

**LES INFIRMIÈRES AU
CŒUR DE LA
TÉLÉSURVEILLANCE**



Dysfonction de sonde: identification, nouveaux algorithmes

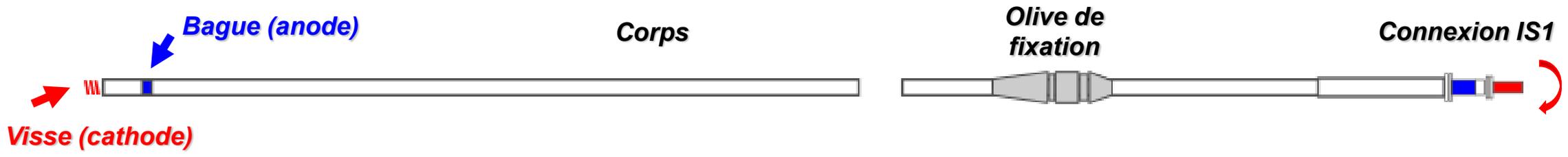
Sylvain Ploux

Centre de télésurveillance des maladies chroniques et objets connectés
du CHU de Bordeaux



Un peu d'anatomie...

Anatomie Sonde brady IS1

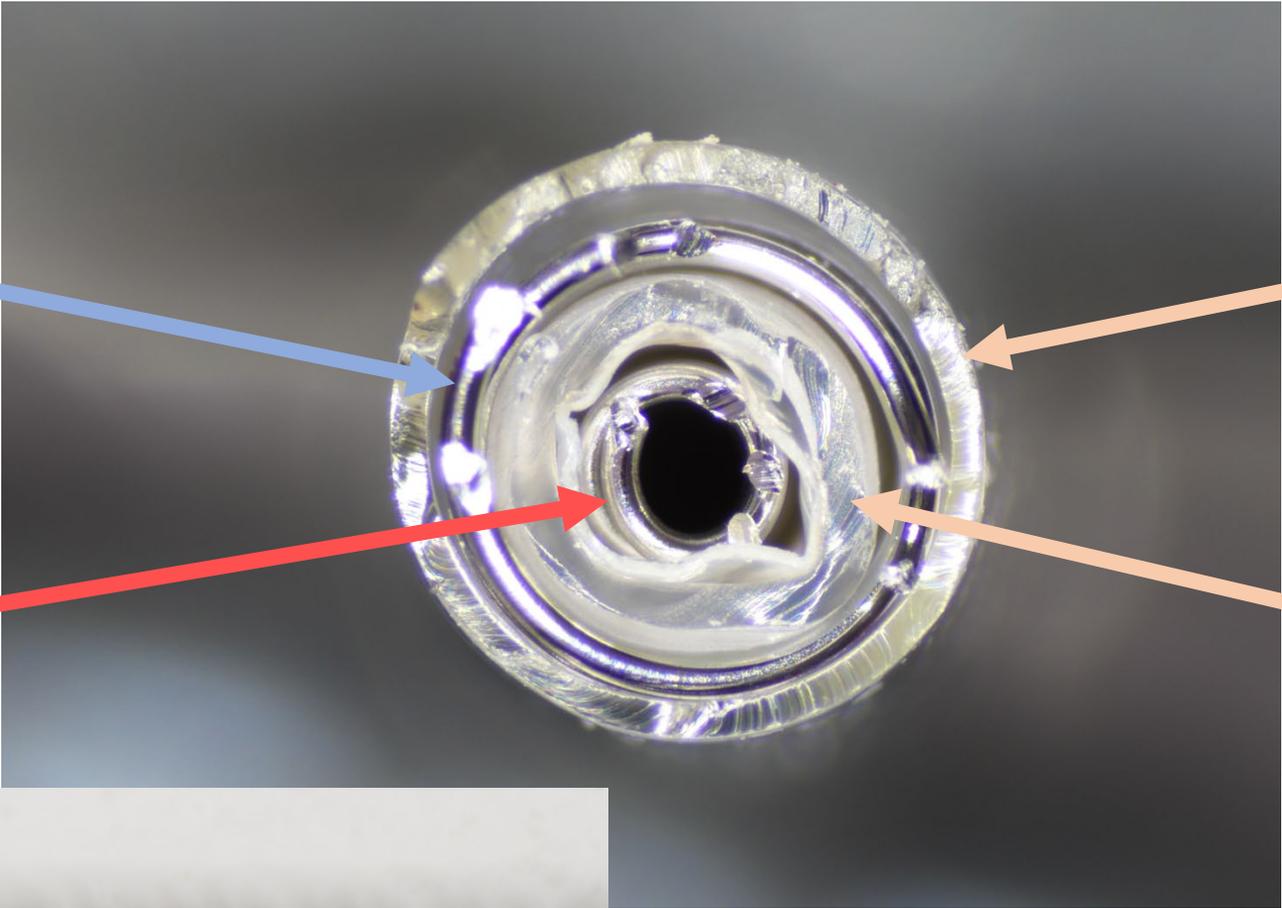


Conducteur proximal
MP35N

Conducteur distal
MP35N

Isolant extérieur
Polyuréthane 55D

Isolant intérieur
Silicone



**Broche
Connecteur**



**Bague
Connecteur**

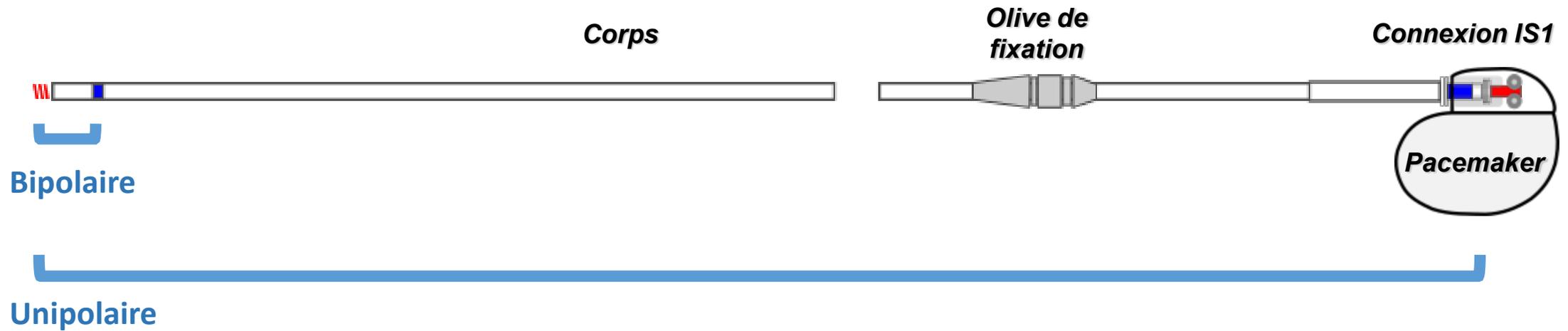


Medtronic 4076

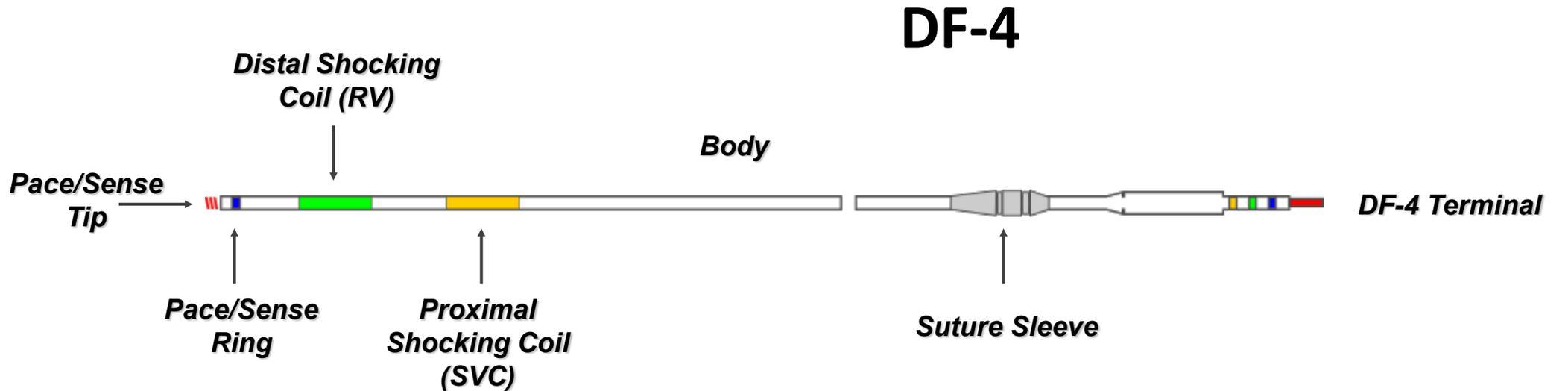
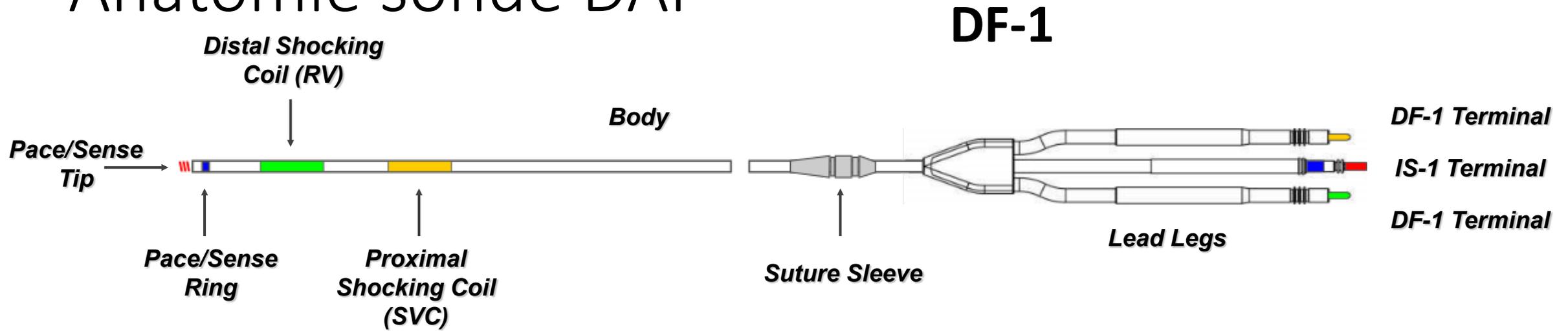




Anatomie sonde brady IS1



Anatomie sonde DAI



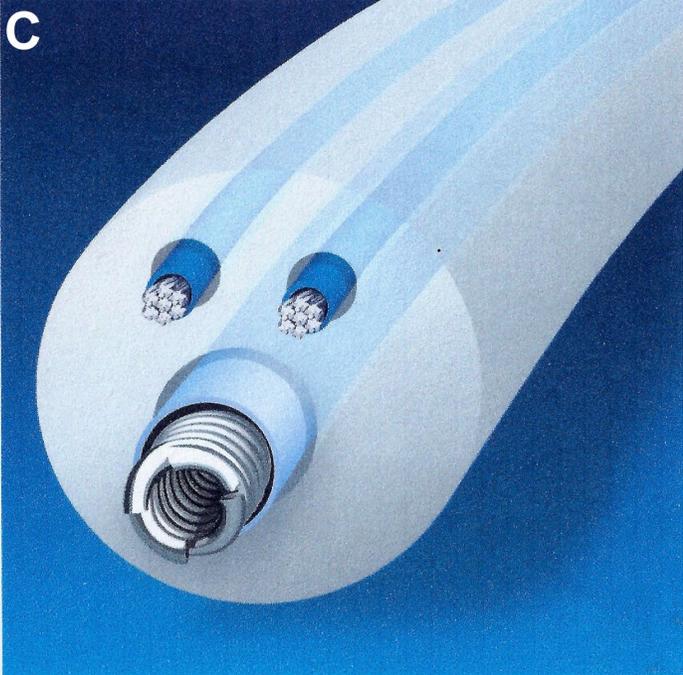
Anatomie



Sprint Quattro Secure



Durata



Endotak Reliance

Anatomie sonde DAI



Bipolaire étendu
Sonde Endotak Boston Sc
DAI Medtronic

Cas de Mr M...

Episode 1: Biotronik Lumos VR-T

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006 DAI Biotronik Lumos VR-T

04/03/2012

Alerte pour Episode FV classifié

Généralités

Numéro d'épisode	11
Type d'épisode	FV
Classification	4 mars 2012, 11:01:08
Fin	4 mars 2012, 11:01:20
Durée	12s

Classification

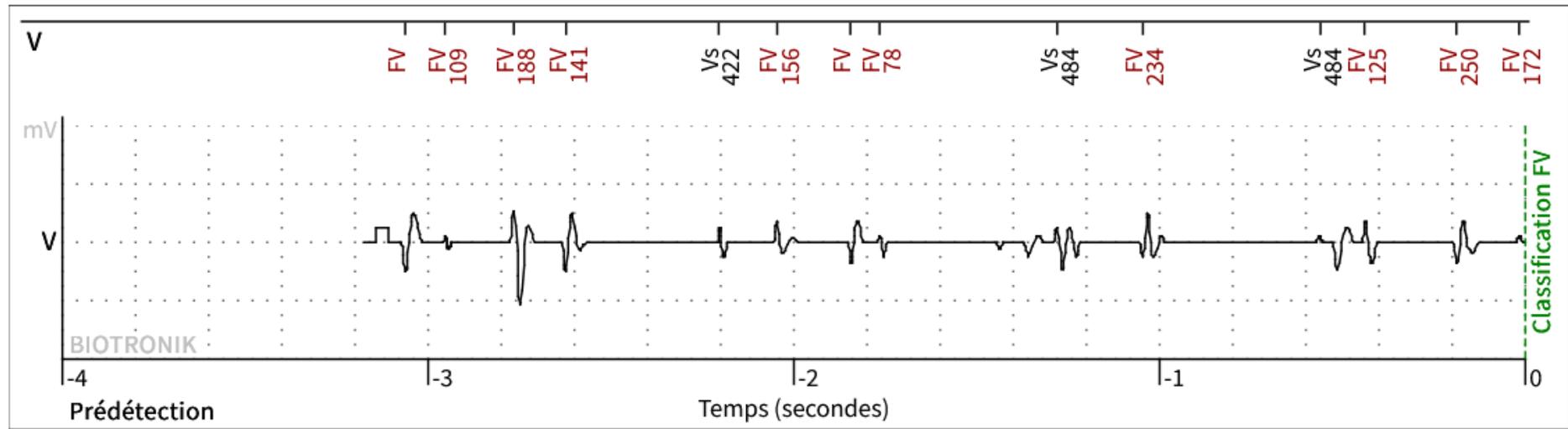
Reclassification	aucun
------------------	-------

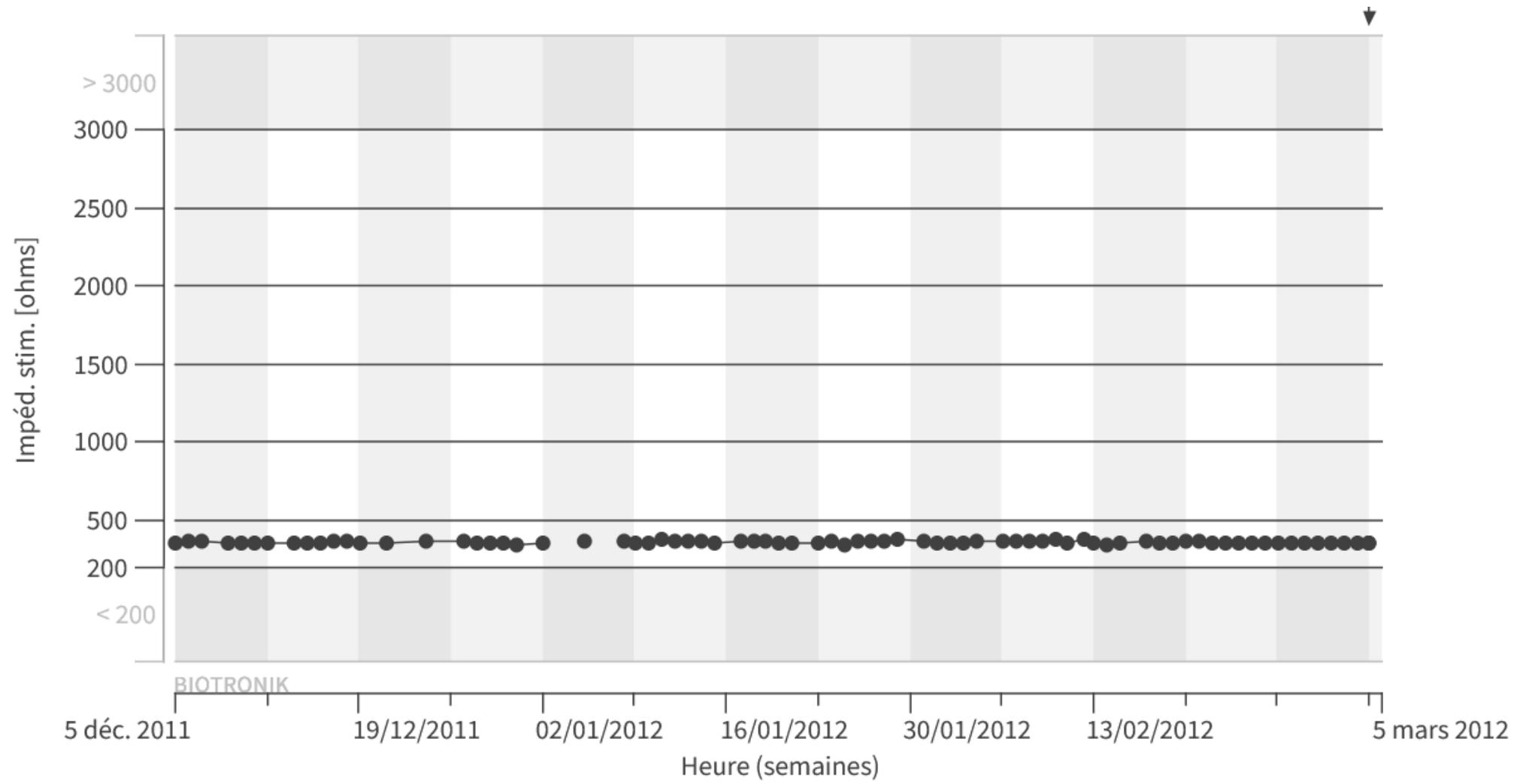
Thérapie

ATP délivrées	0
Choc(s) délivré(s)	0

Remarque

aucun

EGM



Episode 1: Biotronik Lumos VR-T

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006 DAI Biotronik Lumos VR-T

04/03/2012

Alerte pour Episode FV classifiée

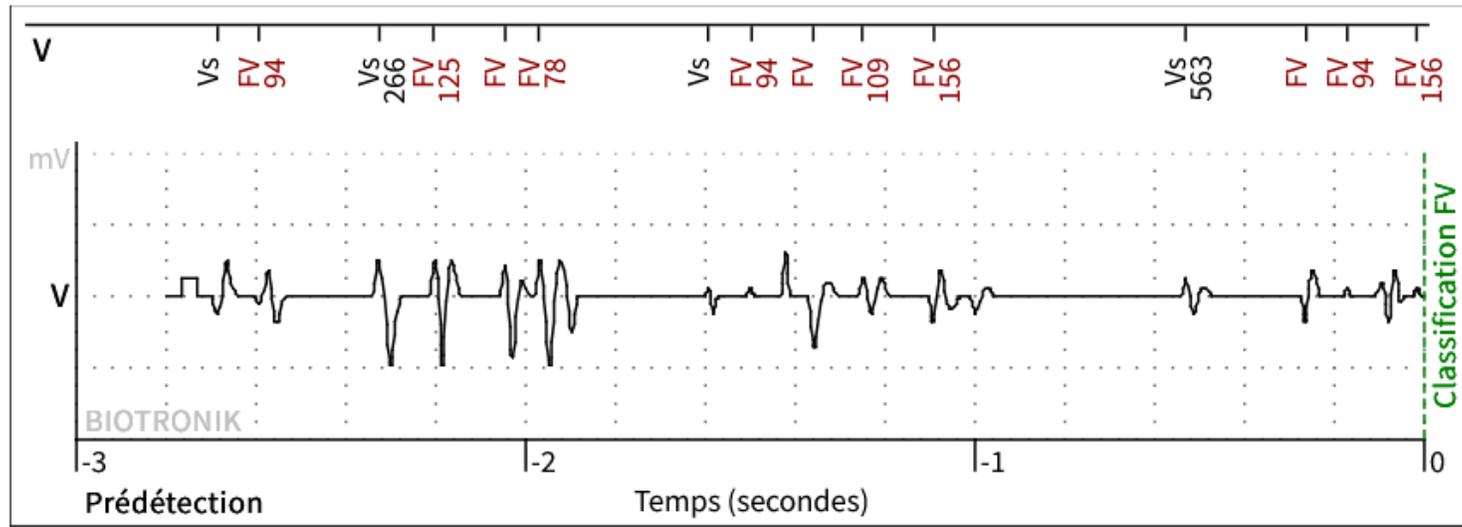
13/03/2012

Alerte pour Episode FV classifiée

Généralités	
Numéro d'épisode	12
Type d'épisode	FV
Classification	13 mars 2012, 21:00:10
Fin	13 mars 2012, 21:00:20
Durée	10s
Classification	
Reclassification	aucun

Thérapie	
ATP délivrées	0
Choc(s) délivré(s)	0
Remarque	
aucun	

EGM



Episode 1: Biotronik Lumos VR-T

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006 DAI Biotronik Lumos VR-T

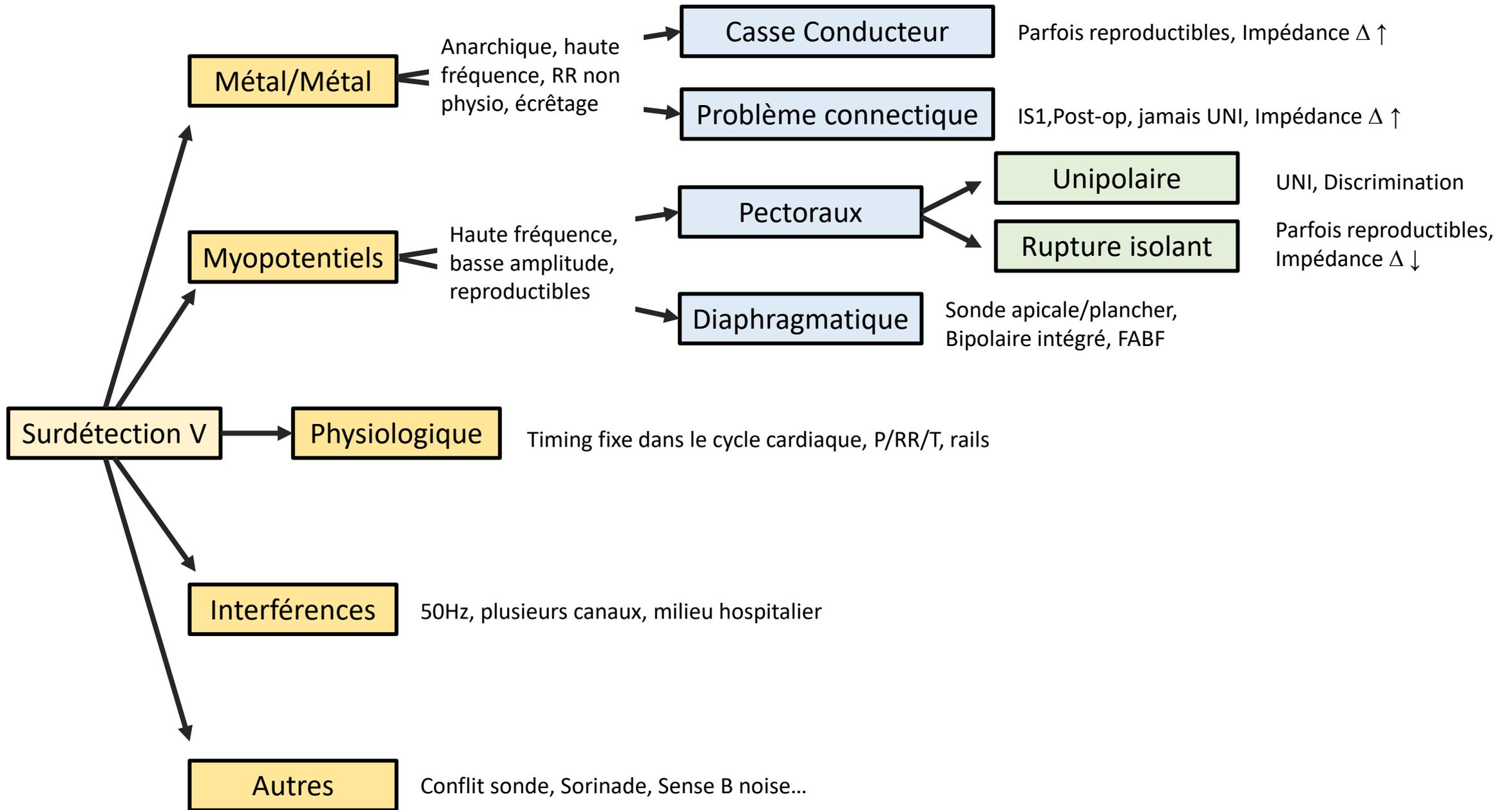
04/03/2012

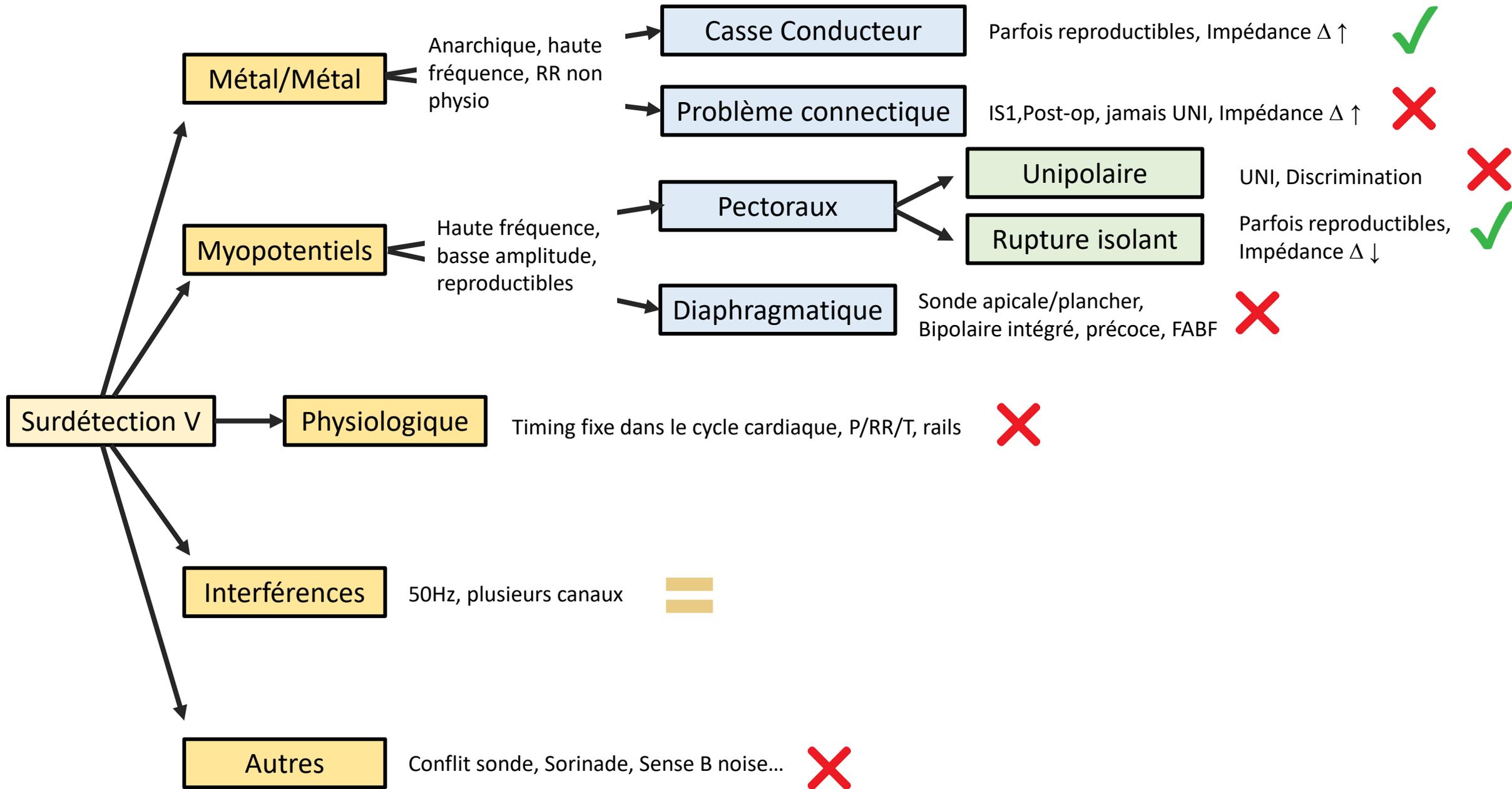
Alerte pour Episode FV classifié

13/03/2012

Alerte pour Episode FV classifié

Que faire? Quels diagnostics possibles?





Consultation rythmo 06/06/2012

J'ai vu en consultation le 06/03/2012 **Mr M** né le **12/02/1971 (41 ans)** suite à une alerte de télécardiologie.

Il s'agit d'un patient atteint d'un syndrome de BRUGADA qui avait été implanté d'un défibrillateur. Il y a deux ans, lors d'un passage en FA, il avait eu un choc inapproprié. A noter une alerte il y a environ un an sur un rythme atrial rapide qui n'avait pas conduit à un choc mais simplement à une alerte FV.

Là, l'alerte est différente. Il s'agit très clairement de bruits sur le canal ventriculaire.

L'interrogation de son défibrillateur retrouve des sondes en parfait état et les manœuvres contrariées ne peuvent reproduire les signaux enregistrés lors de l'alerte. A noter par ailleurs une pile en fin de vie puisqu'il a 4% de batterie.

Nous continuons à le surveiller par télécardiologie et nous le convoquerons dès qu'il aura atteint le remplacement de sa pile. Avant le changement de cette dernière on re testera la sonde pour s'assurer de l'intégrité de cette dernière.

Je vous remercie de votre confiance

Bien cordialement.

Episode 1: Biotronik Lumos VR-T

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006 DAI Biotronik Lumos VR-T

10/06/2012

SYNTHESE DU SEJOUR

Nous avons reçu Mr M

41 ans pour changement de boîtier chez un patient avec syndrome de Brugada.

A noter une alerte FV récemment : à l'interrogatoire de la pile, il existe du bruit sur le canal de détection et sur le farfield en faveur d'interférences extérieures. La sonde fonctionne donc normalement et n'a pas été changée.

Le patient a donc bénéficié d'un nouveau boîtier BIOTRONIK le 12 juin. Les points devront être enlevés dans 10 jours (21 juin).
Le patient sera revu en consultation dans 6 mois pour interrogation de son défibrillateur.

Episode 2: Biotronik Lumax 540 VR-T

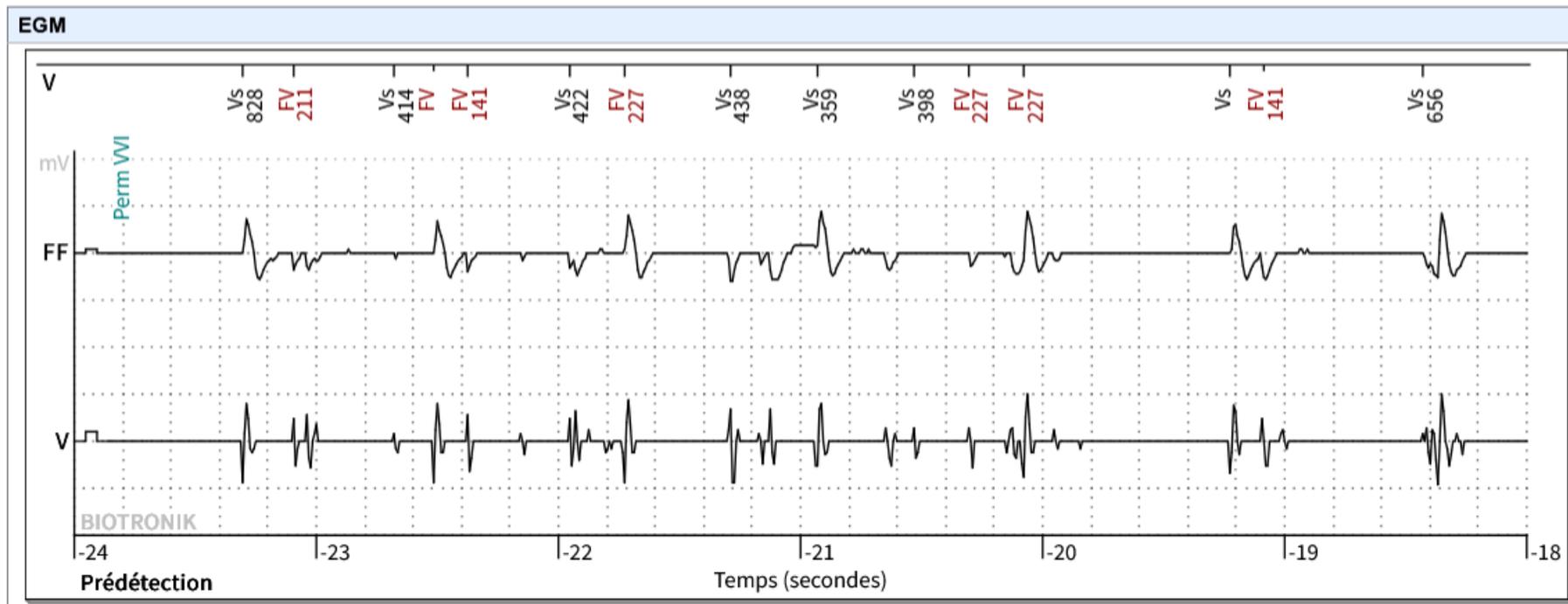
- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006 DAI Biotronik Lumos VR-T, sonde Biotronik Linx
- Changement de boitier 10/12/2012 Biotronik Lumax 540 VRT

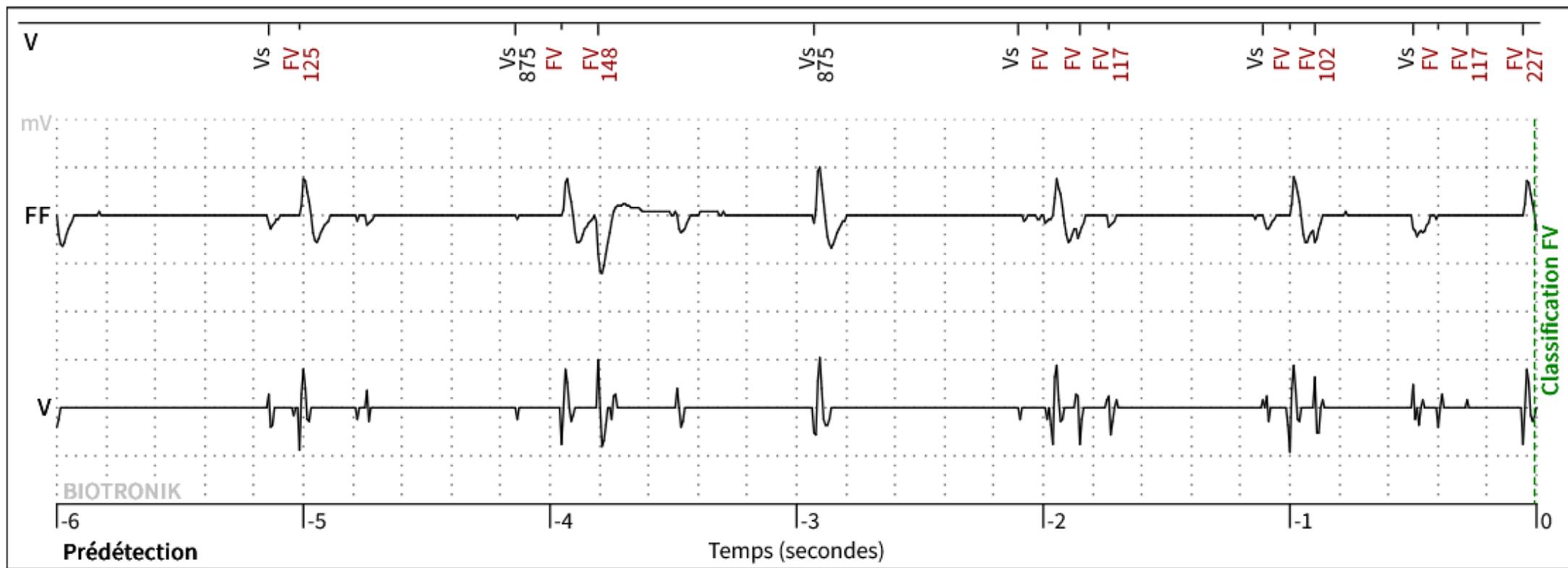
13/10/2012

Alerte pour Episode FV classifiée

Généralités	
Numéro d'épisode	3
Type d'épisode	FV
Classification	13 oct. 2012, 23:02:08
Fin	13 oct. 2012, 23:02:34
Durée	26s
Réglages n°	4
Classification	
RR moyen lors de classification initiale [ms]	209
Début [%]	78
Stabilité [ms]	173
Reclassification	---

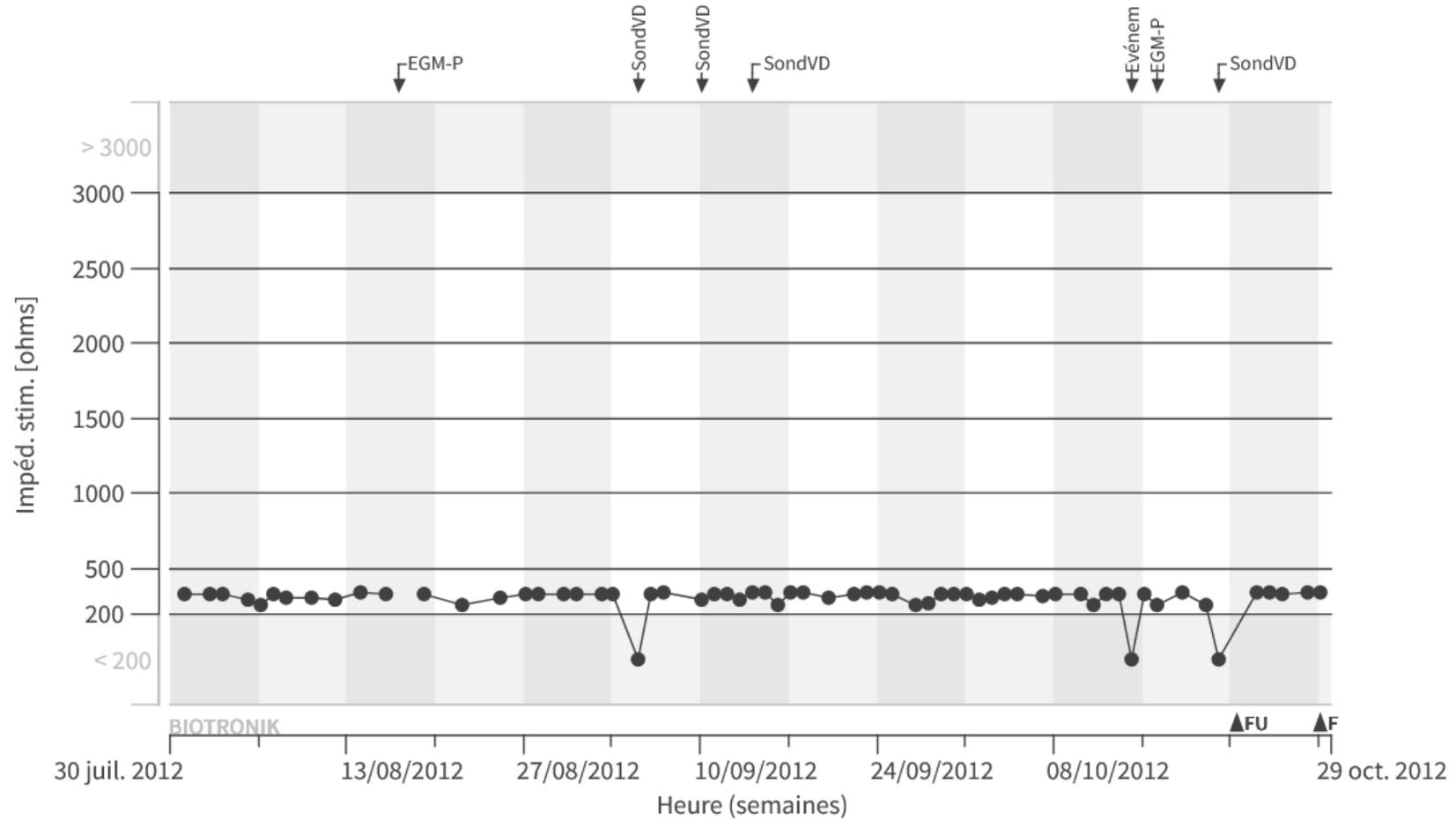
Thérapie	
ATP délivrée en TV/FV	0
ATP One Shot délivrées	NON
Choc(s) délivré(s)	0
Chocs annulés	1
Energie maximale [J]	40
Fin	
RR moyen en fin d'épisode [ms]	531
Remarque	
aucun	





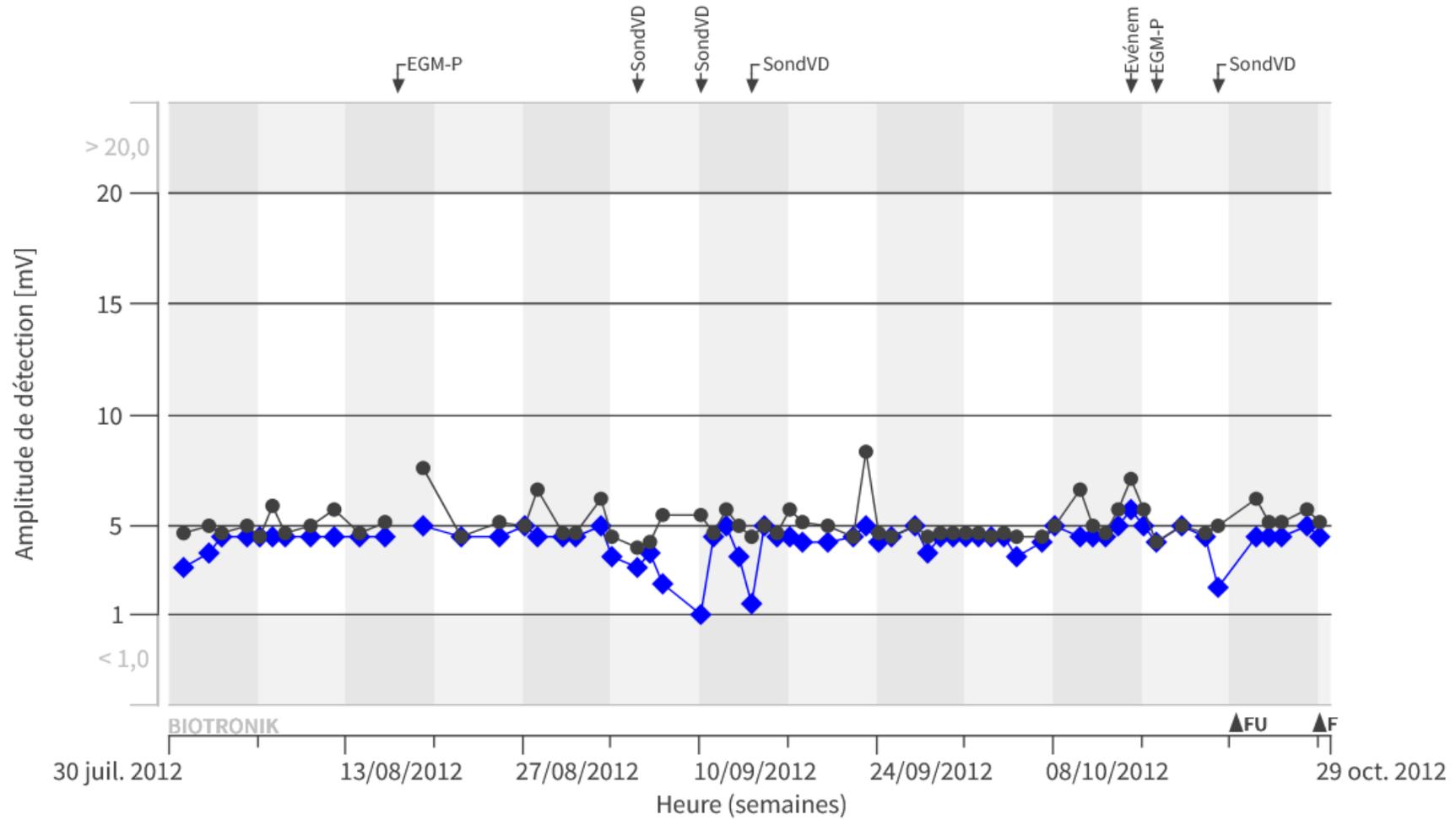
Impédance de stimulation

● Impédance de stimulation VD [ohms]



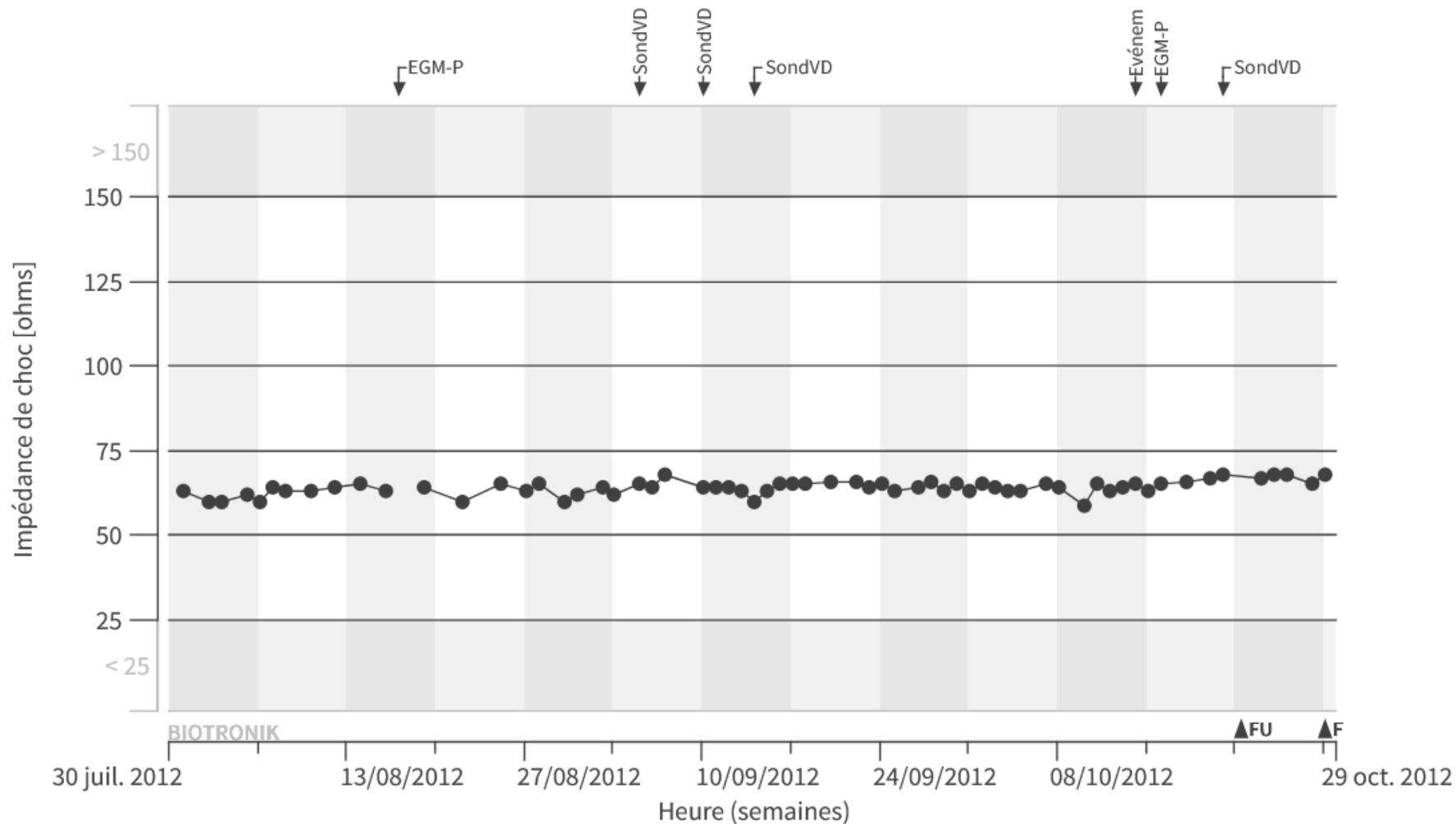
Amplitude de détection VD

● Amplitude moyenne de détection VD [mV] ◆ Amplitude min. de détection VD [mV]

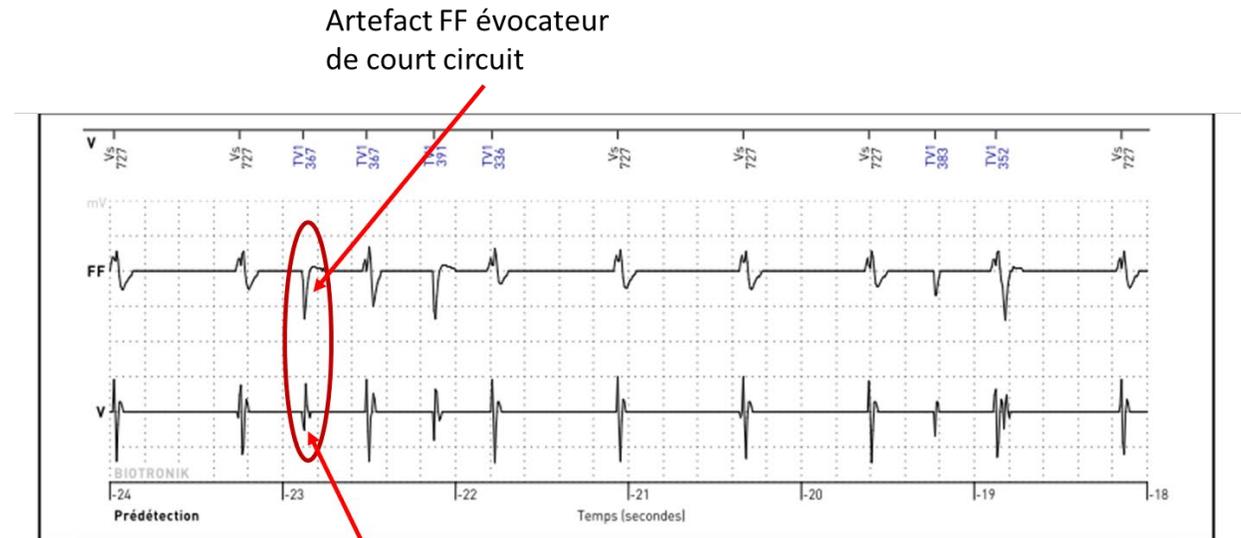
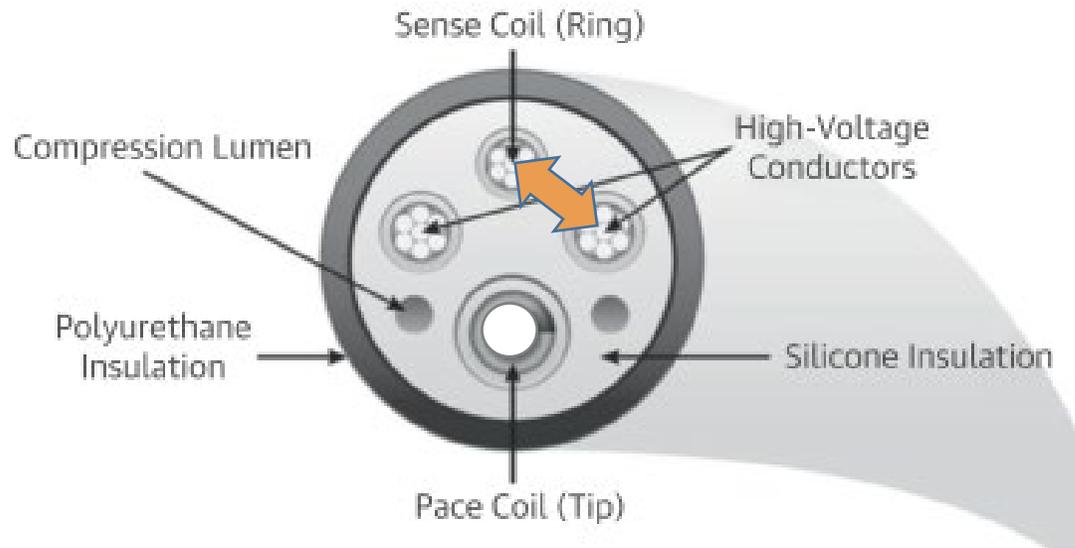


Impédance de choc

● Impédance de choc quotidienne [ohms] ◆ Impédance du choc délivré [ohms]



Rupture de l'isolant interne de la Linox



Signal haute fréquence,
grande amplitude

Episode 3: Abbott Ellipse VR

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006 DAI Biotronik Lumos VR-T, sonde Biotronik Linx
- Changement de boîtier 2012 Biotronik Lumax 540 VRT
- Extraction-repose en 2012 pour fracture de sonde (Medtronic 6935M)
- Changement de boîtier Octobre 2021 (Abbott Ellipse VR)

16/12/2022

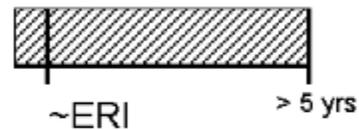
Transmission calendaire

FastPath™ Summary

 **2 Alerts**

Battery

Longevity: 6,7-7,5 yrs



Implant Date:

10 Sep 2021

Last Max Charge

7,0 sec (11 Sep 2022)

Battery Current

12 μ A

Remaining Capacity to ERI

87%

Test Results 16 Dec 2022

A Automatic

Capture

Sense

Lead Impedance

V

Not Performed

1,75V @ 0,5ms (Bi) 11 Sep 2021

>12,0mV (Bi) **A**

>12,0mV (Bi) 11 Sep 2021

430 Ω (Bi) **A**

390 Ω (Bi) 10 Sep 2021

HV

78 Ω (RV to Can) **A**

61 Ω (RV to Can) 11 Sep 2021

Alerts



Magnet response

ST Thresholds at 100%, limiting ST Episode detection. Suggested Thresholds available.

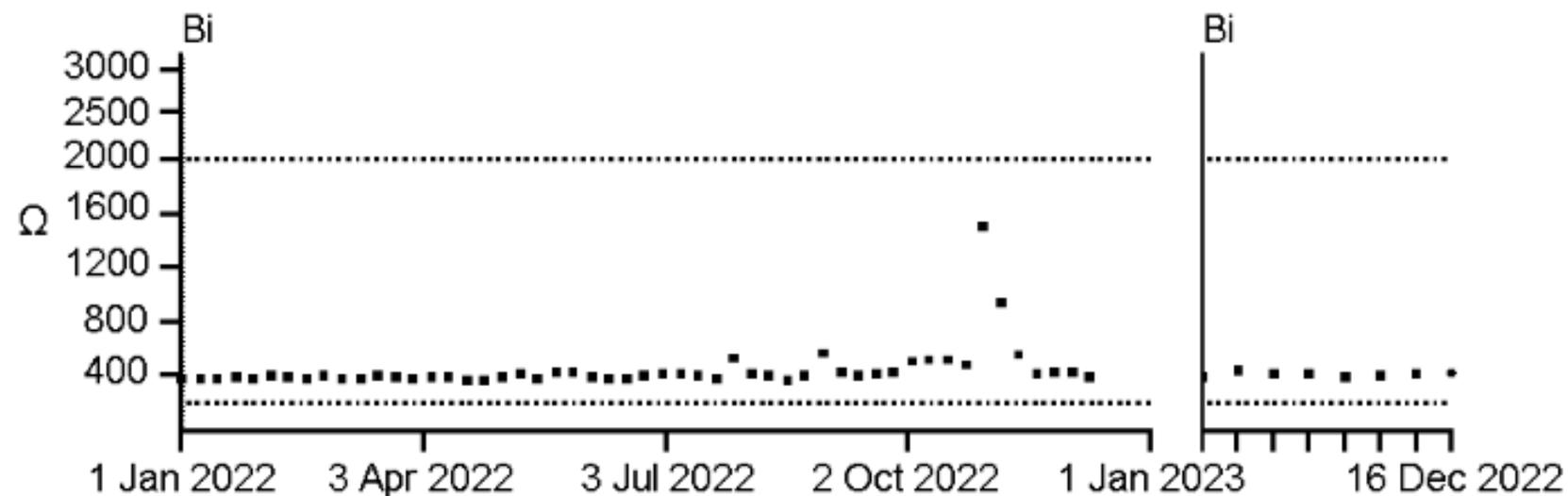
Test Results: Lead Impedance and Battery

Ventricular Lead Monitoring:

430 Ω (Bi) 16 Dec 2022

1-year trend

Last 7 Days



Configurations

First Measurement

Lifetime Range

Bipolar

400 Ω (10 Sep 2021)

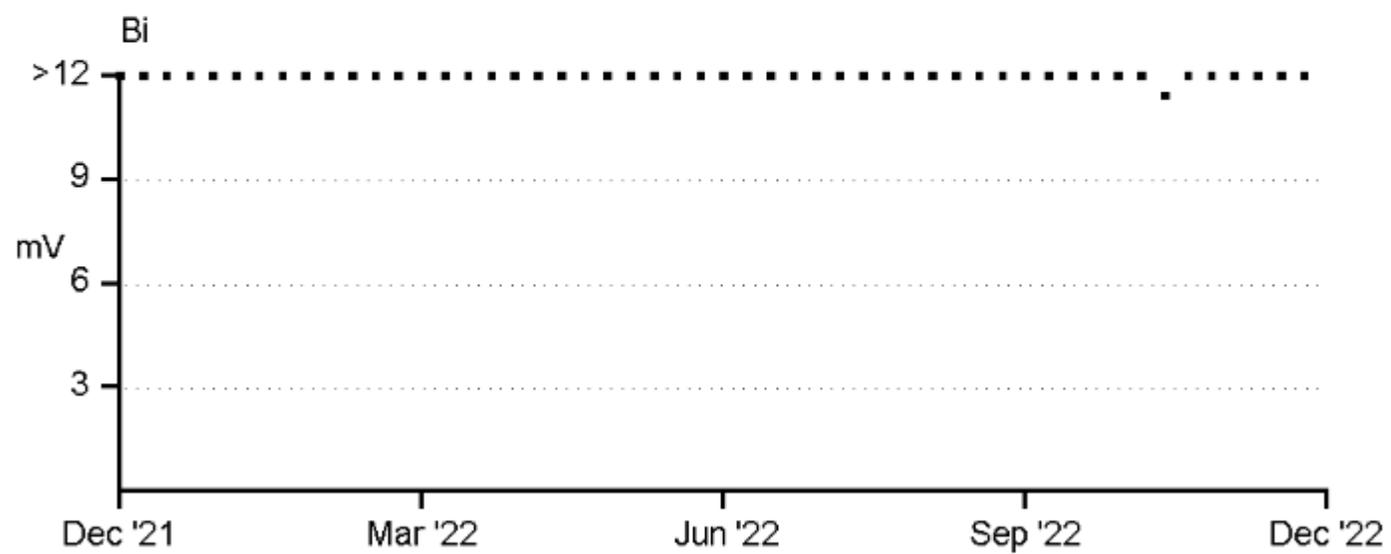
360 - 1725 Ω

>12,0 mV (>12,0 - >12,0 mV) (Bi) **A**
>12,0 - >12,0 mV (Bi)

15 Dec 2022

11 Sep 2021

Ventricular Sense Amplitude Trend

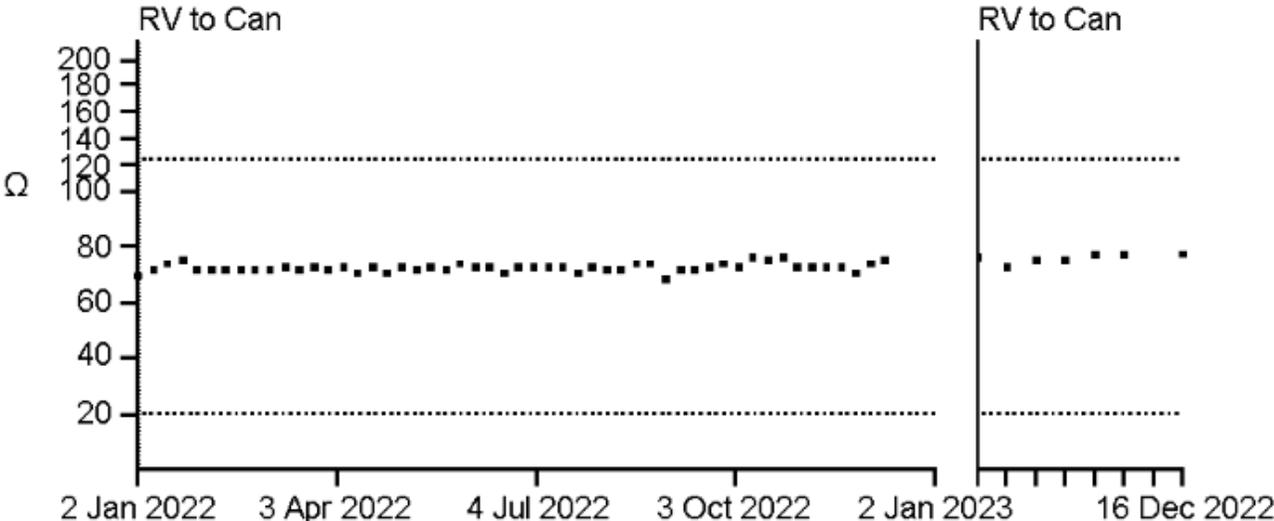


HV Lead Impedance:

78 Ω (RV to Can) 16 Dec 2022

1-year trend

Last 7 Days



RV to Can
First Measurement 78 Ω (10 Sep 2021)
Lifetime Range 60 - 87 Ω

Episode 3: Abbott Ellipse VR

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006
- Extraction-repose en 2012 pour fracture de sonde (Medtronic 6935M)
- Changement de boîtier Octobre 2021 (Abbott Ellipse VR)

16/12/2022

Transmission calendaire

Augmentation abrupte d'impédance isolée.

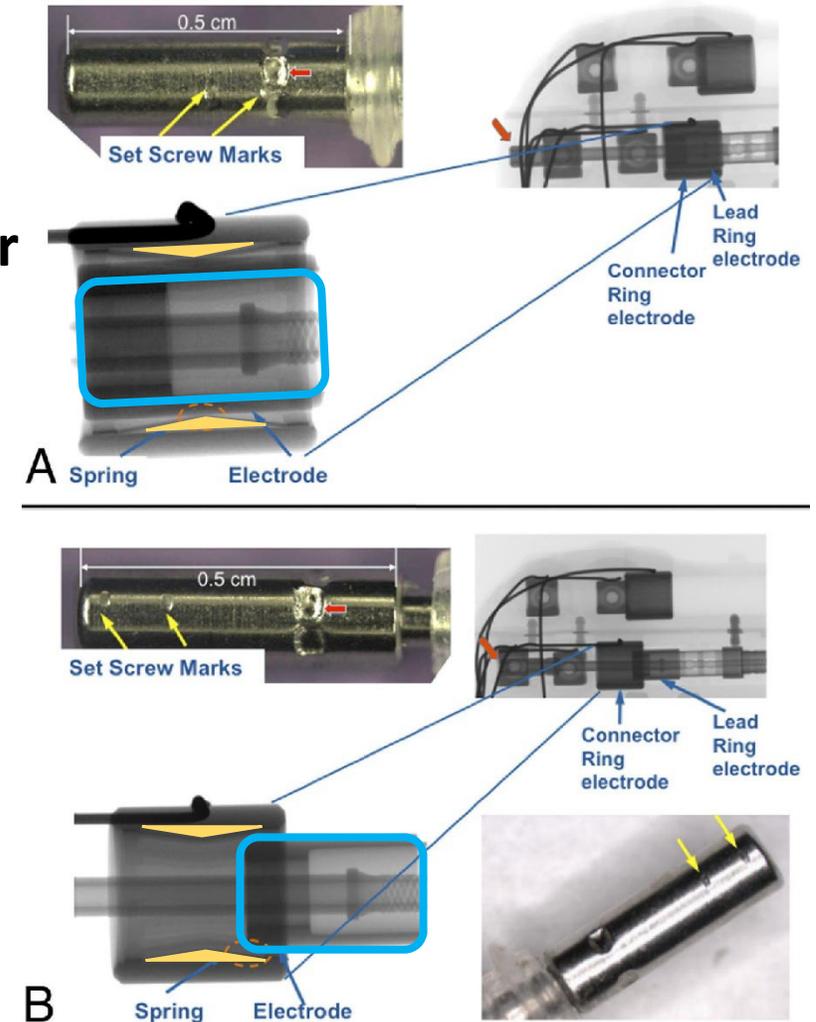
Que faire? Quel diagnostic différentiel?

Diagnostic différentiel 1: mauvaise connexion IS1

Mauvaise insertion de la sonde dans le connecteur

Mauvaise insertion de la sonde
Anomalies d'impédance itératives

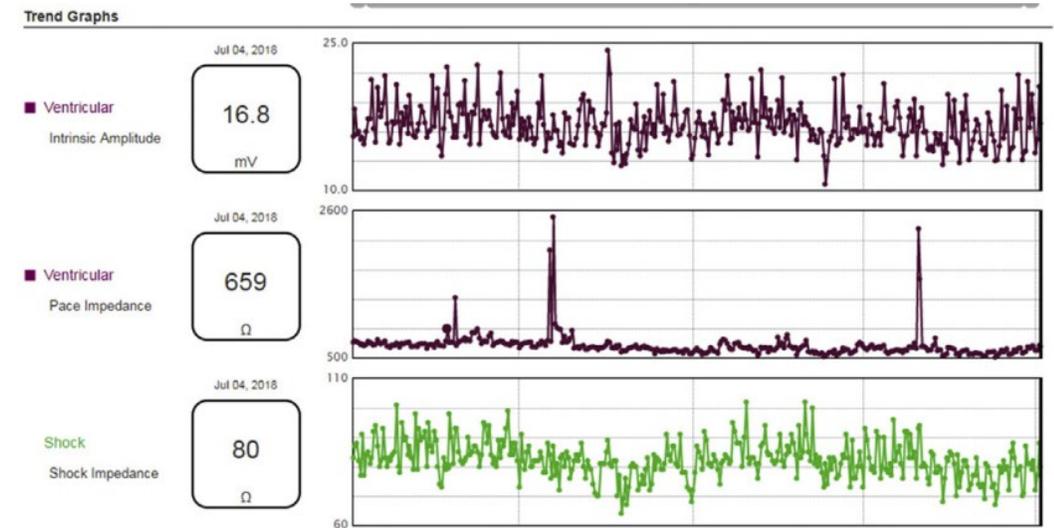
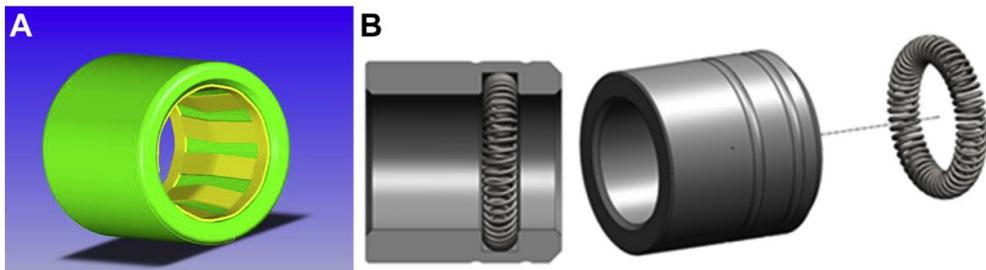
- ▶ IS1
- ▶ Concerne la bague (anode) **donc pas les configurations unipolaire ni bipolaire étendue**
- ▶ **Dans les 6 premiers mois**
- ▶ **Surdétection dans 50% des cas**



Diagnostic différentiel 2: incompatibilité sonde/connecteur IS1

Incompatibilité Sonde/Connecteur IS1

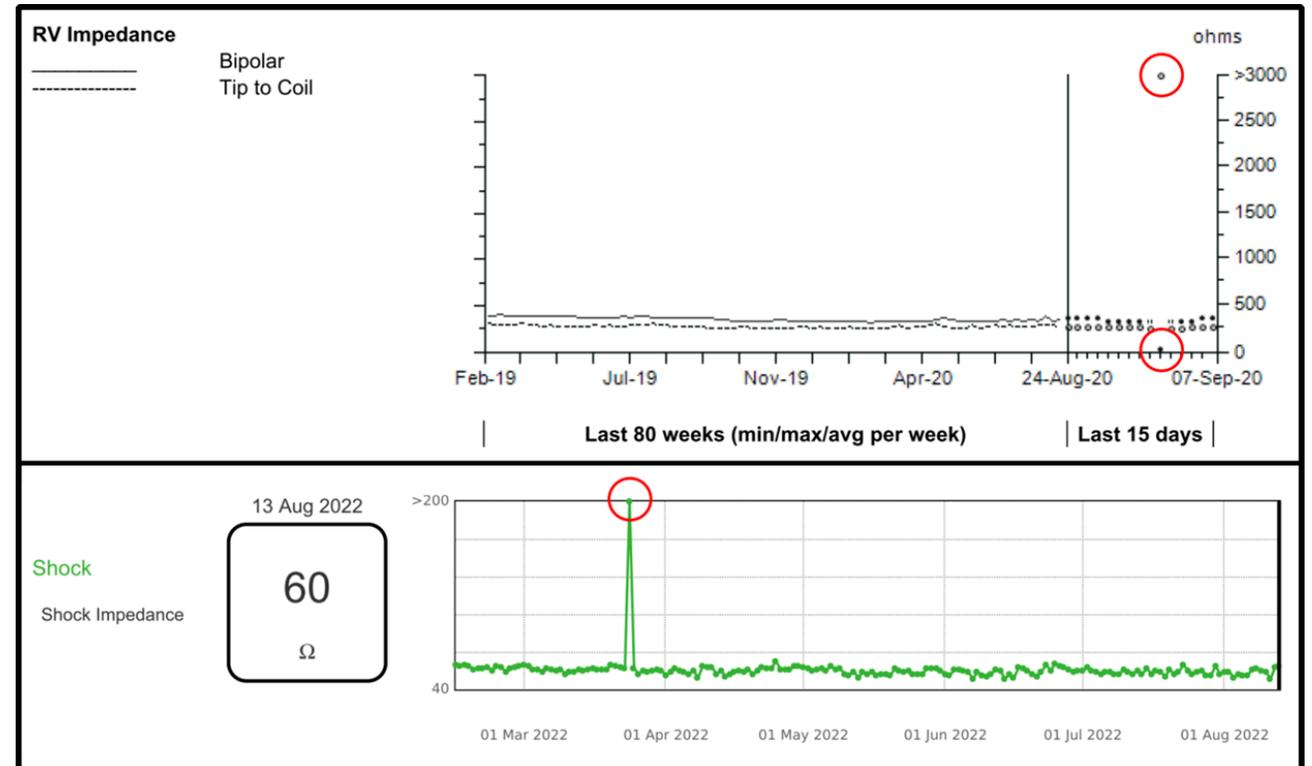
- ▶ IS1
- ▶ Connecteurs Abbott-Boston (spirale)
- ▶ + Sondes Medtronic
- ▶ Anomalies d'impédance ISOLEES
- ▶ Pas de bruit



Diagnostic différentiel 3: interférences

Interférence durant la mesure

- ▶ Valeurs extrêmes
- ▶ Isolée
- ▶ Interférences lourdes (ablation)
- ▶ Ni Abbott, ni Microport



Diagnostics différentiels:

1) Défaut d'insertion de la sonde dans le connecteur:

- IS1 ou DF1 ✓
- Bipolaire « vrai » ✓
- Dans les premiers mois ✗
- 50% du temps associé à de la surdéttection =

2) Incompatibilité Sonde-Connecteur:

- IS1 ✓
- Bipolaire « vrai » ✓
- Sonde Medtronic ✓
- Boitier Abbott ou Boston Sc ✓
- Pas de surdéttection, anomalie isolée ✓

Diagnostics différentiels:

3) Interférences

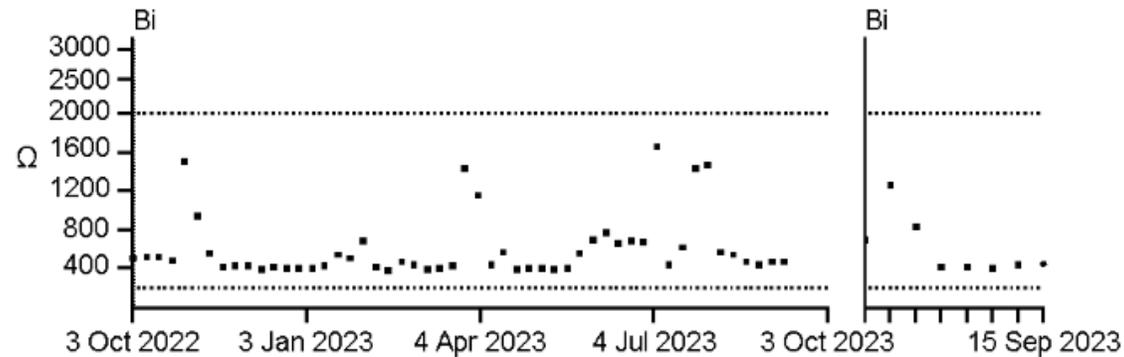
- Valeur extrême ✗
- Isolée ✗
- Interférences lourdes ✗
- Ni Abbott, ni Microport ✗

Ventricular Lead Monitoring:

450 Ω (Bi) 15 Sep 2023

1-year trend

Last 7 Days



Configurations
Bipolar

First Measurement
400 Ω (10 Sep 2021)

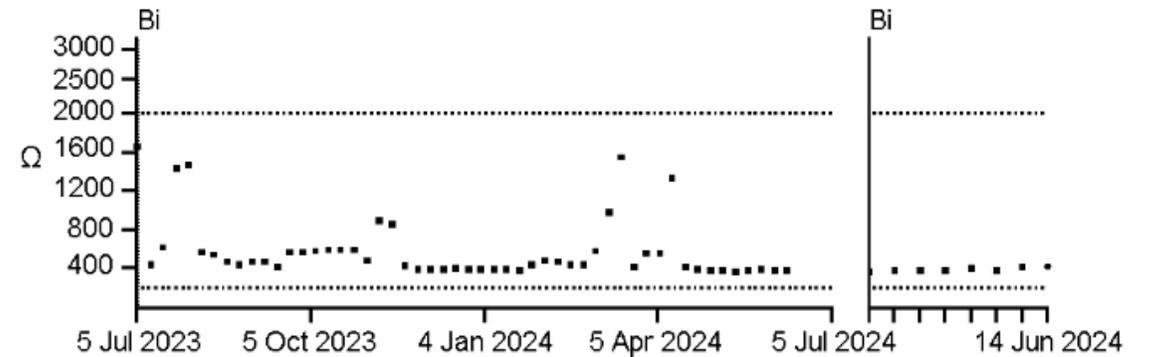
Lifetime Range
360 - 1825 Ω

Ventricular Lead Monitoring:

430 Ω (Bi) 14 Jun 2024

1-year trend

Last 7 Days



Configurations
Bipolar

First Measurement
400 Ω (10 Sep 2021)

Lifetime Range
360 - 1850 Ω

Episode 4: Abbott Ellipse VR

- Patient de 51 ans. Syndrome de Brugada.
- Primo-implantation 2006
- Extraction-repose en 2012 pour fracture de sonde.
- Changement de boîtier Octobre 2021

24/05/2025

Hospitalisation aux urgences cardiologiques pour vibrations du boîtier

- ▶ Impédance du conducteur à 2050 Ohms
- ▶ Pas d'autres anomalies (pas d'épisodes)
- ▶ Thérapies désactivées, consultation rythmo

Consultation rythmo

Résultats du test: Ventricule

Page 1 sur 2

Test de stimulation V

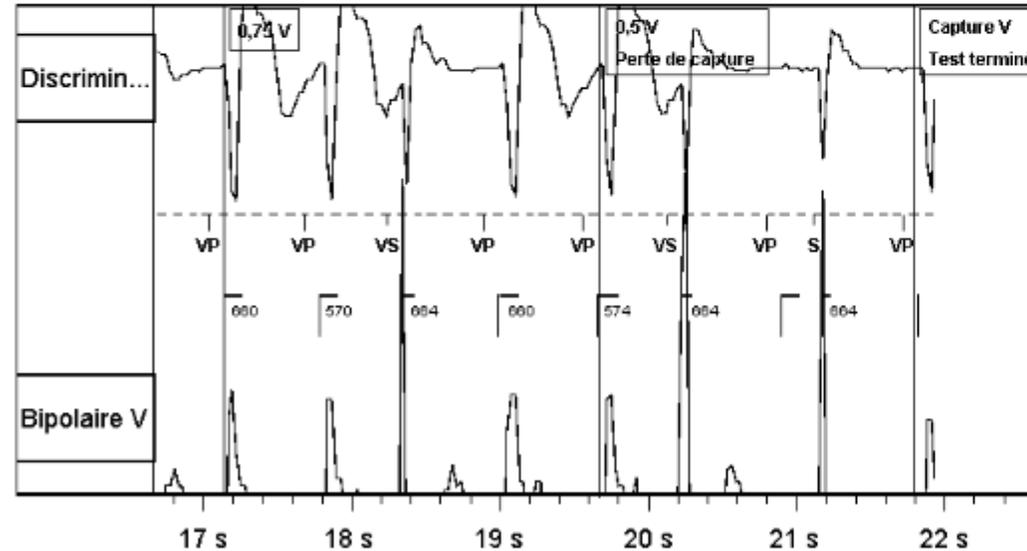
0,75 V @ 0,5 ms (Bi)

26 mai 2025

Marge de sécurité: 3,6 : 1 @ 2,75 V

1,25 V @ 0,5 ms (Bi)

24 mai 2025



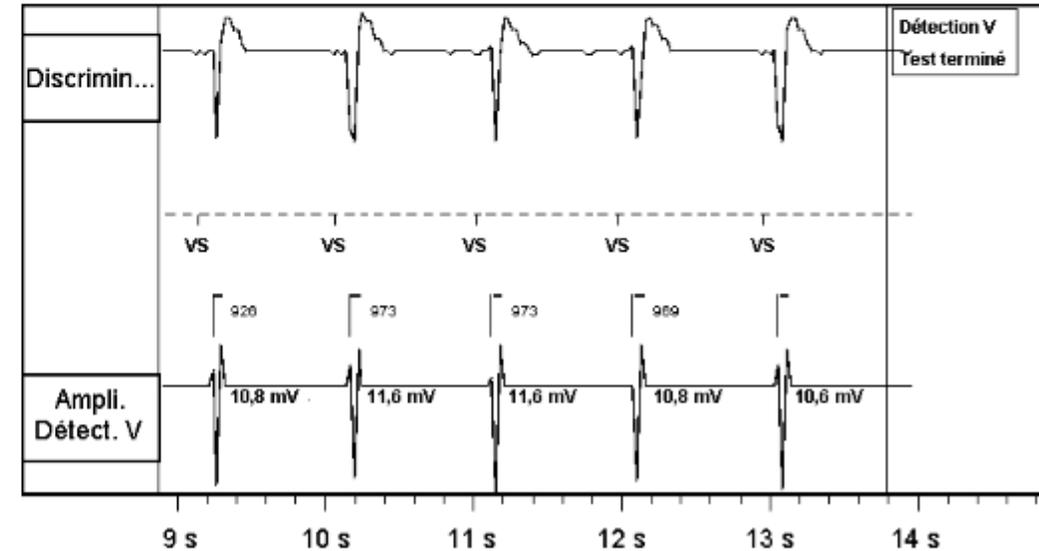
Test de détection ventriculaire

11,1 mV (10,6 - 11,6 mV) (Bi)

26 mai 2025

7,5 - 8,7 mV (Bi)

24 mai 2025

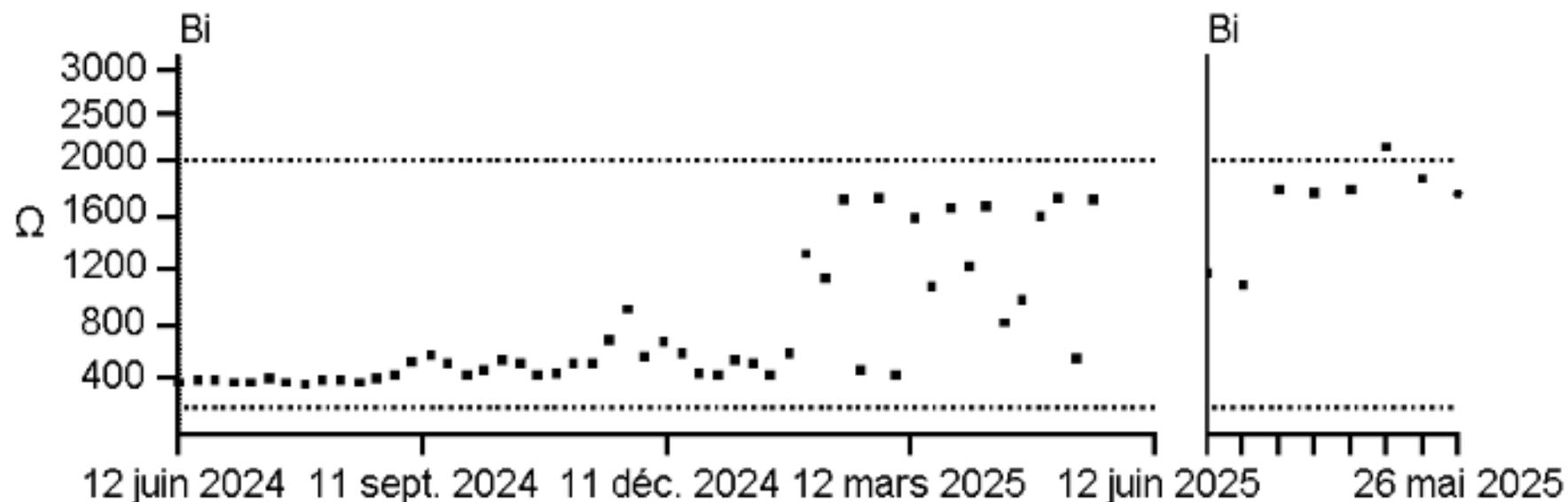


Consultation rythmo

Surveillance de sonde ventriculaire : 1775 Ω (Bi) 26 mai 2025

Courbe sur 1 an

7 derniers jours



Configurations

Première mesure

Depuis implant

Bipolaire

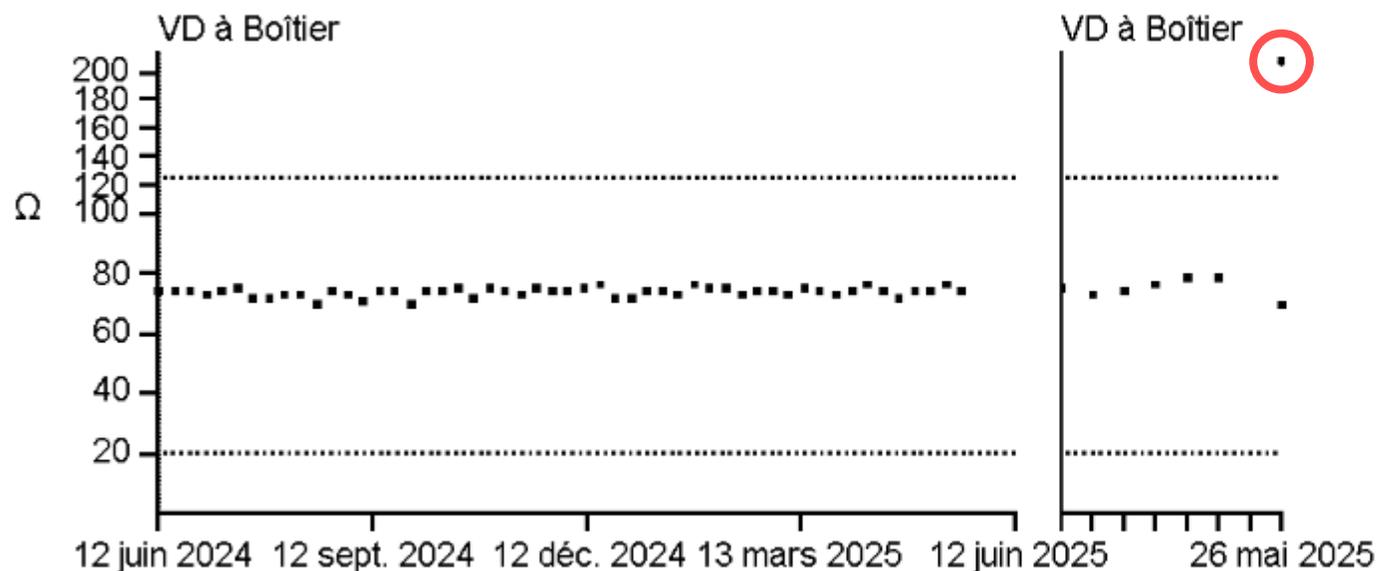
400 Ω (10 sept. 2021)

360 - 2175 Ω

Impédance de sonde HT :

73 Ω (VD à VCS+Boîtier) 26 mai 2025

Courbe sur 1 an



7 derniers jours

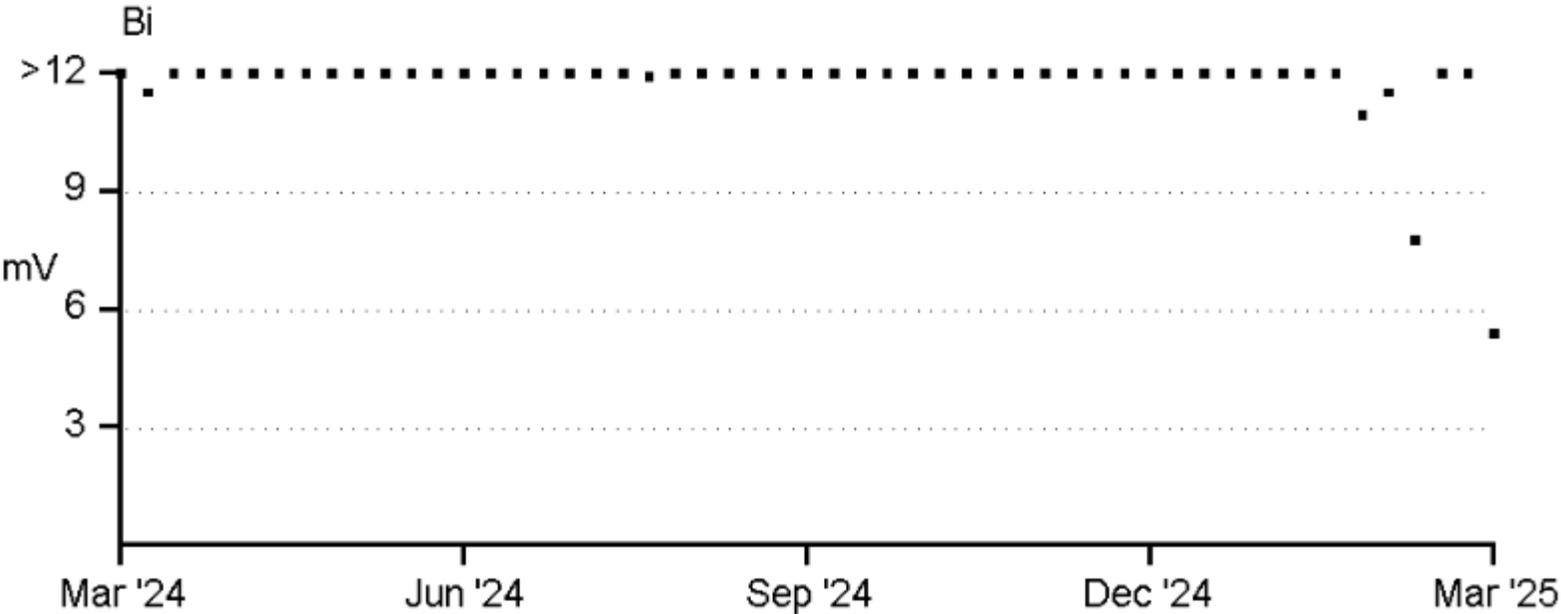
Config. de choc programmée
Limite basse
Limite haute

VD à VCS /Boîtier
20 Ω
125 Ω

- VD à Boîtier
- VD à VCS
- ▼ VCS à Boîtier
- Thérapies

Première mesure VD à Boîtier
Depuis implant 78 Ω (10 sept. 2021)
60 - 89 Ω

Ventricular Sense Amplitude Trend



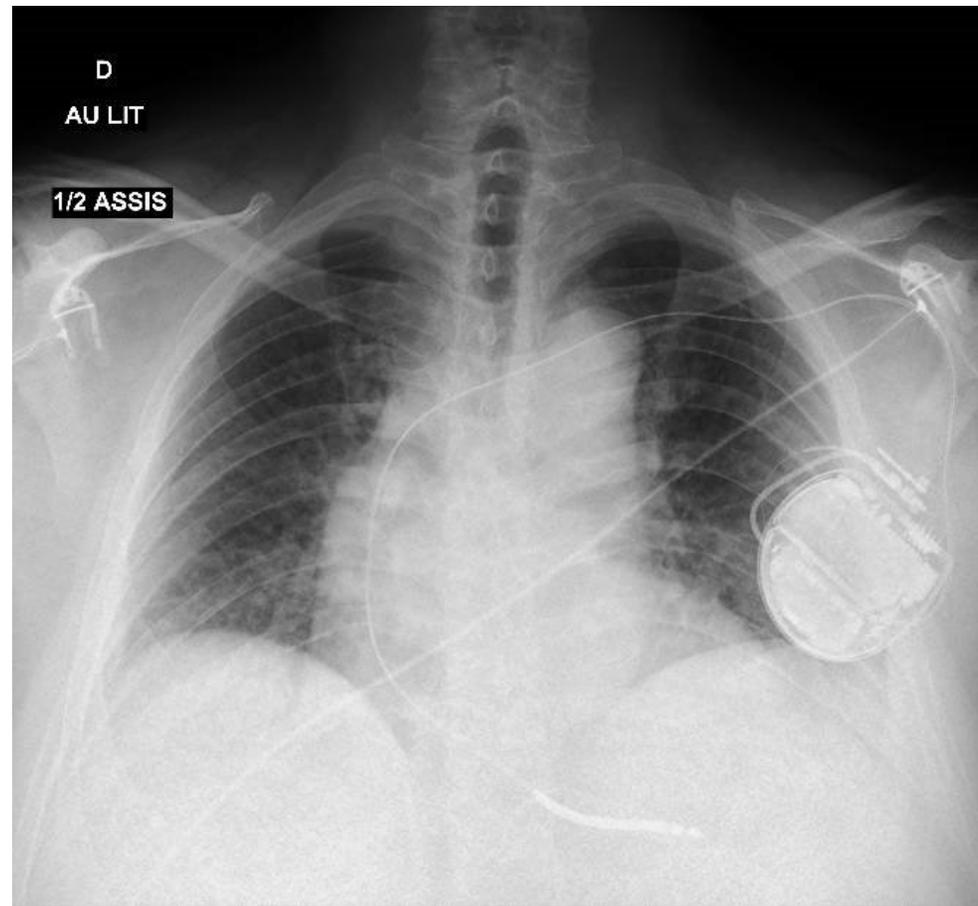
1: V Sense Amp 2,0 mm/mV
2: Markers

Consultation rythmo

- ▶ Impédance S/D > 2000 Ohms
- ▶ Impédance coil VD > 200 Ohms
- ▶ Pas d'épisode « d'arythmie »
- ▶ Pas d'épisode de SecureSense
- ▶ Pas de bruit aux manœuvres d'abduction, adduction, mobilisation du boîtier

Que ce passe t'il? Quel diagnostic différentiel?

Radio thoracique



Diagnostics différentiels: problèmes de connexion

1) Défaut d'insertion de la sonde dans le connecteur:

- IS1 ou DF1 ✓
- Bipolaire « vrai » ✓
- Dans les premiers mois ✗
- 50% du temps associé à de la surdéttection =

2) Incompatibilité Sonde-Connecteur:

- IS1 ✓
- Bipolaire « vrai » ✓
- Sonde Medtronic ✓
- Boitier Abbott ou Boston Sc ✓
- Pas de surdéttection, anomalie isolée ✗

Chute de détection + anomalie d'impédance Coil VD

On reprend l'exercice...

Tracé capturé

26 mai 2025 16:39

1: Discrimination Gain auto (4,5 mm/mV)

2: Marqueurs

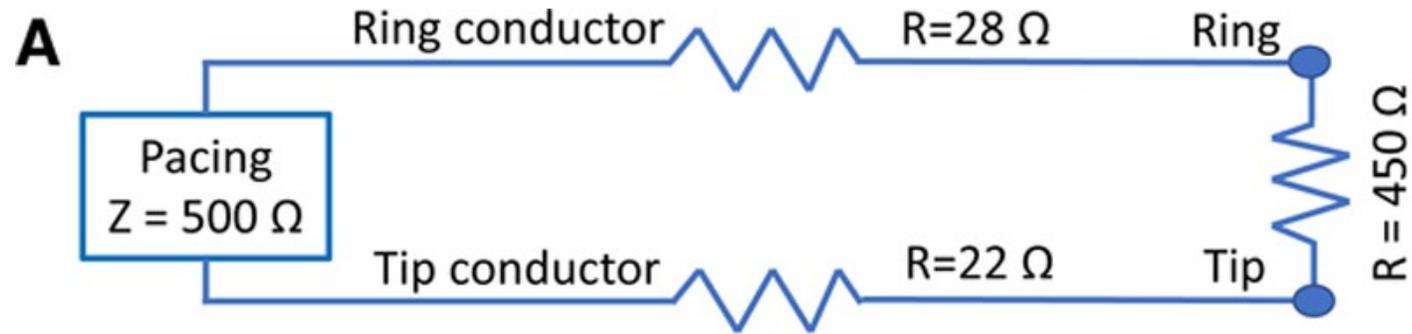
3: Bipolaire V 4,0 mm/mV

Vitesse : 25 mm/s



Rappels sur les impédances...

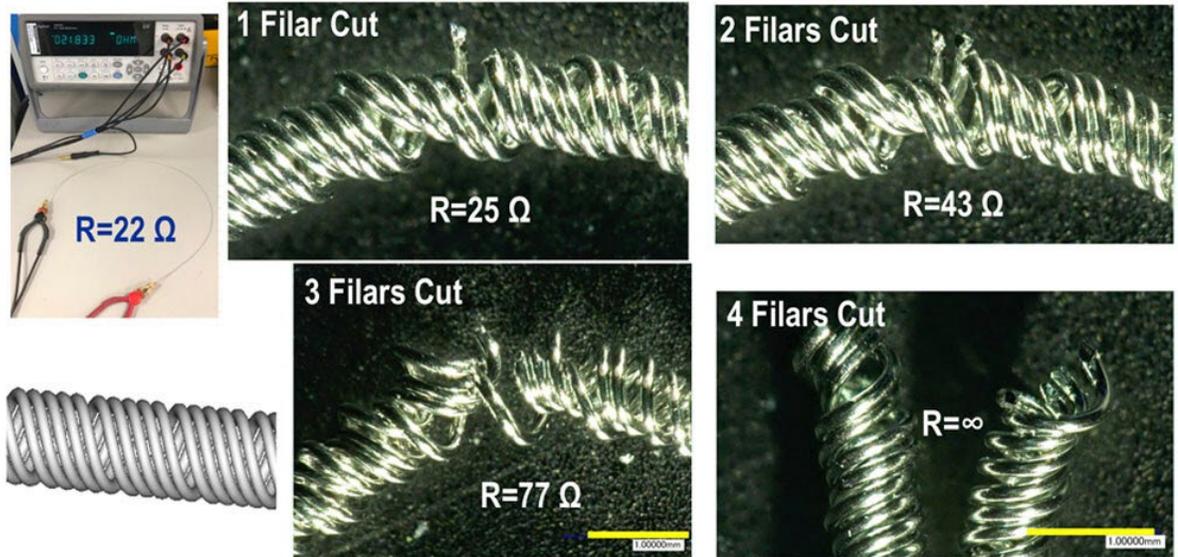
IMPEDANCE



The **500 Ω pacing impedance (Z)** comprises 28 Ω in the ring electrode conductor, 22 Ω in the tip electrode conductor, **and 450 Ω in the tip-to-ring contact impedance through myocardium and blood.**

Fracture progressive du conducteur distal (4 brins)

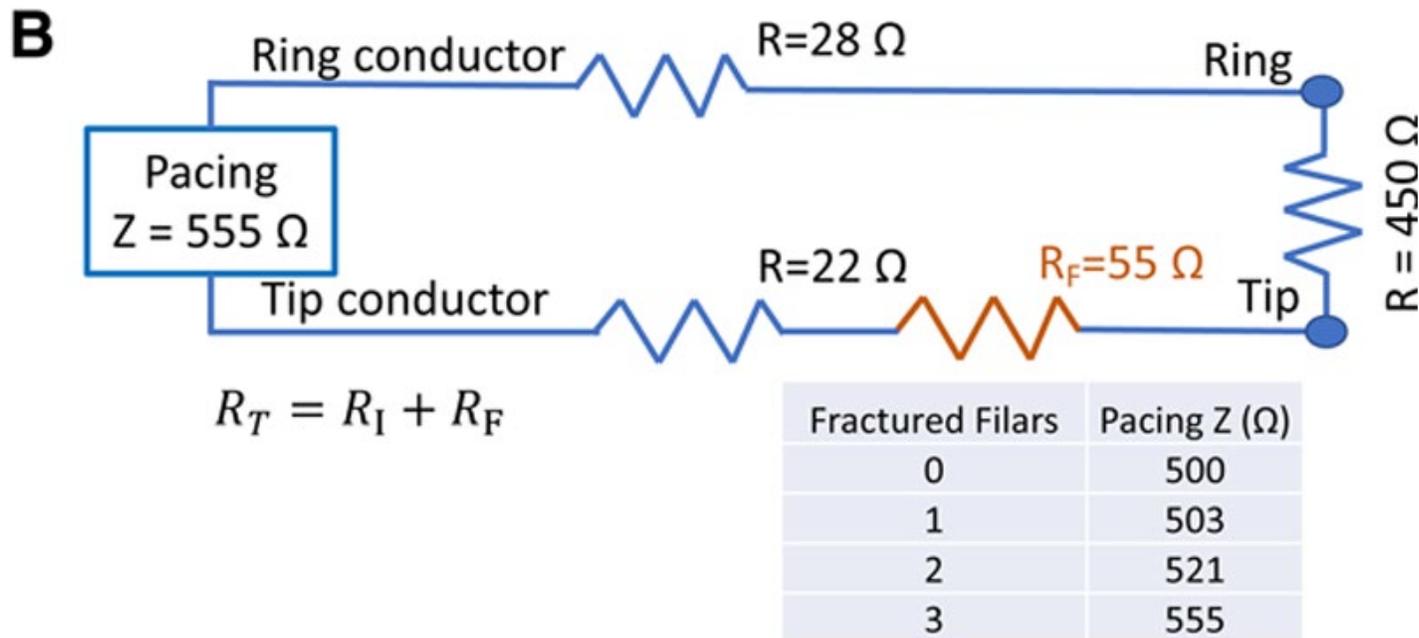
A



Fractured Filars	Pacing Z (Ω)
0	500
1	503
2	521
3	555

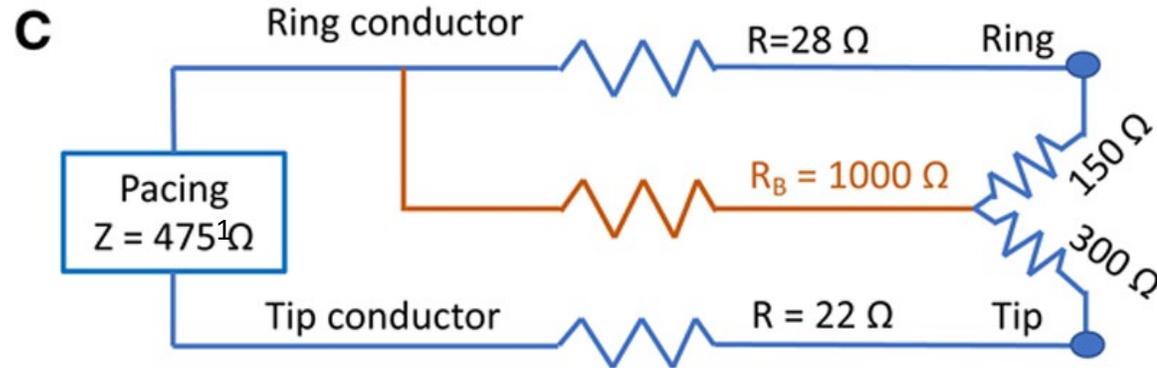
Progressive fractures of a 4-filar, 45-cm pacing coil to the tip electrode in Medtronic CapSureFix Novus leads. Top left shows 4-wire direct current (DC) resistance meter used for measurement and coil with ends held between needle-nose pliers. Right show photomicrographs with corresponding resistance measurements after cutting each filar. Baseline resistance is 22 Ω. Cutting 1, 2, and 3 filars increases resistance by 3, 21, and 55 Ω, respectively. Yellow bars indicate 1 mm.

Fracture progressive du conducteur distal (4 brins)



Partial conductor fracture introduces series resistance shown in orange. The total resistance (R_T) is given by the sum of resistance for the intact circuit (R_I) and fracture resistance (R_F)

Abrasion progressive de l'isolant



$$R_T = \frac{1}{1/R_I + 1/R_B}$$

Breach Z (Ω)	Pacing Z (Ω)
None	500
4000	493
3000	491
2000	486
1000	475

Insulation breach introduces a parallel conduction path with resistance R_B , modeled as a current path inserted between the ring and tip electrodes (parallel with the ring conductor-blood pool pathway). The 450 Ω ring-to-tip impedance is modeled as 150 Ω from ring electrode to blood pool and 300 Ω from tip electrode to myocardium. Breach impedance is likely 1000–4000 Ω . The table shows measured impedance for representative values for breach pathway impedance.

Impédance

Une montée abrupte d'impédance nécessite une destruction massive du conducteur (spire ou câble)

Une chute abrupte d'impédance nécessite un contact entre deux conducteurs (risque de court-circuit sur défib)

Une augmentation progressive d'impédance nécessite le plus souvent une surveillance. Sauf sur coil (risque de défaut de défib –Boston)

Une baisse progressive d'impédance témoigne d'une altération de l'isolant

Une minorité de fractures sont révélées par une anomalie d'impédance car cela nécessite une destruction quasi-totale de la sonde. C'est le plus souvent la surdétection qui amène au diagnostic

Conclusion...

Messages



Une surdétection ou une anomalie d'impédance nécessite une consultation en urgence

Bien contrôler les variations d'impédances sur les tendances

Avoir une approche systématique et méthodique pour arriver au diagnostic

En l'absence de diagnostic différentiel, il faut admettre que la sonde est cassée et que la sécurité du patient est compromise