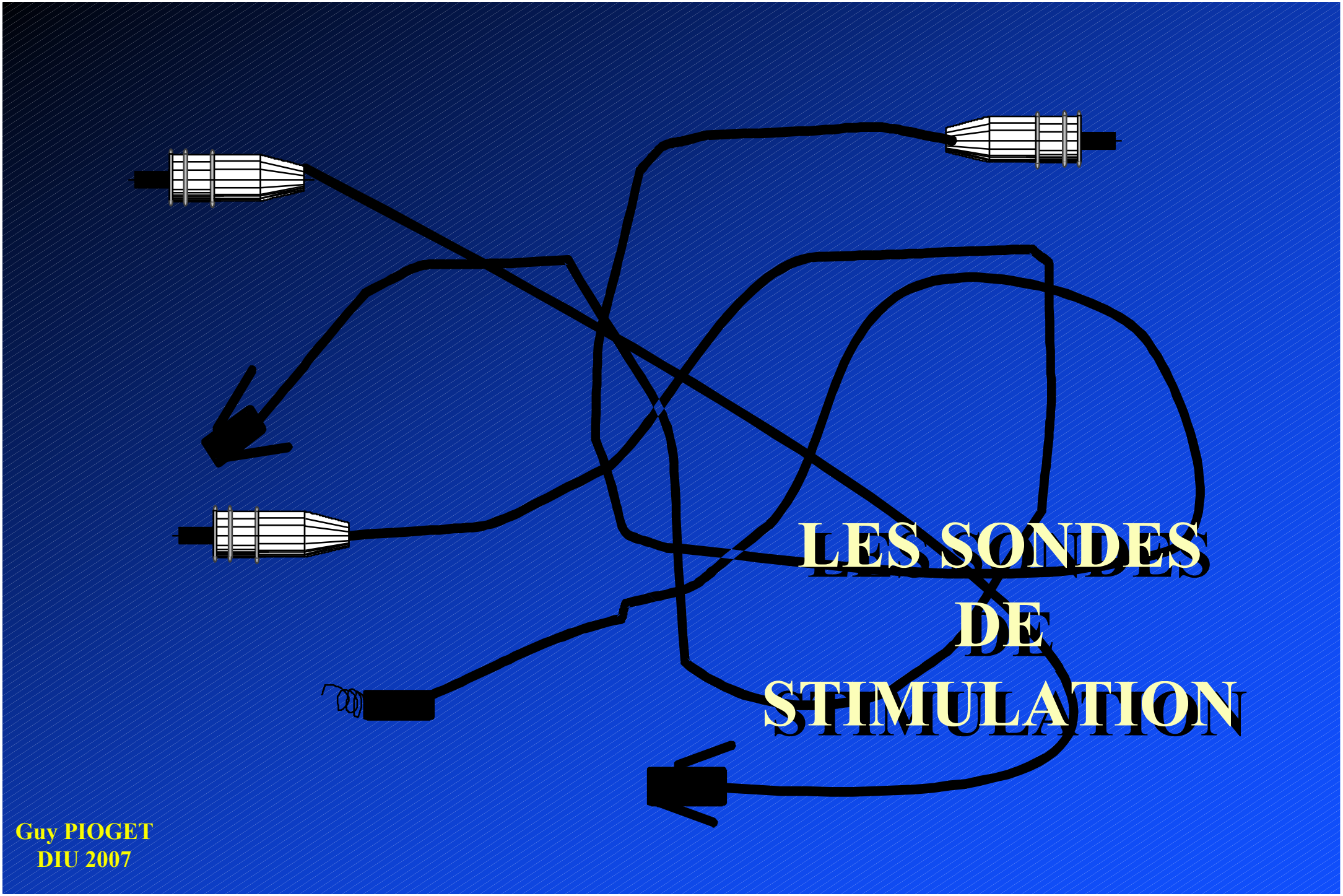


LES SONDES DE STIMULATION

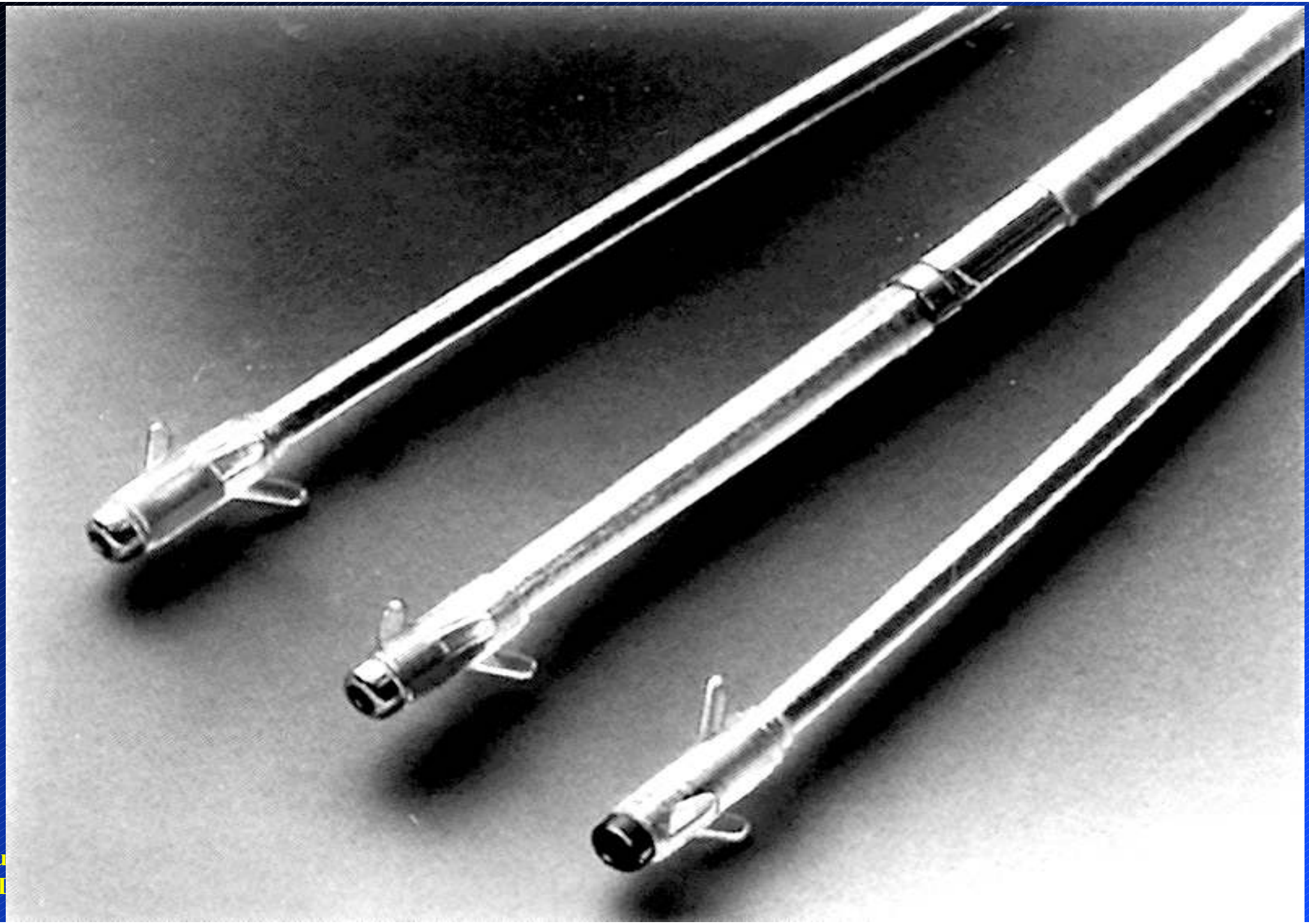
Guy PIOGET
DIU 2007

DESCRIPTIF

Guy PIOGET
DIU 2007

DIFFERENTES SONDES ELECTRODES:

* droites ou en J
* mono ou bipolaire
* a barbillons
* ou a vis
  - rétractable ou non
  - vis isolée électriquement ou non



Gu
I

ISOLANT

SILICONE :

Fiable, mais introduction plus difficile lorsque les deux sondes sont en silicone

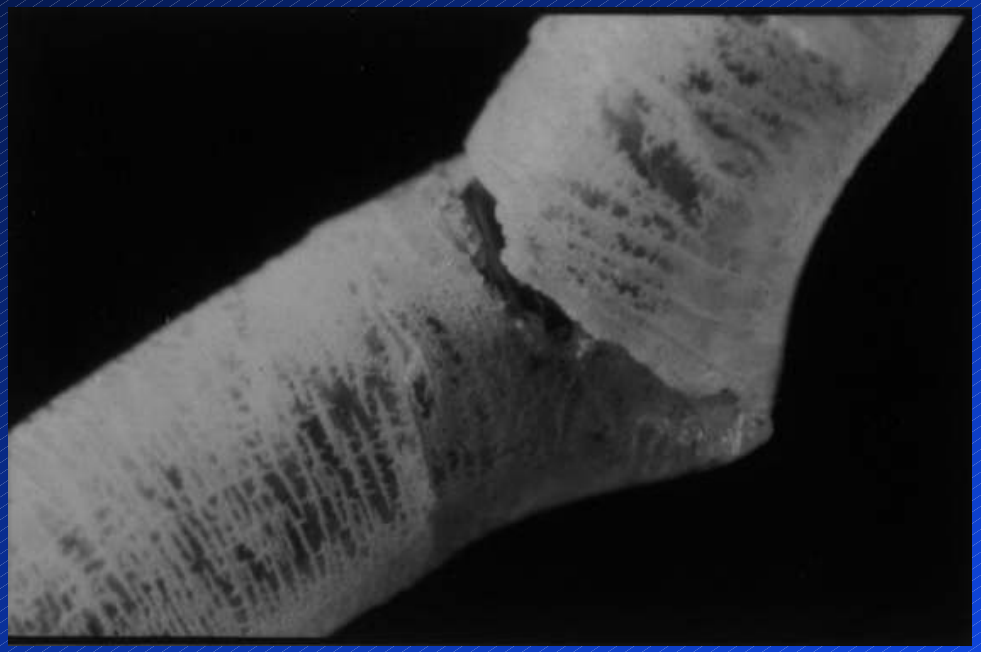
POYURETHANE :

Introduction plus facile pour deux sondes en polyuréthane,

mais moins bonne fiabilité pour le 80 A

actuellement remplacé par le 55 D

POLYURETHANE : IS IT A RELIABLE INSULATOR



- Lemm W, Krukenberg T, Gerlach K, and al. Biodegradation of Some Biomaterials after Subcutaneous Implantation. ESAO, 8th Annual Meeting, Copenhaguen 1981.
- Parins DJ, McCoy KD, Horvath NJ. In Vivo Degradation of Polyurethane: Further Evidence.
  Cardiac Pacemakers, Inc.
- Long-term Implant Effects on Polyurethane Leads in Humans.PACESETTER, Inc., April 1982.

WHY POLYURETHANE FOR CARDIAC PACING LEADS ?

- Stiffness → Small Lead Diameter
- Lubricity → Two Leads in the same vein
- Biostability, Biocompatibility

Stokes K, Cobian K, Lathrop T. Polyurethane Insulators, A Design Approach To Small Pacing Leads. PROC. of the VIth WORLD SYMP. on CARDIAC PACING 1979; 28-2.

MAIN PHYSICAL PROPERTIES OF PELLETHANE vs TOUGH SILICONE RUBBER

Property	Tough Silicone Rubber	Pellethane 2363-80A	Pellethane 2363-55D
Hardness (shore)	47A	83A	55D
Tensile strength	115	420	460
Elongation (%)	680	550	430
Tear strength (N/m)	**.91**	**2.7**	**3.7**
Young's modulus (Kg/cm²)	22	245	1430
Coefficient of friction (dry)	.75	.60	--
Coefficient of friction (in blood)	**.70**	**.04**	**--**

Guy PIOGET
DIU 2007

THROMBOGENICITY

- Asymptomatic and symptomatic pulmonary embolism related to silicone unipolar leads has been reported*
- However, after more than 30 years of clinical experience, manifest thrombosis following pacemaker implantation has found to be rare.

*Seeger W, Scherer .
Asymptomatic Pulmonary Embolism Following Pacemaker Implantation.
PACE 1986; 9:196-199.

CONDUCTEUR

UNIFILAIRE :

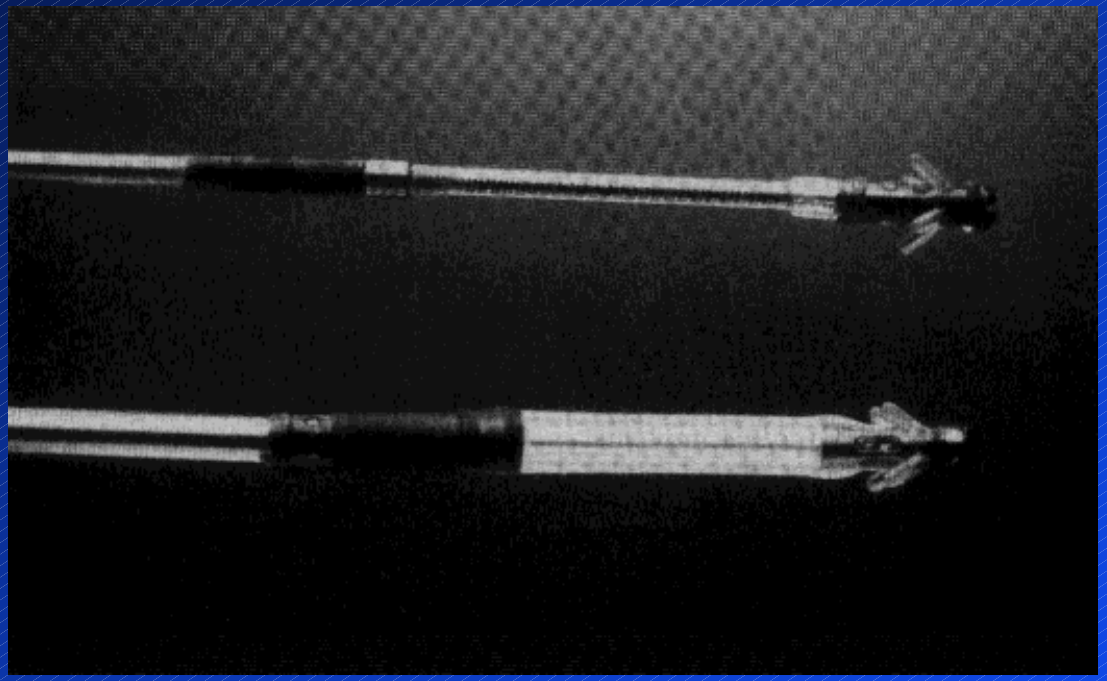
MOINS FIABLE

A ABANDONNER DE PREFERENCE

AU DELA DE 10 ANS A L'OCCASION D'UN REMPLACEMENT DE BOITIER

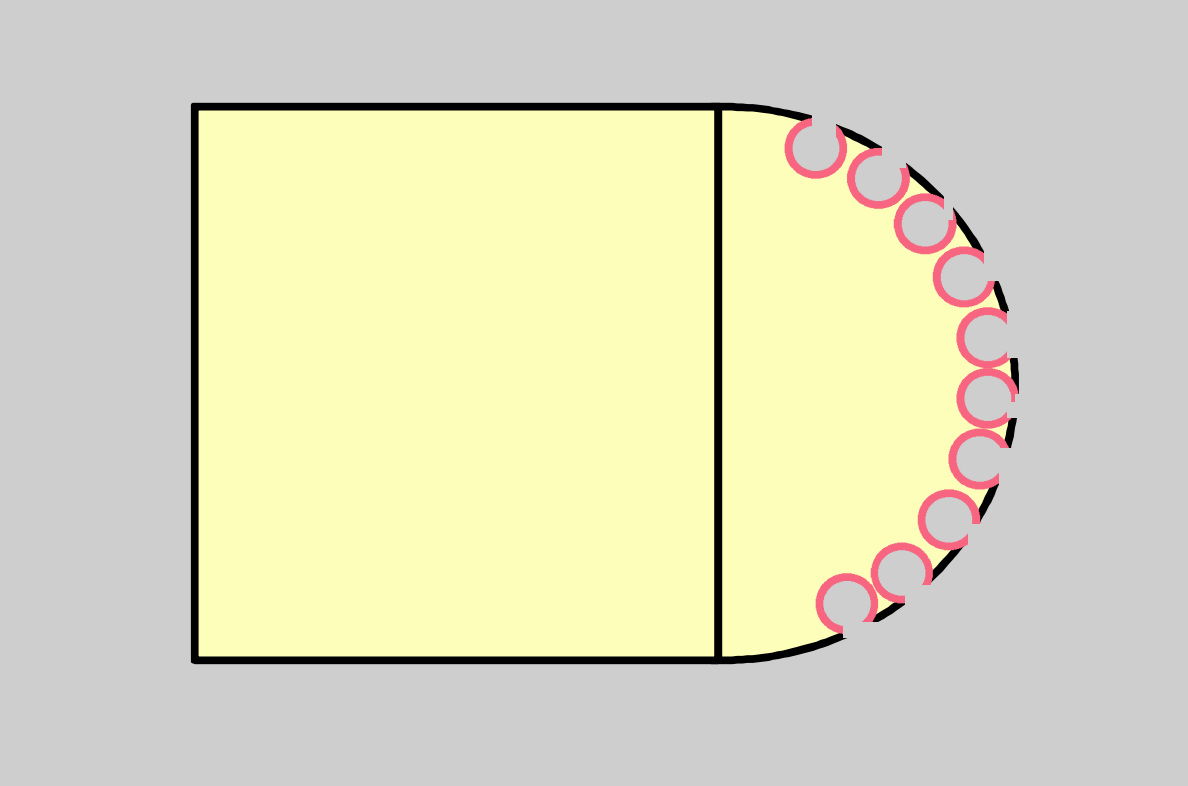
ACTUELLEMENT TOUTES SONT MULTIFILAIRES

NEW LEAD DESIGN



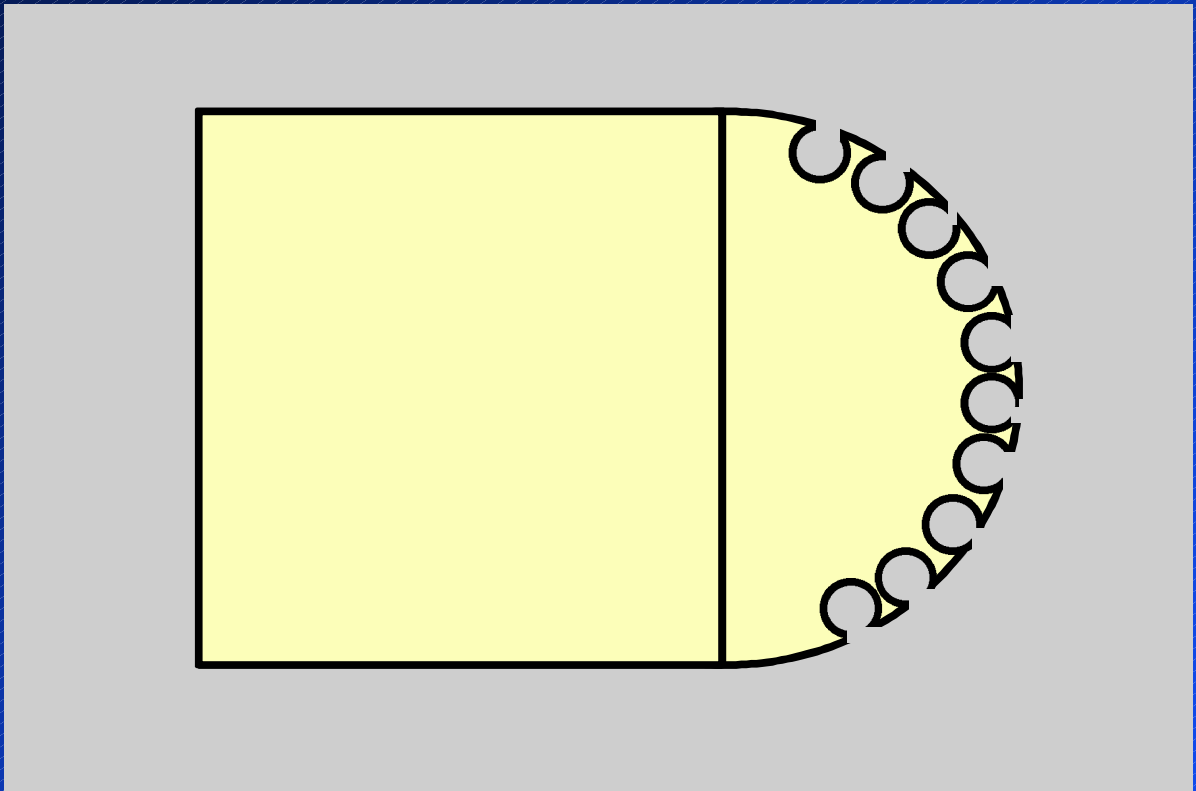
- Mond HG. Unipolar versus bipolar pacing Poles apart. PACE 1991; 14:1411-1416.
- Steven C.Adler and al. Thin bipolar leads: A Solution to Problems with Coaxial Bipolar Design. PACE1992; 11:1986-1990.

L'ELECTRODE
SURFACE DE STIMULATION



EN 15 ANS S =12 ---> 1.2 mm²

SURFACE DE DETECTION (1)



DIFFERENTS MATERIAUX: Platine poreux,
Carbone vitreux activé, ou pyrolytique

Systèmes Unipolaires et Bipolaires

PRINCIPE :

Pour délivrer une impulsion électrique, le système Sonde-Stimulateur nécessite deux électrodes, un pôle positif et un pôle négatif.

UNIPOLAIRE :

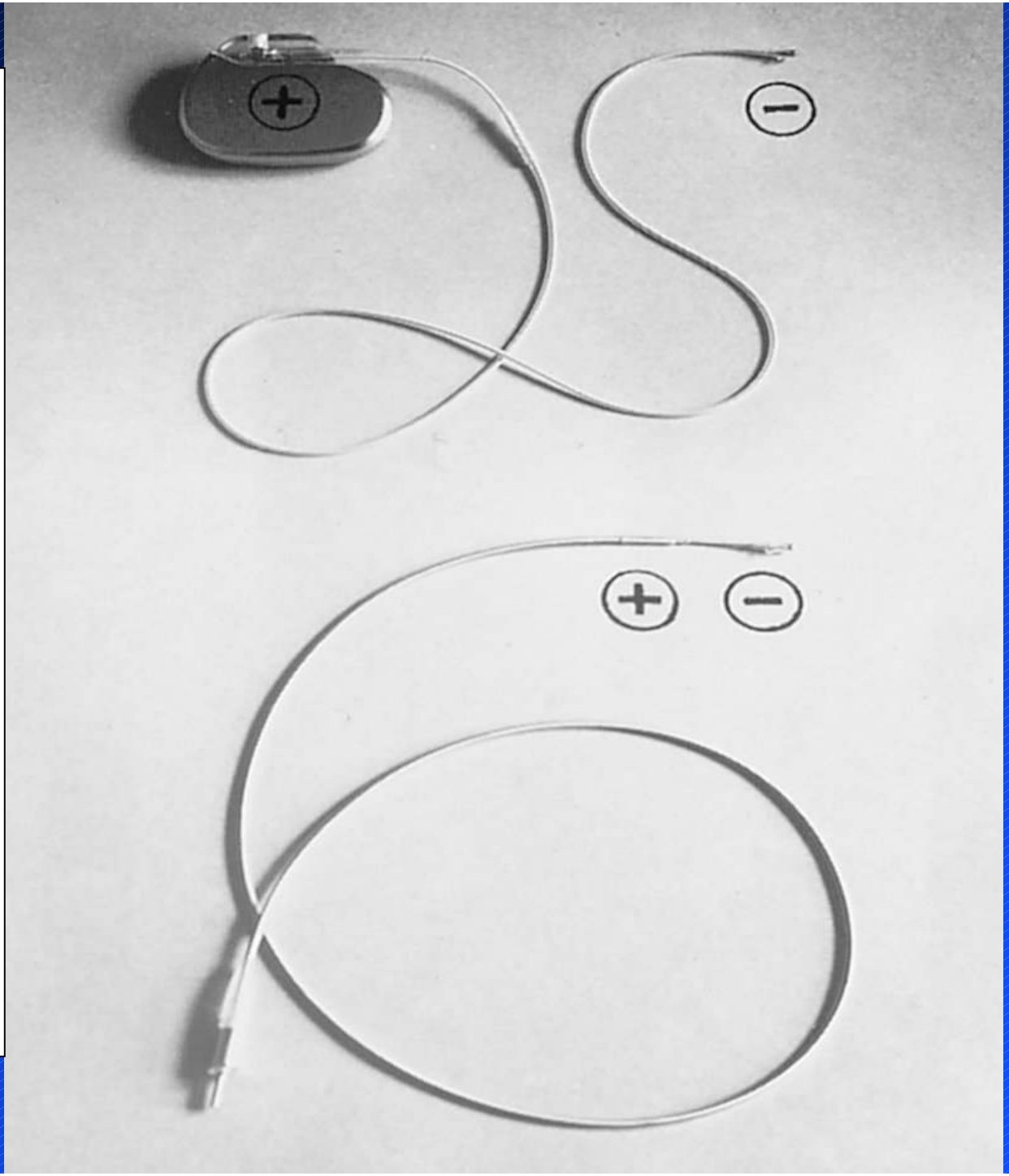
Une des électrodes est l'éxtrémité distale de la sonde (pôle négatif = cathode), et l'autre est le boitier du stimulateur (pôle positif = anode).

BIPOLAIRE :

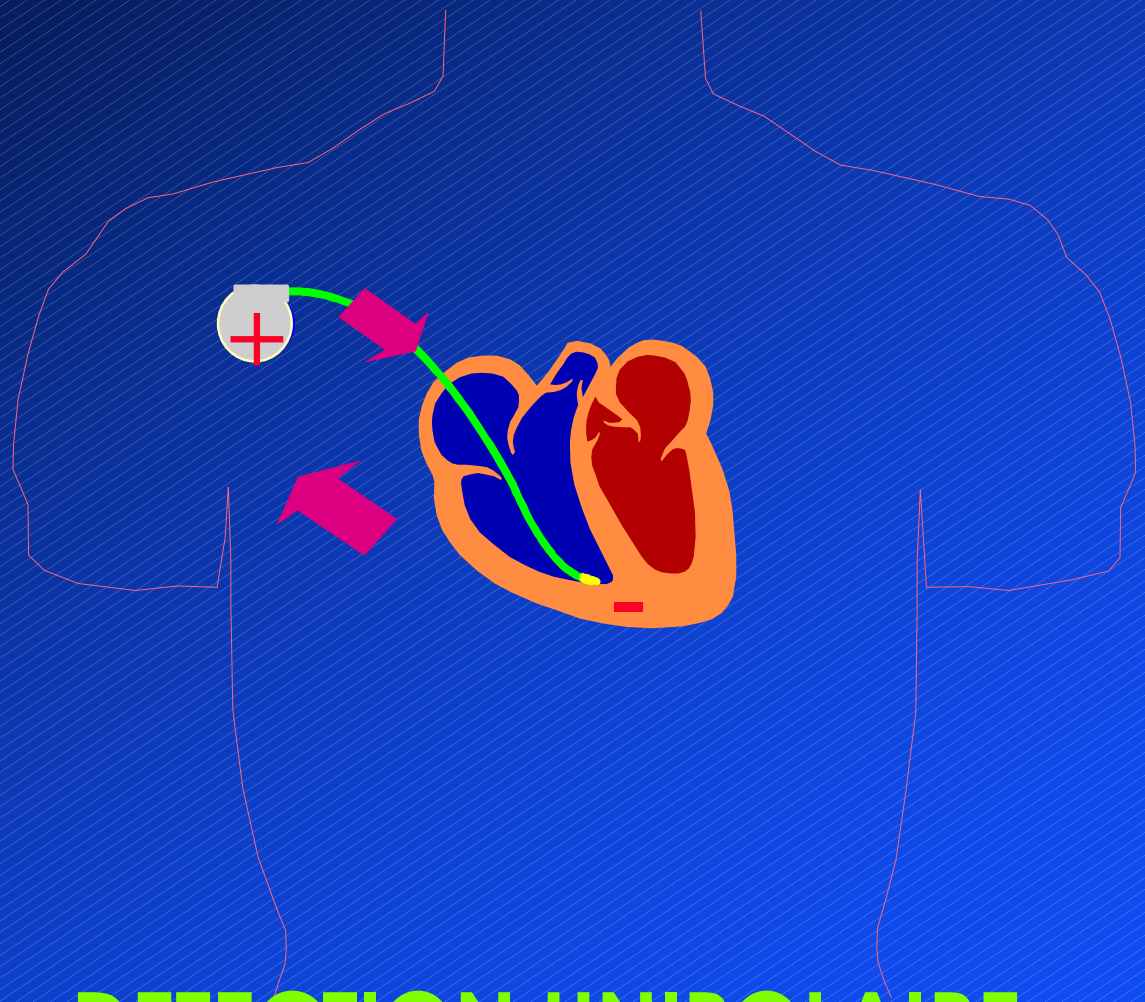
Les deux électrodes sont situées sur la sonde à l'intérieur du coeur.

Unipolar

Bipolar



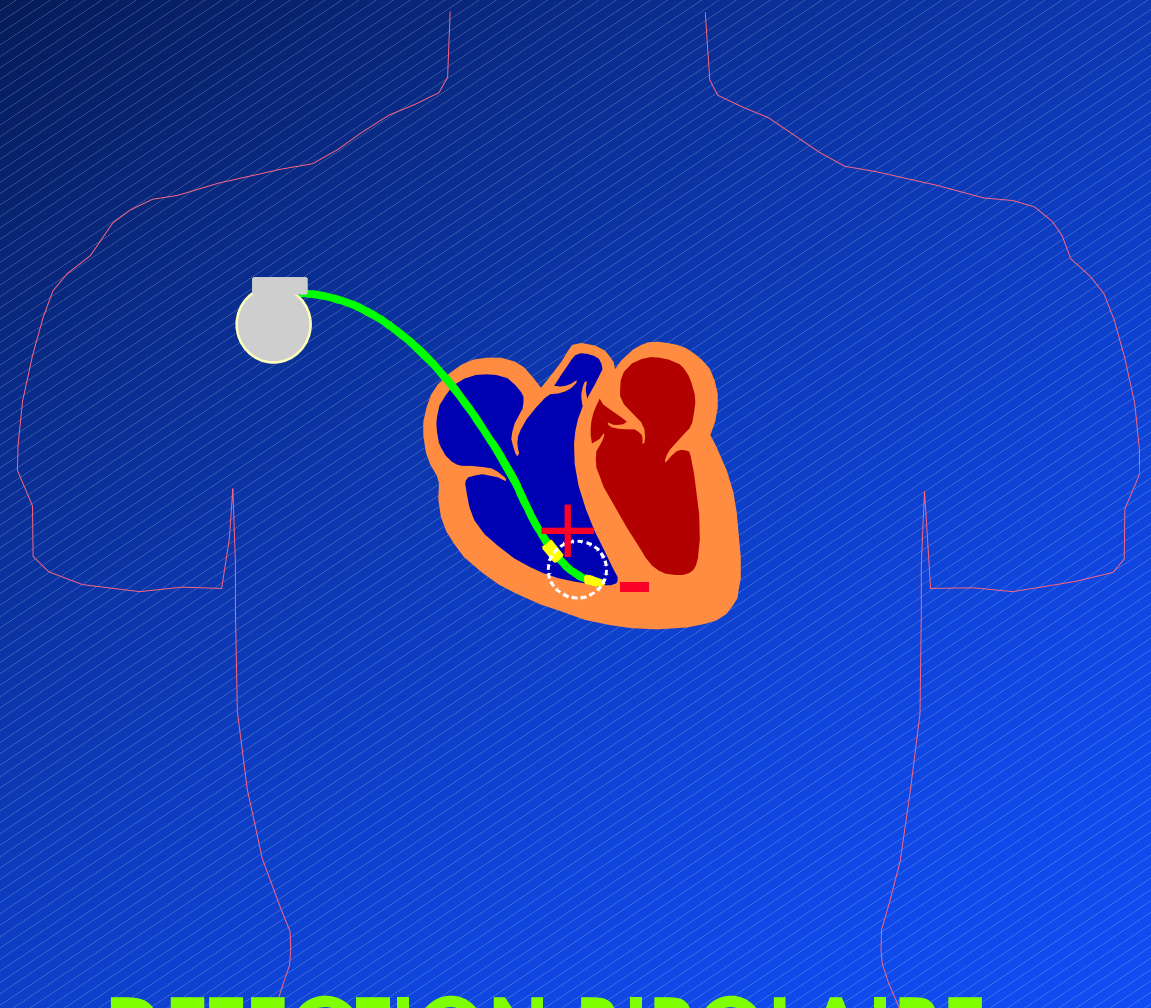
CONFIGURATION UNIPOLAIRE



Guy PIOGET
DIU 2007

DETECTION UNIPOLAIRE

CONFIGURATION BIPOLAIRE



Guy PIOGET
DIU 2007

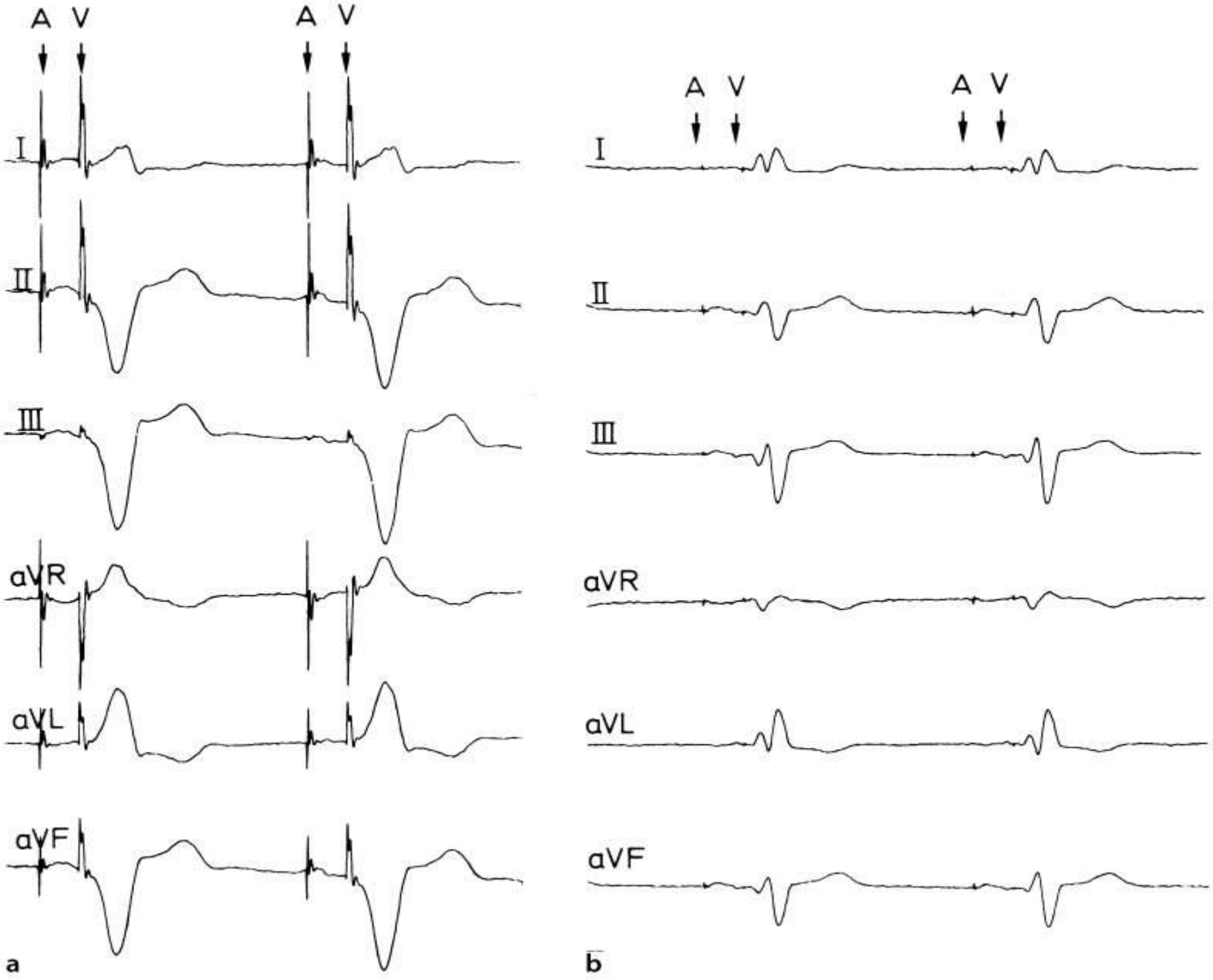
DETECTION BIPOLAIRE

STIMULATION UNIPOLAIRE

- SONDES PLUS FINES
- RISQUE DE STIMULATION MUSCULAIRE
- SEUIL DE STIMULATION PLUS BAS ?
- VISUALISATION FACILE DES SPIKES

STIMULATION BIPOLAIRE

- SONDES PLUS GROSSES ET PLUS FRAGILES, FABRICATION PLUS COMPLEXE
- PEU DE RISQUE DE STIMULATION MUSCULAIRE
- SEUIL DE STIMULATION UN PEU PLUS ELEVE ?
- VISUALISATION PARFOIS DIFFICILE DES SPIKES
- CONVERSION POSSIBLE EN UNIPOLAIRE DE LA DETECTION ET/OU DE LA STIMULATION



Guy PIOC
DIU 200

DETECTION UNIPOLAIRE

RISQUE DE POLLUTION:

ENDOGENE:
DETECTION DES MYOPOTENTIELS

EXOGENE:
INTERFERENCES ELECTRO-MAGNETIQUES

INHIBITION PM UNIPOLAIRE PAR STIMULATION EXTERNE

DETECTION BIPOLAIRE

DETECTION PLUS SELECTIVE
DES SIGNAUX INTRA-CARDIAQUES

RISQUES MOINS ELEVES
D'INTERFERENCES ELECTRO-MAGNETIQUES

Guy PIOGET
DIU 2007

CONNECTEURS : HISTORIQUE

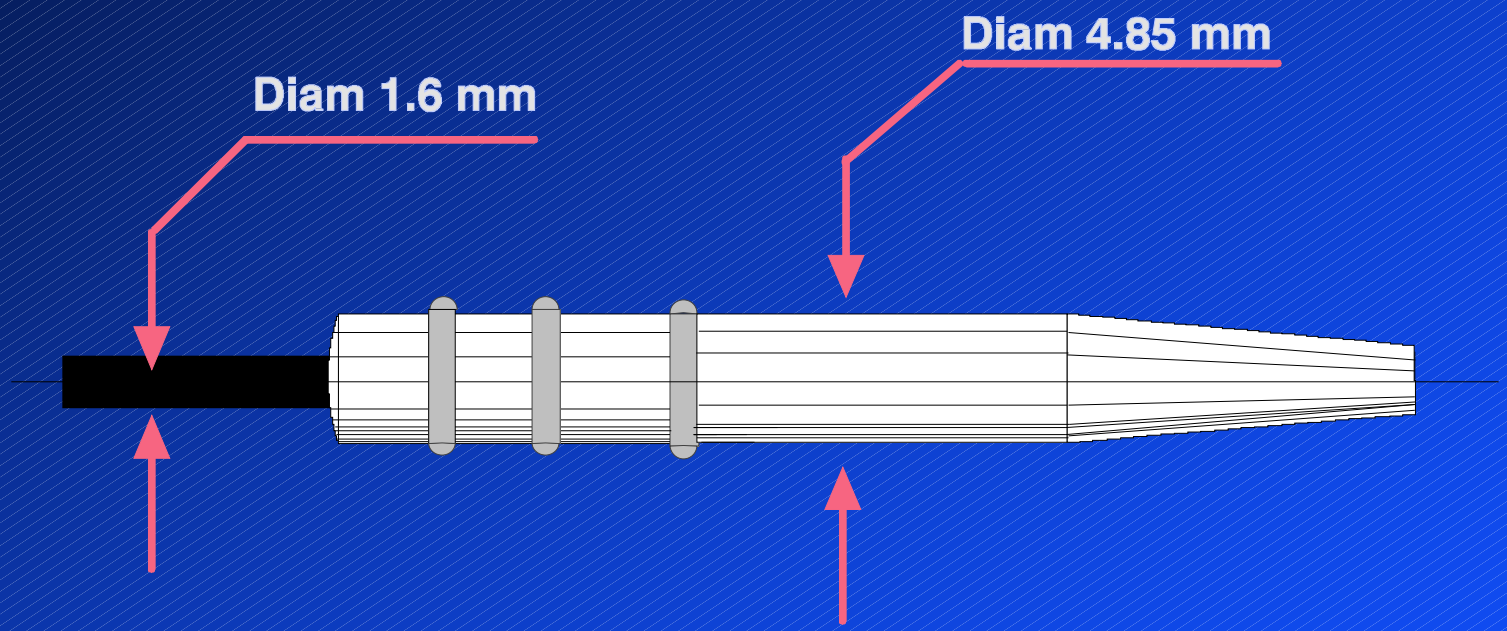
1960 - 1980 : Connecteurs Medtronic 5 mm
Cordis 6 mm

1980 - 1985 : Bipolaire In-Line 3.2 mm Medtronic

1986 : Label VS-1

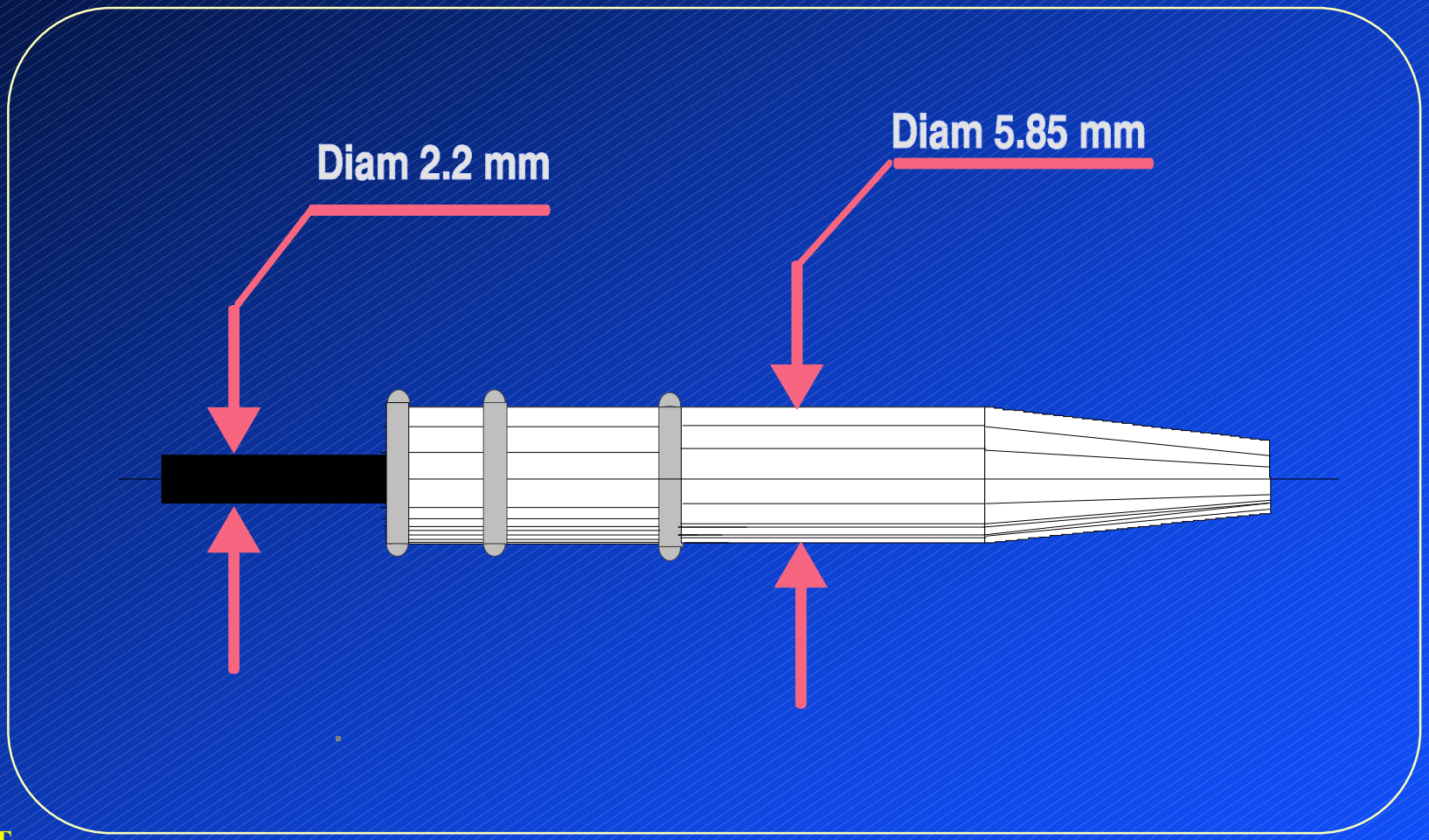
1986 - 1990 : Norme Internationale IS-1

CONNEXION 5 mm MEDTRONIC



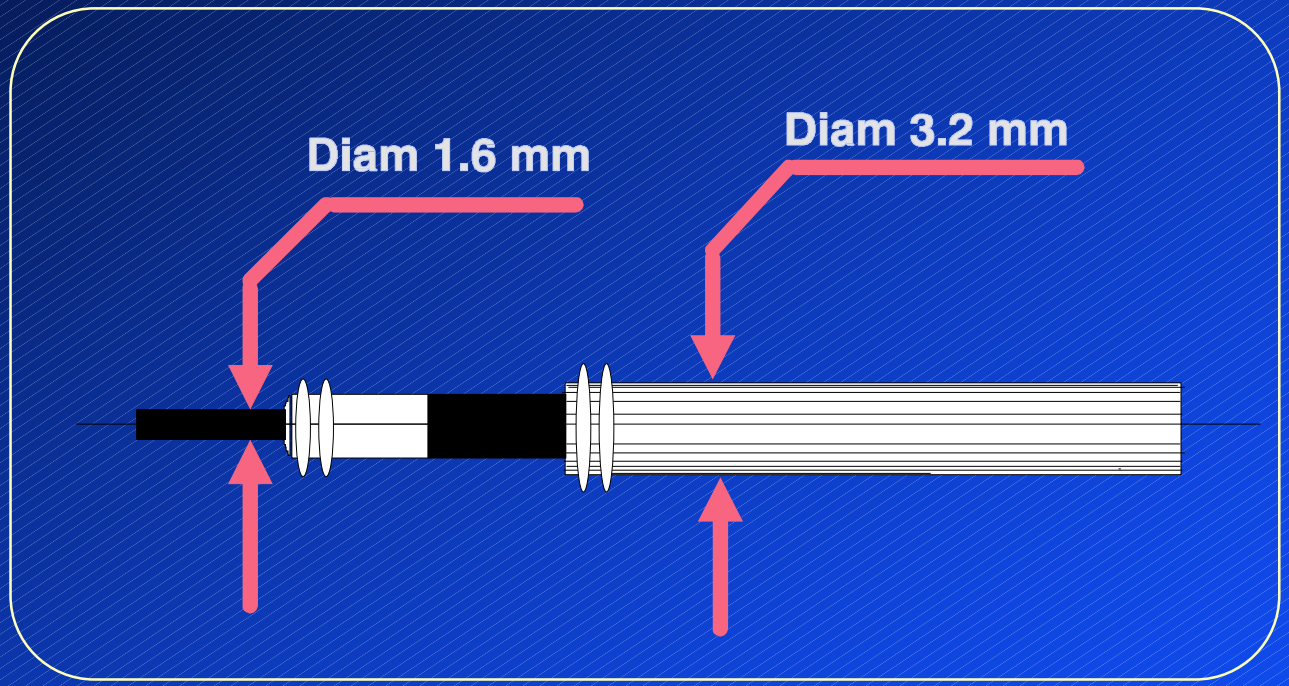
Guy PIOGET
DIU 2007

CONNEXION 6 mm CORDIS



Guy PIOGET
DIU 2007

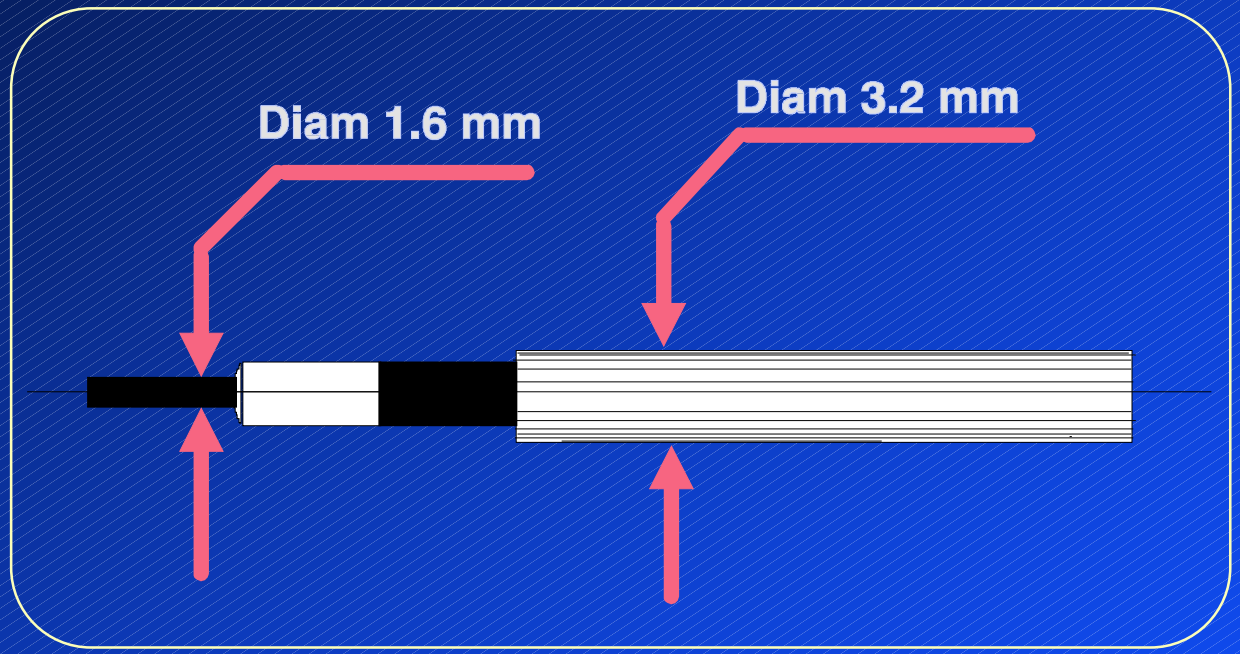
CONNEXION 3.2 mm
VS-1 A - Cordis



Fiche terminale longue - Anneaux d'étanchéité

Guy PIOGET
DIU 2007

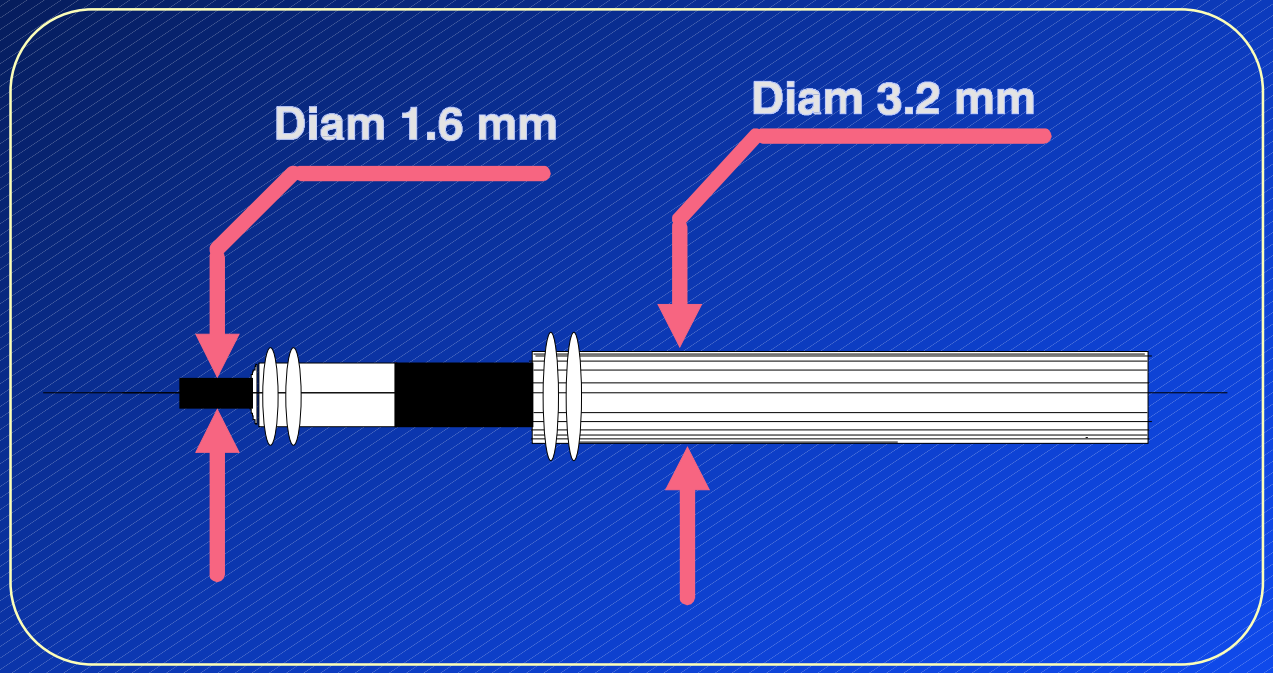
CONNEXION 3.2 mm in-line VS-1 B Medtronic



Fiche terminale longue - Sans anneaux d'étanchéité

Guy PIOGET
DIU 2007

CONNEXION 3.2 mm
IS-1



Fiche terminale courte - Anneaux d'étanchéité

Guy PIOGET
DIU 2007

PROBLEMES DE CONNEXION (1)

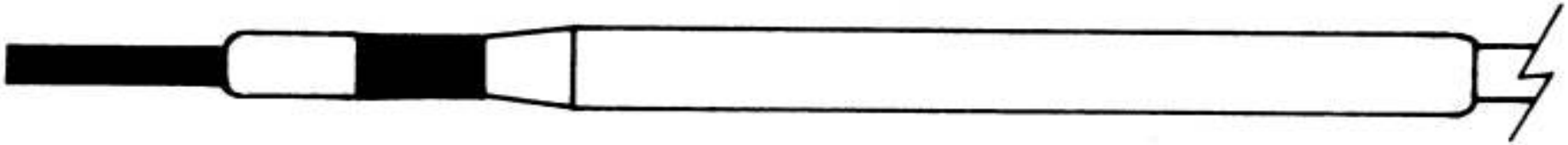
SONDE MONOPOLAIRE 3.2 SANS BAGUE DE PROTECTION AVEC UN STIMULATEUR UNI/BI

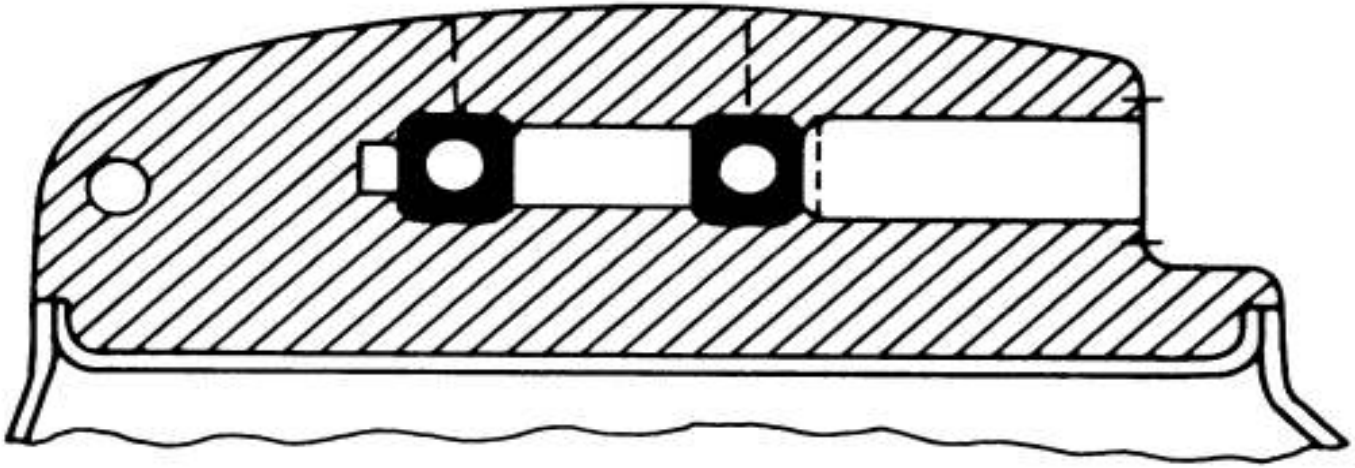
DETERIORATION DE L'ISOLANT PAR LA VIS DU POLE POSITIF

PROBLEMES DE CONNEXION (2)

SONDE VS1B 3.2mm AVEC UNE BROCHE LONGUE DANS UN STIMULATEUR A RECEPTACLE COURT IS 1 EN BIPOLAIRE

DEFAUT DE CONTACT POSSIBLE DE L'ANODE SI ON NE COUPE PAS UNE PARTIE DE LA FICHE TERMINALE





CHOIX DES ADAPTATEURS (1)

4LE MIEUX EST DE NE PAS LES UTILISER

*adaptation directe sur le connecteur sonde par une pièce intermédiaire

*ce qui rajoute une connection supplémentaire et augmente le risque de panne

CHOIX DES ADAPTATEURS (2)

4 ou bien

*adaptation après section du connecteur sonde

avec le risque de défaut d'étanchéité entre les deux gaines

SINGLE-PASS LEAD

* sonde-unique pour la stimulation

VDD

* stimulation/détection ventri. uni/bi
  détection auri. BI
* connecteur bifurqué

unipolar

bipolar - wide ring spacing

bipolar - narrow ring spacing

orthogonal

diagonal atrial bipolar (DAB) or half ring

OLBI pacing : Single Lead VDD/DDD Bipolar Auricular Floating Electrode

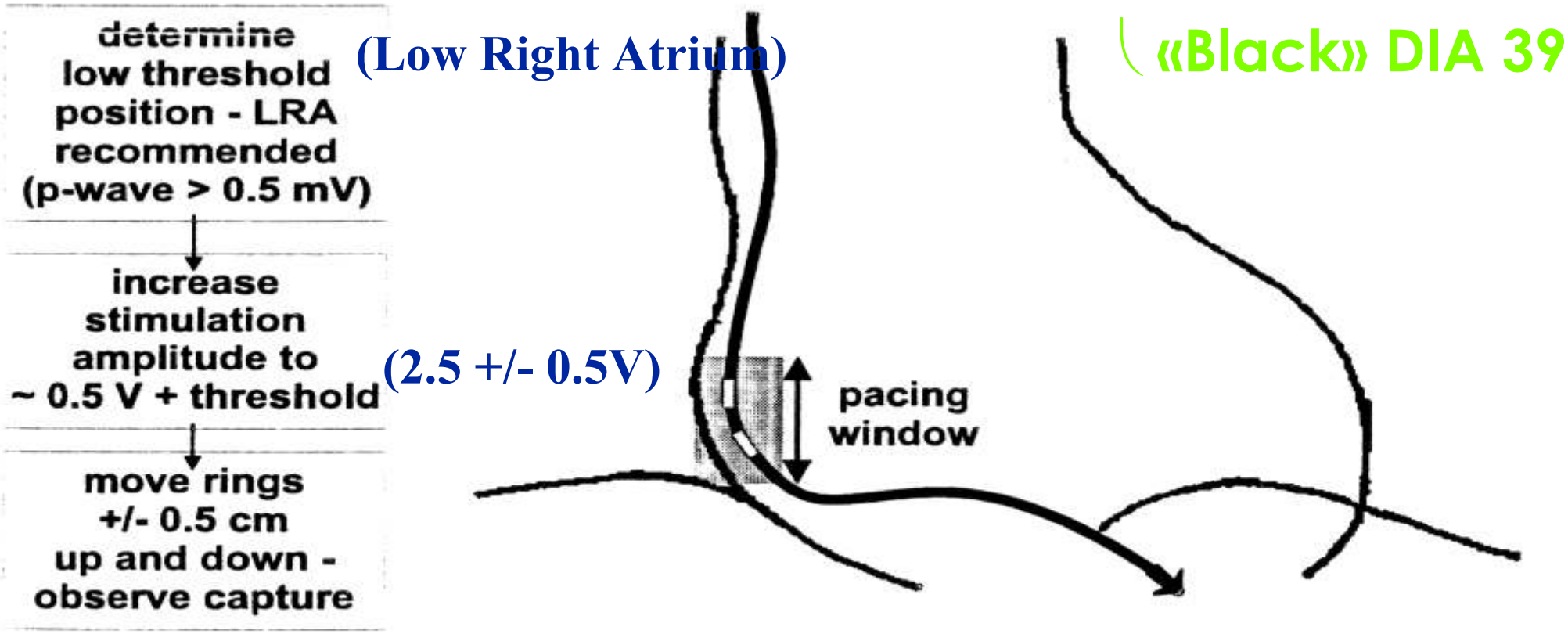


Fig. 6 Flowchart of implant procedure and graphical representation of the „pacing window“.

LES SONDES DEDIEES = sonde-électrode classique + capteur incorporé

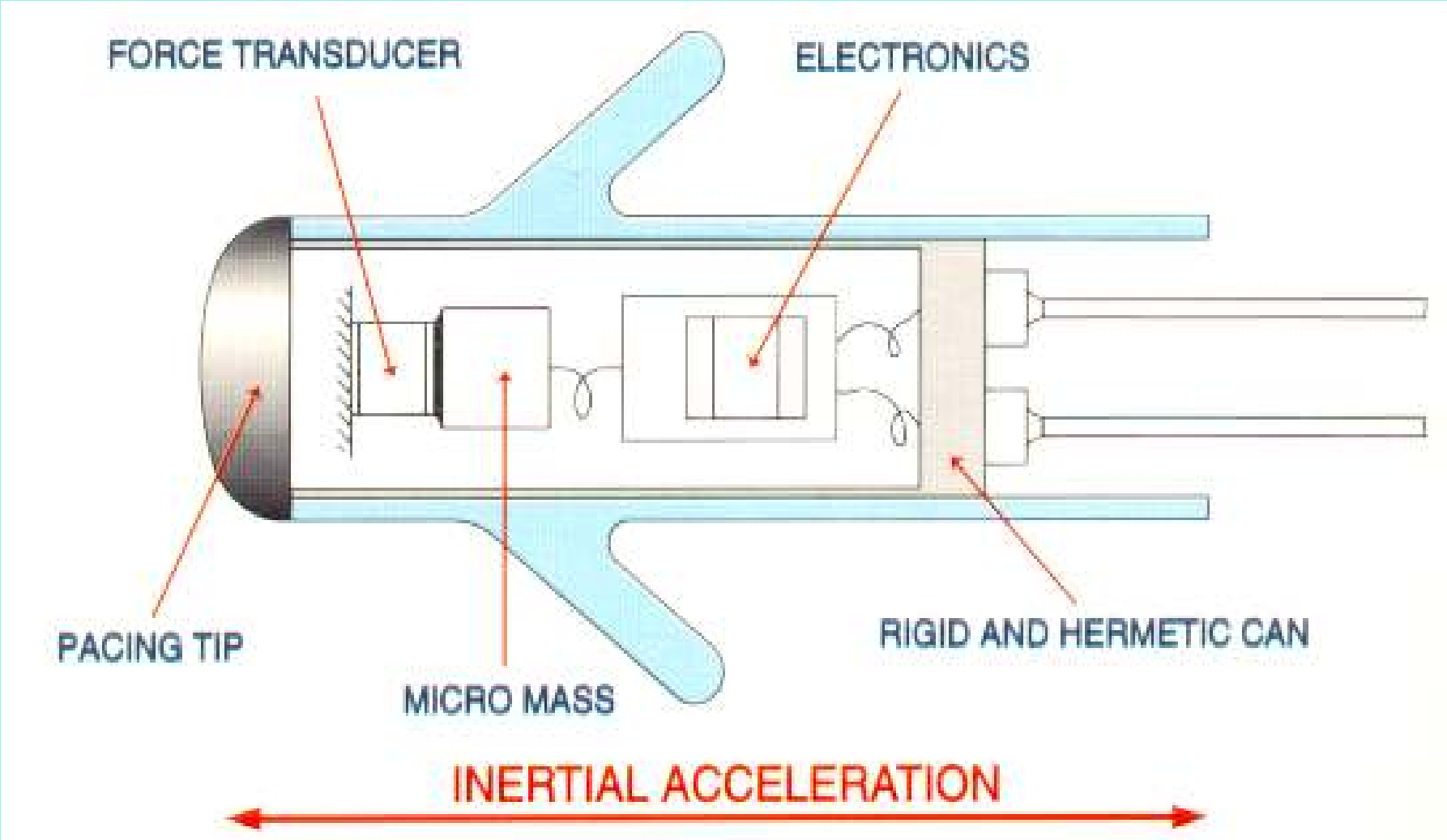
4 **Les différents capteurs "embarqués":**

- **Sonde Transthoracique de mesure d'impédance pour la mesure de la fréquence respiratoire (Biotec)**
- **Capteur optique de mesure de la SaO^2 (Medtronic, Pacesetter)**
- **Thermistance de mesure de la température du sang (Cook, Intermedics)**
- **capteur de la "contractilité" cardiaque (Sorin)**

QUALITE DES INDICATEURS

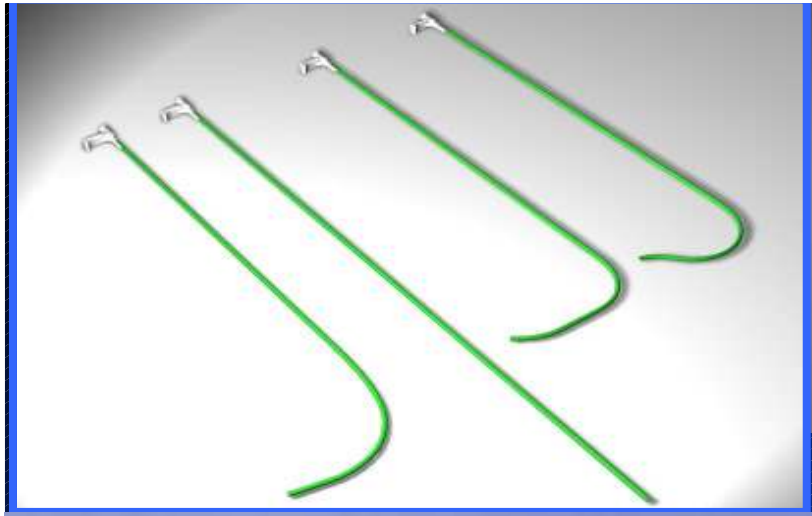
SONDES DEDIEES: LE CAPTEUR BEST

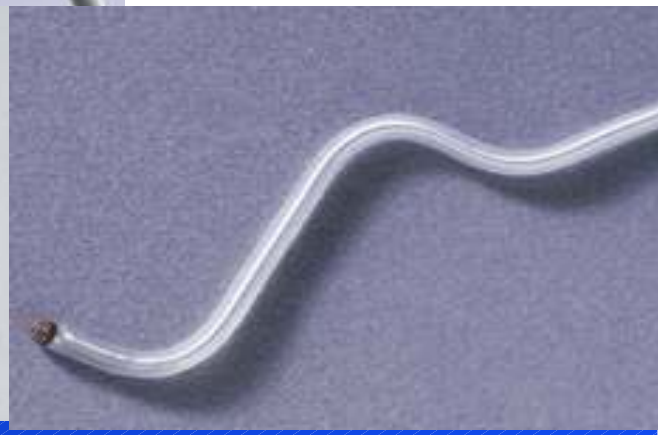
LE TRANSDUCTEUR: ENERGIE MECANIQUE -> ELECTRIQUE



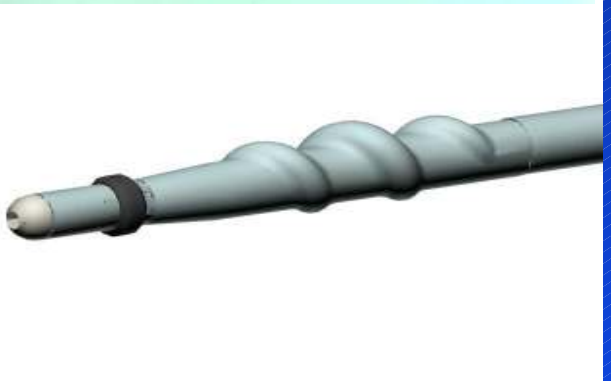
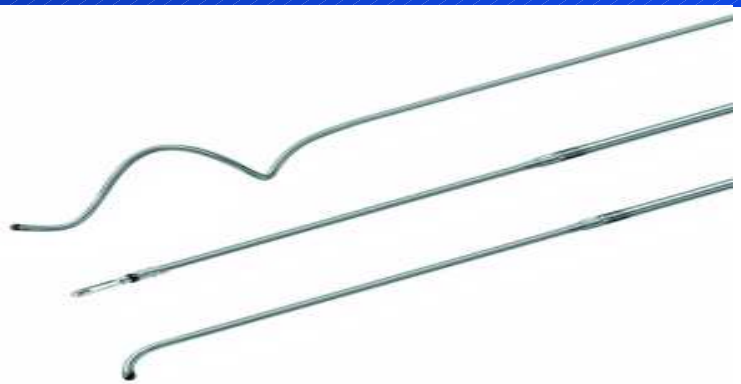
Les sondes gauches

- Soit classiques, préformées, uni ou bipolaires
- Soit guidées par un guide d'angioplastie
- Le plus souvent implantées avec des outils complémentaires:
  - Gaines, avec courbures variables
  - Cathéters variés: électrophysiologie, angiographie, guides …
  - Cathéters d'angiographie avec ballonnet





L ’éventail incomplet

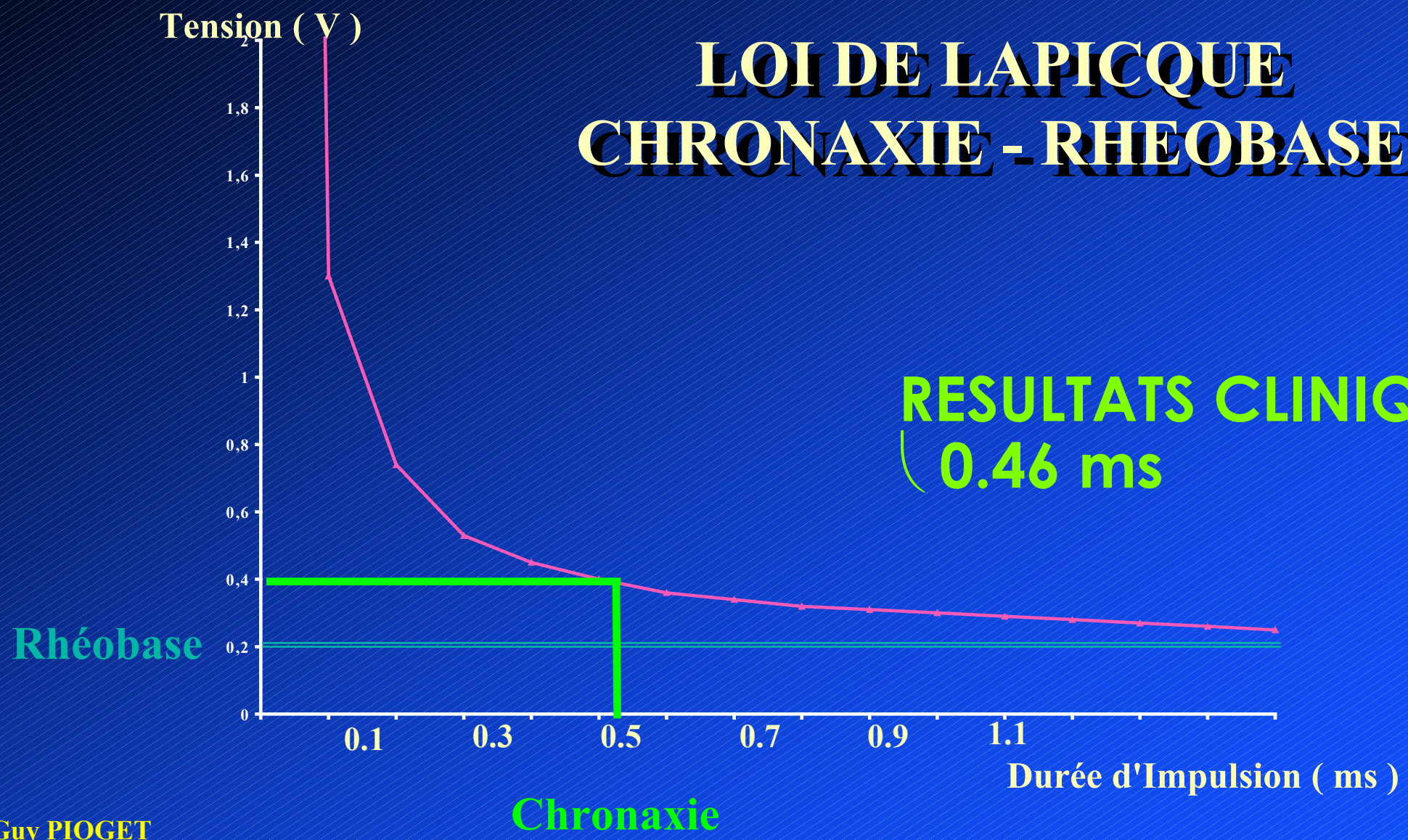



Guy
D

LES LOIS DE STIMULATION

Guy PIOGET
DIU 2007

LOI DE LAPICQUE
CHRONAXIE - RHEOBASE



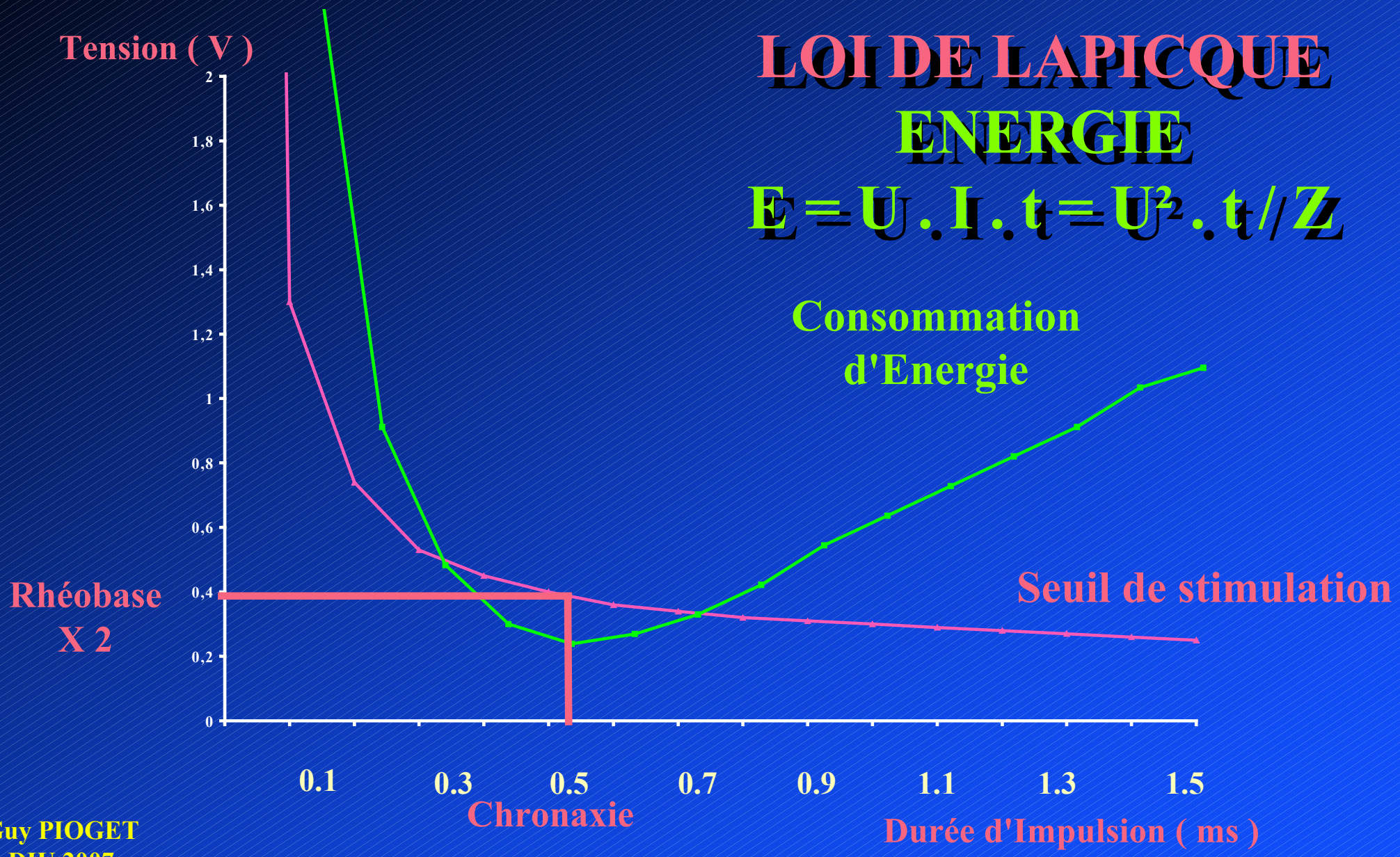
RESULTATS CLINIQUES
0.46 ms

Guy PIOGET
DIU 2007

LOI DE LAPICQUE

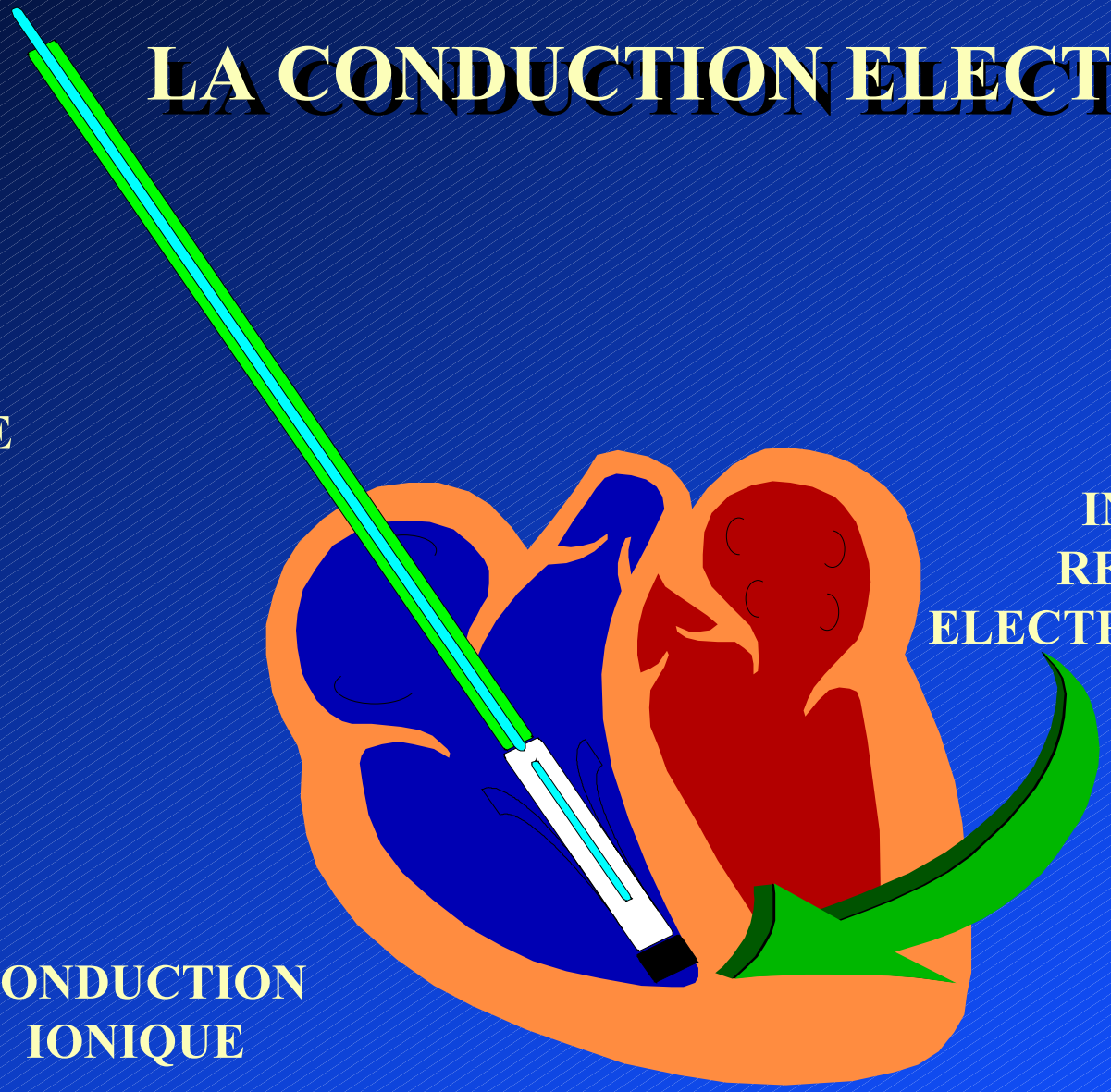
ENERGIE

$$E = U . I . t = U^2 . t / Z$$



Guy PIOGET
DIU 2007

LA CONDUCTION ELECTRIQUE



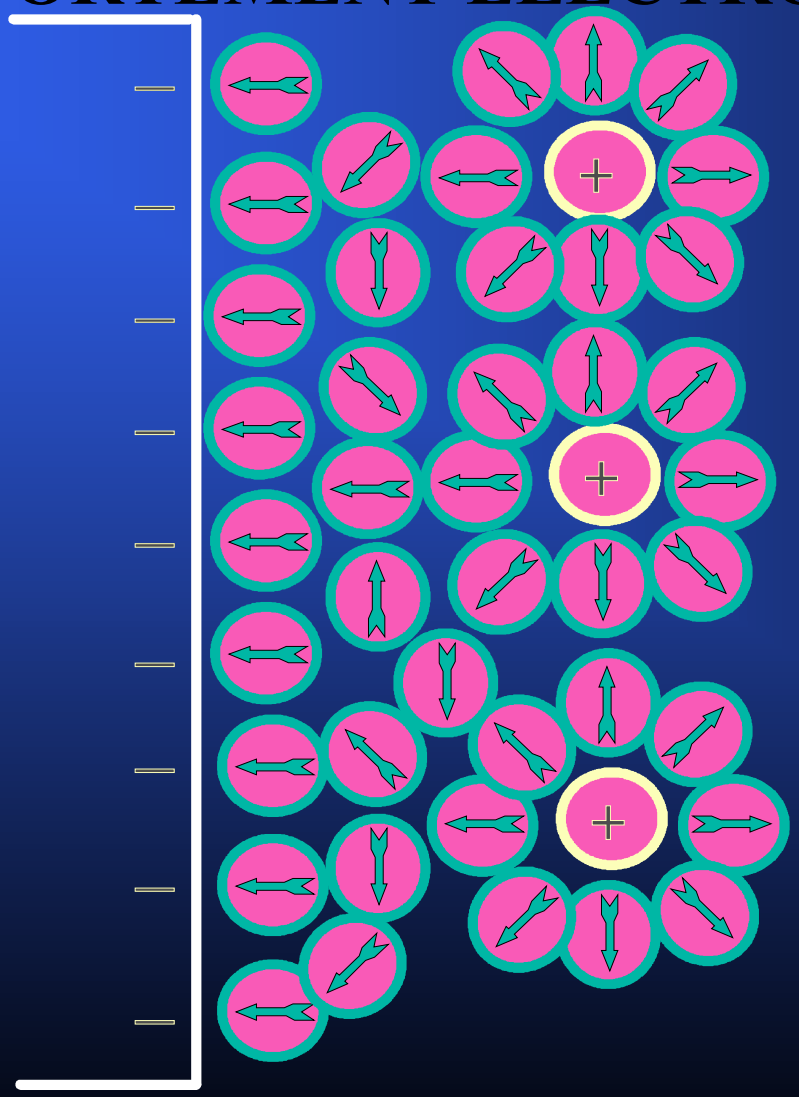
CONDUCTION
ELECTRONIQUE

INTENSE
REACTION
ELECTRO-CHIMIQUE

CONDUCTION
IONIQUE

Guy PIOGET
DIU 2007

INTERFACE COEUR-ELECTRODE
COMPORTEMENT ELECTROCHIMIQUE



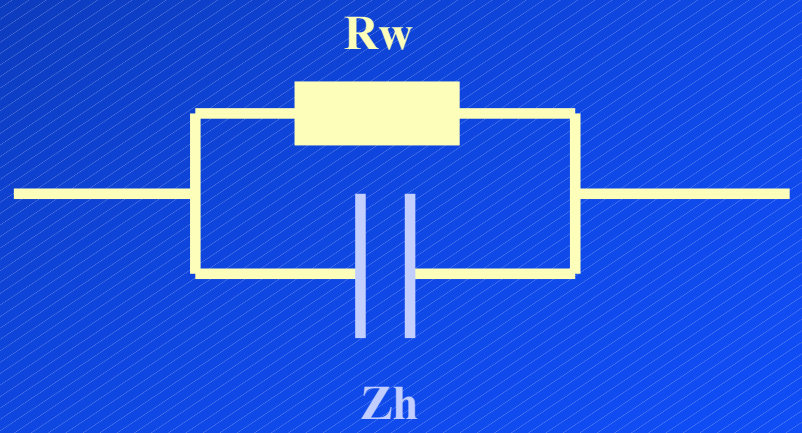
Guy PIOGET
DIU 2007

CAPACITE D'HELMOTZ

DEPENDANTE :

MATERIAU UTILISE
NATURE DE L'ELECTROLYTE

SCHEMA EQUIVALENT :



Guy PIOGET
DIU 2007

DEFINITION DE L' IMPEDANCE

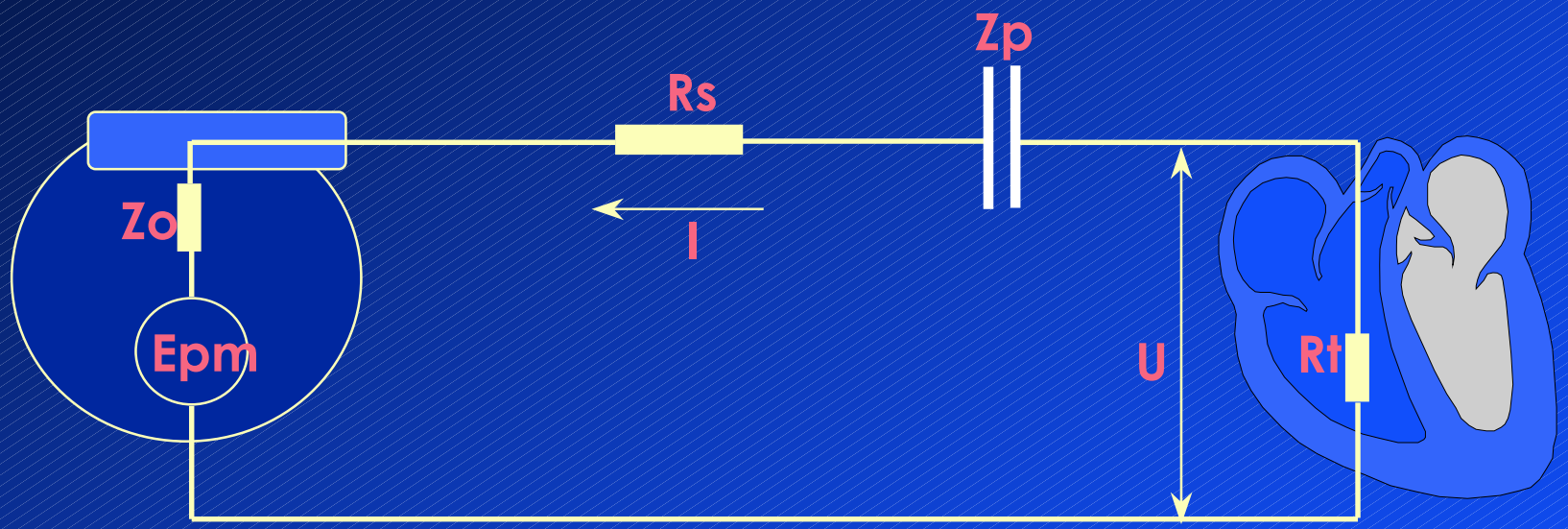
RESISTANCE R # IMPEDANCE Z

IMPEDANCE Z = Résistance dynamique
Fonction de Fréquence et Capacité

$$Z = \frac{1}{2 \Pi \Phi X}$$

Guy PIOGET
DIU 2007

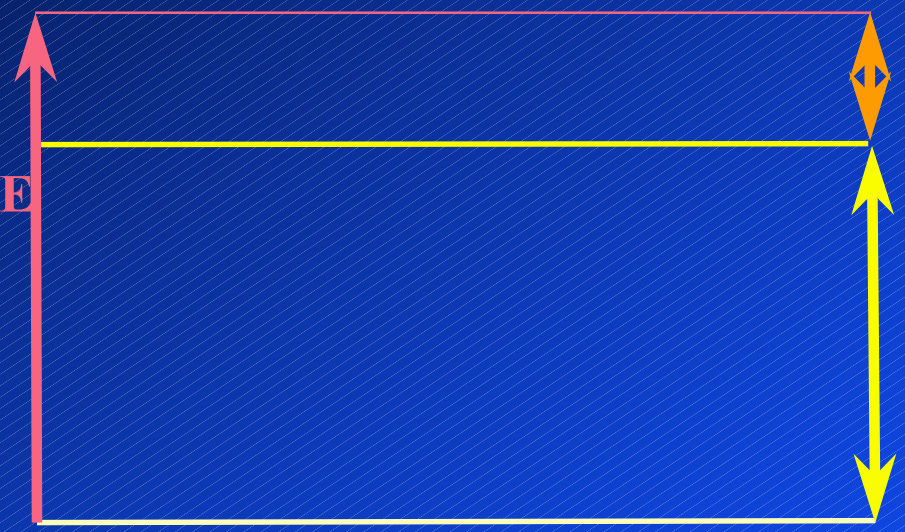
SCHEMA ELECTRIQUE DE LA STIMULATION



Guy PIOGET
DIU 2007

TENSION DISPONIBLE

U = I . (Zo +Rs +Zp)
(pertes)



EPM = I.Rt + I.(Zo + Rs + Zp)

Guy PIOGET
DIU 2007

606 108 0.74 1

CONSOMMATION DE COURANT

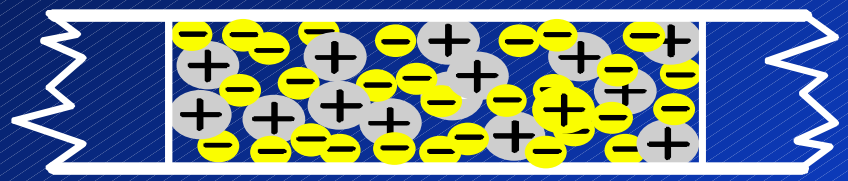
$$I = Iv + In \times \frac{Fce}{70} \times \frac{500}{Z} \times \frac{t}{0.49} \times \frac{U^2}{5^2} \times \frac{\%\text{de stim.}}{100}$$

Iv = consommation de courant à vide

In = consommation de courant en mode nominal

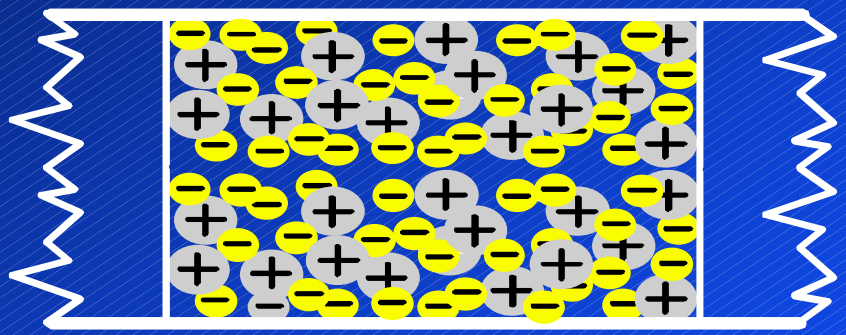
LA CONSOMMATION EST PROPORTIONNELLE A
LA DUREE D'IMPULSION ET AU CARRE DE LA TENSION
ET INVERSEMENT PROPORTIONNELLE A L'IMPEDANCE

INFLUENCE de la SECTION SUR L'IMPEDANCE



Nb d'électrons libres ↘

Z ↗

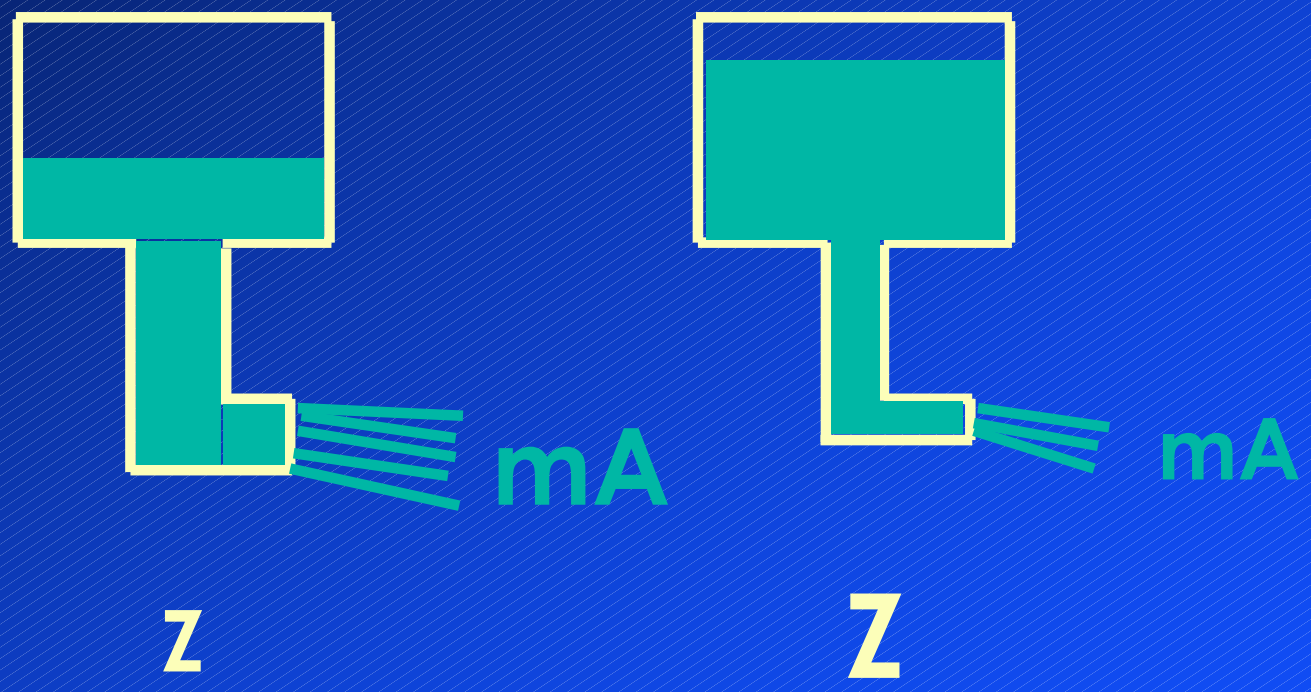


Nb d'électrons libres ↗

Z ↘

Guy PIOGET
DIU 2007

INFLUENCE DE L'IMPEDANCE SUR LA CONSOMMATION DE COURANT



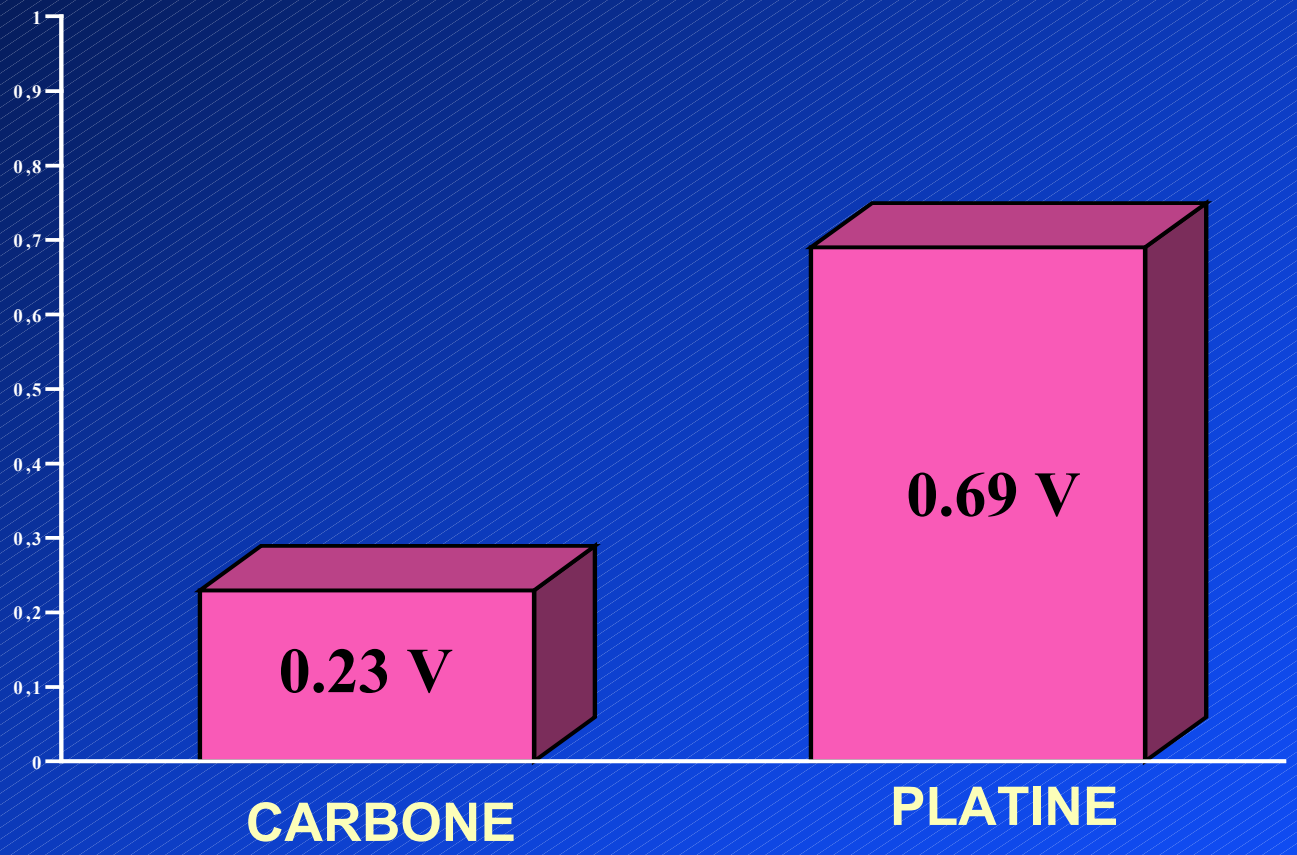
Guy PIOGET
DIU 2007

DIMINUTION DES PERTES PAR POLARISATION

=

DIMINUTION DE CONSOMMATION D'ENERGIE

Pertes par polarisation
Influence du matériau

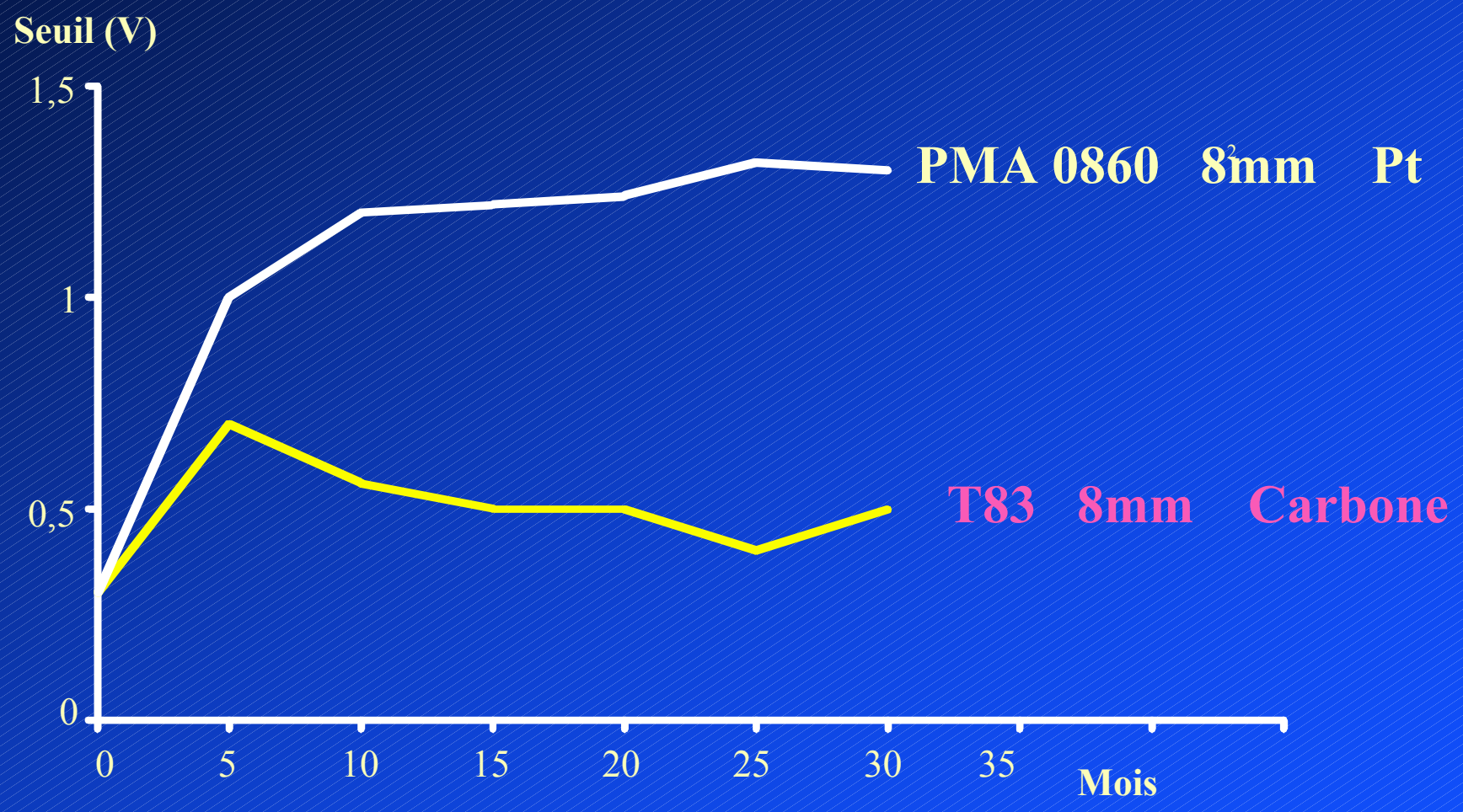


Guy PIOGET
DIU 2007

RESULTATS CLINIQUES

	T 43 F (4 mm2)	T 83 F (8 mm2)
SEUIL STIMULATION (V) 0.5 ms	0.34 +/- 0.12 (N = 78)	0.52 +/- 0.25 (N = 236)
SEUIL STIMULATION (mA) 0.5 ms	0.53 +/- 0.19 (N = 78)	0.91 +/- 0.44 (N = 235)
IMPEDANCE STIMULATION (Ohms)	700 +/- 120 (N = 77)	500 +/- 110 (N = 121)
PERTES PAR POLARISATION (mV)	290 +/- 100 (N = 71)	190 +/- 70 (N = 230)

PHASE CHRONIQUE



Guy PIOGET
DIU 2007

UTILISATION DES STEROIDES

- LE RELARGAGE DES STEROIDES (dexamethasone, environ 1 mg)
- PAR LA PARTIE DISTALE DE L'ELECTRODE
- PAR UN COLLIER SITUE JUSTE DERRIERE L'ELECTRODE

EVOLUTION DU SEUIL DE STIMULATION

* sans stéroide
* avec stéroide

Guy PIOGET
DIU 2007

QUELQUES PROBLEMES SPECIFIQUES DE LA STIMULATION CARDIAQUE LIES AUX SONDES

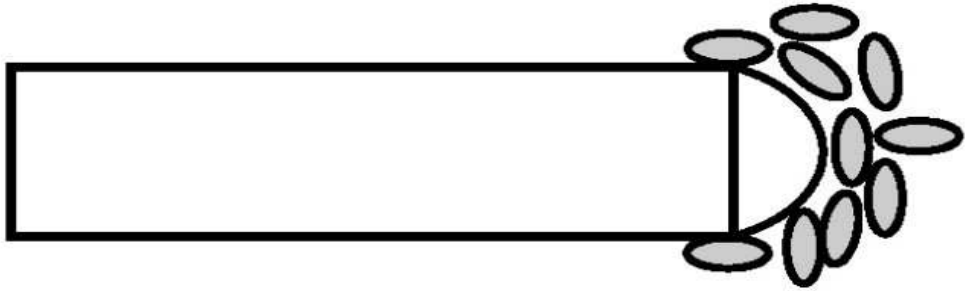
Guy PIOGET
DIU 2007

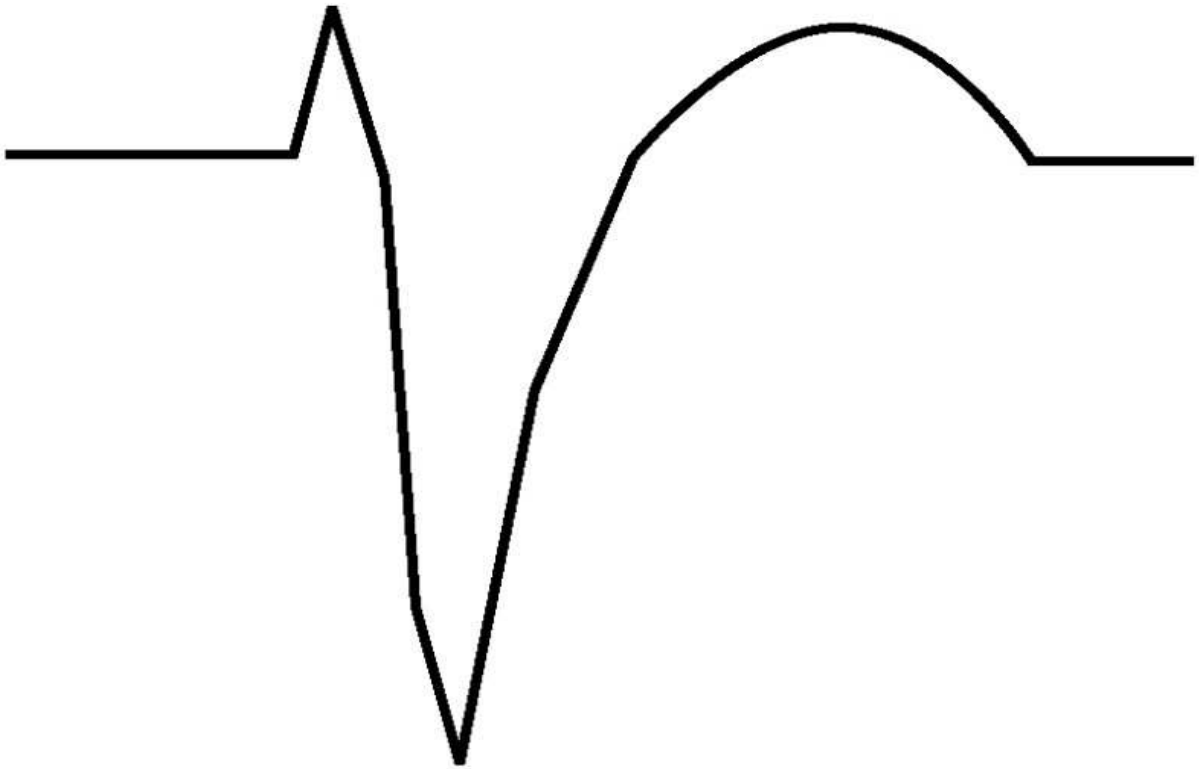
VARIATIONS DU SEUIL

AUGMENTATION	DIMINUTION
Fibrose	Potassium
Hypoxie discrête	Hypoxie marquée
Ajmaline, Quinidine, Verapamil	Glucocorticoîdes
Flécaine	Adrénaline
Hyperglycémie	Effort physique
Augmentation de la PCO2	
Sommeil	
Repas	

INFLUENCE DE LA FIBROSE SUR LA DETECTION

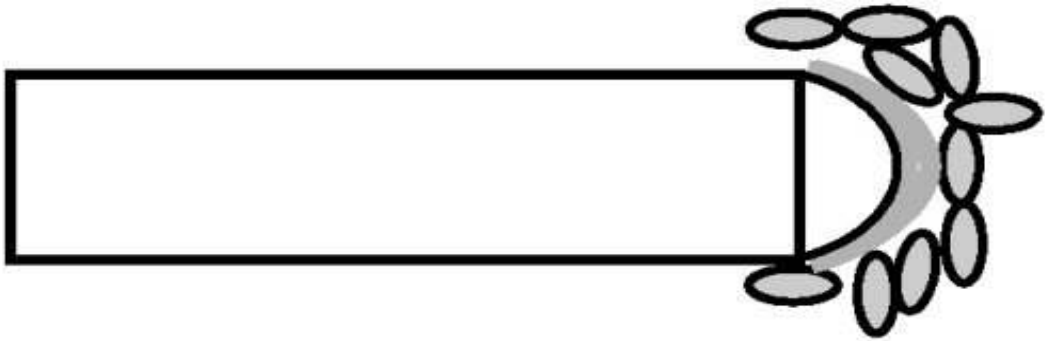
Guy PIOGET
DIU 2007

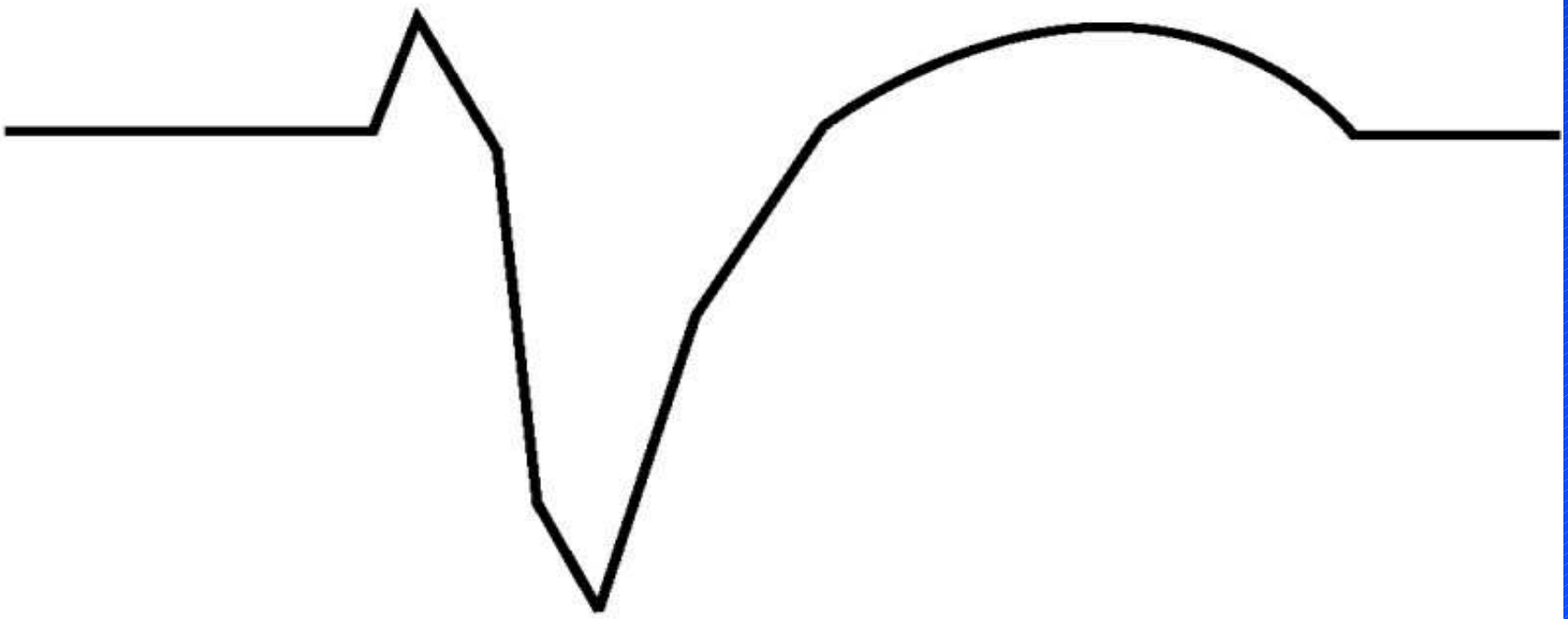




acute

Guy PIOGET
DIU 2007





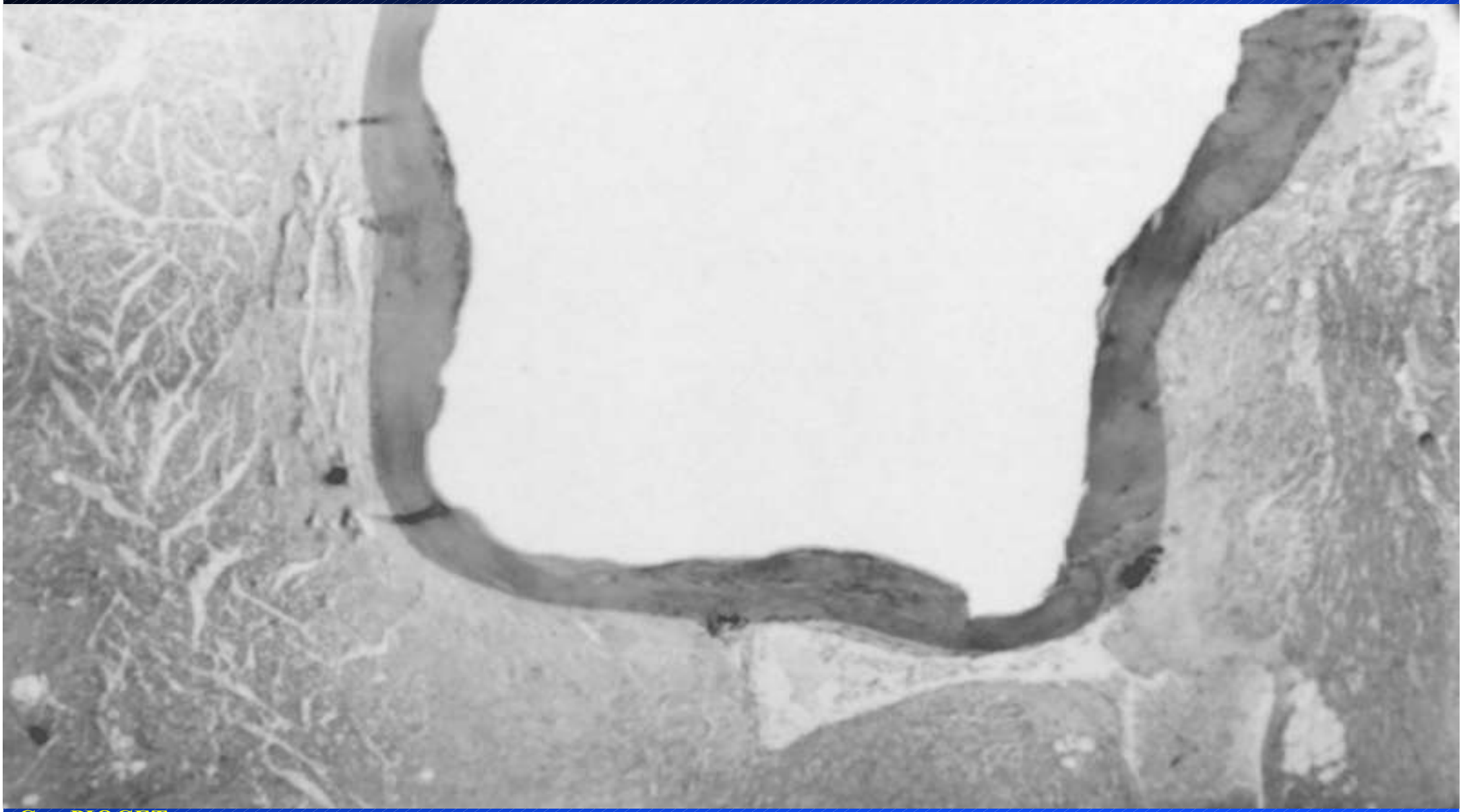
chronic

IMPORTANCE DE LA FIBROSE EN FONCTION DU MATERIAU DE L'ELECTRODE

- EPAISSEUR DE LA FIBROSE AVEC DU PLATINE POLI

IMPORTANCE DE LA FIBROSE EN FONCTION DU MATERIAU DE L'ELECTRODE

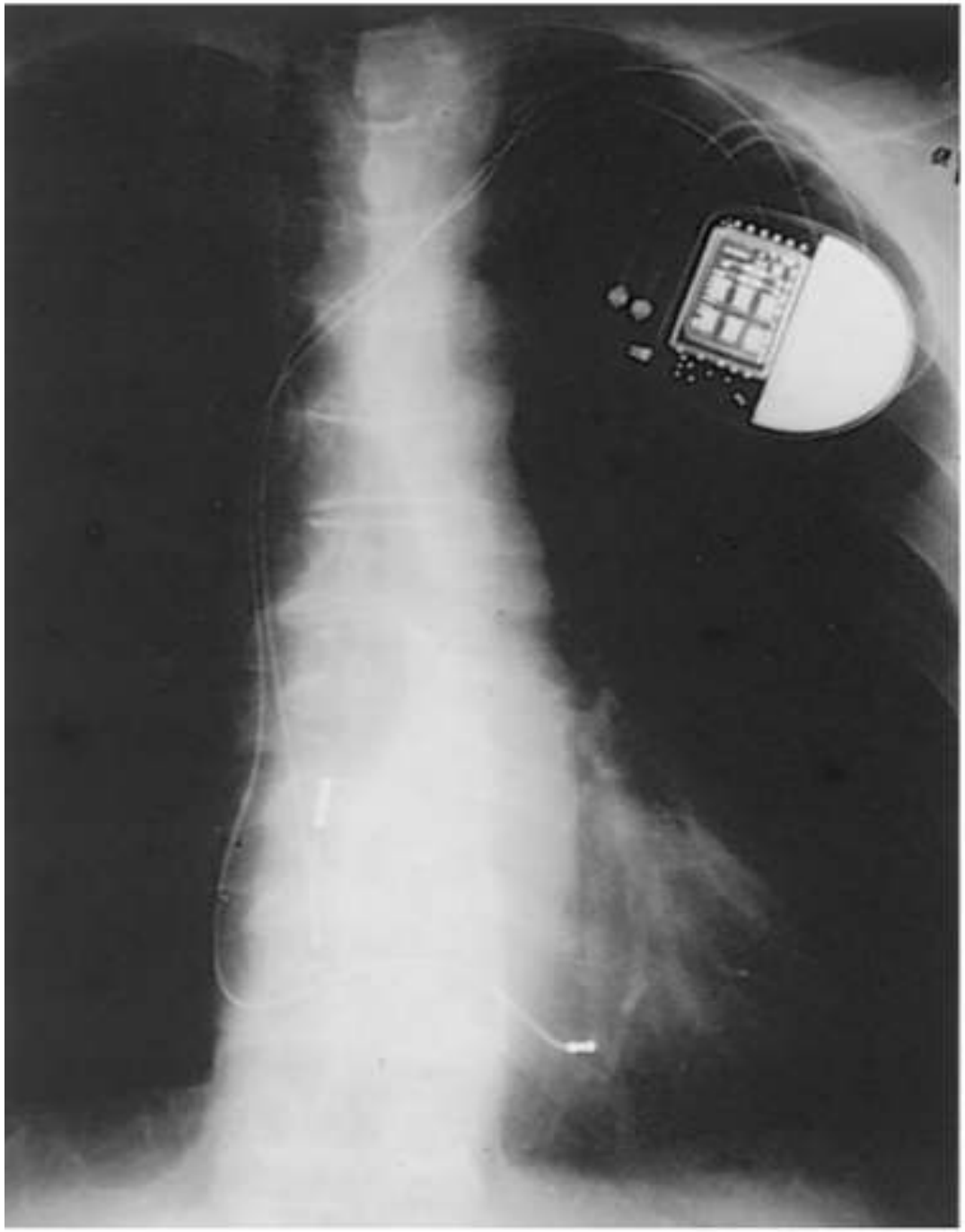
- MOINDRE EPAISSEUR DE LA FIBROSE AVEC DU CARBONE PYROLYTIQUE (POREUX)

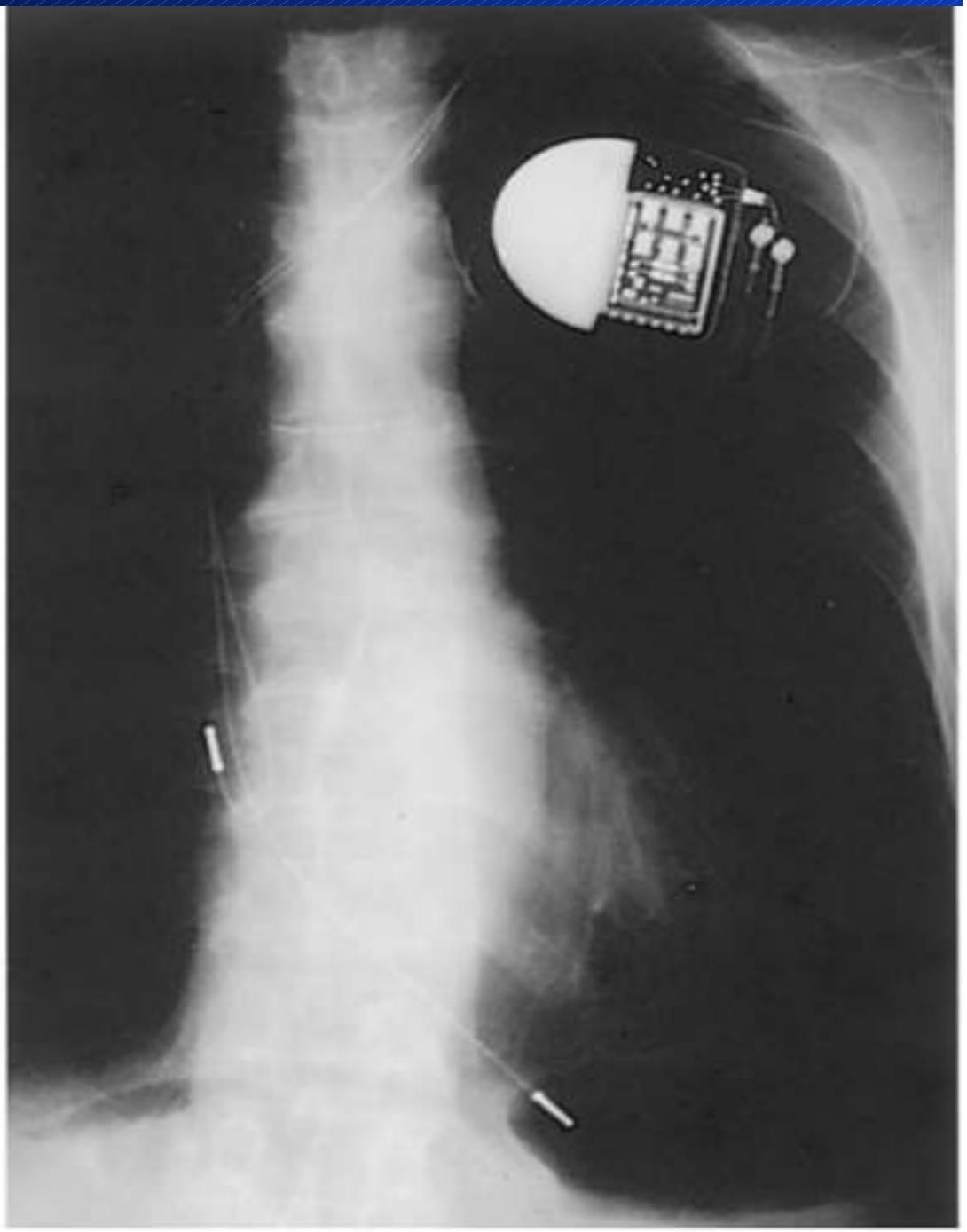


SONDES ENDOCAVITAIRES: DEPLACEMENTS (3)

- CAS PARTICULIER DU PACEMAKER "YO-YO"

LE PATIENT PAR RETOURNEMENT DU BOITIER OU EN LE FAISANT TOURNER DANS SA POCHE PROVOQUE LA REMONTEE DE LA SONDE DANS LA VEINE CAVE SUPERIEURE





COMPLICATIONS TARDIVES: ELEVATION DE SEUILS > 3.5 Volts

4 Les élévations progressives des seuils sont essentiellement constatées dans le cas:

- d'électrodes endocavitaires non poreuses de grandes surfaces > 8 mm²
- d'électrodes myocardiques vissées
- de certaines cardiomyopathies,

de maladie de Chagas, etc..

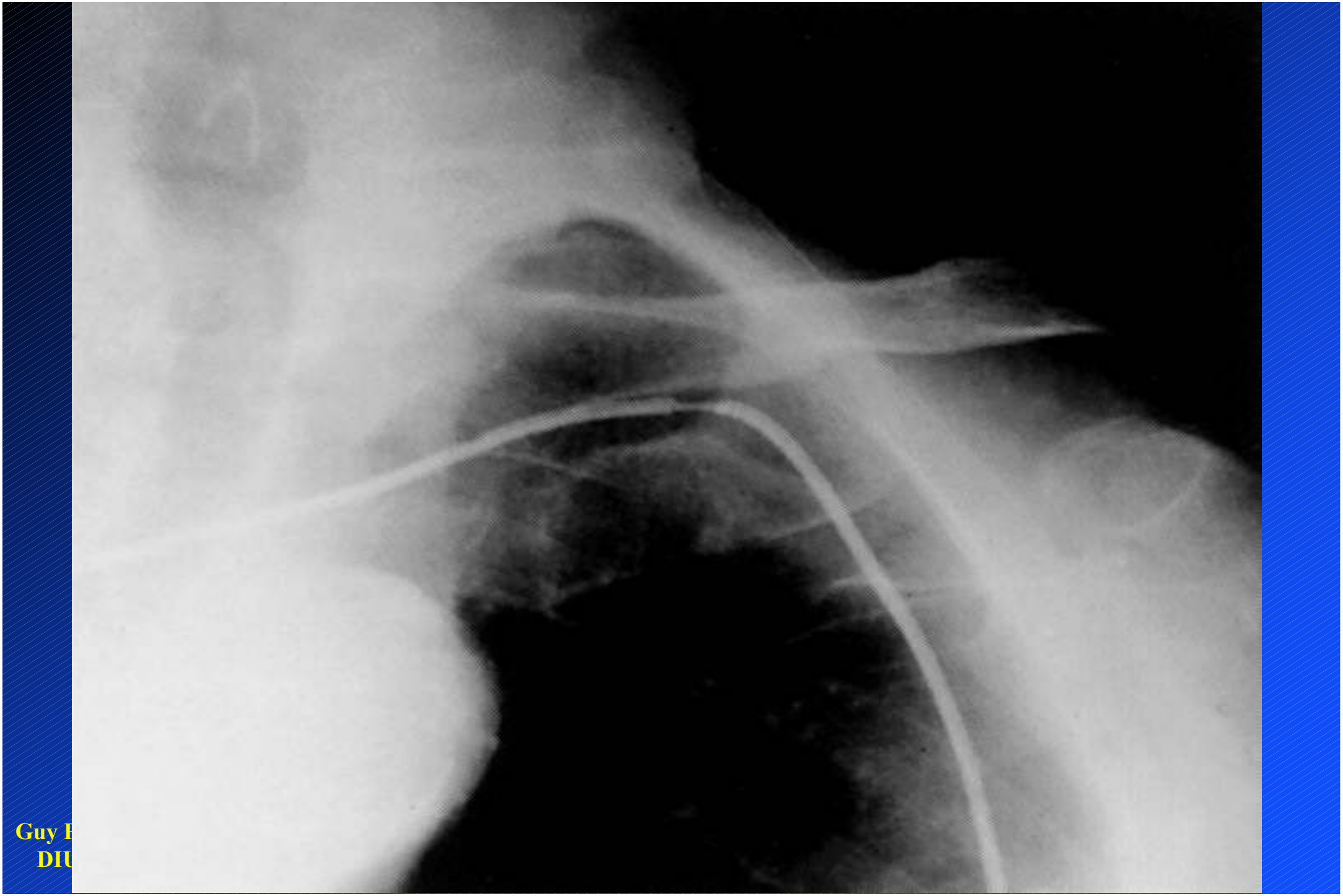
COMPLICATIONS TARDIVES
LES FRACTURES (2)

4 EXEMPLE D'ELECTRODE EPICARDIQUE

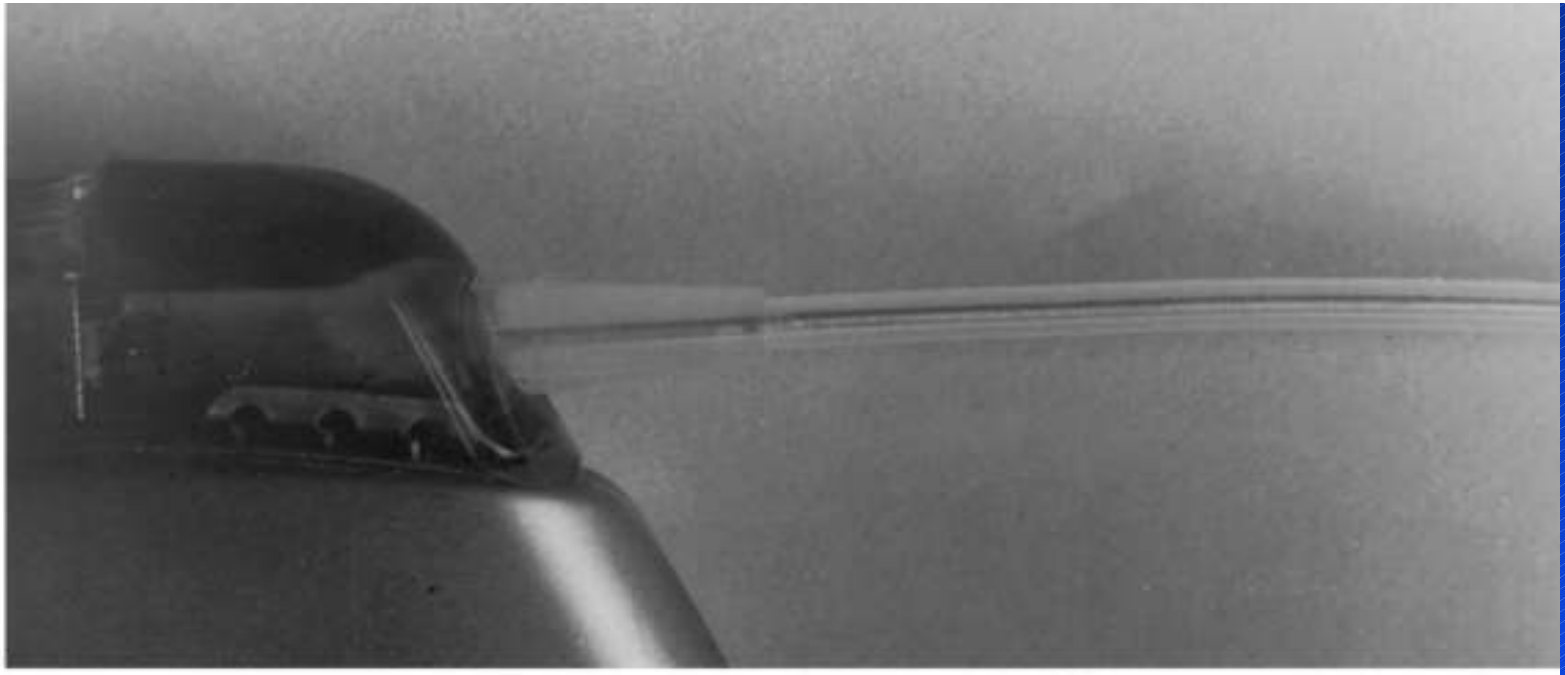
- LES ELECTRODES VISSEES PROVOQUENT DES ELEVATIONS DE SEUILS PROGRESSIVES AVEC LE TEMPS
- LES ELECTRODES SUTUREES SE FRACTURENT VOLONTIERS AU NIVEAU DE LA COUDURE DU CONDUCTEUR AU CONTACT DU MYOCARDE

COMPLICATIONS TARDIVES LES FRACTURES (3)

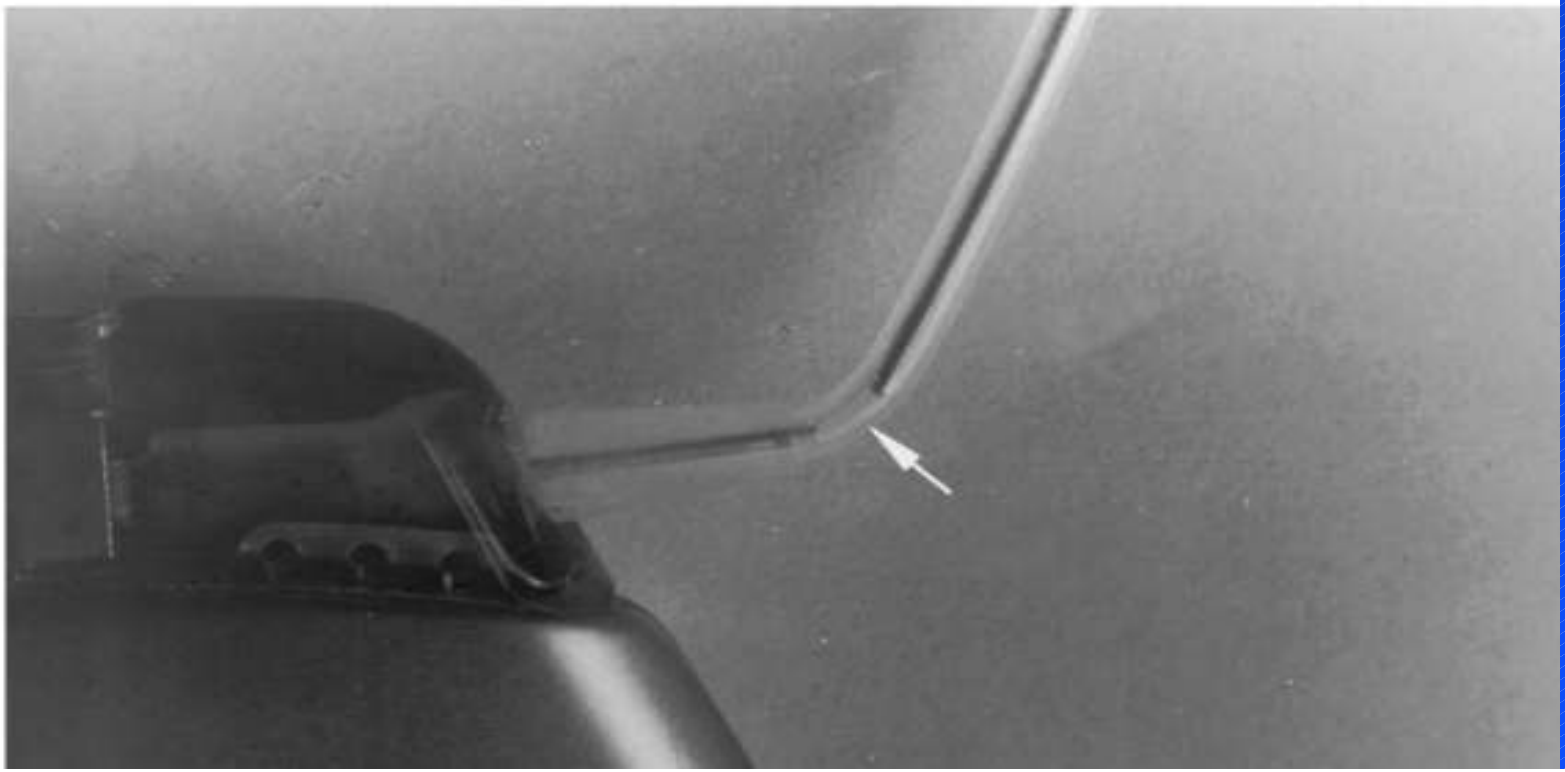
- LA FRACTURE DU CONDUCTEUR SANS RUPTURE D'ISOLANT ENTRAINE
  - DES MINI-SPIKES INEFFICACES OU UNE ABSENCE DE SPIKE AVEC PERTE DE L'ENTRAINEMENT ELECTROSYSTOLIQUE
  - EN TELEMETRIE L'IMPEDANCE EST ELEVEE > 3 KOhms



Guy F
DIU



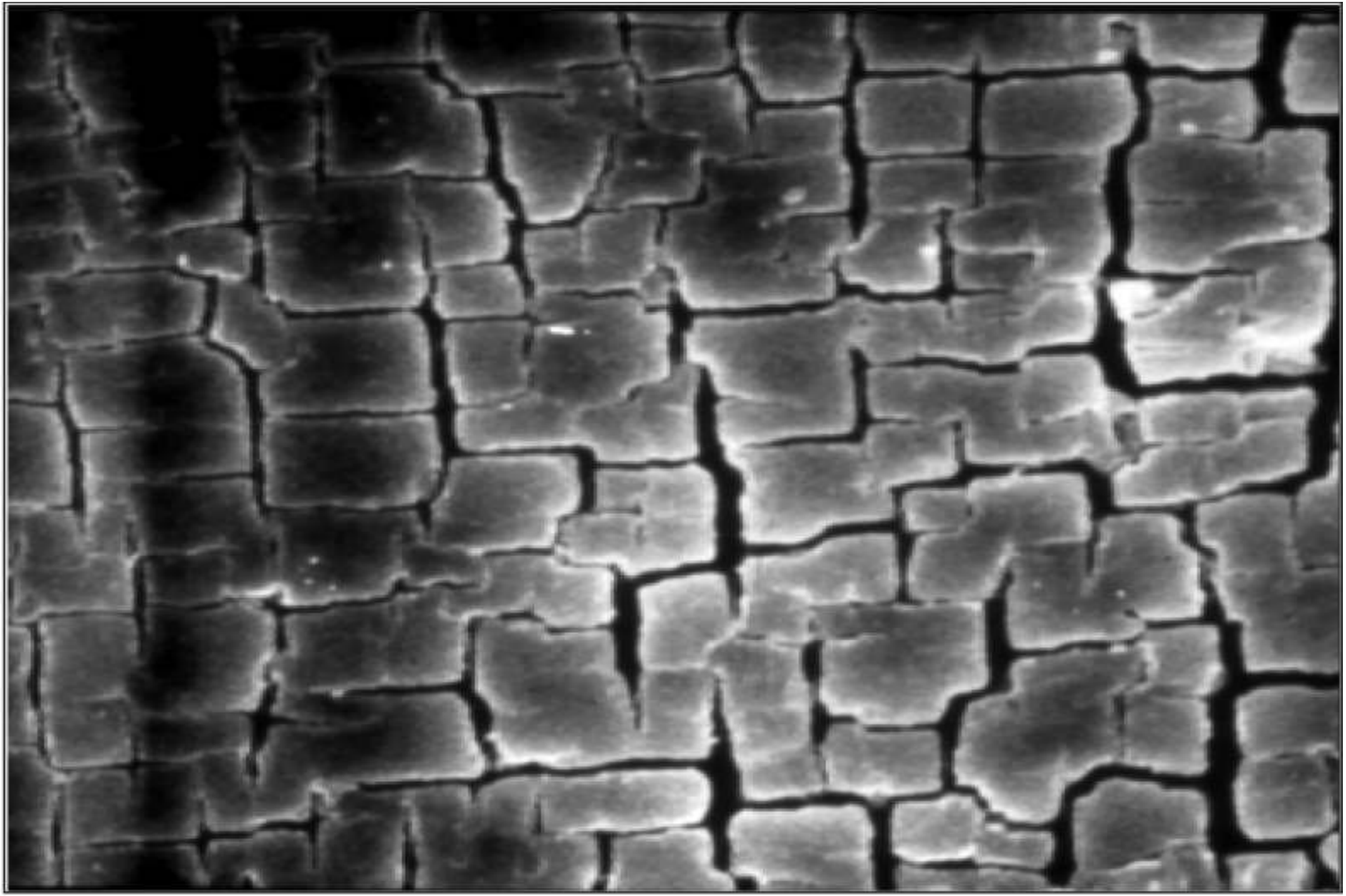
a



Guy PIOGET
DIU 2007

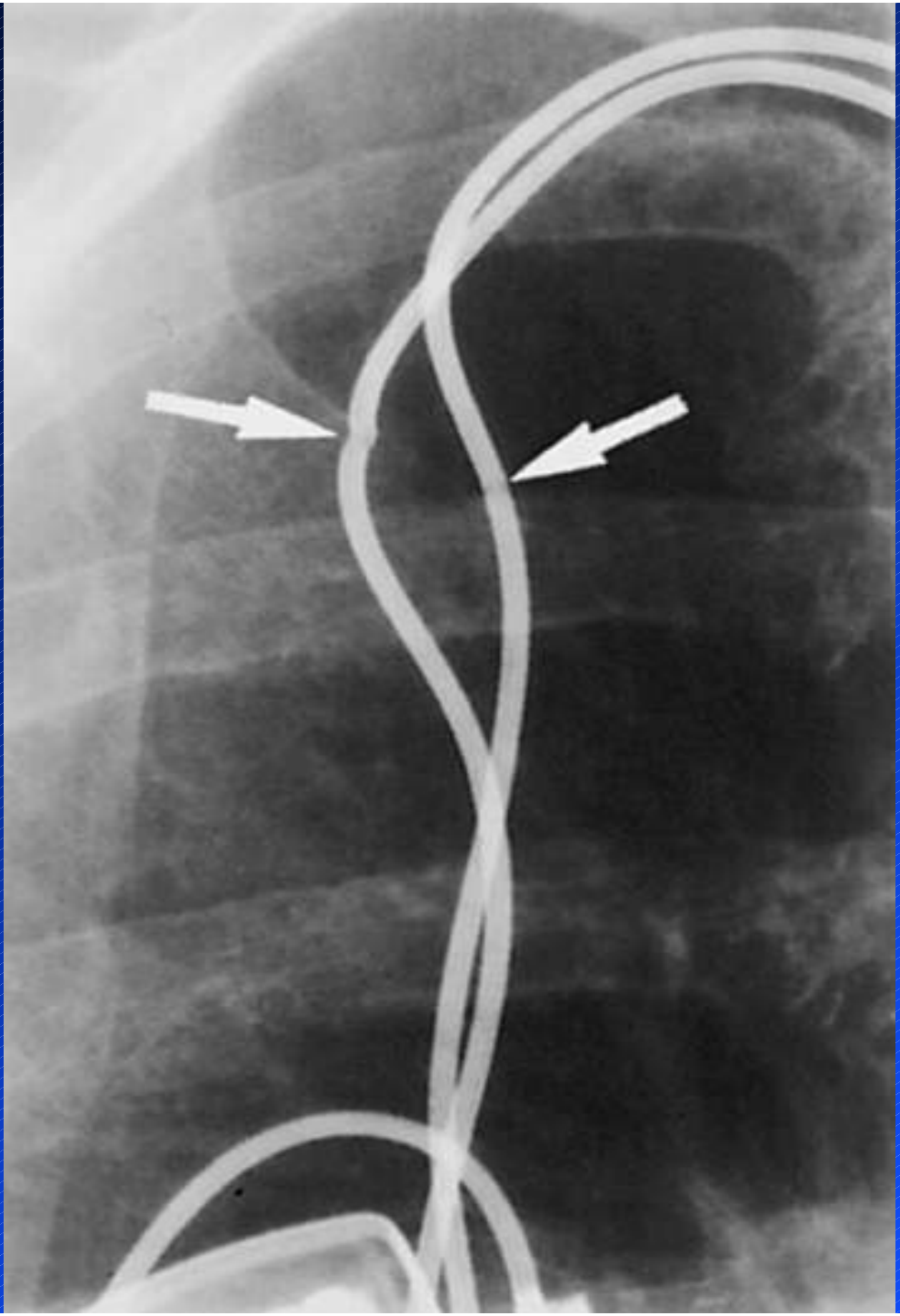
LES DEFAUTS DES ISOLANTS (1)

- Les résultats cliniques ont montré que les sondes bipolaires en polyuréthane comportant du Pellethane 80 ne sont pas fiables à long terme
- Il apparait des micro-fissurations responsables de pertes de détection et/ou de stimulation par court-circuit entre le ressort interne et externe
- des baisses d'impédance > à 20% et/ou des élévations de seuils constituent des signes prémonitoires



LES DEFAUTS D'ISOLANT (3)

- d'autant plus important que LES CONTRAINTES SUBIES LORS DE L'IMPLANTATION sont importantes:
  - –ligatures sur la veine trop serrées
  - –ou utilisation d'un fil trop fin SANS LE MANCHON PROTECTEUR



Guy PIOGET
DIU 2007