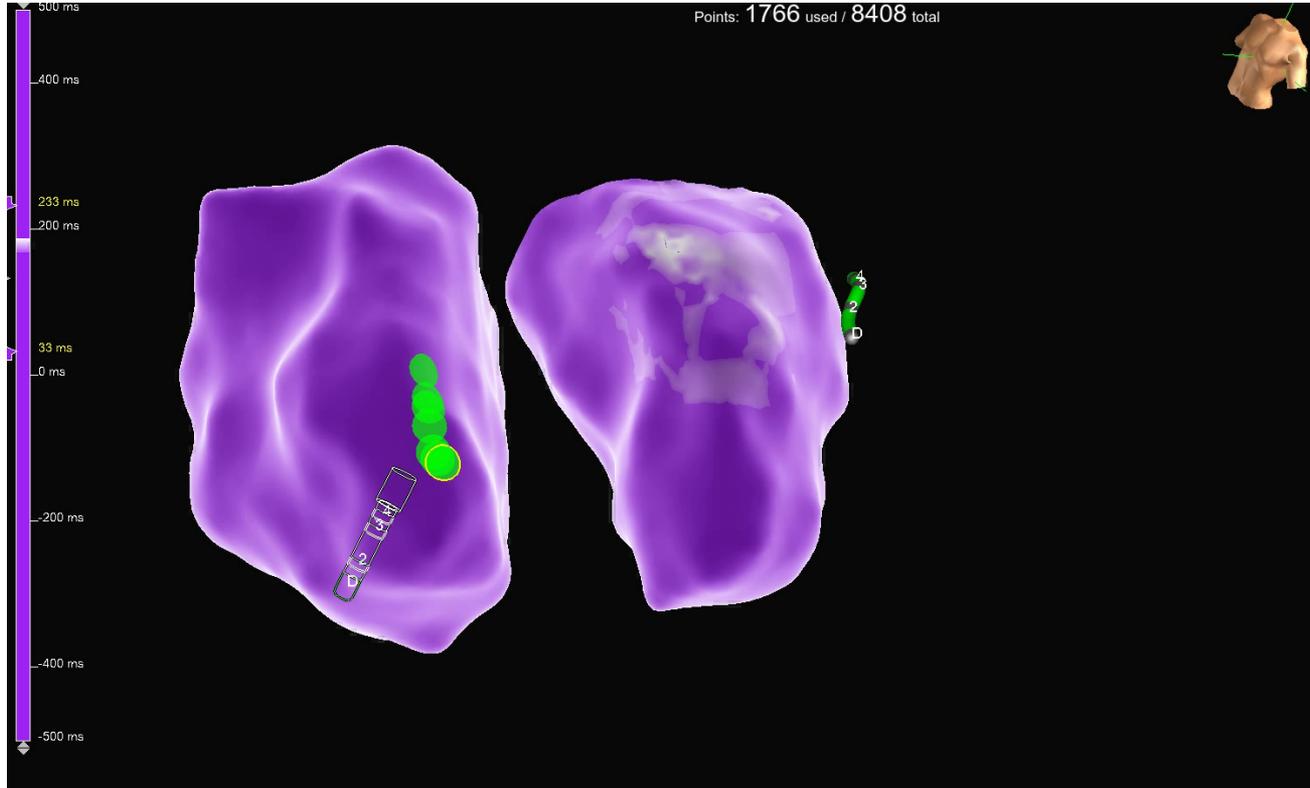
# Activation en stimulation

**Stim VD**



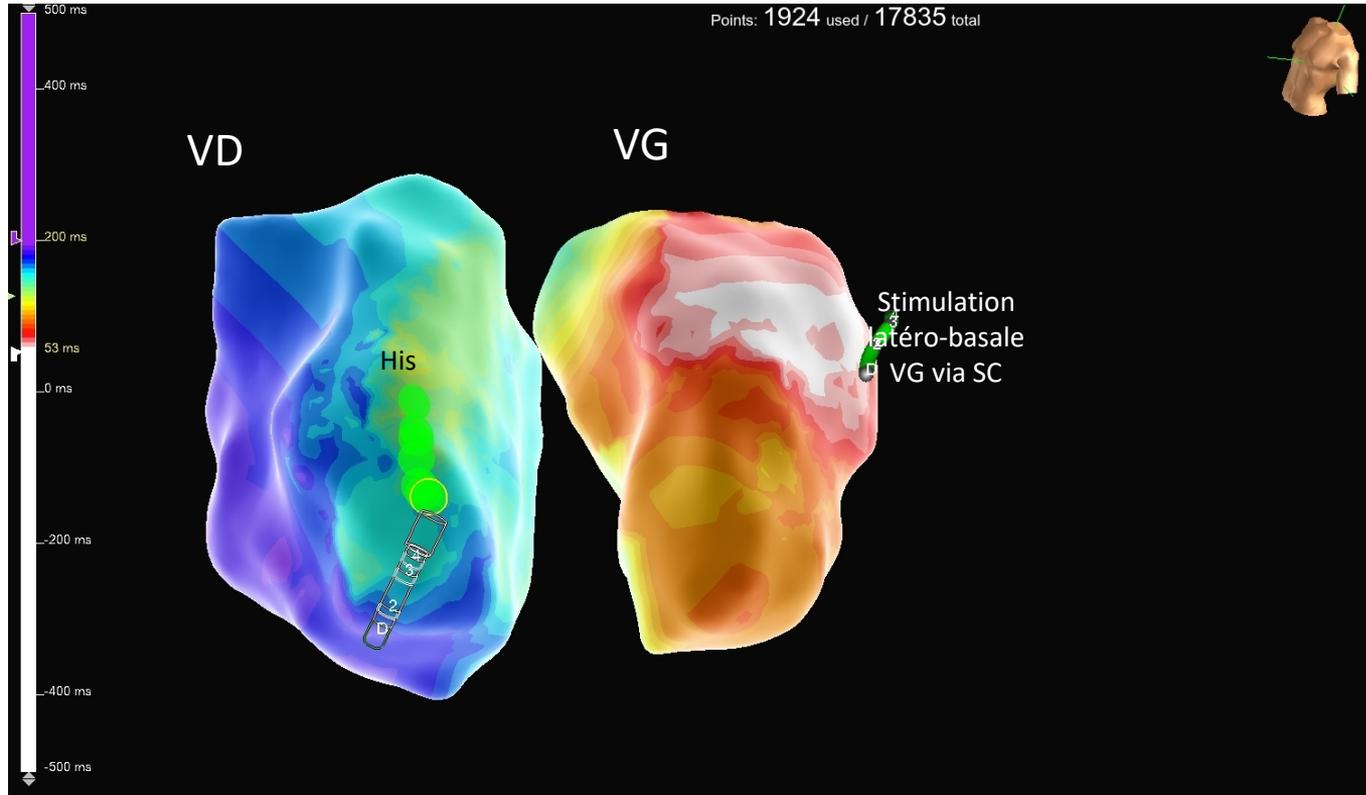
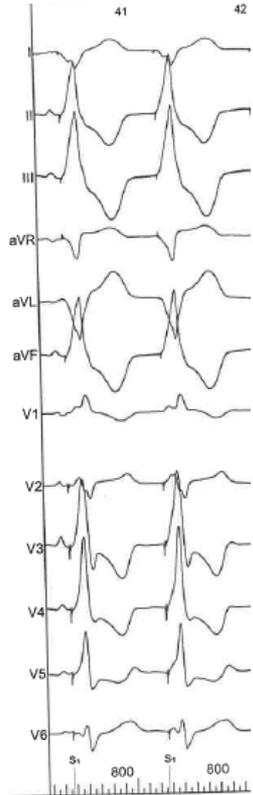
# Propagation en stimulation

**Stim VD**



# Activation en stimulation

**Stim VG**



# Propagation en stimulation

**Stim VG**



- Que de progrès depuis les premiers enregistrements de l'ECG !
- Les progrès technologiques de ces 20 dernières années, l'avènement de la cartographie 3D, ont transformé l'étude des troubles du rythme.
- On a maintenant une étude fine de la propagation des flux électriques dans les différentes cavités cardiaques avec une reconstruction tridimensionnelle qui vont permettre de préciser les circuits des arythmies et de guider le traitement interventionnel par ablation.
- Connaitre l'activation normale des cavités cardiaques pour appréhender les mécanismes des arythmies



# ELECTRA



5-6 DÉCEMBRE 2024

HOTEL VILLA MASSALIA,  
MARSEILLE | FRANCE

18<sup>èmes</sup> journées françaises  
pratiques de rythmologie  
& de stimulation cardiaque

[WWW.CONGRES-ELECTRA.COM](http://WWW.CONGRES-ELECTRA.COM)

2004 - 2024

20  
ans

ELECTRA

## **Propagation électrique cardiaque**

**ECG, EGM et cartographie :**

**Propagation en rythme sinusal et en stimulation**

*Dr François-Xavier Hager  
Clinique Rhône Durance à Avignon*