Les algorithmes indispensables ou utiles en stimulation DDD (R)

DIU Stimulation Cardiaque 2006-2007

Pascal DEFAYE
DIU 2007

Fonctionnalités indispensables ou utiles en stimulation DDD

- Hémodynamique : DAV et PRAPV dynamique
- Troubles du rythme supra-ventriculaire : repli
- Rythme sinusal : Recherche d'hystérésis de fréquence
- Conduction spontanée : Recherche d 'hystérésis AV
- Sécurité : Contrôle des impédances de stimulation, autoseuil
- Asservissement : IC, capacité d'effort en repli, simple

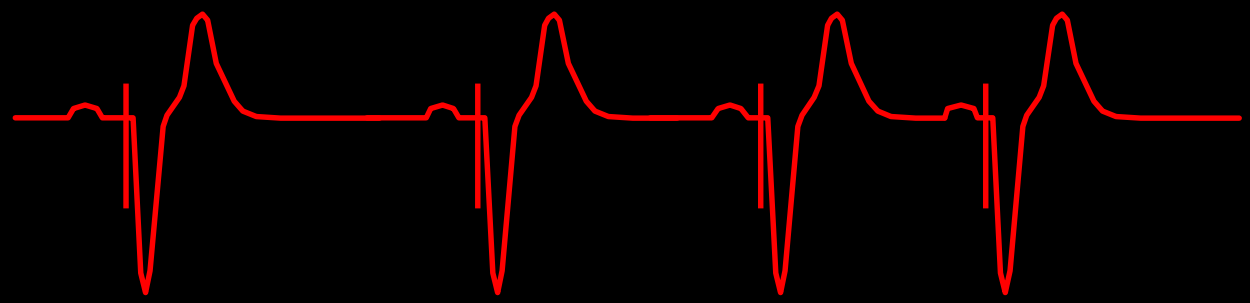
Délai AV dynamique

Reproduire le raccourcissement du PR à l'effort

- Comportement aux fréquences élevées amélioré

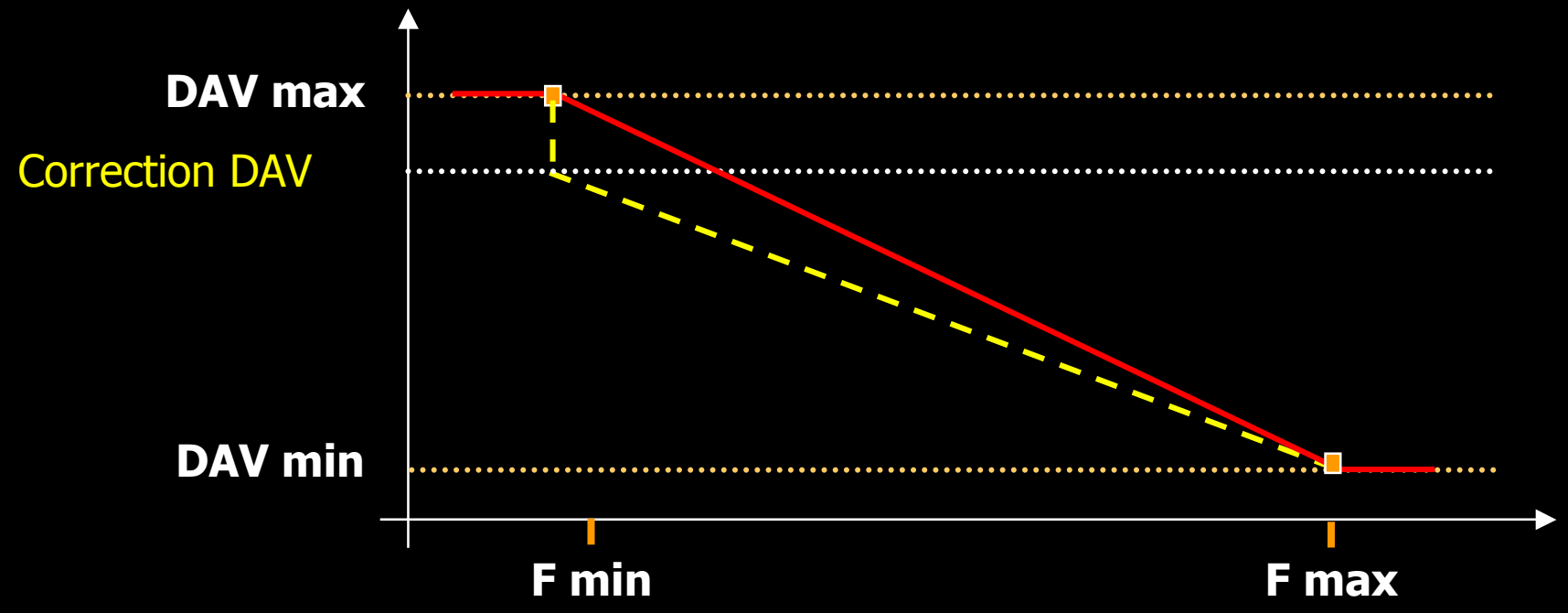
  (point de 2:1 dynamique)

- Risque de survenue de TRE diminué



Délai AV Dynamique

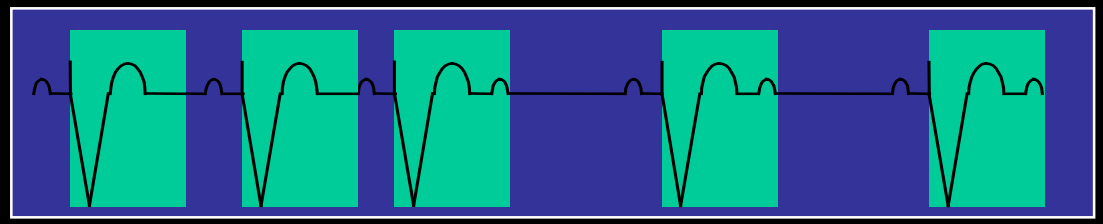
- Raccourcissement PR à l ’effort
- Optimisation de l’hémodynamique à l’effort
- Prévention des TRE



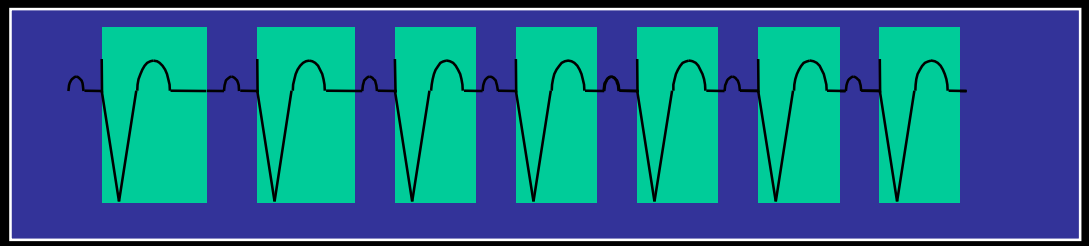
PRAPV dynamique

- **Optimisation de l'Hémodynamique à l'effort**
- **Surveillance du rythme auriculaire pour les arythmies rapide**

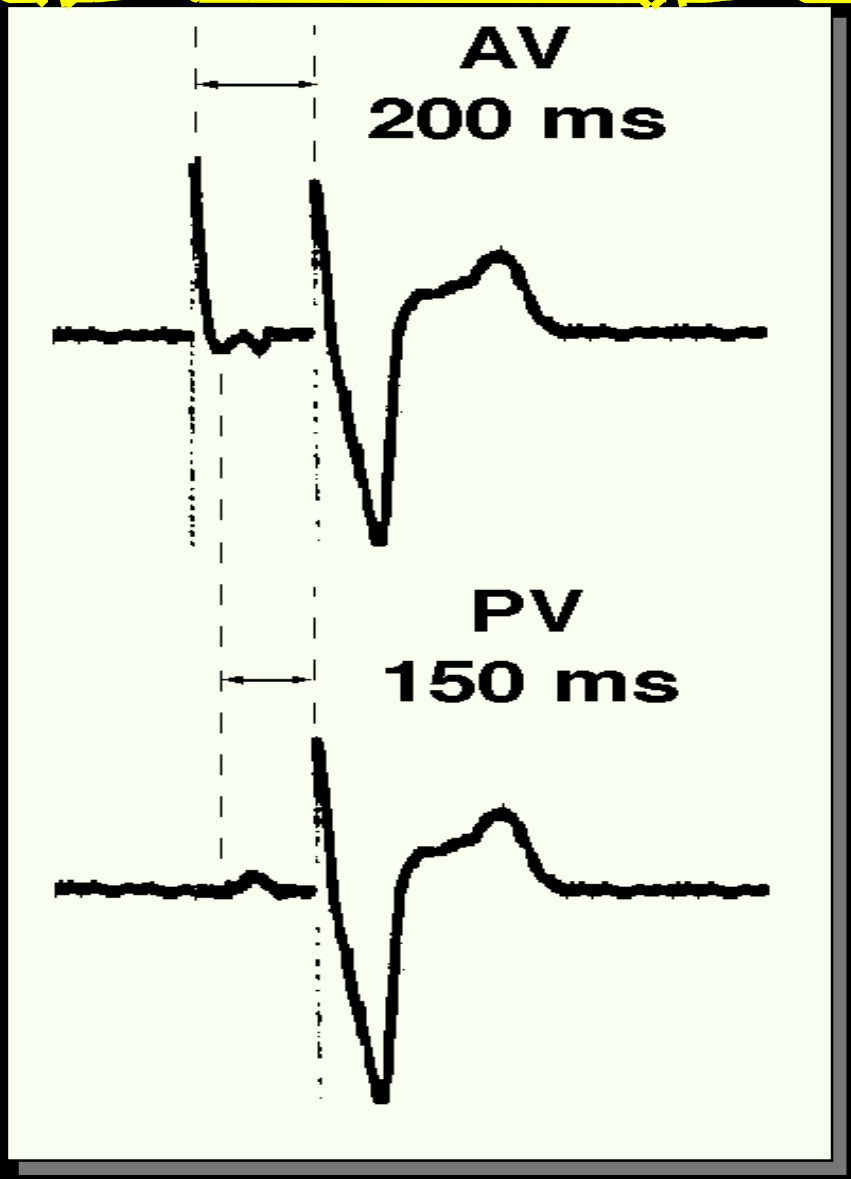
PRAPV fixe



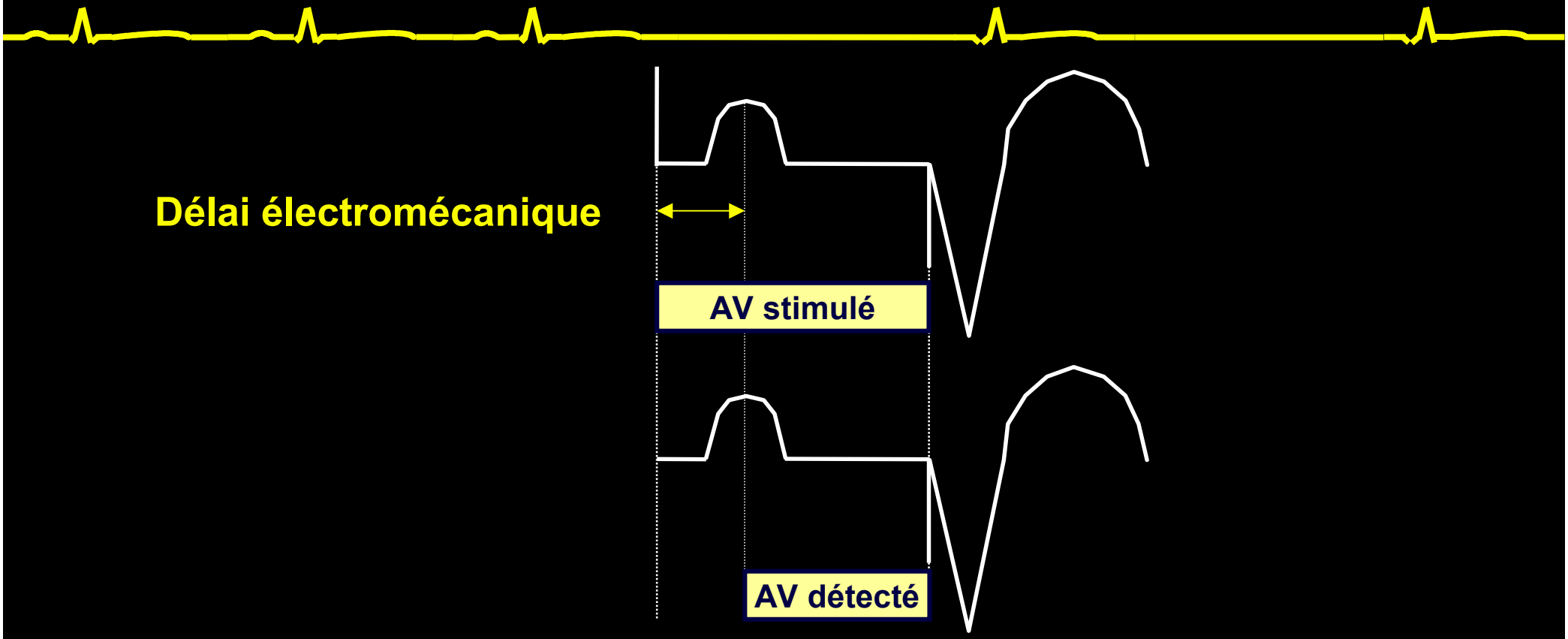
PRAPV dynamique



Optimiser le délai AV/PV



Délai AV détecté / stimulé



Compenser le délai entre la stimulation A et la systole A proprement dite pour garantir un temps identique entre les systoles A et V, que l'oreillette soit stimulée ou non

Exemples de programmation DAV+PRAPV

- **DAV dynamique**

DAV max	**150 ms**
DAV min	**80 ms**
Correction DAV	**-30 ms**

- **PRAPV dynamique**

PRAPV max	**250-300 ms**
PRAPV min	**200-250 ms**

→ DAV + PRAPV = PRAT

DDD en cas de BAV+arythmies

- **Risque de stimulation rapide des ventricules**
  - ➔ patient agé, cardiopathie
  - ➔ VVI, DDI ...

- **Incidences des AA en stimulation double chambre**

  Defaye P, Pace 98

  Garrigue S, Cazeau S, Arch 96

  Lévy S, Arch 94

  Benjamin Ej, JAMA 94

  Kalman, Pace 92

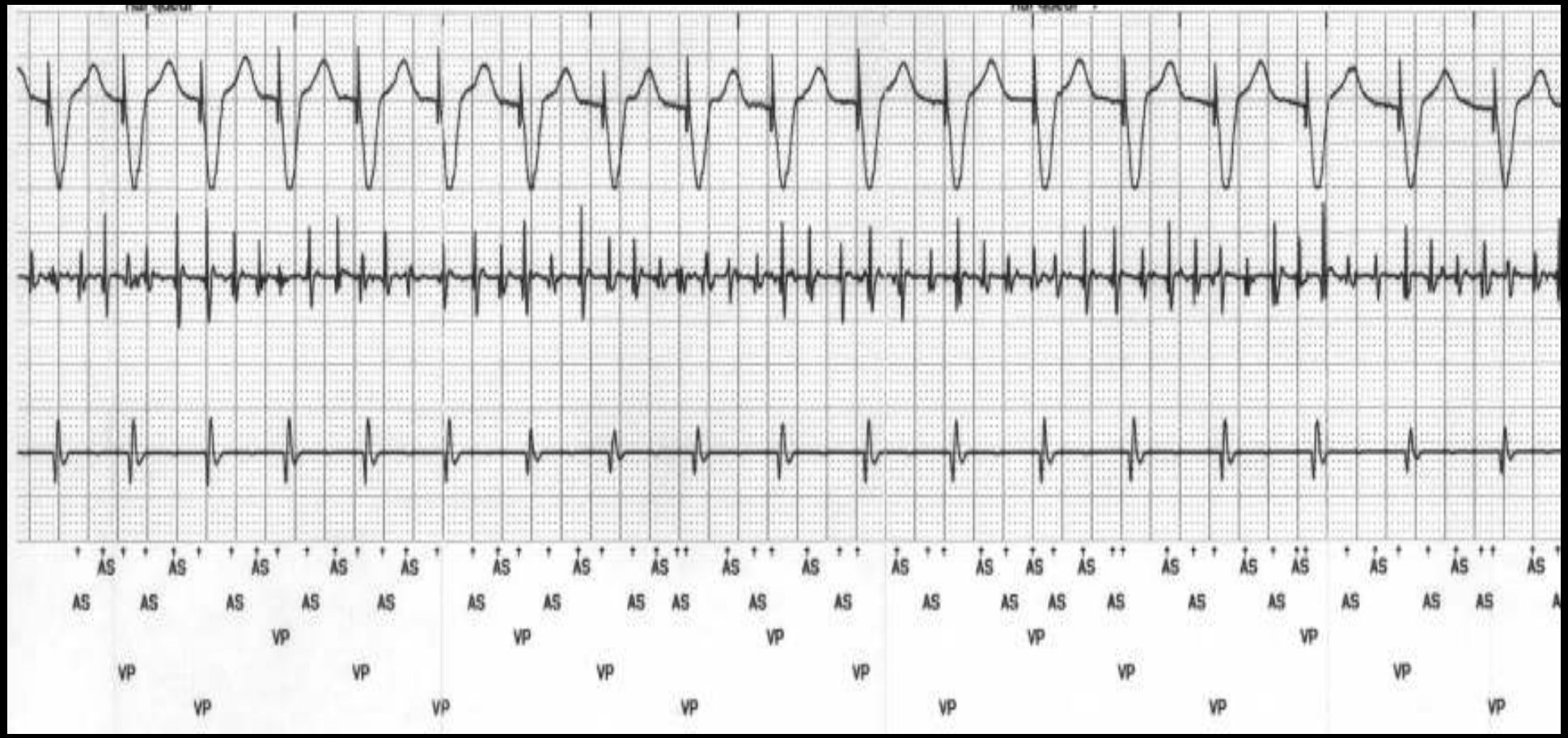
Critères indispensables en DDD pour le bon fonctionnement du repli

- **Reconnaissance et détection de l 'arythmie**
  - Détection électrique du signal
  - Détection bipolaire
  - Détection pendant la PRAT
- **Sensibilité et spécificité de l 'algorithme**
  - Critère de passage et de sortie du repli
  - Mémorisation précise du signal EGM

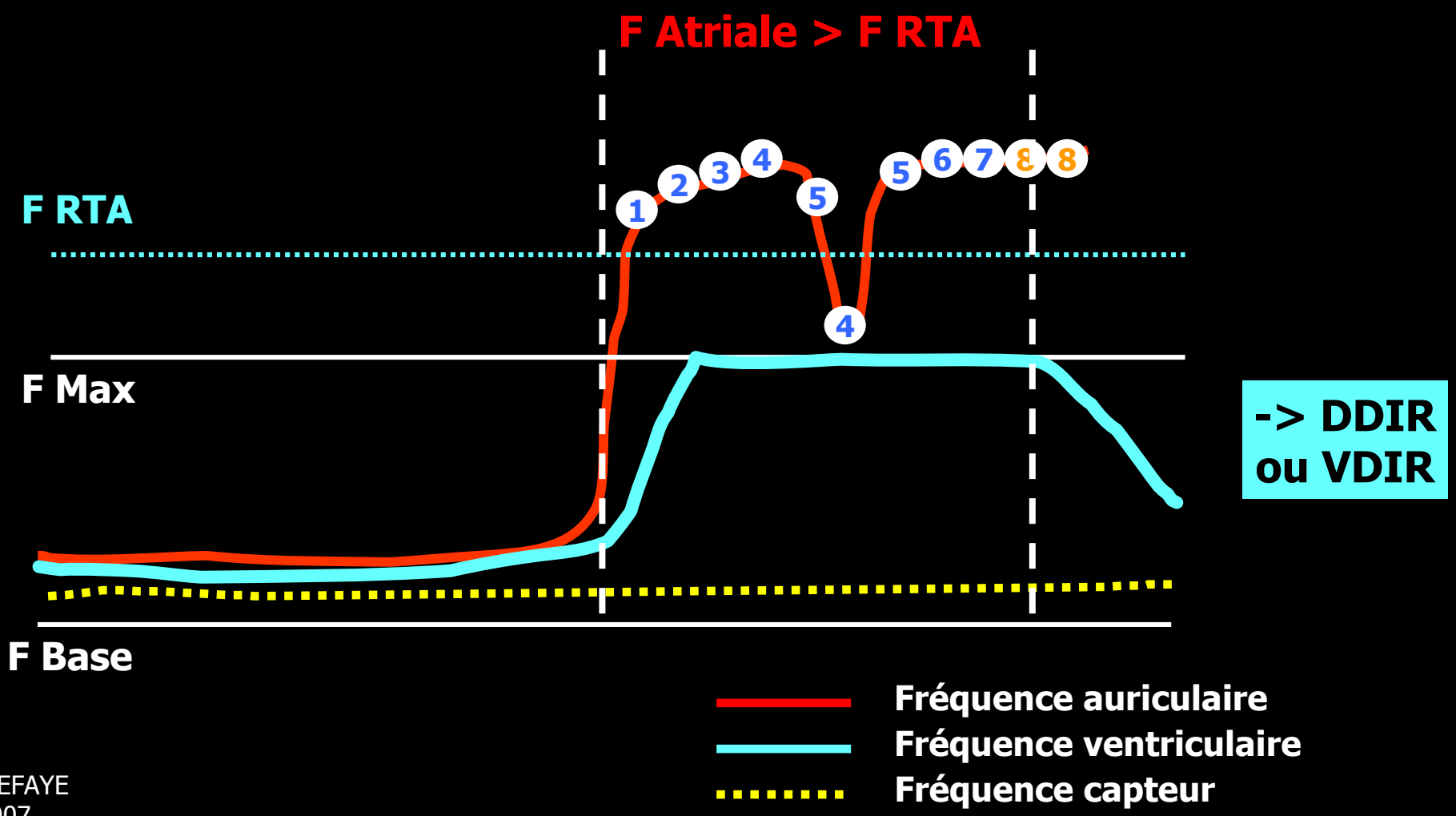
Objectifs du Repli

- Discrimination rythme sinusal/ activité auriculaire pathologique
  (ESA, courte salve A, Arythmie Auriculaire)
- Prévenir les accélérations ventriculaires même en cas d'ESA et salves A
- Prendre en compte les défauts d'écoute de l 'arythmie
- Réassociation AV rapide et appropriée dès la fin du trouble du rythme

Tracé DDD avec arythmie ss repli

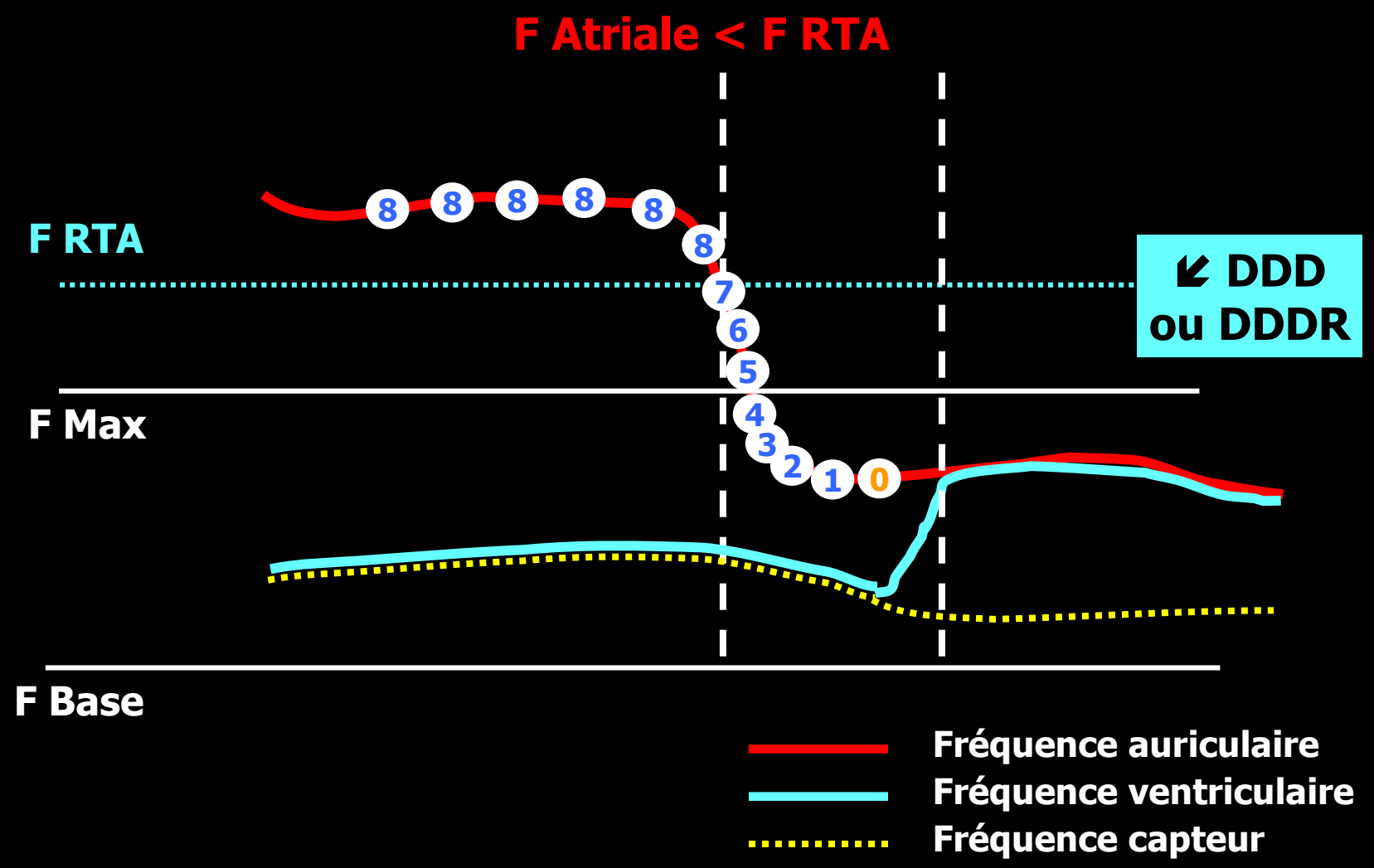


Réponse Tachycardies Auriculaires : exemple Guidant



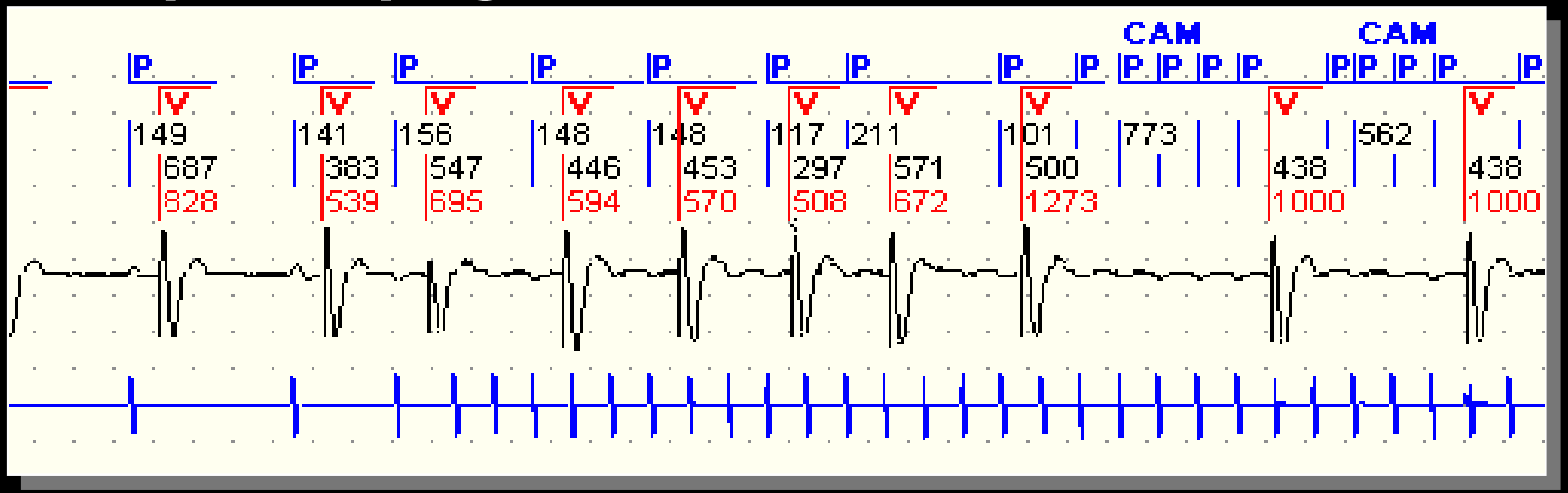
Pascal DEFAYE
DIU 2007

Réponse Tachycardies Auriculaires : exemple Guidant



Repli : exemple St Jude

- **Perte de la synchronisation sur l'onde P si la fréquence atriale moyenne excède la valeur de tachycardie programmée**

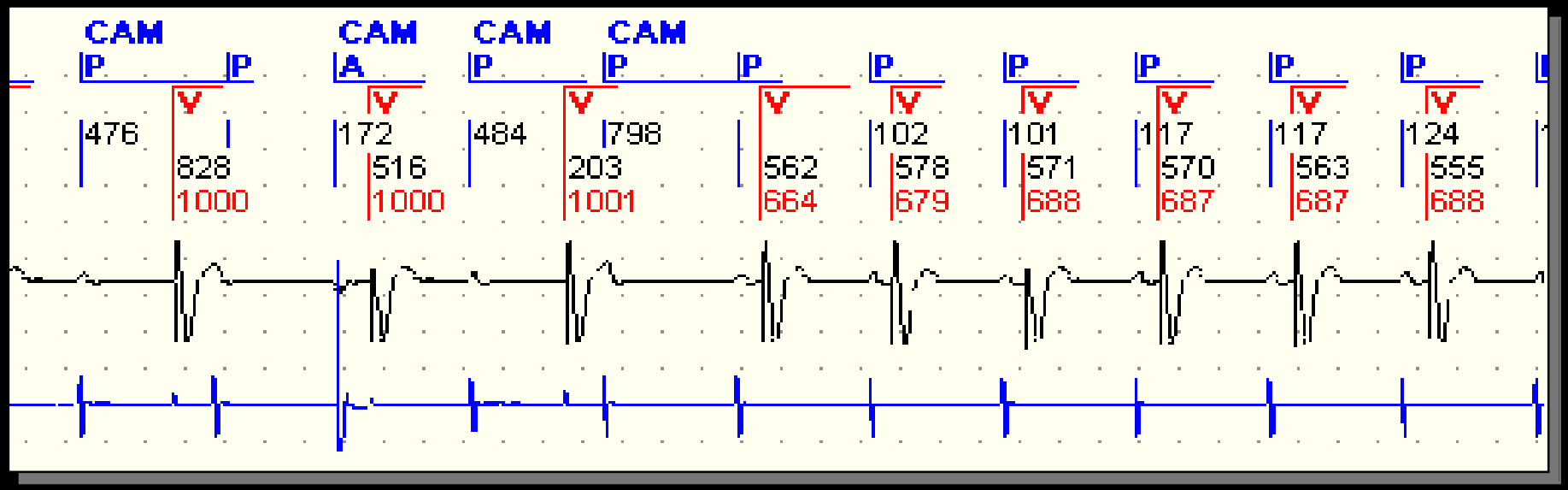


Après 2 à 6 secondes, la fréquence atriale moyenne excède la fréquence de tachycardie → **Mode DDI ou DDIR, à une fréquence programmable**

Repli : exemple St Jude

Retour en mode synchrone de l'onde P

- **Dès que la fréquence atriale moyenne redevient inférieure à la fréquence maximum synchrone, à nouveau synchronisation sur l'onde P**



Surveillance de la fréquence atriale moyenne.

Retour au mode DDD/R

Commutation de mode : exemple Medtronic

Deux critères de commutation :

- Détection 4/7 (FA à fréquence élevée)
  - Commutation si 4 intervalles AA spontanés sur les 7 derniers sont plus rapides que la fréquence de commutation programmée
- Recherche de flutter masqué
  - Détection des ondes de flutter auriculaire masquées par les périodes de blanking du stimulateur, grâce à une modification sur un cycle de la PVARP

Commutation de mode : exemple Medtronic

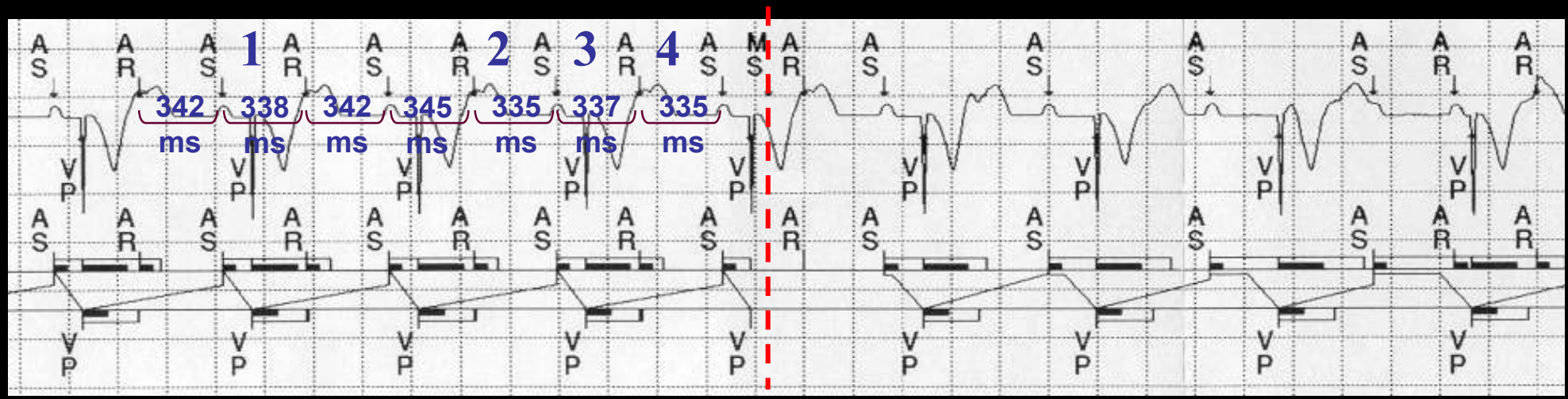
La commutation de mode 4/7

2,8 secondes en moyenne

Commutation

DDDR

DDIR

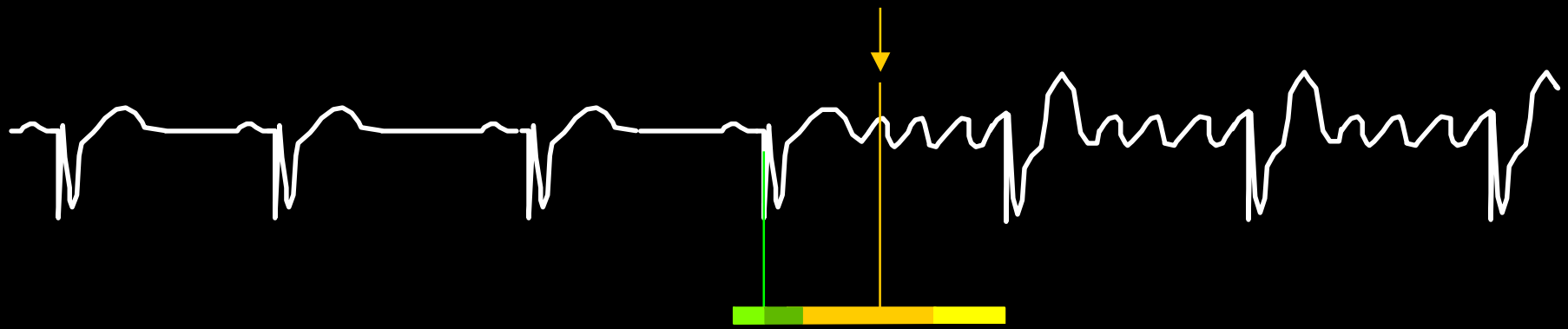


Fréquence de commutation = 175 cpm (343 ms)

Repli : exemple Vitatron
Analyse cycle par cycle

- Reconnaissance basée soit sur :
  - Prématurité cycle par cycle de 15 min^{-1}, avec un minimum de 100 min^{-1} (Bande physiologique - Mode switching AUTO)
  - La fréquence maximale de suivi (Mode switching FIXE)
- Au premier battement sortant de la bande physiologique
- Commutation immédiate dans le mode

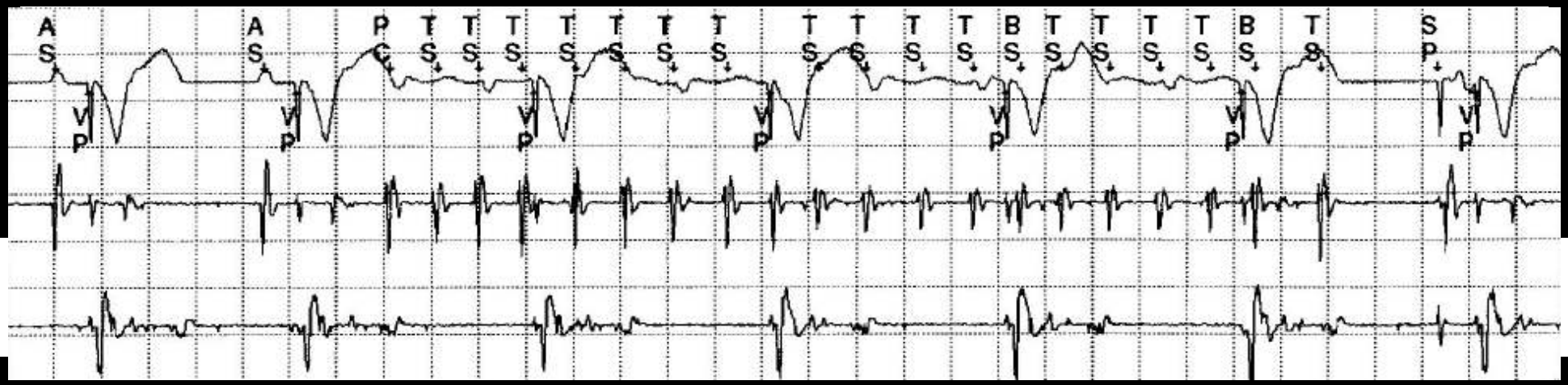
Repli : exemple Vitatron
Analyse cycle par cycle



Le premier événement atrial au dessus de la "bande physiologique" est considéré comme pathologique. Le stimulateur cardiaque commute immédiatement en mode asynchrone.

Repli : exemple Vitatron
Analyse cycle par cycle

Mode	DDD
Frq. Min.	60 min-1
Ralentissement nocturne	0 min-1
Début nuit	22:00
Fin nuit	06:00
Fréquence de repli	85 min-1
Frq. Max. Suivie	150 min-1
Frq. Max. Capteur	120 min-1
Flywheel	Marche
Mode Switching	AUTO



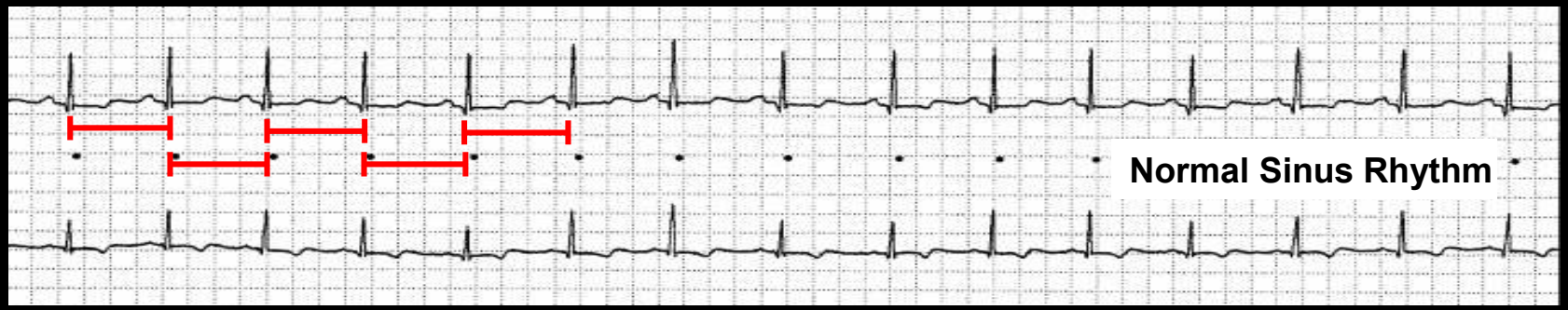
Algorithme de lissage du rythme V en FA : Régulation de fréquence V

Patient avec arythmies auriculaires et conduction AV normale

- **Réduire la variation des cycles RR lors d'arythmies auriculaires partiellement conduites en augmentant la Fréquence de stimulation V (Fréq. RFV)**

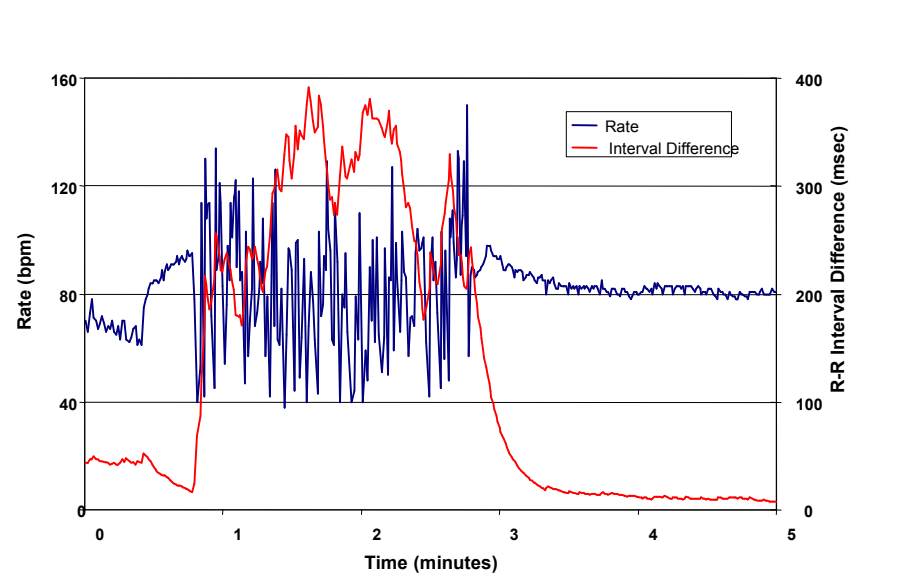
Algorithme de lissage du rythme V en FA : Régulation de fréquence V

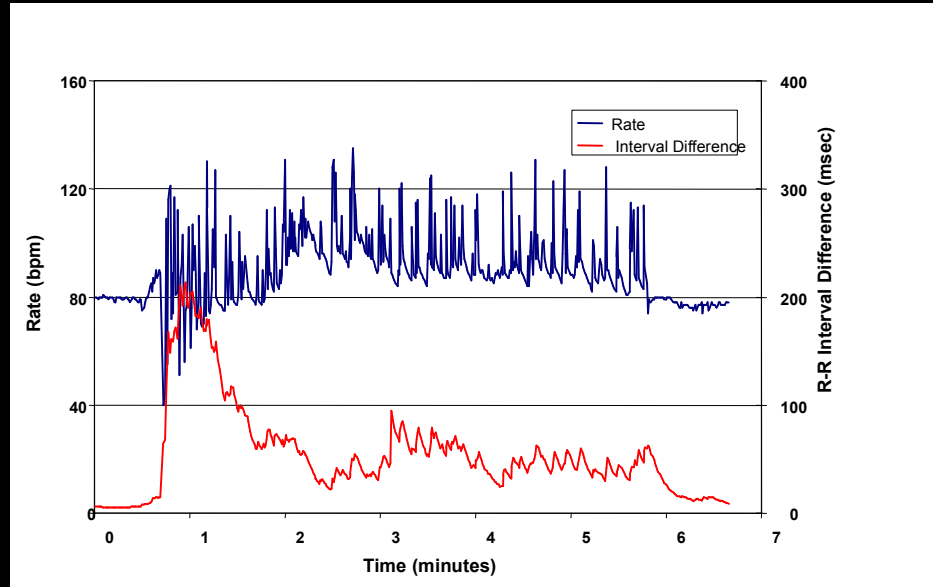
- **Patient avec arythmies auriculaires conduites symptomatiques**



- *Efficacy of Ventricular Rate Stabilization by Right Ventricular Pacing During Atrial Fibrillation. Chu-Pak Lau & Col. PACE 98 ; 03 (vol 21), 542-548*
- *Hemodynamic Effect of an Irregular Sequence of Ventricular Cycle Lengths During AF. Clark & Col. JACC, Vol 30, N°4 ; 10-97 :1039-45*

Algorithme de lissage du rythme V en FA : Régulation de fréquence V



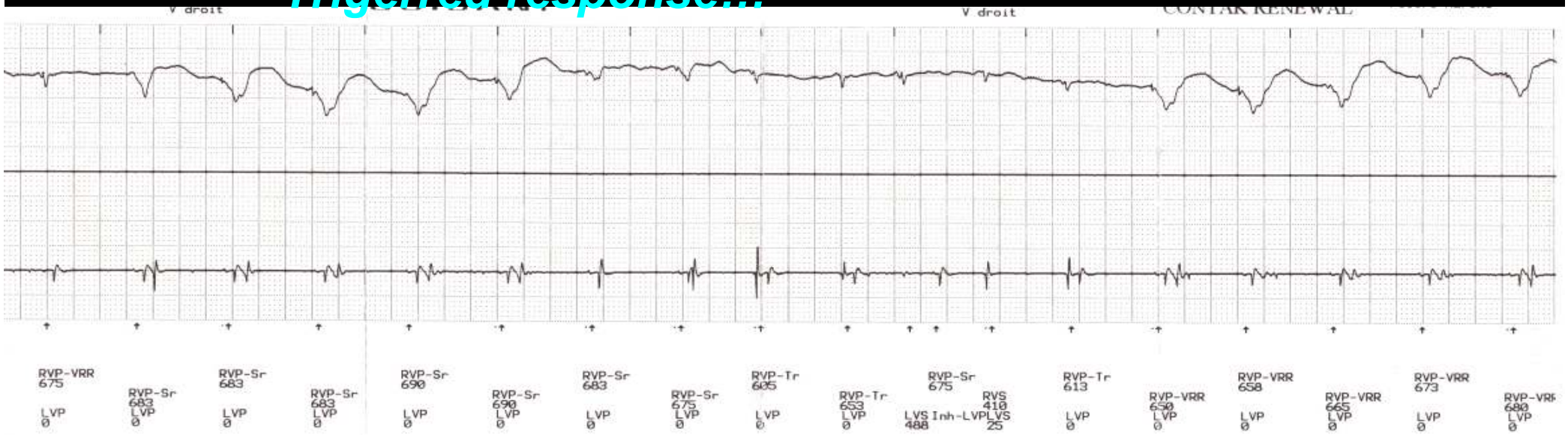


Sans régulation

Avec régulation

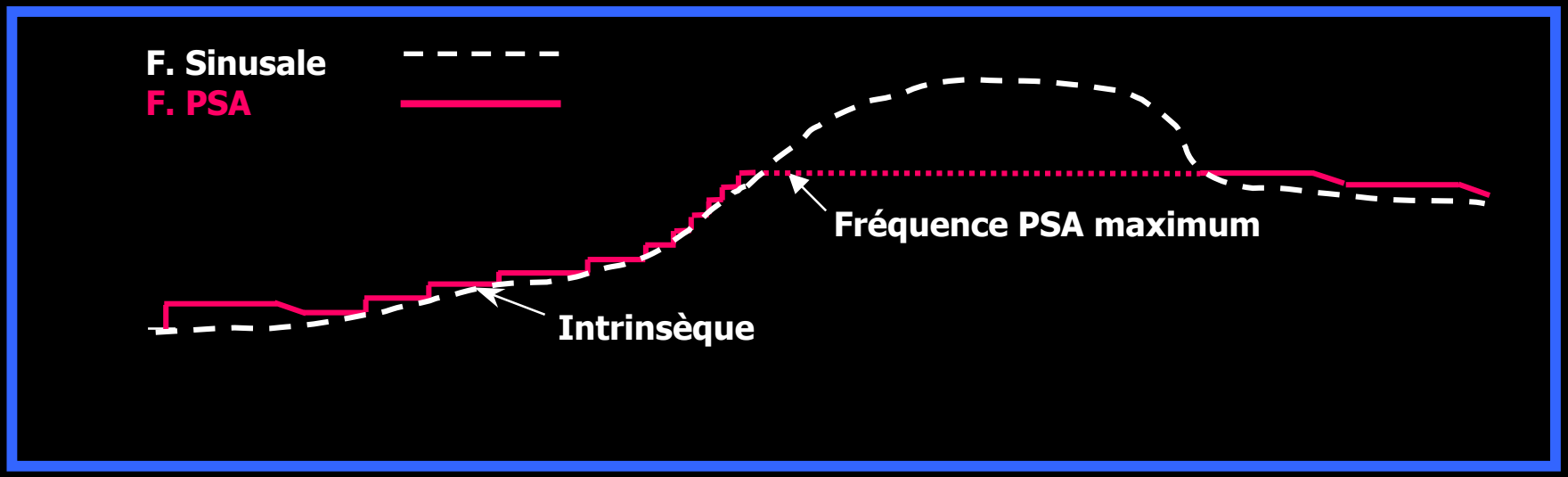
Algorithmes de lissage en CRT

High % of V pacing : fusion or « pseudo-fusion beat Trigerred response…



- *Lissage de fréquence*
- *Régulation fréquence ventriculaire en repli*
- *. Régulation fréquence ventriculaire en VVIR*

Algorithmes d' »overdrive » ou préférence à la stimulation atriale



- **Prévention de la FA par stimulation atriale**
- **Stimulation auriculaire à une fréquence légèrement supérieure au rythme intrinsèque (8 ms)**

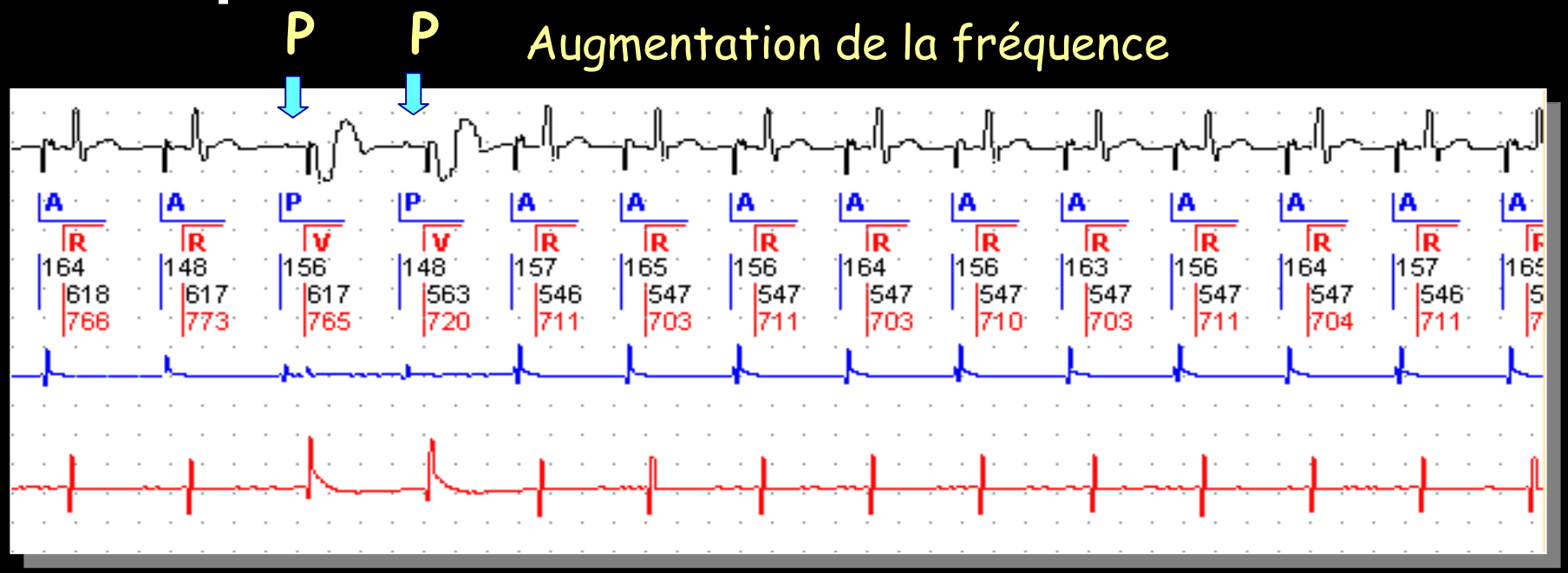
Algorithme d' »overdrive » : exemple Guidant

- **En cas d'événement atrial détecté, raccourcissement du VA de 8 ms**
- **Fréquence de stimulation limitée par Fréq Max PSA**
- **Allongement intervalle VA de 8 ms après intervalle de recherche afin de stimuler à une fréquence proche du rythme intrinsèque**
- **Aucune réponse à une extrasystole atriale**

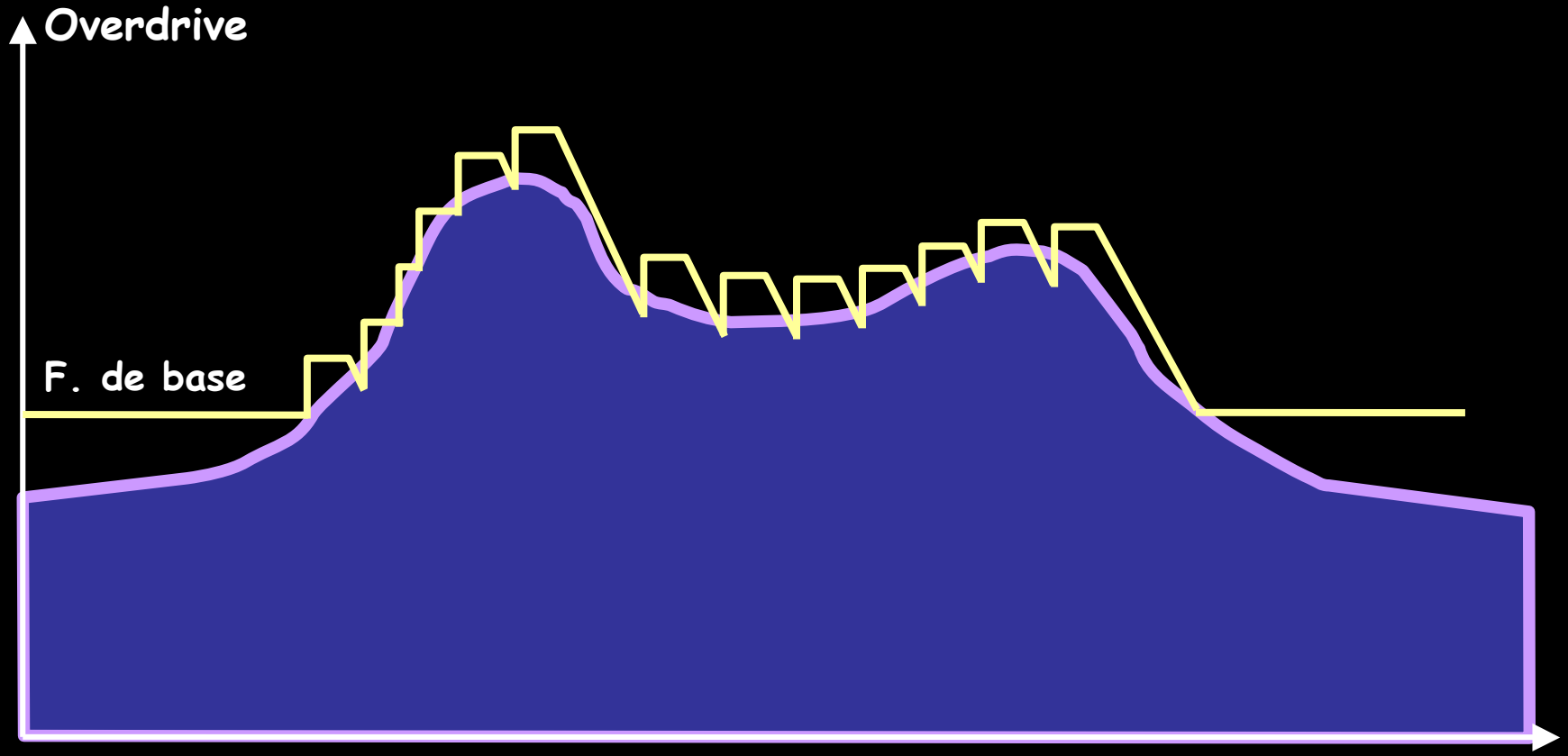
Algorithme d »overdrive » : exemple St Jude

■Principe

■**La détection de 2 ondes P spontanées (consécutives ou non), parmi 16 événements, provoque l'augmentation de la fréquence de stimulation.**



Algorithme d »overdrive » : exemple St Jude



Fréquence atriale spontanée
Fréquence AF Suppression

Programmation des stimulateurs DDD en cas d 'activité spontanée

Physiologie et durée de vie du PM

- **Recherche d'hystérésis de fréquence**
  → Privilégier le rythme sinusal

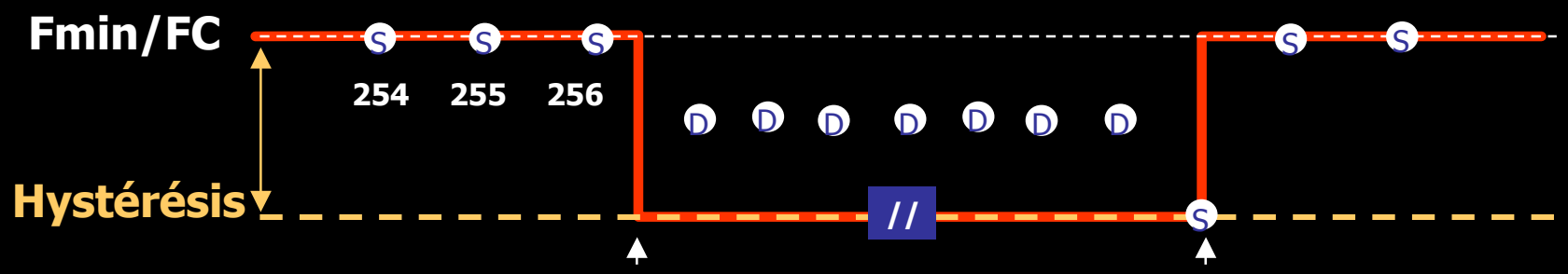
- **Recherche d'hystérésis de conduction AV**
  → Privilégier la conduction intrinsèque

Recherche d'Hystérésis de fréquence

Privilégie le rythme spontané

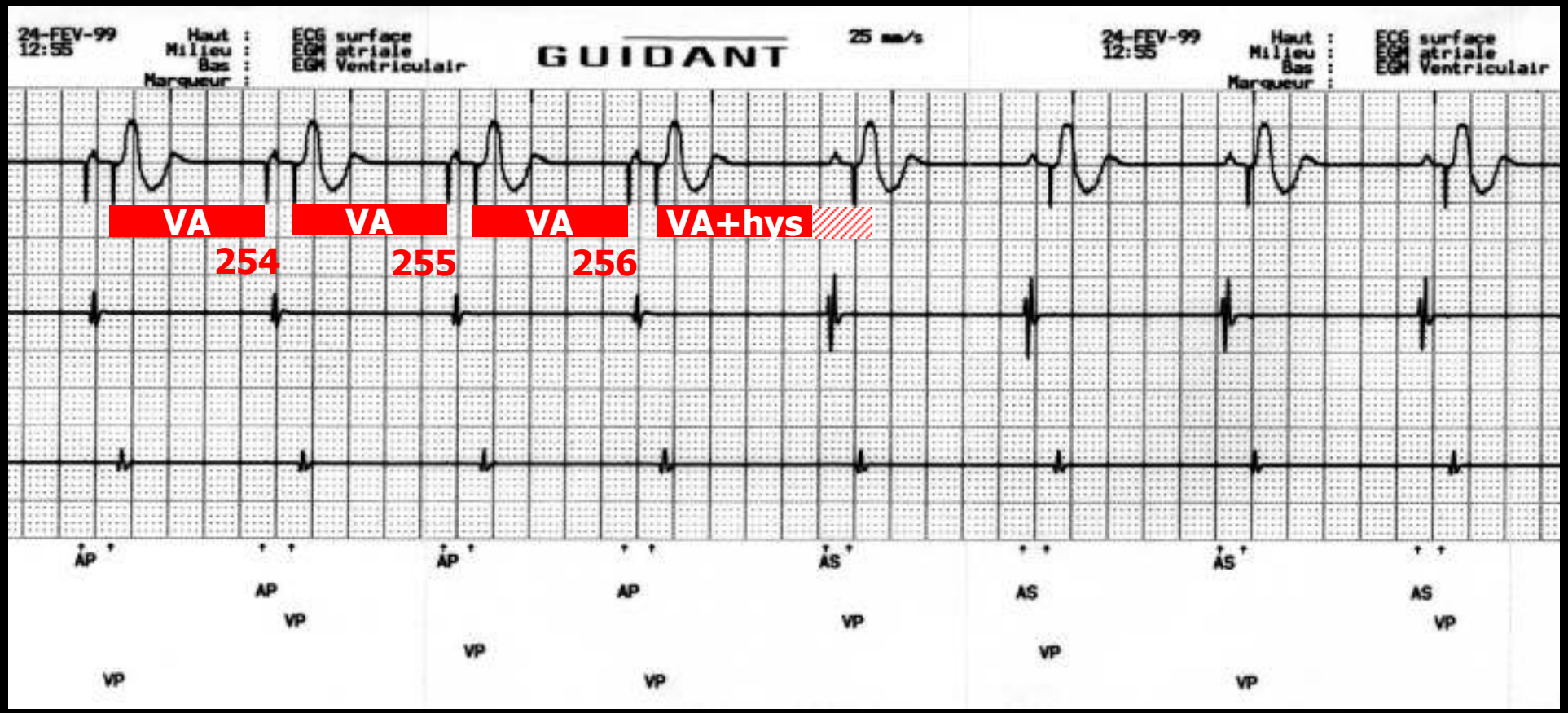
Améliore la longévité

Recherche de fréquence d'hystérésis tous les 256 à 4096 cycles



Exemple Guidant

Recherche d'hystérésis de fréquence

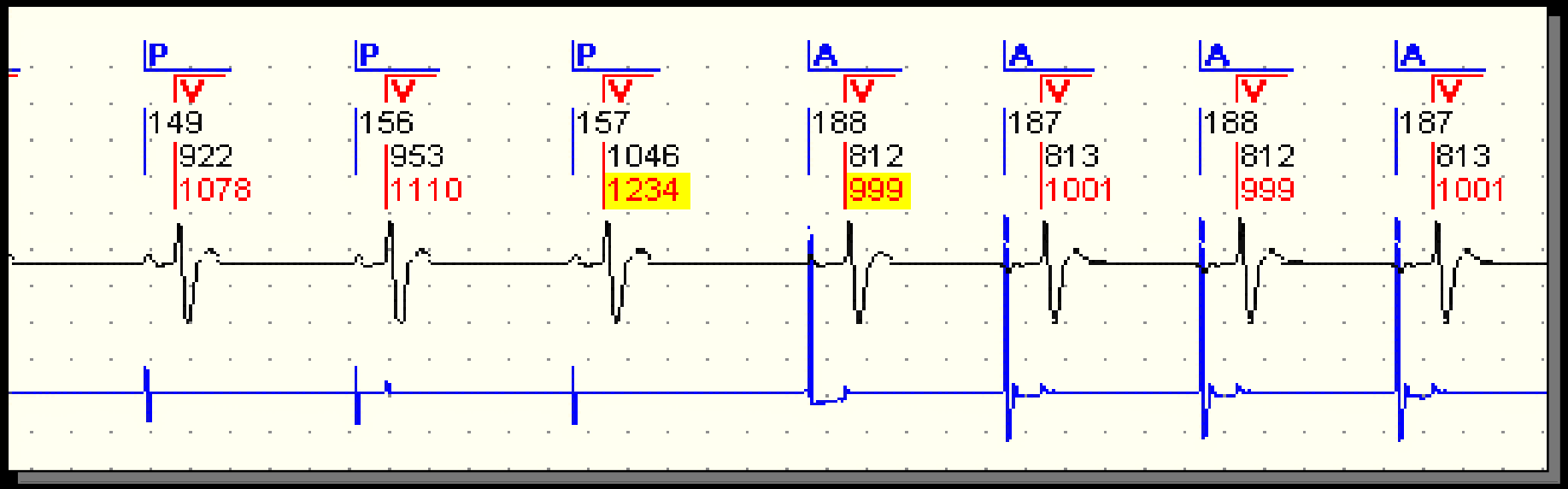


Rythme sinusal privilégié

Recherche d'hystérésis de fréquence

L'hystérésis est appliqué seulement en cas de détection auriculaire

Préserver le Rythme Sinusal



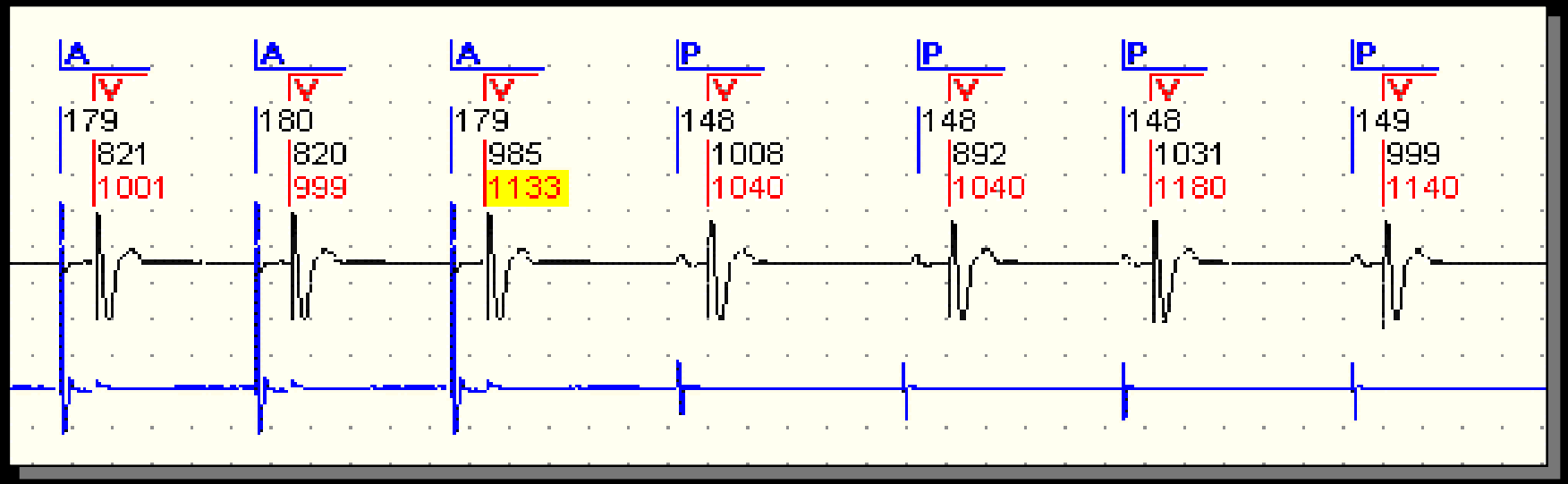
Après stimulation atriale, le stimulateur utilise la fréquence de base ou de repos.

Exemple St Jude

Recherche d'hystérésis de fréquence

Recherche de rythme spontané

- **Toutes les 5-10-15 ou 30 minutes de stimulation atriale, le stimulateur allonge l'intervalle de stimulation auriculaire, afin de rechercher un rythme spontané.**



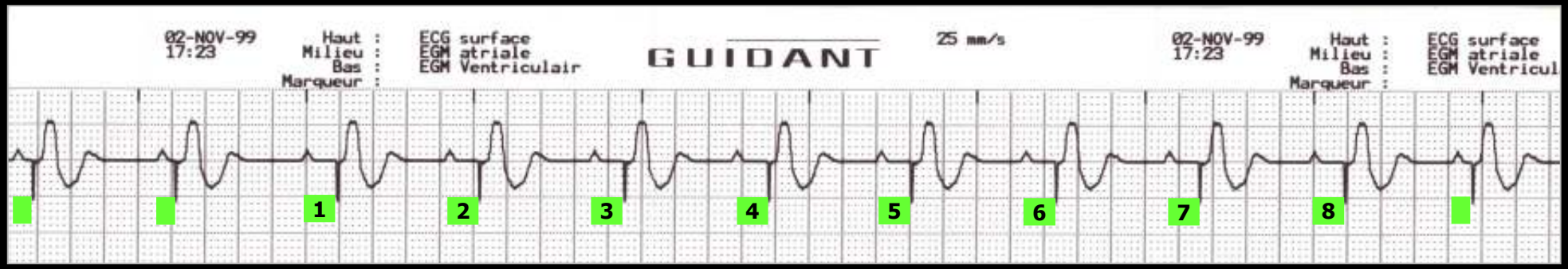
La détection d'une onde P spontanée permet de nouveau le fonctionnement à la fréquence d'hystérésis.

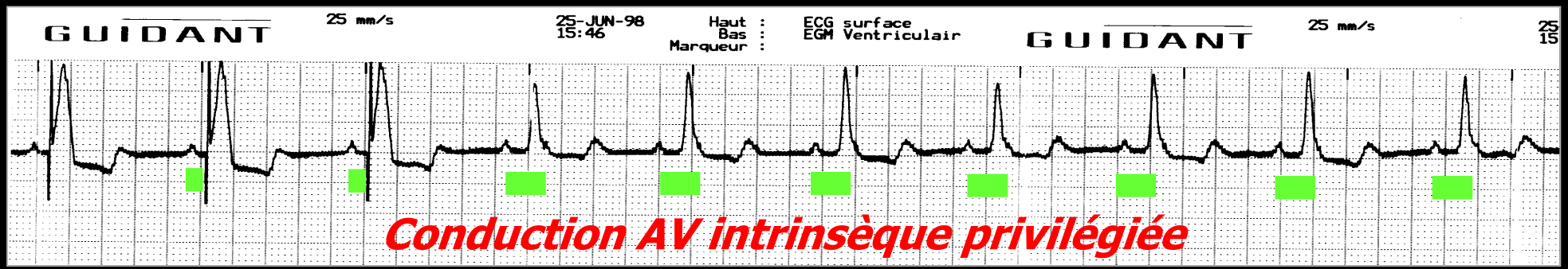
Exemple St Jude

Recherche d'Hystérésis AV

- **BAV effort-dépendant ou intermittent**
- **Dysfonction sinusale**

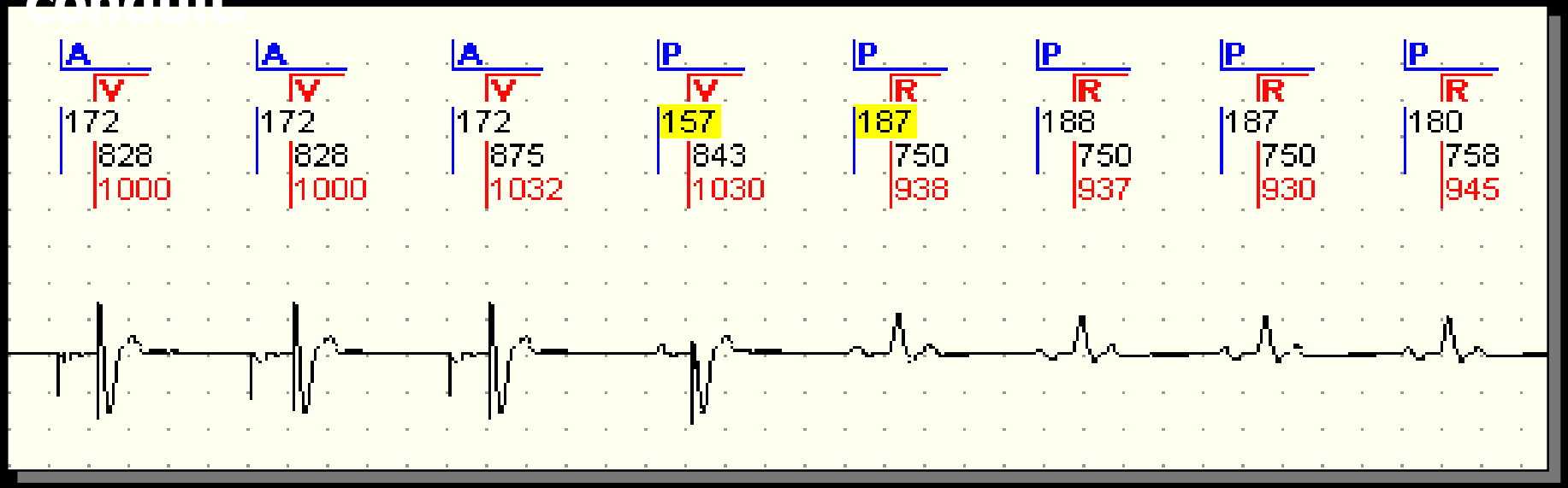
Allongement DAV tous les 32 à 1024 cycles de 10 à 100%





Préserver la Conduction Spontanée

- **Toutes les 5 minutes, le stimulateur allonge le délai AV/PV pour rechercher un complexe ventriculaire conduit**

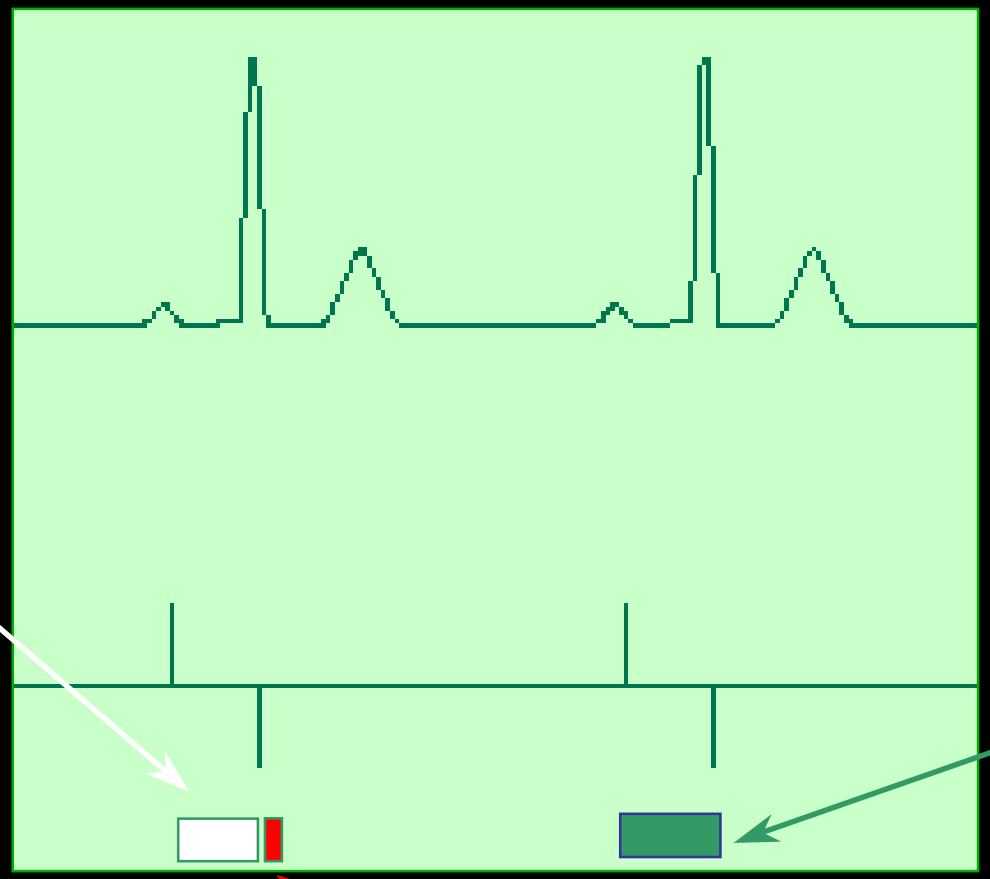


S'il détecte un complexe conduit, il poursuit avec ce délai prolongé, pour fonctionner en pseudo AAI.

Exemple St Jude

Exemple Ela medical : DDD/CAM

DDD/CAM - Séquence PR

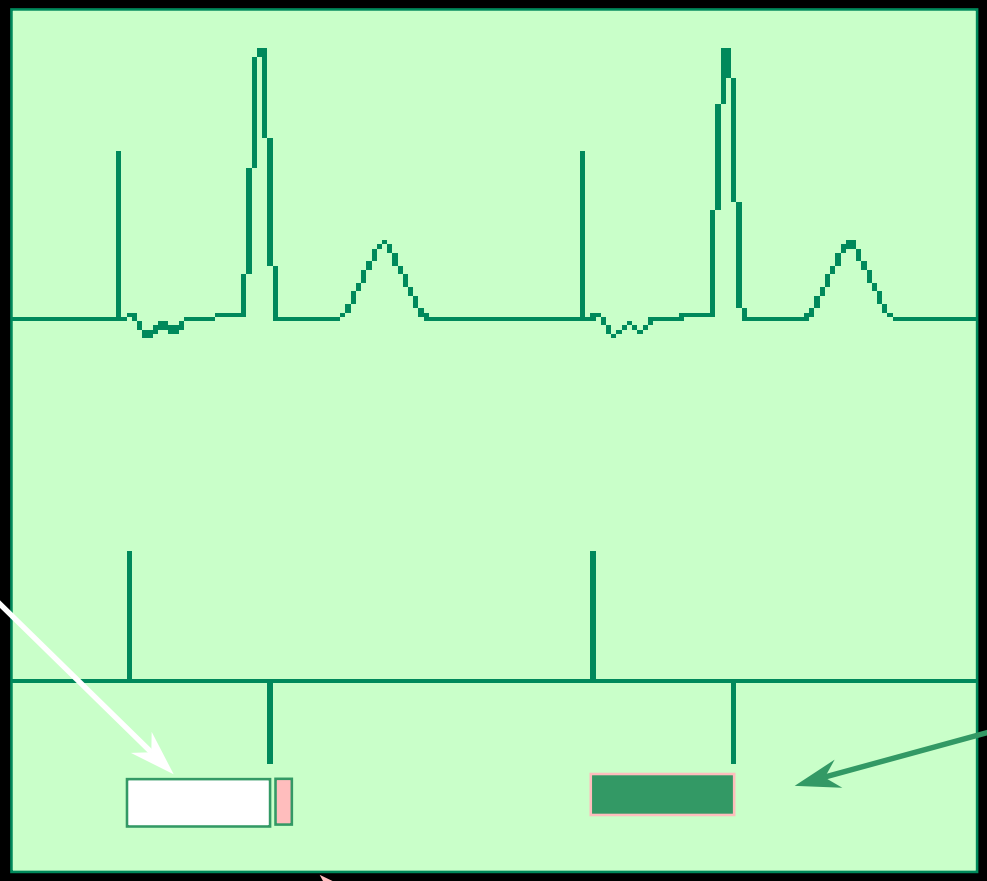


Mesure de l'intervalle PR

Fenêtre de surveillance ventriculaire = $\overline{PR}$ + 47 ms

Extension = 47 ms

DDD/CAM - Séquence AR

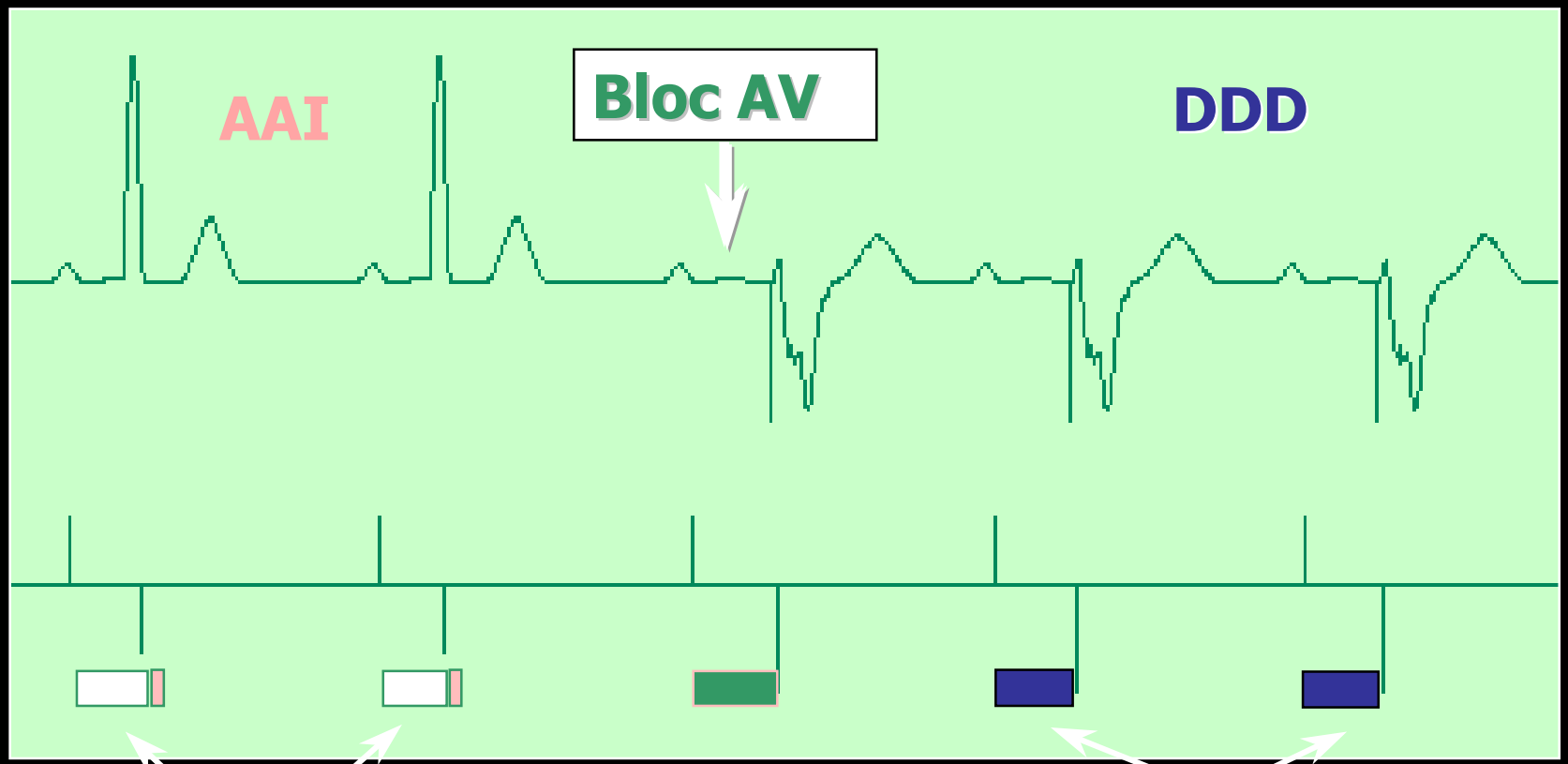


Mesure de l'intervalle AR

Fenêtre de surveillance ventriculaire = $\overline{AR}$ + 47 ms

Extension = 47 ms

DDD/CAM - Bloc AV



$\overline{PR}$ + **Ext.47ms**

Fenêtre de Surveillance Ventriculaire

PV = PR mesuré

Adaptation permanente du DAV en fonction du PR du patient

Des effets délétères de la capture ventriculaire…

- Création d'asynchronismes:
  - Atrio-ventriculaire
  - Intraventriculaire
  - Interventriculaire
- Conséquences:
  - Hémodynamiques
  - Rythmiques

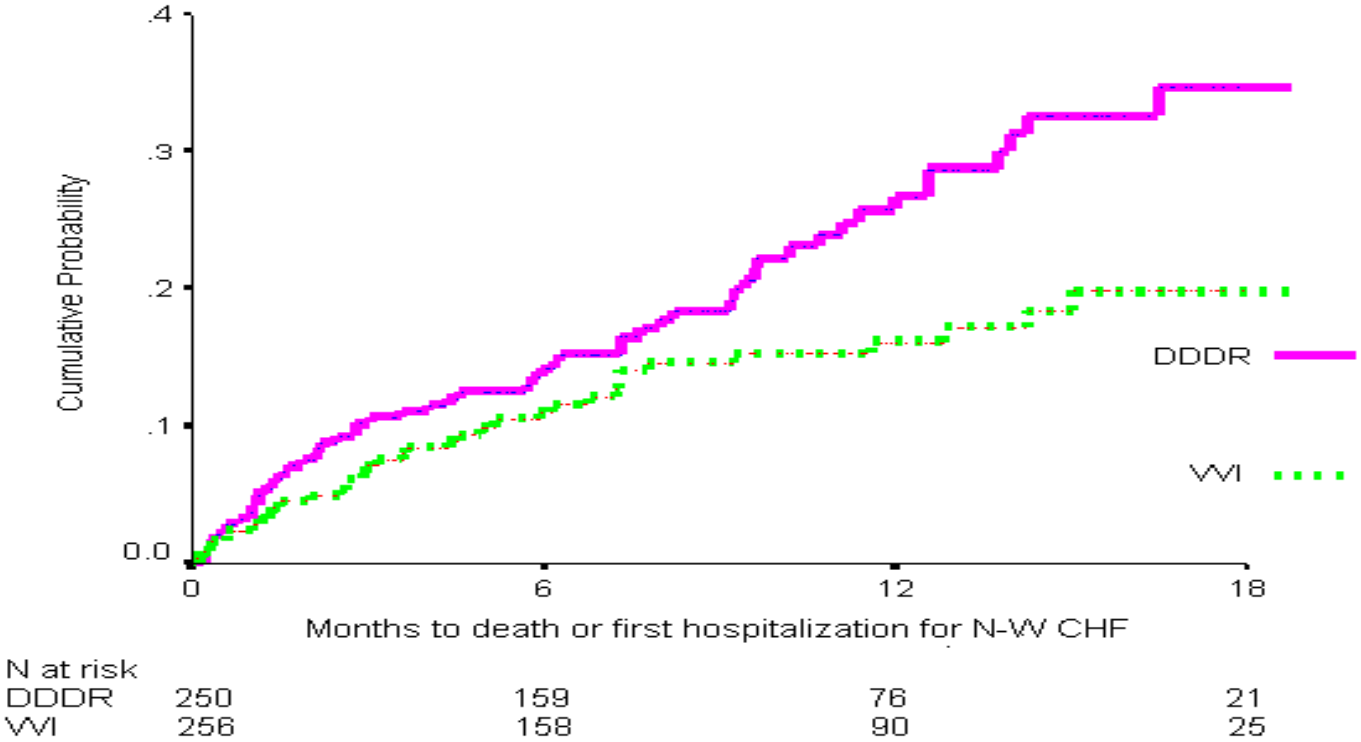
Conséquences cliniques du % de la stim du VD

	Etude Danish II [1] **AAI(R)** **vs** **DDD(R) DAV court** **vs** **DDD(R) DAV long**	***Etude CTOPP*** [4] **DDD(R) ou** **AAI(R)** **vs** **VVI(R)**	***Etude DAVID*** [5] **DDD(R)** **vs** **VVI ICDs**	***Sous étude MOST*** [6] **DDDR** **vs** **VVIR**
Hospitalisation pour HF	Non mesurée; l'étude indique qu'une proportion importante de stimulation ventriculaire diminue les fonctions du VG	Non mesurée	L'absence d'évènements à 1an (mort ou HIC) **était inférieure dans le bras DDDR avec % stim V > 40%**	**Risque augmenté** de 2,6 fois quand le % **de stim V >40%** (bras DDDR)
Troubles hémodynamiques	Une stim en DDDR sur le long terme induit une dilatation de l'OG, **une proportion importante de stim du VD affecte les fonctions du VG**.	Les patients avec des fonctions VG intactes, sans ATCD d'IM ou de coronaropathies tirent plus **de bénéfices de la stimulation physiologique**	Non mesurée	La désynchronisation ventriculaire induite par la stim du VD pourrait être plus délétère chez les patients avec fonctions VG altérées
Incidence de FA	L'absence de FA est **significativement supérieure en stim AAIR** (p = 0.03); 17% de stim du VD	Une stim physiologique réduit le risque annuel de FA	Non mesurée	**Augmentation linéaire du risque de 1% pour chaque baisse de VP de 1%** (jusqu'à ~ 85%)

Etude DAVID[5]

Mode DDDR, % de stimulation ventriculaire et taux de mortalité et/ou hospitalisation pour insuffisance cardiaque nouvelle ou aggravée.

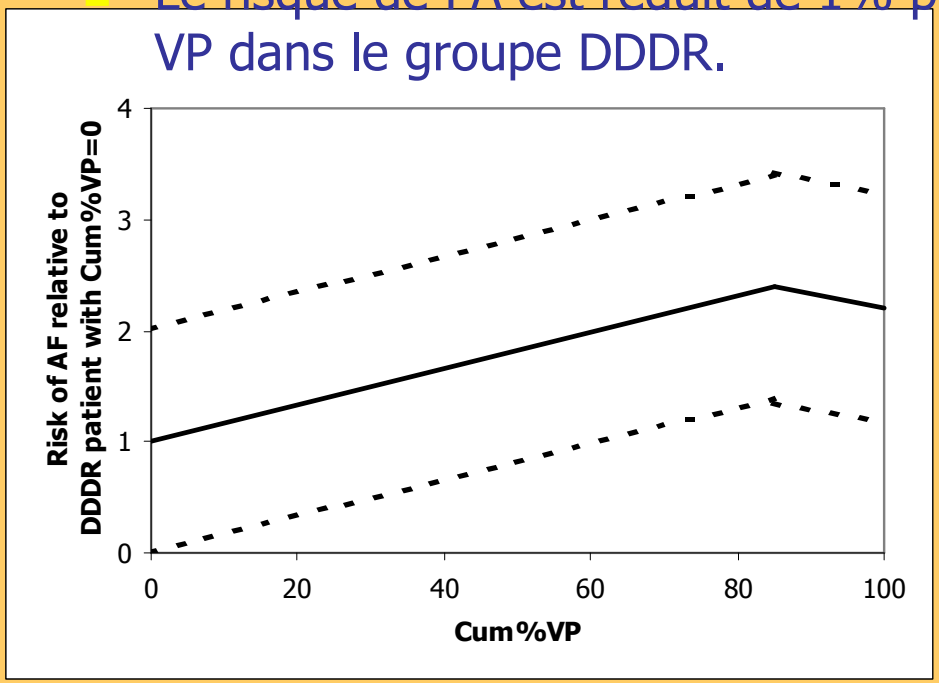
- Les patients ayant survécu à 3 mois de suivi ont eu **plus d'évènements à 12 mois** quand leur taux de stim ventriculaire était **> 40%** (p=0.09)

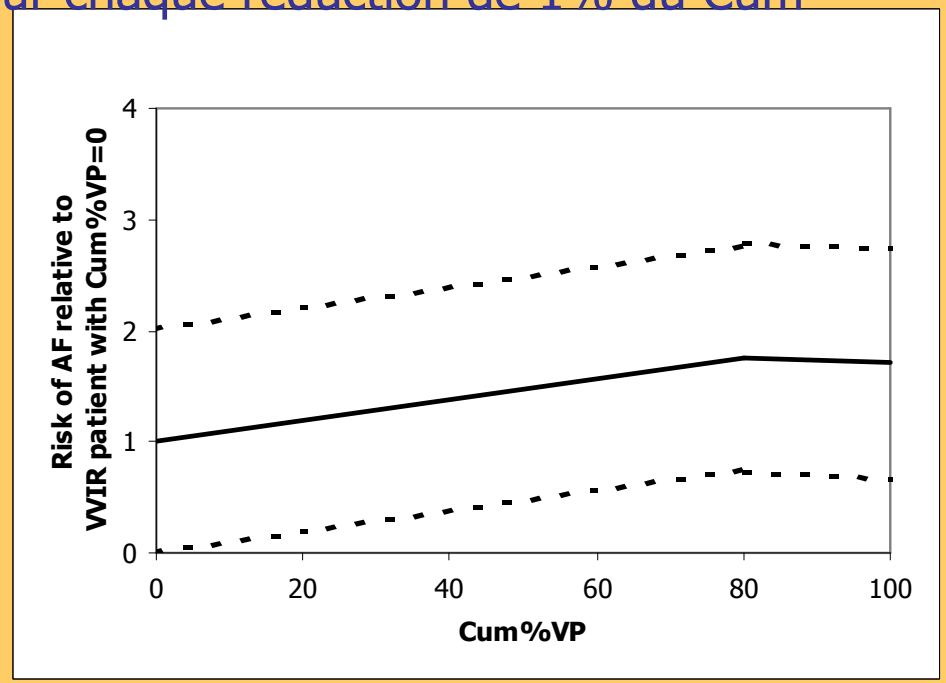


Etude MOST

Le % cumulé de stimulation ventriculaire est un facteur prédictif de FA

- Le risque de FA augmente linéairement quand le % cum VP augmente, jusqu'à 80-85% dans les bras DDDR et VVIR.
- Le risque de FA est réduit de 1% pour chaque réduction de 1% du Cum VP dans le groupe DDDR.





Sweeney MO, et al. Circulation 2003;23:2932-2937

Limites des modes actuels

- Limites du mode AAI :
  - Risque de BAV non négligeable
  - Mauvaise discrimination des évènements A
  - Risque plus important de **sur-détection auriculaire** (écoute croisée)

  => Indications et thérapie de la stimulation AAI limitées

- Limites du mode DDD + DAV long :
  - Réduction du pourcentage de stimulation V limitée
  - Risque de TRE en cas de BAV
  - Périodes réfractaires longues (DAV + PRAPV)

  => Préservation de la conduction intrinsèque limitée

Limites des hystérésis du DAV

- DAV adapté au PR mesuré en AAI
  - L 'intervalle PR/AR maximum autorisé = 300 / 350 ms

Algorithmes non adapté aux patients avec PR longs (BAV I, LW, BBD, stim A anti-arythmique permanente, etc)

Mode AAI safeR (Sorin Ela) ou MVP(Medtronic)

Aucun DAV

Seulement une stimulation AAI associée à une surveillance ventriculaire

Préserver au maximum l 'activité naturelle du ventricule par le système His-Purkinje

mode double chambre à **architecture AAI qui associe**

⇩Les avantages de la stimulation AAI
⇩ Analyse constante de l 'activité ventriculaire
⇩ Back-up Ventriculaire en cas de BAV sévère

AAIsafeR : exemple Ela medical

Commutations

- **AAI ⇨DDD si**
  - **2 ondes P consécutives** bloquées : critère de BAV III
  - **3 ondes P bloquées sur 12 cycles** (auriculaires): critère de BAV II
  - **6 cycles consécutifs avec PR/AR long** (> 350/450 ms) : critère de BAV I

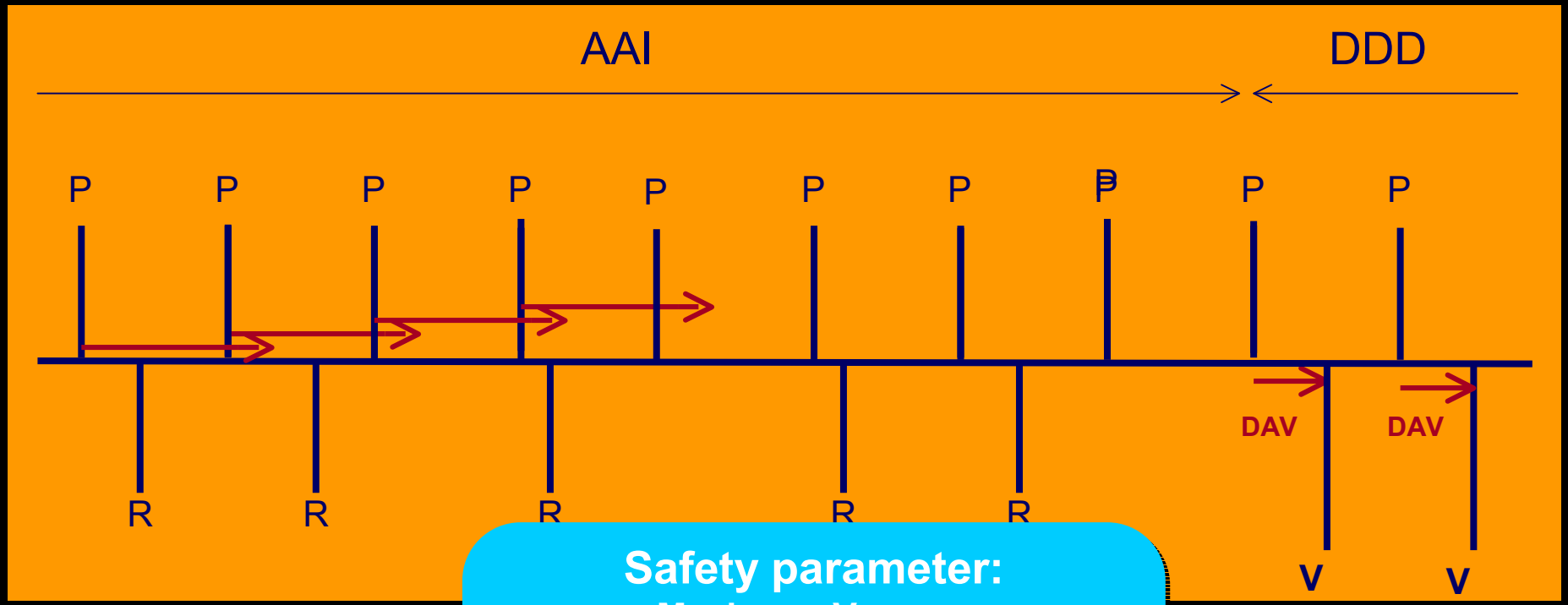
- **DDD ⇨ AAI si**
  - **12 cycles** consécutifs en conduction **AV spontanée**
  - **Tous les 100 cycles** en mode DDD

AAIsafeR

Exemple de commutation AAI=>DDD

3 ondes P bloquées / 12 cycles

BAV II

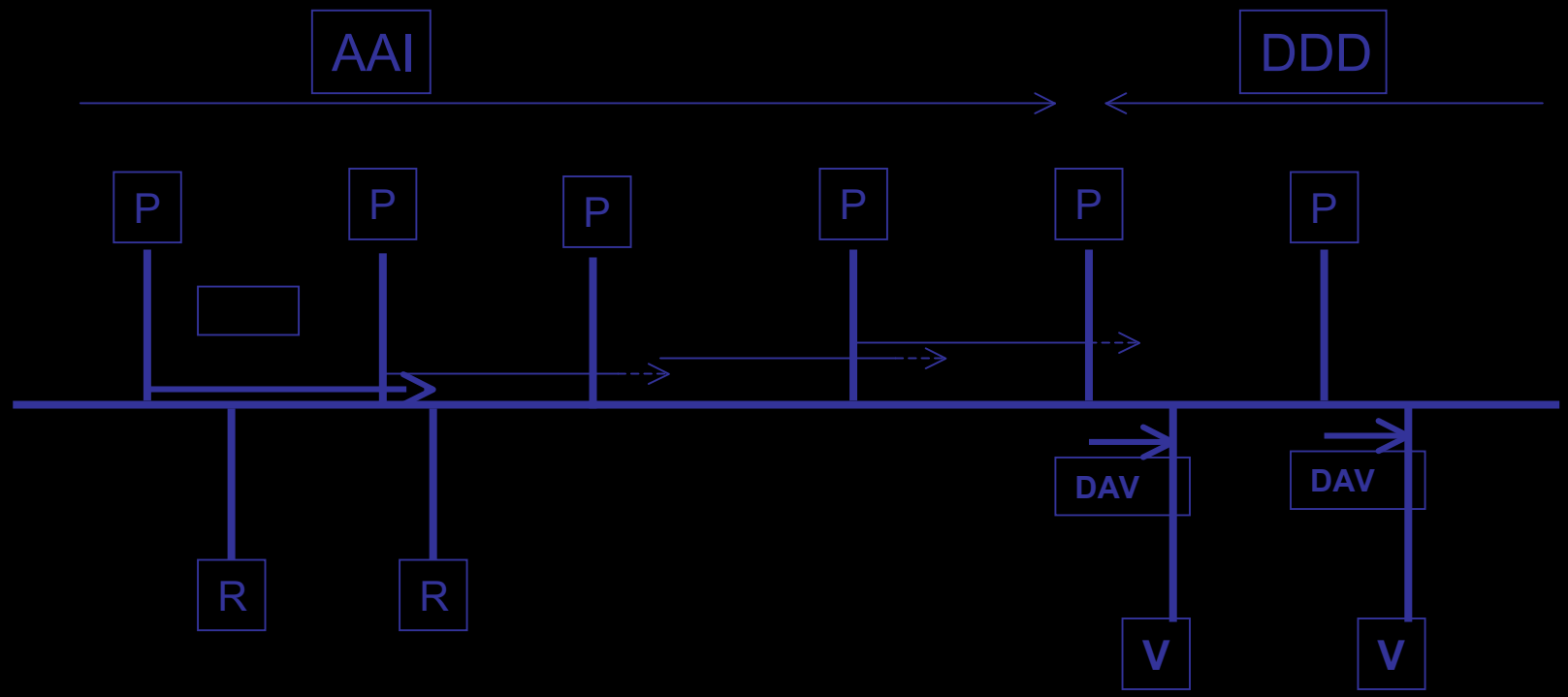


Safety parameter:
Maximum V pause
2 - 3 - 4 sec

AAI ⇒ DDD

2 ondes P bloquées consécutives

BAV III



AAIsafeR

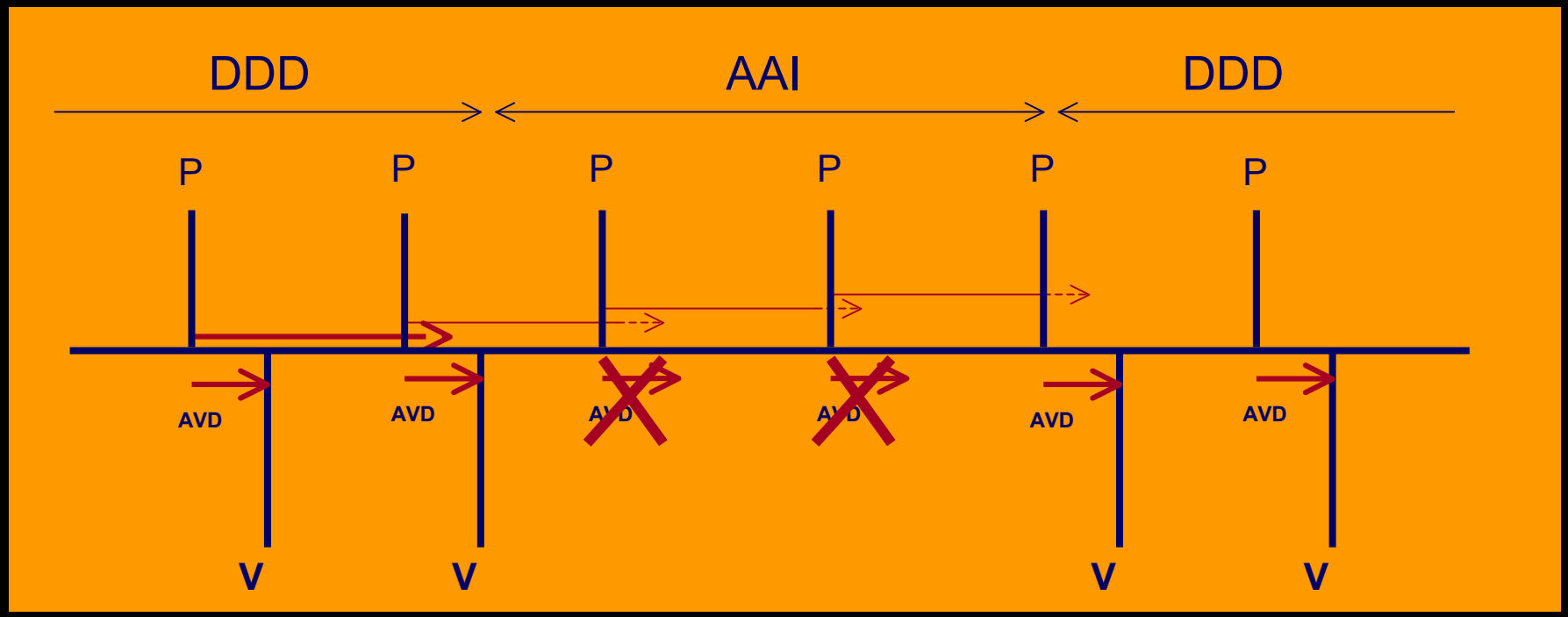
- Critère de sécurité
  - Pause V max autorisée (programmable)

    = 2 - **3** - 4 sec

  - Valeur nominale = 3 sec

AAIsafeR

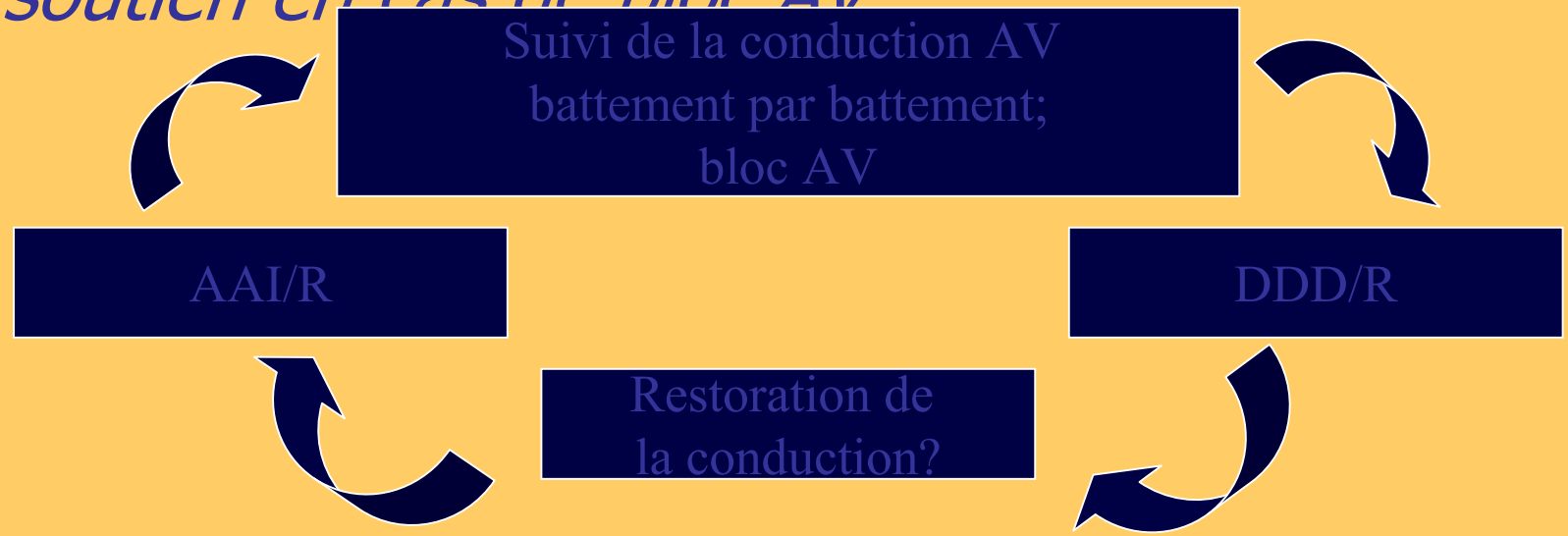
- Retour en AAI
  - Après 12 ondes R consécutives en DDD
  - Après 100 cycles en stimulation ventriculaire
  - Retour en DDD possible selon l'un des critères de commutation de AAI vers DDD



Medtronic

Le mode MVP : Managed Ventricular Pacing (AAIR ⇔ DDDR)

Un mode de stimulation double chambre basé sur l'oreillette, qui fournit une stimulation AAI/R avec un suivi du ventricule et une stimulation DDD/R de soutien en cas de bloc AV

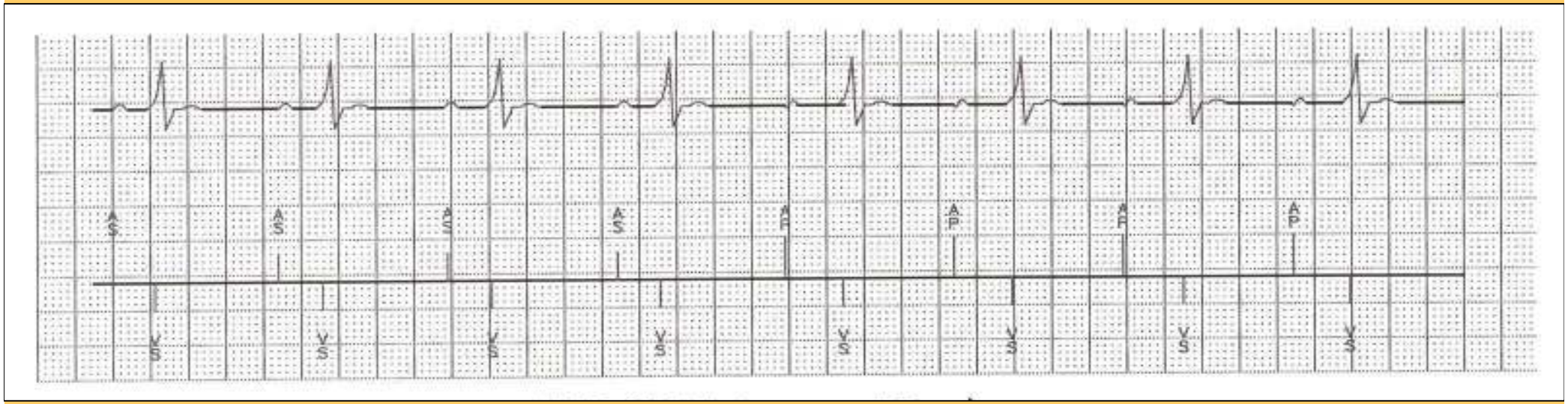


Sweeney M, Shea J, Fox V, et al. *PACE* 2003. Vol. 26;4(Part II):973 Abstract ID #179.

Le MVP : principe de base

Le mode AAI(R)

Stimulation atriale permettant la conduction AV intrinsèque

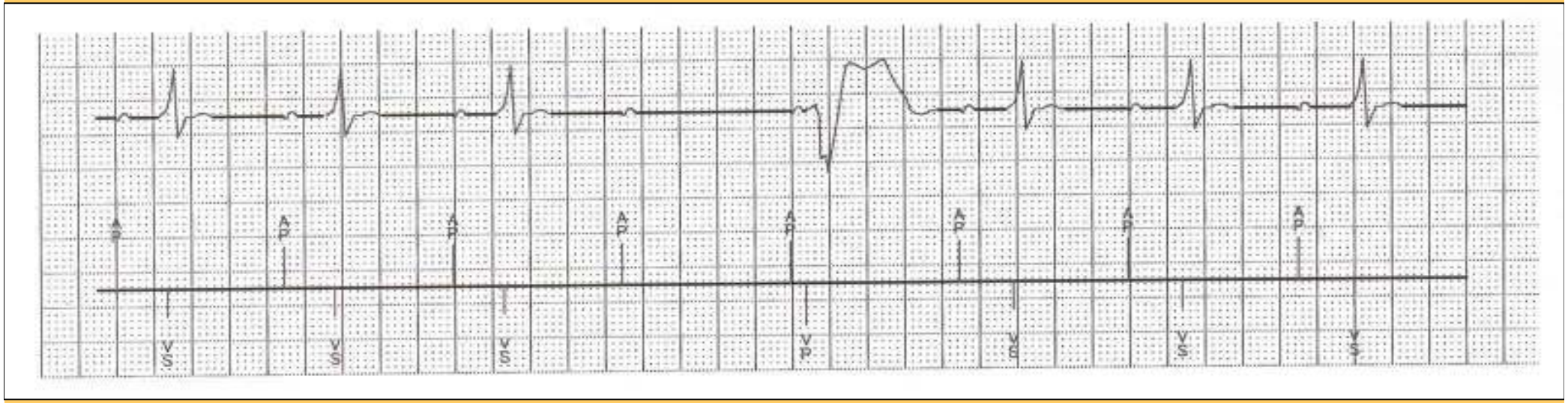


Respect de la conduction AV spontanée

Le MVP : principe de base

Un back Up ventriculaire

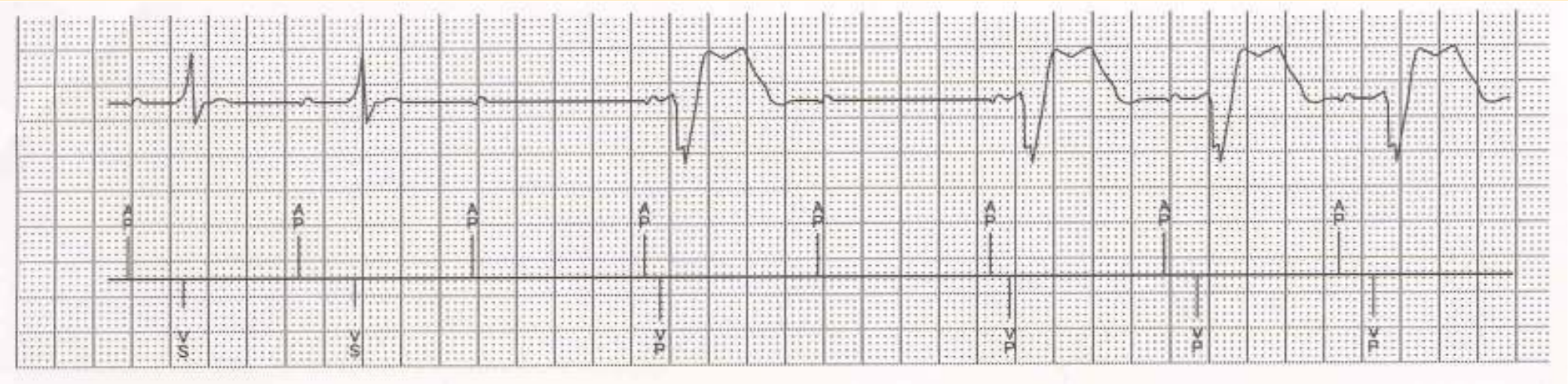
Une stimulation ventriculaire en cas de perte transitoire de la conduction



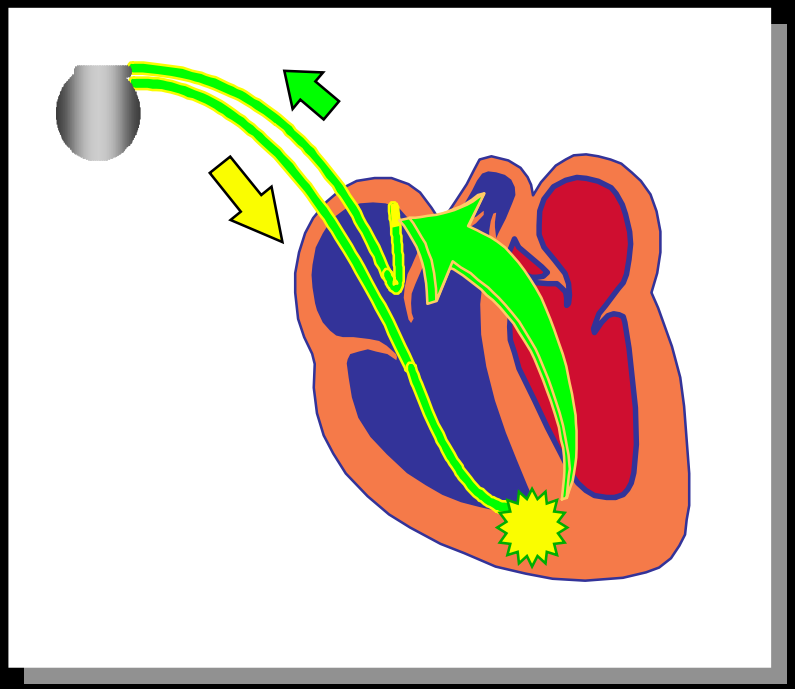
Le MVP : principe de base

Commutation en mode DDD(R)

En cas de perte de la conduction AV

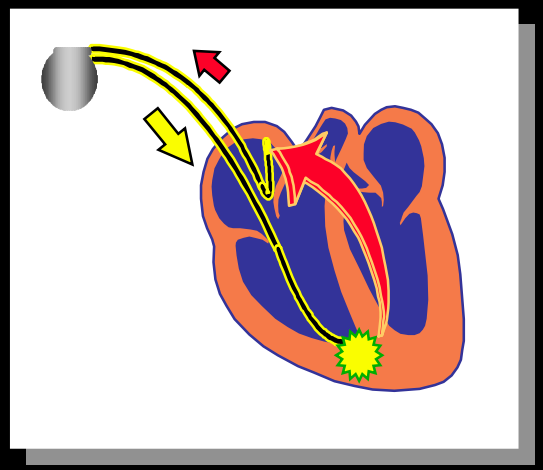


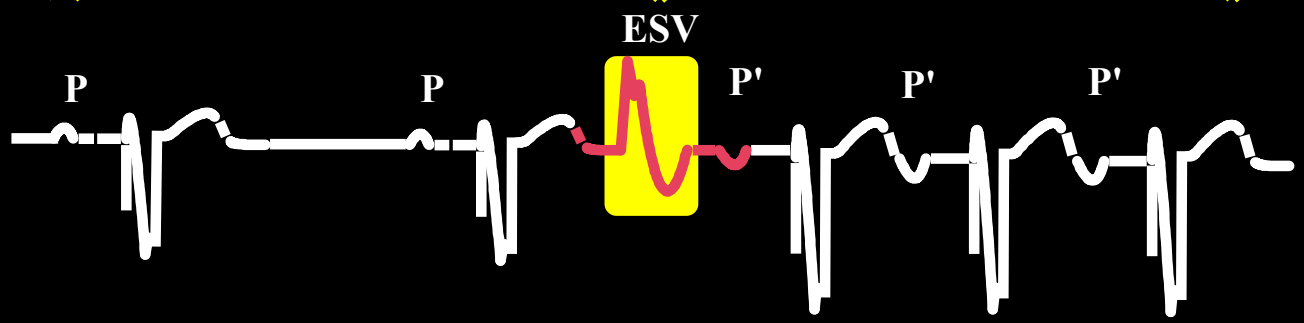
Principe de la TRE

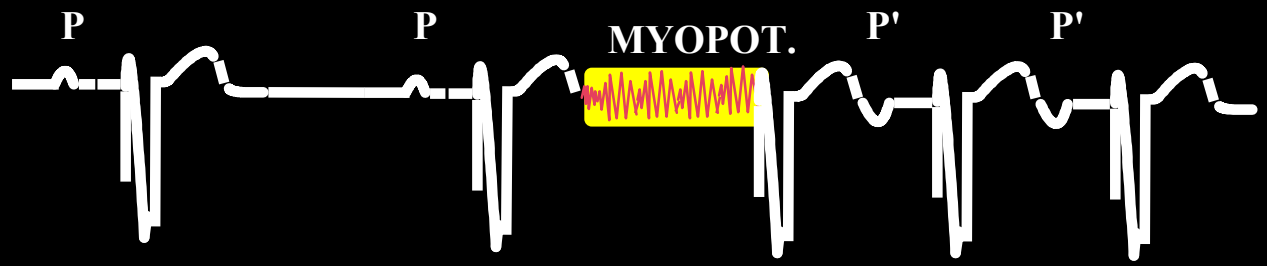


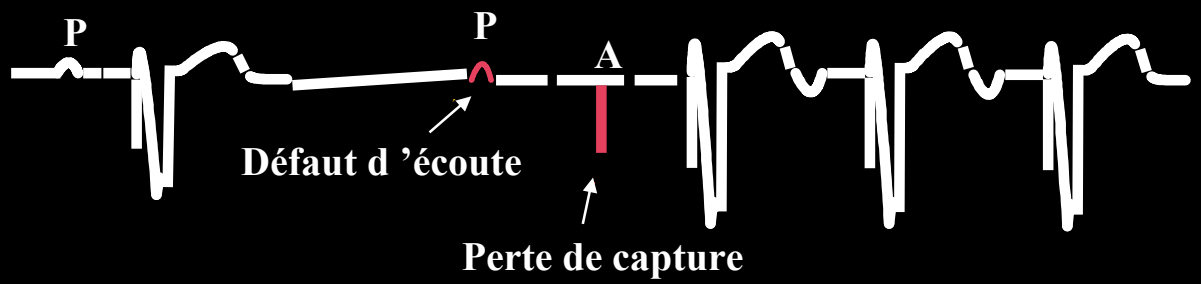
Une TRE est une boucle utilisant le PM comme voie antérograde et la jonction nodo-hissienne comme voie rétrograde.

Dissociations AV à l'origine de TRE



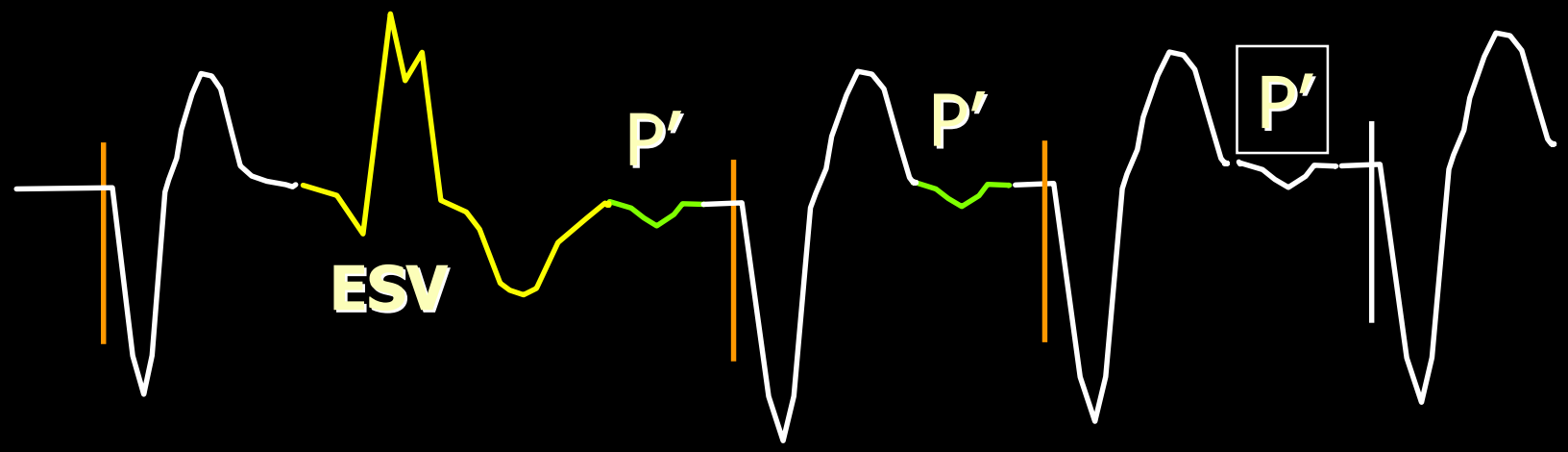






Tachycardie par réentrée électronique

- **Conduction rétrograde perméable**
- **Désynchronisation AV (ESV, ESA, défaut d'écoute/de stimulation)**
- **Démarrage TRE (baisse de l'hémodynamique)**



Onde P' rétrograde détectée déclenchant un DAV et une stimulation V

Conduction rétrograde

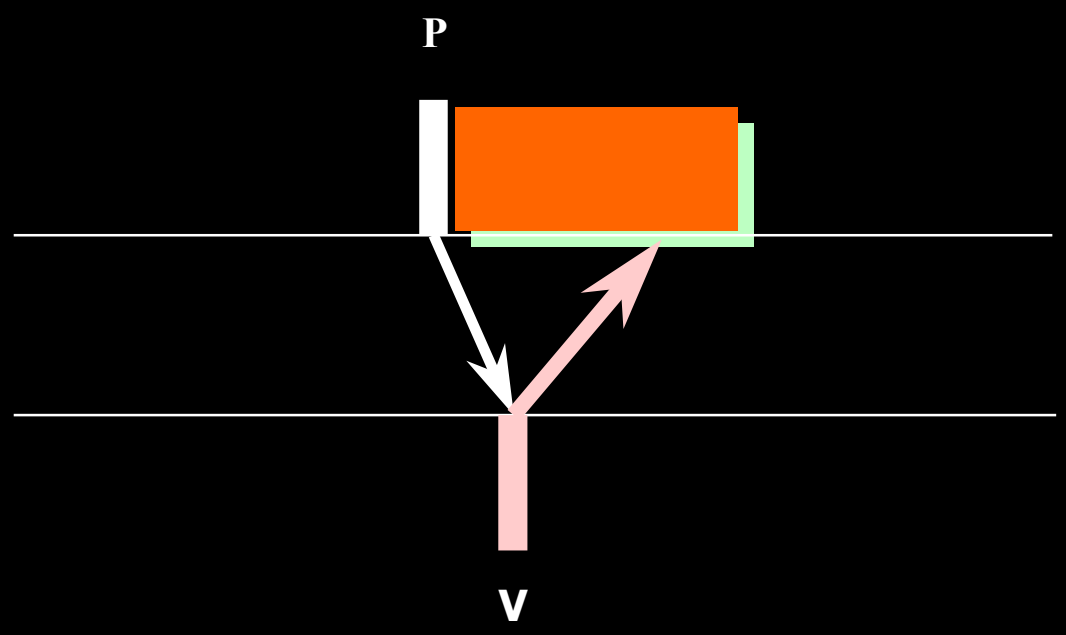
La conduction VA existe chez de nombreux patients (40 à 60%)

Temps de Conduction VA : 200 à 400ms

le temps de conduction VA est variable: dans le temps, la fréquence de stimulation, les catécholamines, les drogues ...

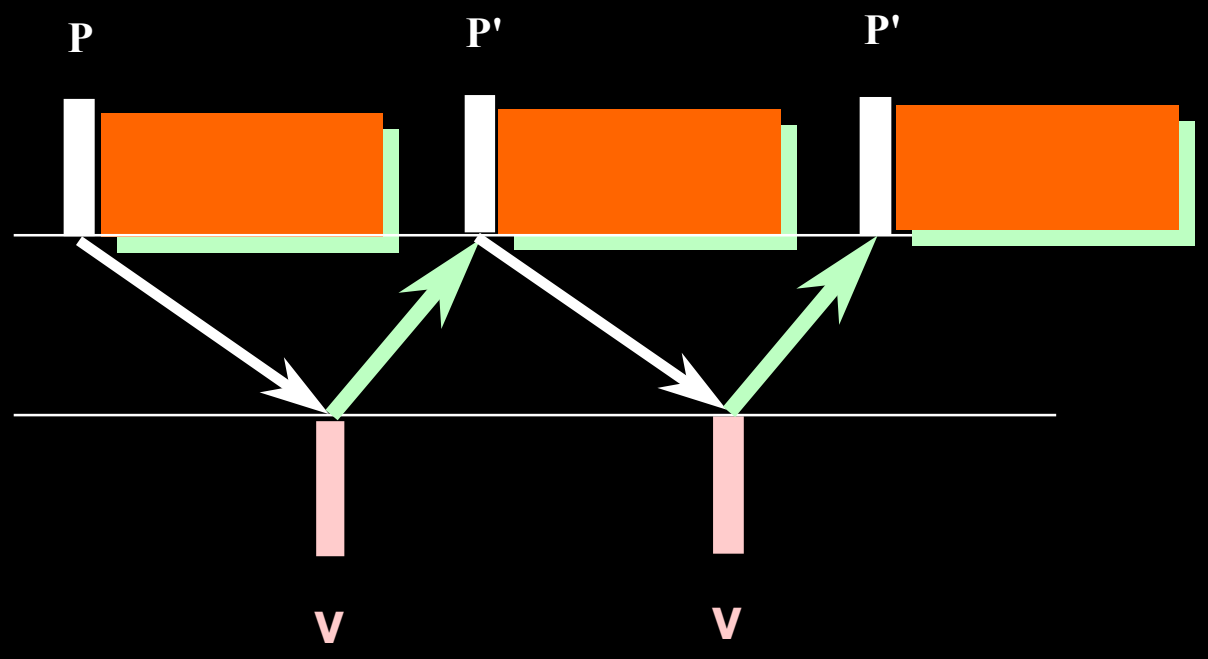
le temps de conduction VA est stable pour une même fréquence de stimulation

Association AV et Conduction rétrograde



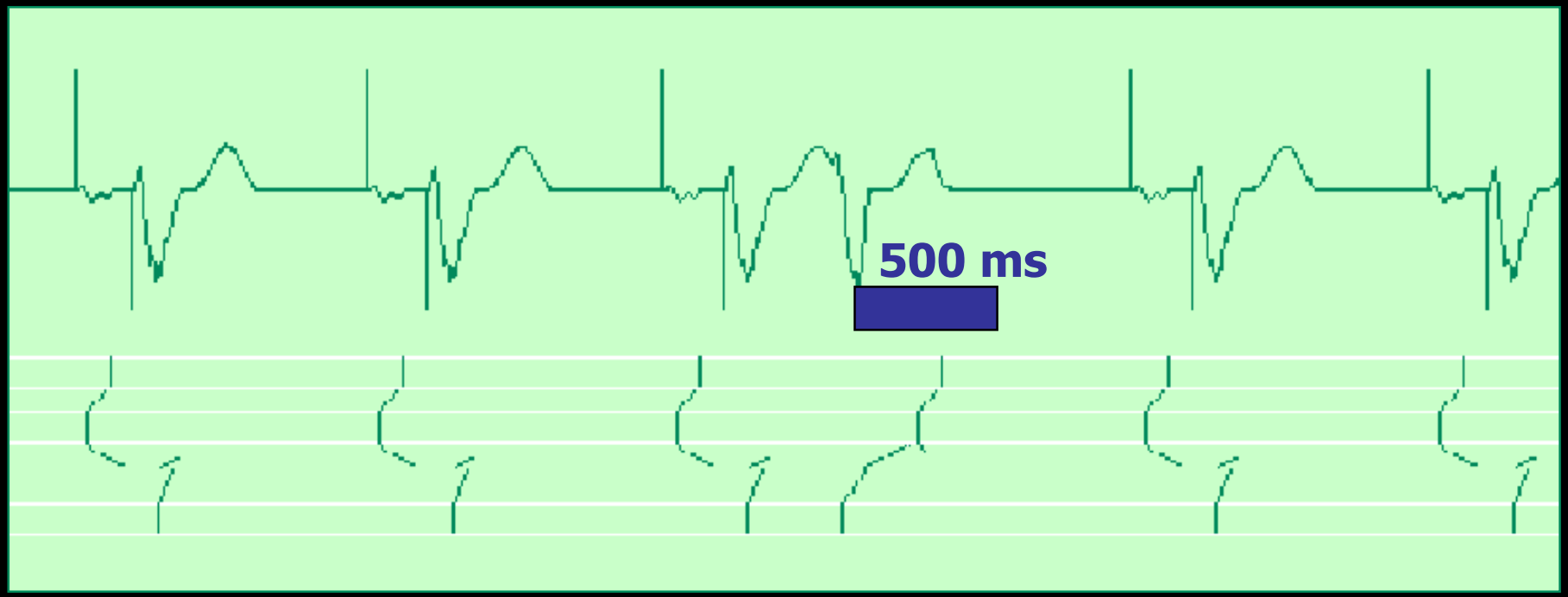
Quand le délai AV est normalement programmé, les périodes réfractaires naturelles empêchent la remontée VA

Dissociation AV et conduction rétrograde



Prévention des TRE

- Après ESV ou passage de mode asynchrone en mode synchrone
- Période réfractaire A = 500 ms sur 1 cycle



Réduction de TRE

- **Détection** (8 cycles)

  Mesure du temps de conduction rétrograde (VP)

  ☞ **Suspicion de TRE si intervalles VP stables et courts** (< 453 ms)

- **Confirmation** (2 ou 4 cycles)

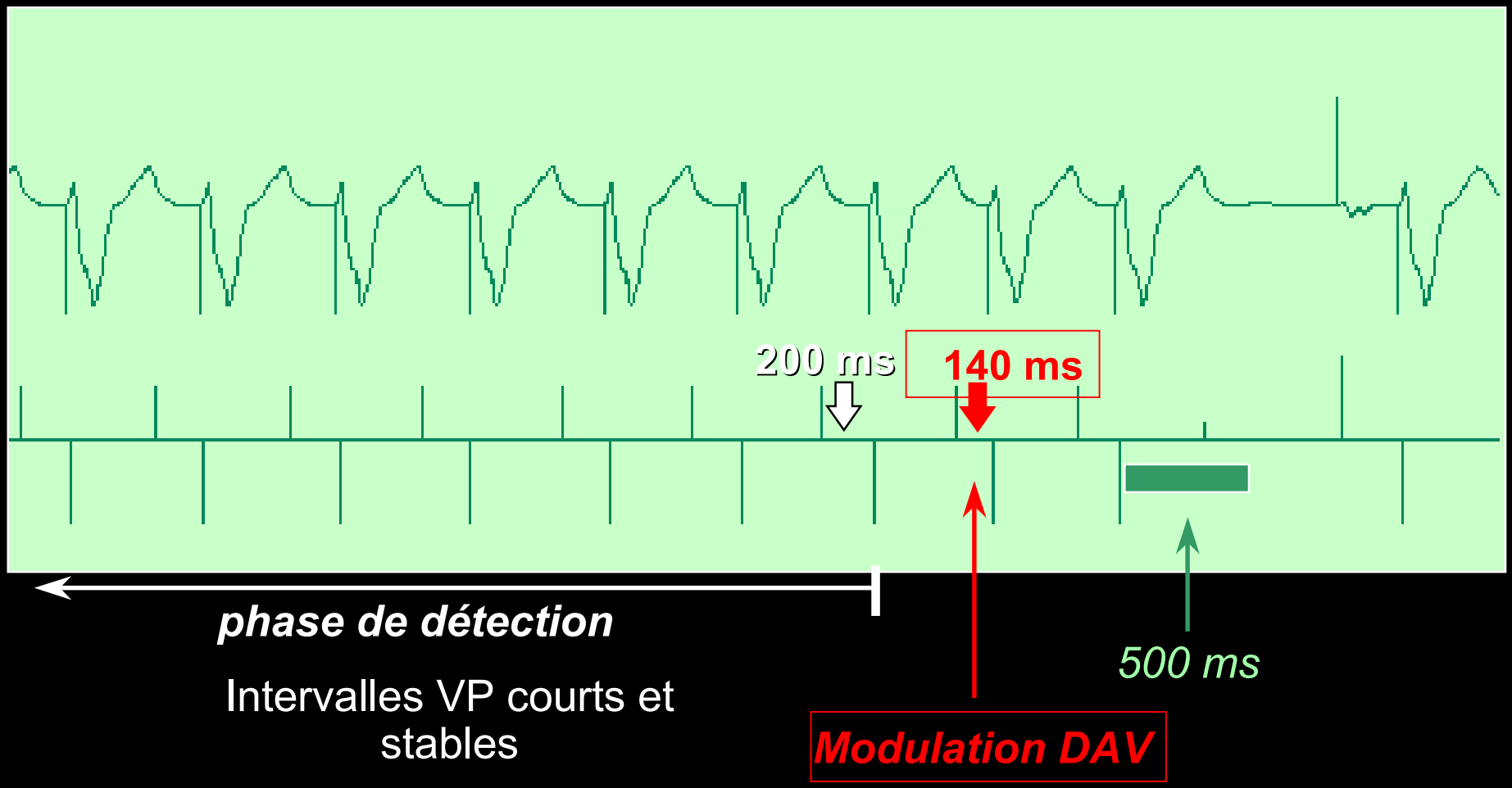
  Modulation du DAV (pour vérifier la stabilité du VP)

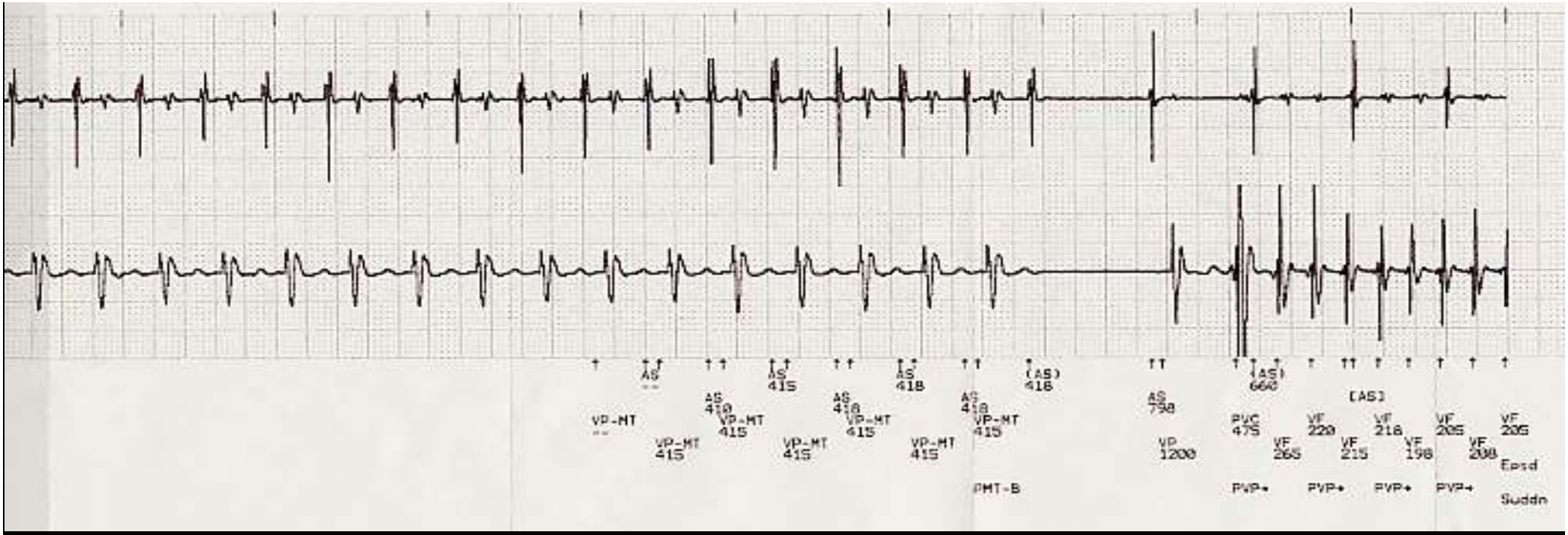
- **Réduction** (1 cycle)

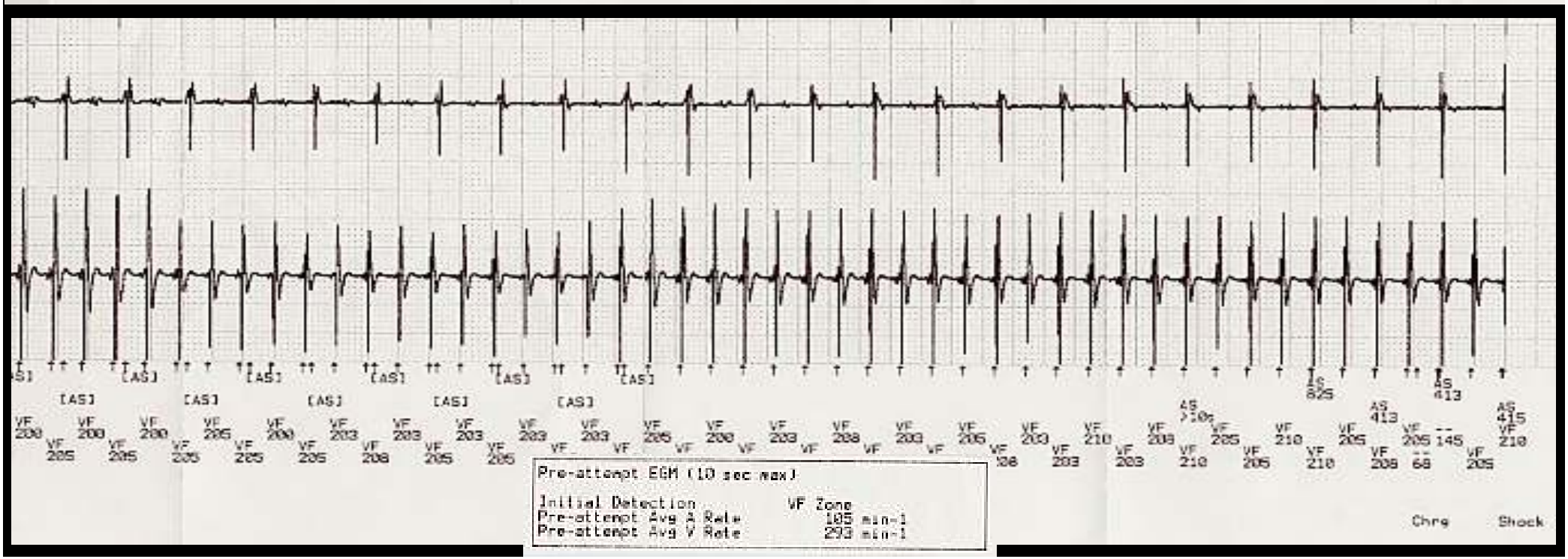
  "PRA" de 500 ms sur 1 cycle

Exemple Ela Medical

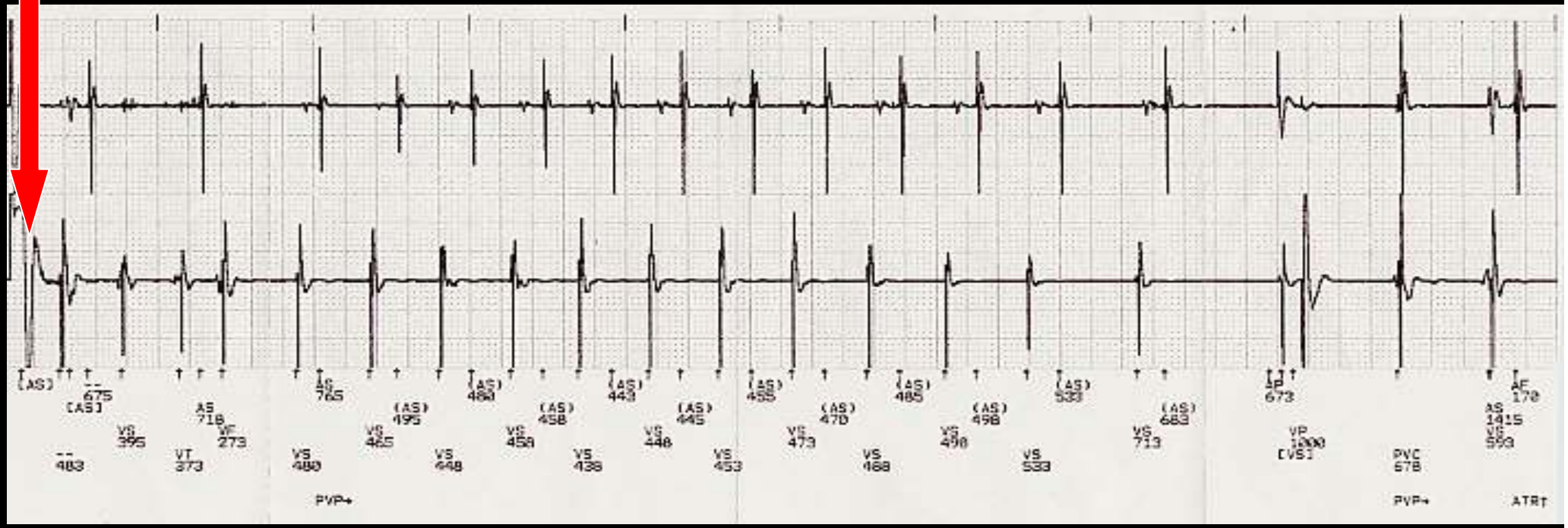
Réduction de TRE : exemple Ela medical




AS
AS 415
AS 418
(AS) 418
(AS) 660
AS 410
AS 410
AS 410
AS 790
[AS]
VP-MT
VP-MT 415
VP-MT 415
VP-MT 415
VP-MT 415
VP-MT 415
VP 1200
PVC 475
VF 265
VF 220
VF 215
VF 218
VF 198
VF 205
VF 208
VF 205
Epsd
PMT-B
PVP+
PVP+
PVP+
PVP+
Suddn


[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
[AS]
Ic 825
AS 413
AS >10s
AS 413
AS 415
VF 200
VF 200
VF 200
VF 205
VF 200
VF 203
VF 203
VF 203
VF 203
VF 203
VF 205
VF 200
VF 203
VF 208
VF 203
VF 205
VF 203
VF 210
VF 208
VF 205
VF 210
VF 205
VF 205
VF 210
VF 205
VF 205
VF 205
VF 205
VF 205
VF 205
VF 208
VF 205
VF 205
VF 208
VF 203
VF 203
VF 210
VF 205
VF 210
VF 208
VF 205
-- 145
-- 68
VF 210
VF 205
Pre-attempt EGM (10 sec max)
Initial Detection VF Zone
Pre-attempt Avg A Rate 105 min-1
Pre-attempt Avg V Rate 293 min-1
Chrg
Shock

Choc endocavitaire 31 J



Attempt	1
Attempt Type	31J, Biphasic
Elapsed Time	00:01
Therapy Delivered	VF Shock 1

Post-attempt EGM (10 sec max)

Post-attempt Avg A Rate	min-1
Post-attempt Avg V Rate	130 min-1

Réponse :

- TV ou flutter ventriculaire très rapide à 293/mn affirmé par la dissociation V/A : réduction par choc de 31 J.

- Mécanisme du démarrage : survenue d'une TRE avant la TV réduite par l'algorithme anti-TRE.

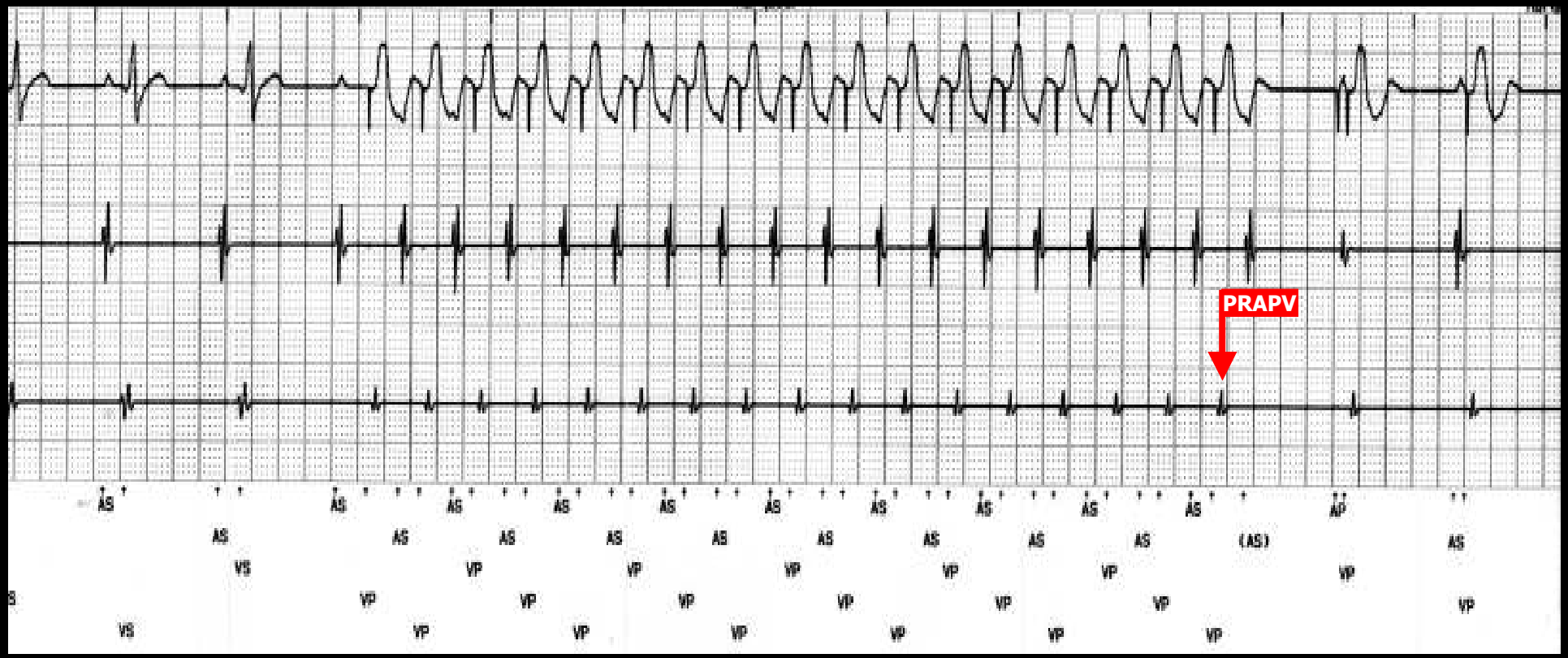
Après 16 stimulations V, précédées d'une détection A, à la fréquence maximale et après s'être assuré que l'intervalle V-A est stable, allongement de la PRAPV à 500 ms pour stopper la TRE : hypothèse confirmée par la logique de l'appareil : marqueurs d'évènements (PMT-B)

- Arrêt de la TRE cycle long-cycle TV rapide.

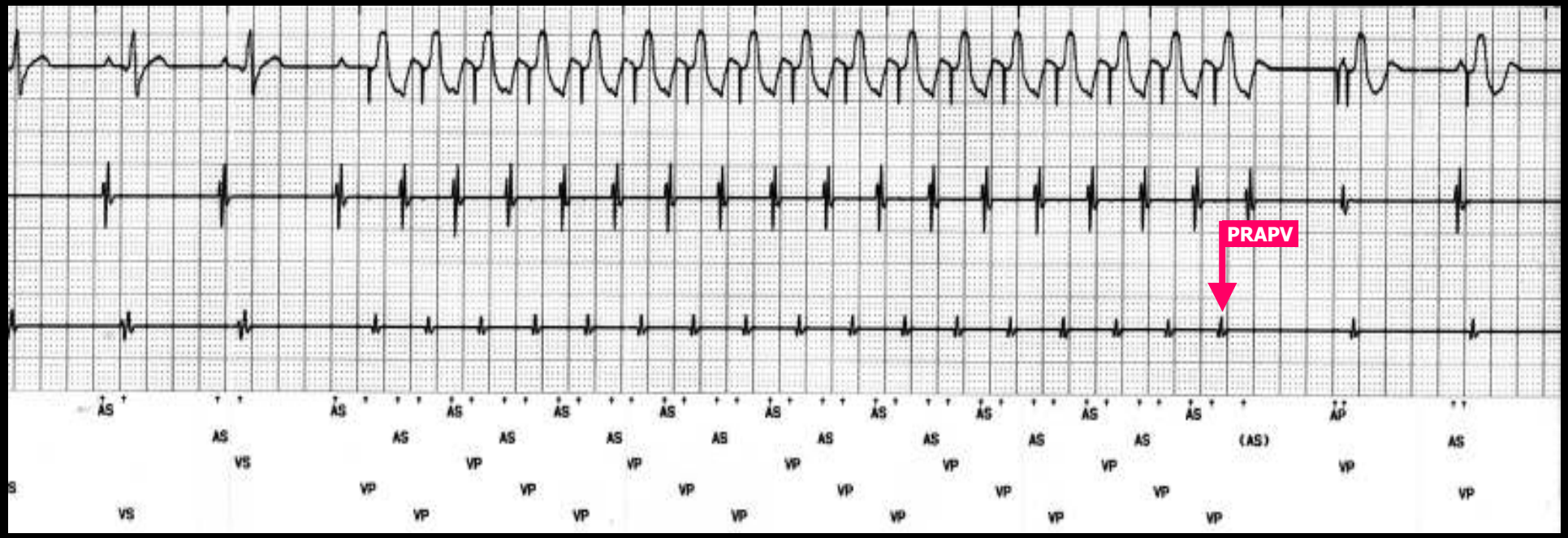
- Traitement : - allonger la PRAPV afin d'éviter les récidives de TRE
  - reprogrammation de la fonction PM (AAI)

Aucune récidive de TV depuis.

Algorithme Anti-TRE : exemple Guidant



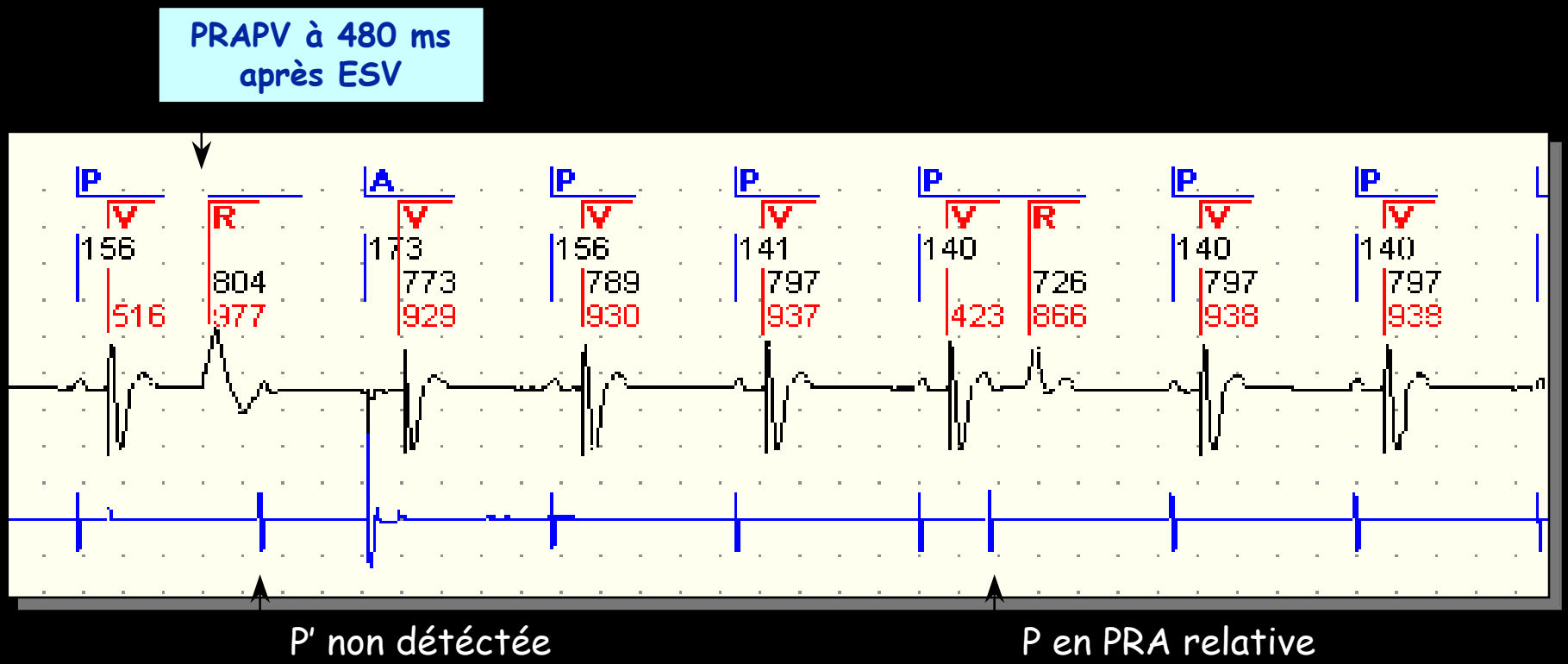
Algorithme ANTI-TRE : exemple Guidant



- **16 séquences V stim. P dét. consécutives à la F Max**
- **Stabilité du VP ± 32 ms (TRE ou Wenckebach)**
- **Extension PRAPV à 500 ms sur 1 cycle**

Protection contre les TRE : exemple St Jude

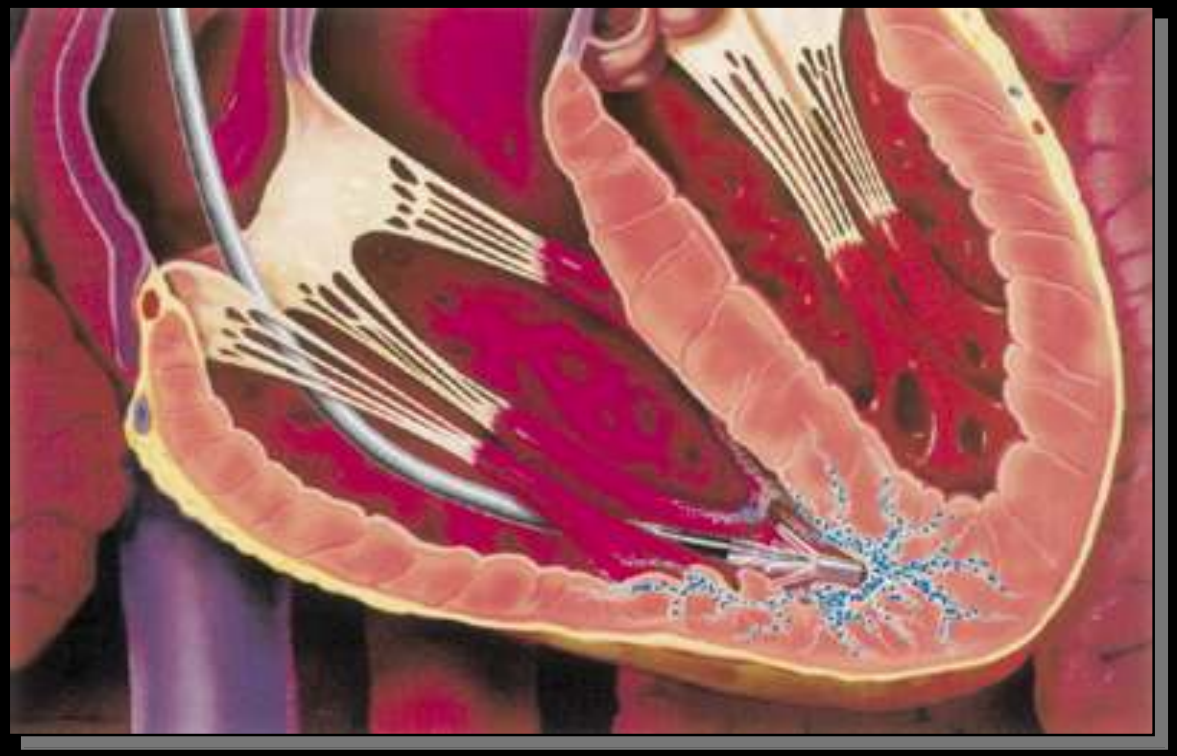
- Option sur ESV **(QRS non précédé d'un événement auriculaire)**

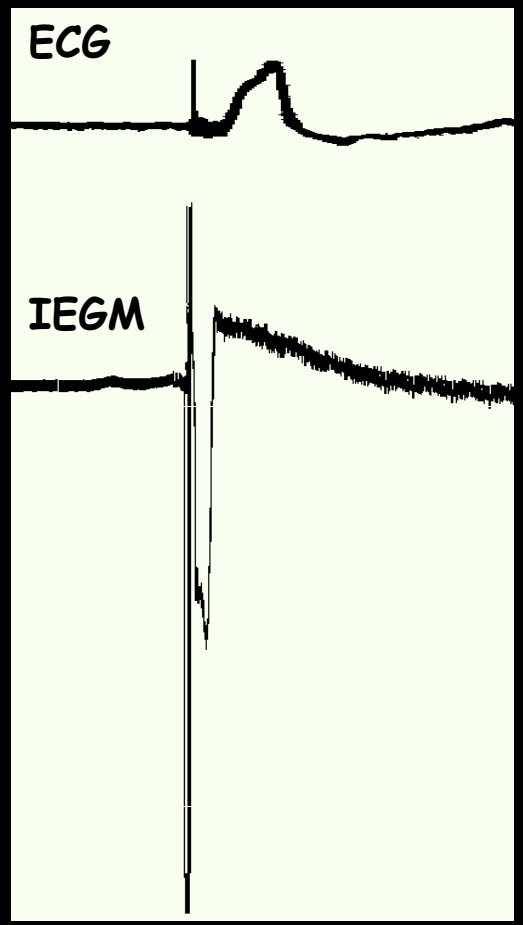


AutoCapture Ventriculaire

- Confirmation, cycle par cycle, de la capture
- Stimulation de secours sur perte de capture
- Mesure périodique du seuil de stimulation
- Adaptation de l'amplitude en cas d'élévation spontanée du seuil de stimulation

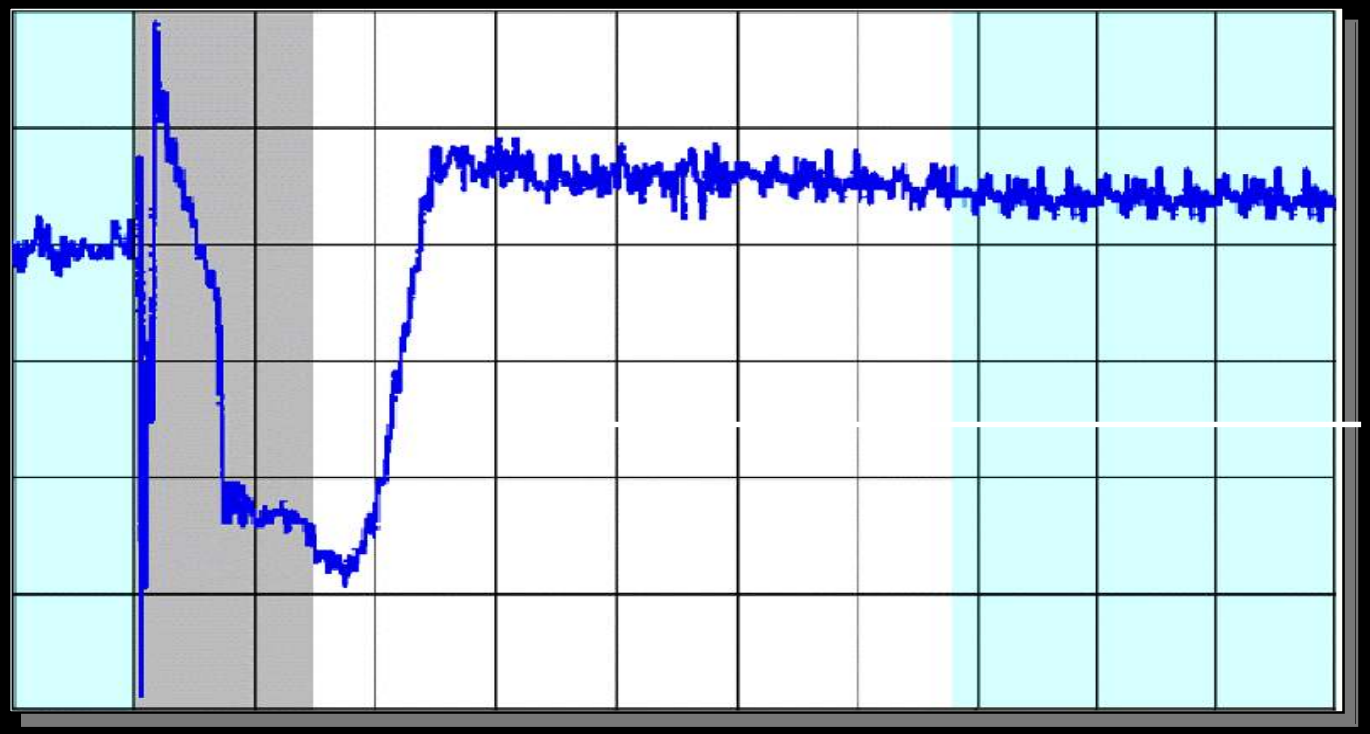
AutoCapture Ventriculaire





- **La réponse évoquée correspond à la dépolarisation myocardique induite par la stimulation électrique**

Confirmation de la capture

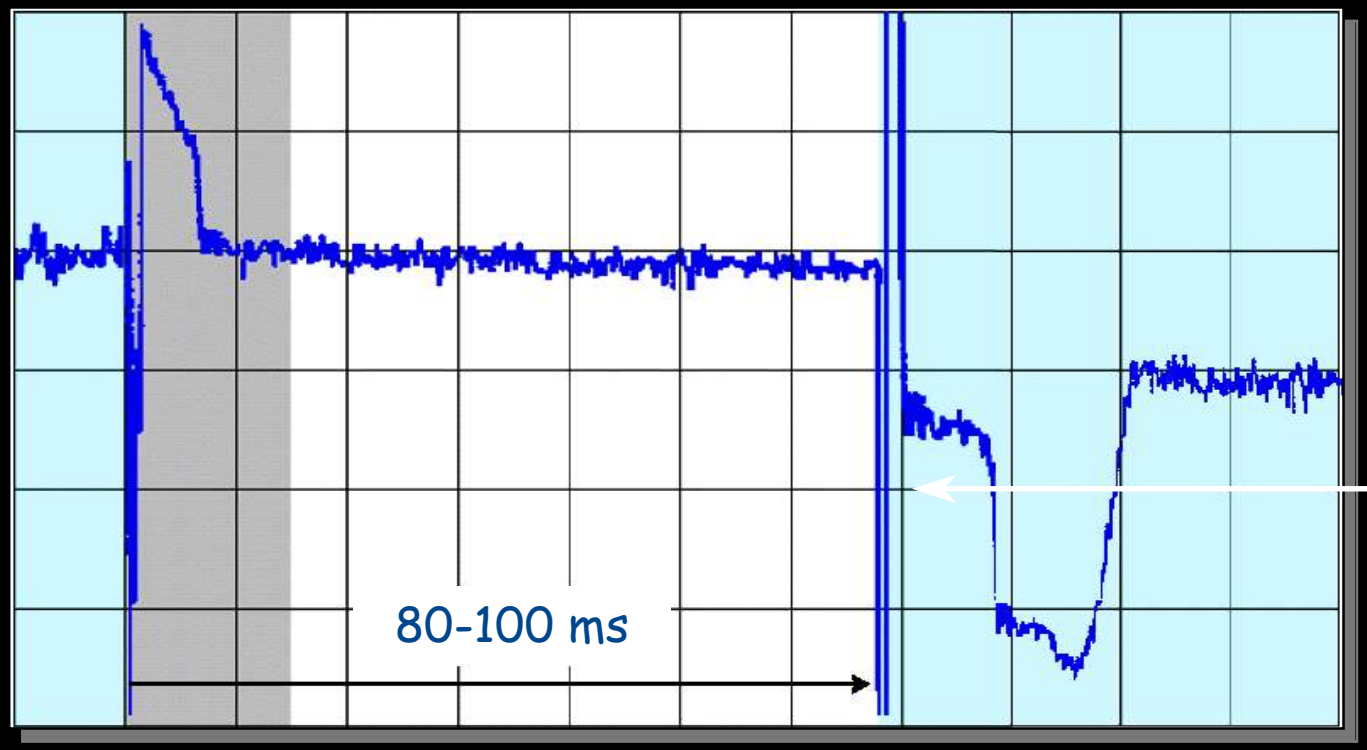


Signal de réponse évoquée (2 à 15 mV)

Blanking de 15 ms

- **Fenêtre de détection du signal RE : 65 ms**

Stimulation de secours



Stimulation
de secours
après 60 ms

4,5 V / 0,5 ms

Unipolaire
ou Bipolaire

- **La stimulation de secours est délivrée si la capture n'est pas confirmée à la fin de la fenêtre de détection**

Automatic capture tools in the clinical setting

- ***1973*** : proposition by *Mugica and Preston* of « a threshold-tracking PM that could reliably and safely pace the heart at a minimal energy requirement «
- ***1995*** : First introduction of a PM with automatic capture (Autocapture® SJM)
- ***2006*** : option proposed by all the pacemaker companies

Mugica J, Lazarus B, Pacemaker with automatic adaptation to the pacing threshold. Cardiac pacing, 1973;150-5

GRENOBLE 1

Automatic capture tools in the clinical setting

The Challenge

1) Reduce battery current drain to an absolute minimum in order to maximize device longevity

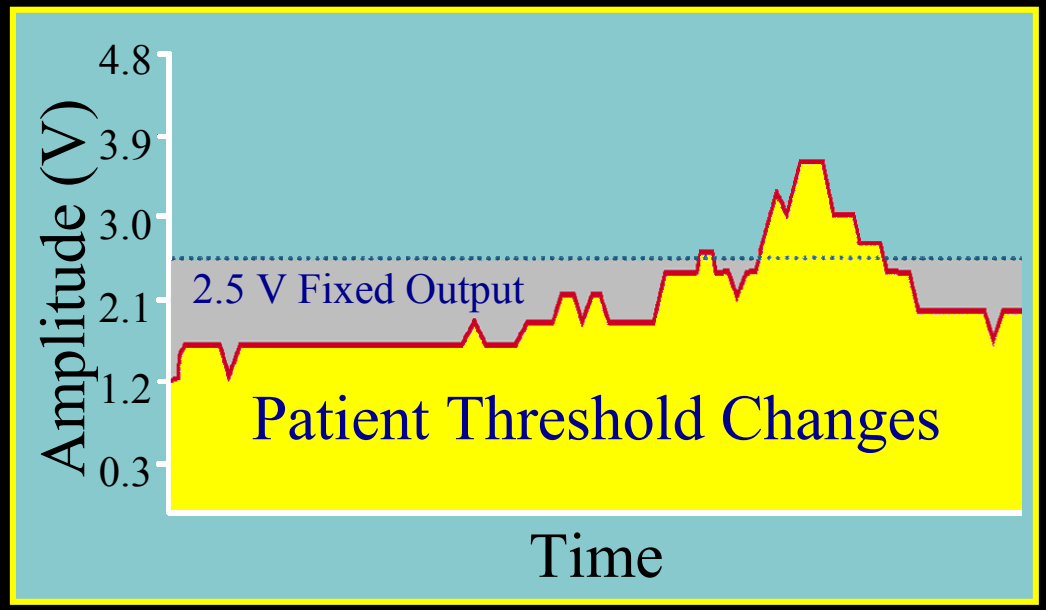
2) Provide patient safety also for patients with a late and unexpected threshold rise

3) Accomplish all of this in a device as small as possible

GRENOBLE 1

Clinical Relevance of automatic capture : capture verification

- The incidence of non-capture : 1% - 5%
- Non-capture may have serious clinical consequences to the PM dependent patient
- Stimulation thresholds may change not only from acute to chronic but on a daily basis



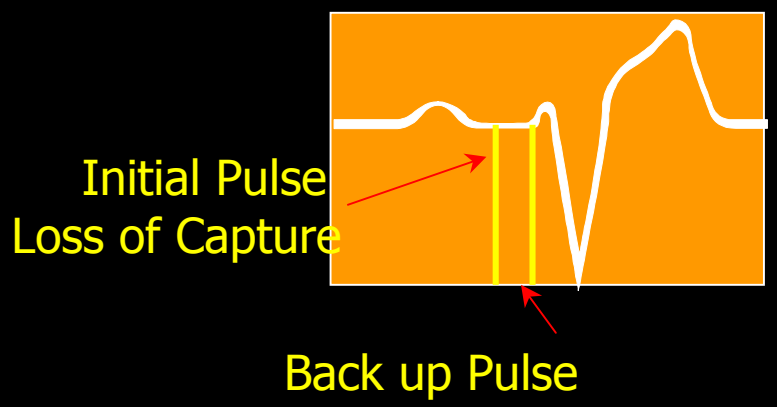
Loss of capture for a PM dependant patient (PM without tools of automatic capture)

GRENOBLE 1

Overview of an autocapture algorithm

- Capture is determined by detecting an Evoked Response (ER) from the lead tip
- Looking for Evoked Response on Every Beat
- If an Evoked Response is not seen

  a back-up pulse is delivered



Automatic threshold : commercialised tools

Companies	*Automatic threshold*	*Automatic capture*	*Lead*
ST JUDE	V 1995	+ 1995	Bip. low pol.
GUIDANT	V 2004	+ 2004	All leads
BIOTRONIK (+telecardiology)	V 1998	+ 2004	All leads
ELA	V 1998	-	All leads
MEDTRONIC	V 1998 LV 2006	-	All leads
	A 2004	-	All leads

GRENOBLE 1

Algorithm Overview

Loss of Capture, One Beat

Initial Pulse

Back-Up Safety Pulse

Beat to beat autocapture 0,25 V above threshold

St Jude Medical

GRENOBLE 1

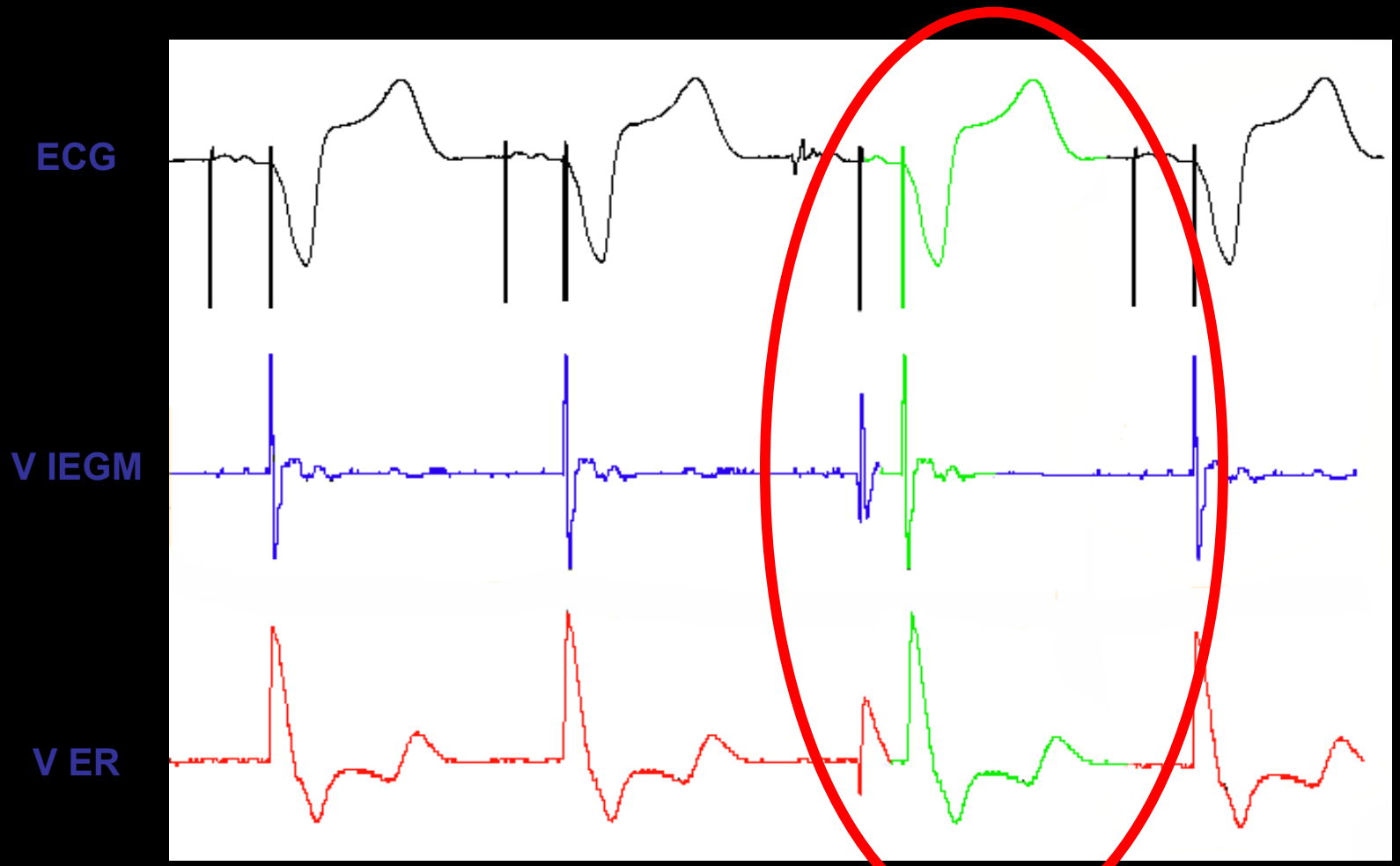
Algorithm Overview

An additional ventricular channel is dedicated to Evoked Response analysis :

- identify capture and loss of capture

- provide therapy accordingly with programmed settings

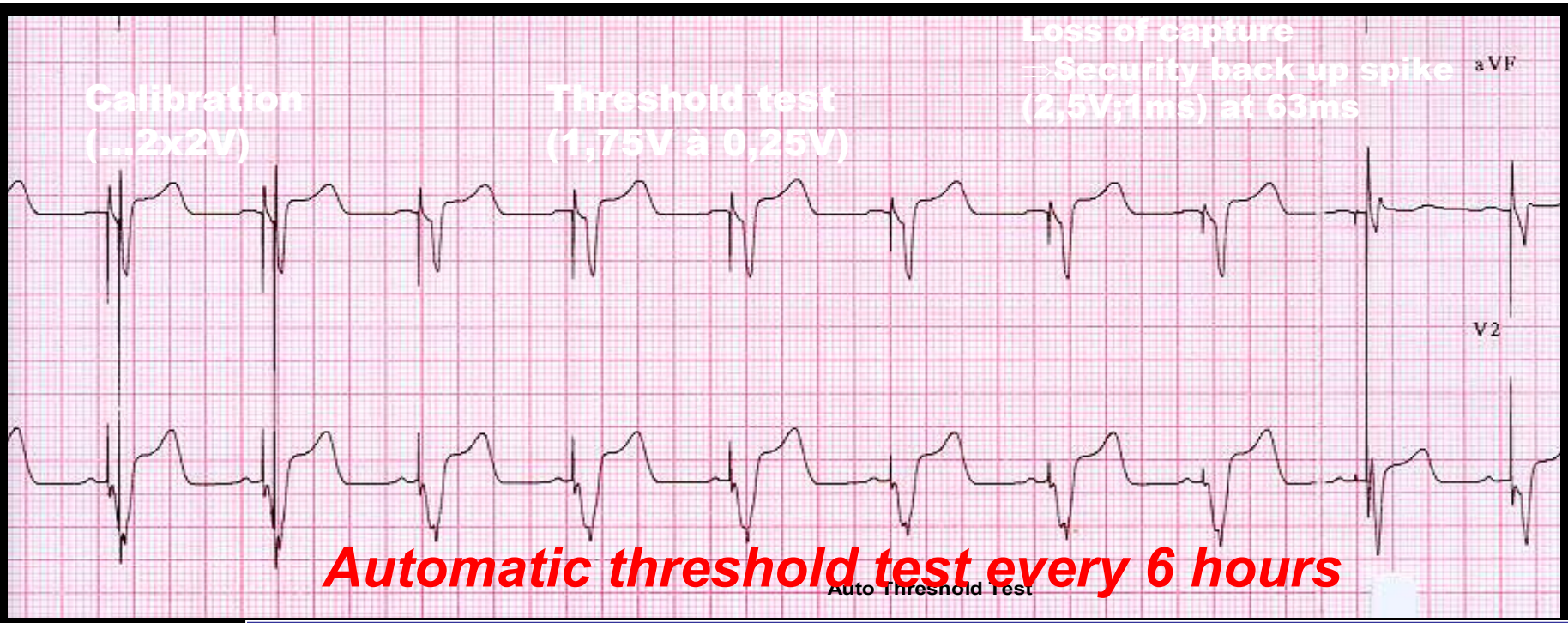
Guidant



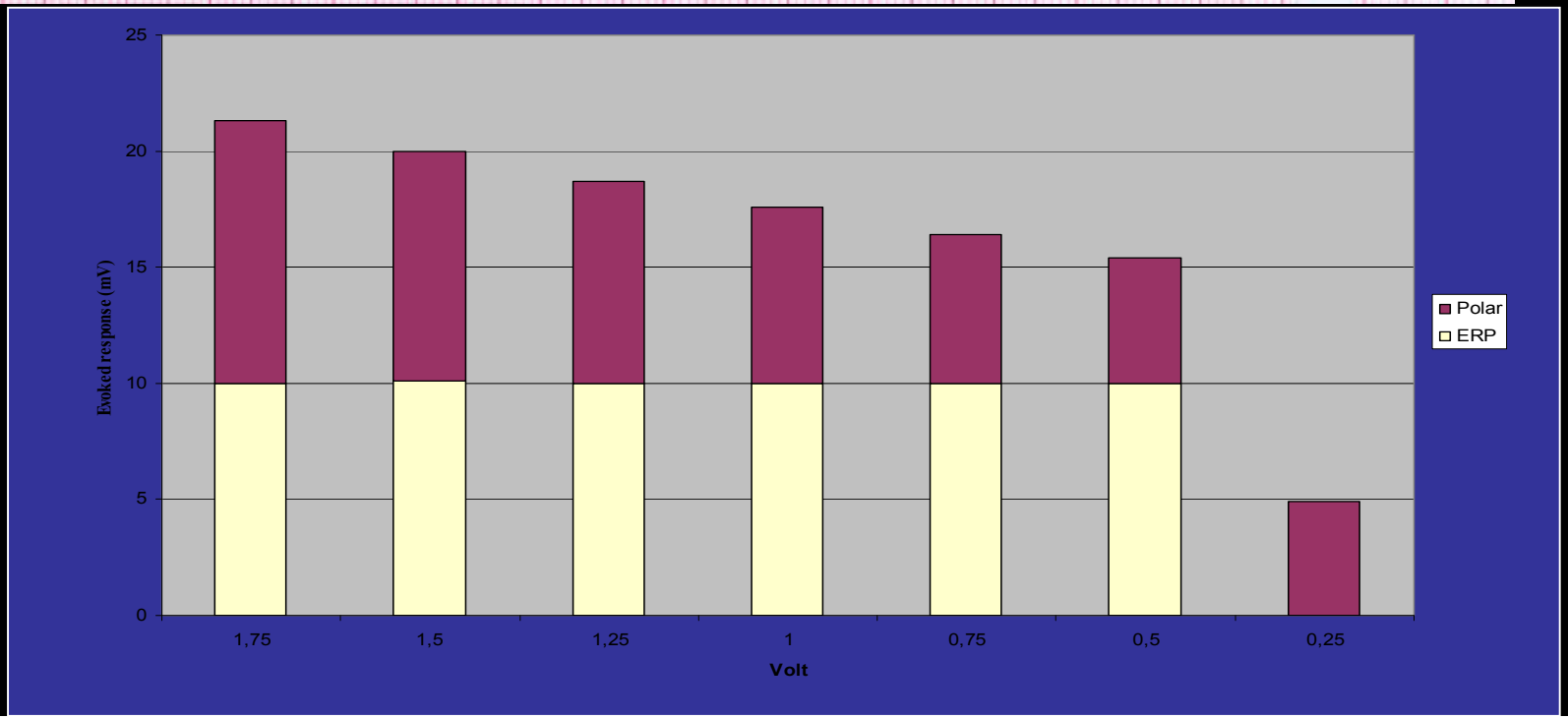
Algorithm design to work with all the leads on the market (passive or active, high or low impedance , uni/bipolar)

A non capture is identified and a backup pulse is delivered

Guidant

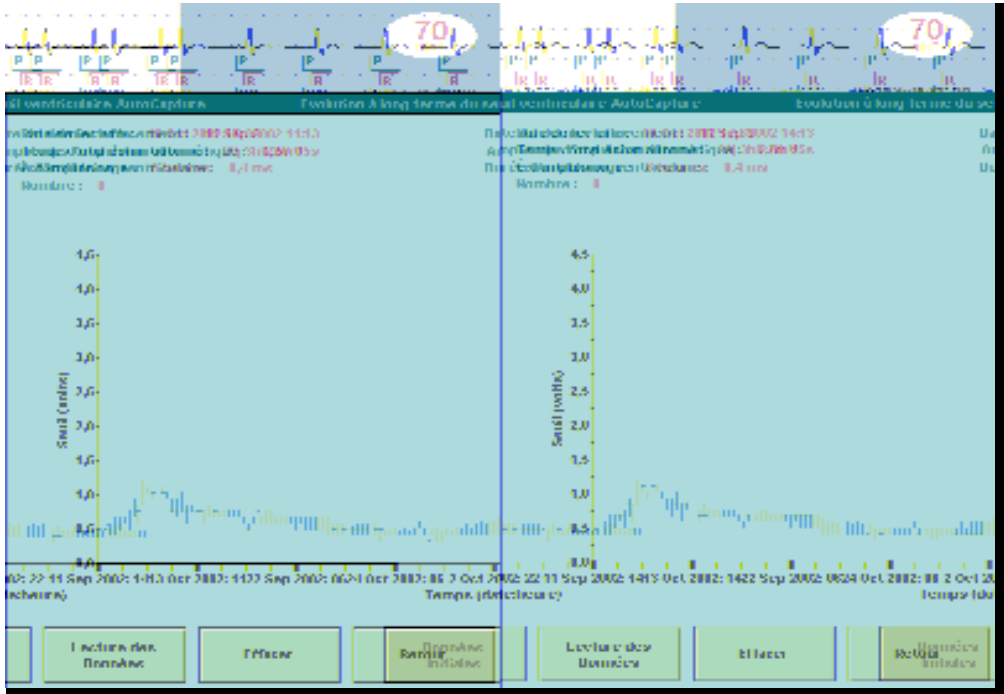


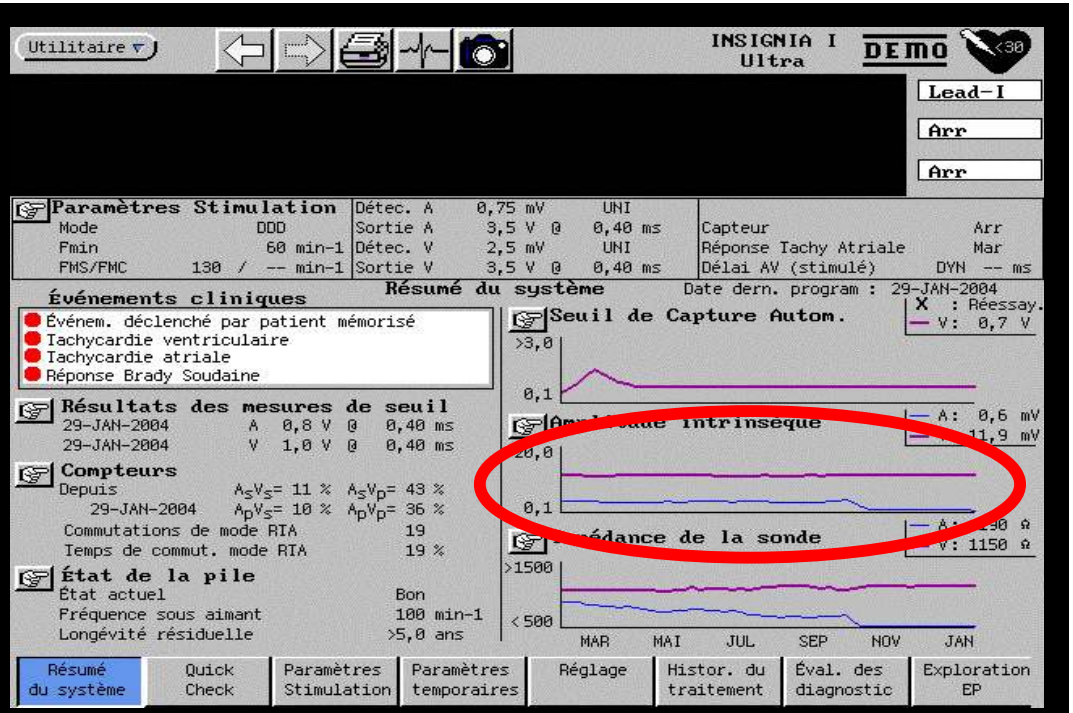
Automatic threshold test every 6 hours

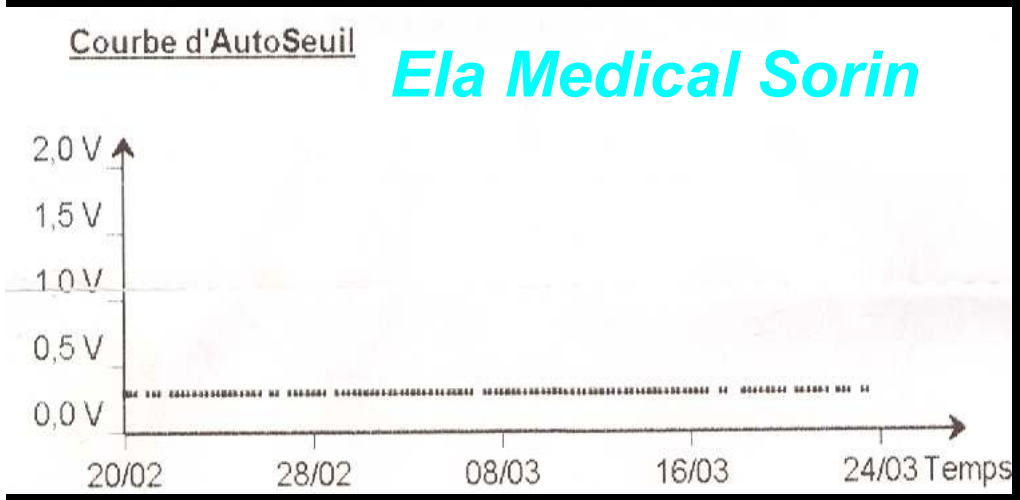


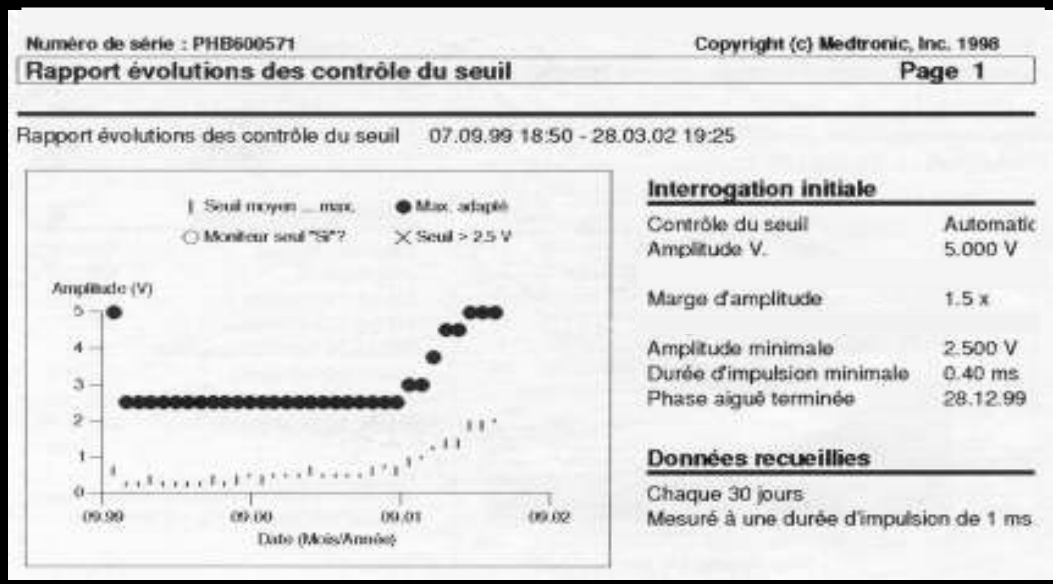
Sorin

Ela medical

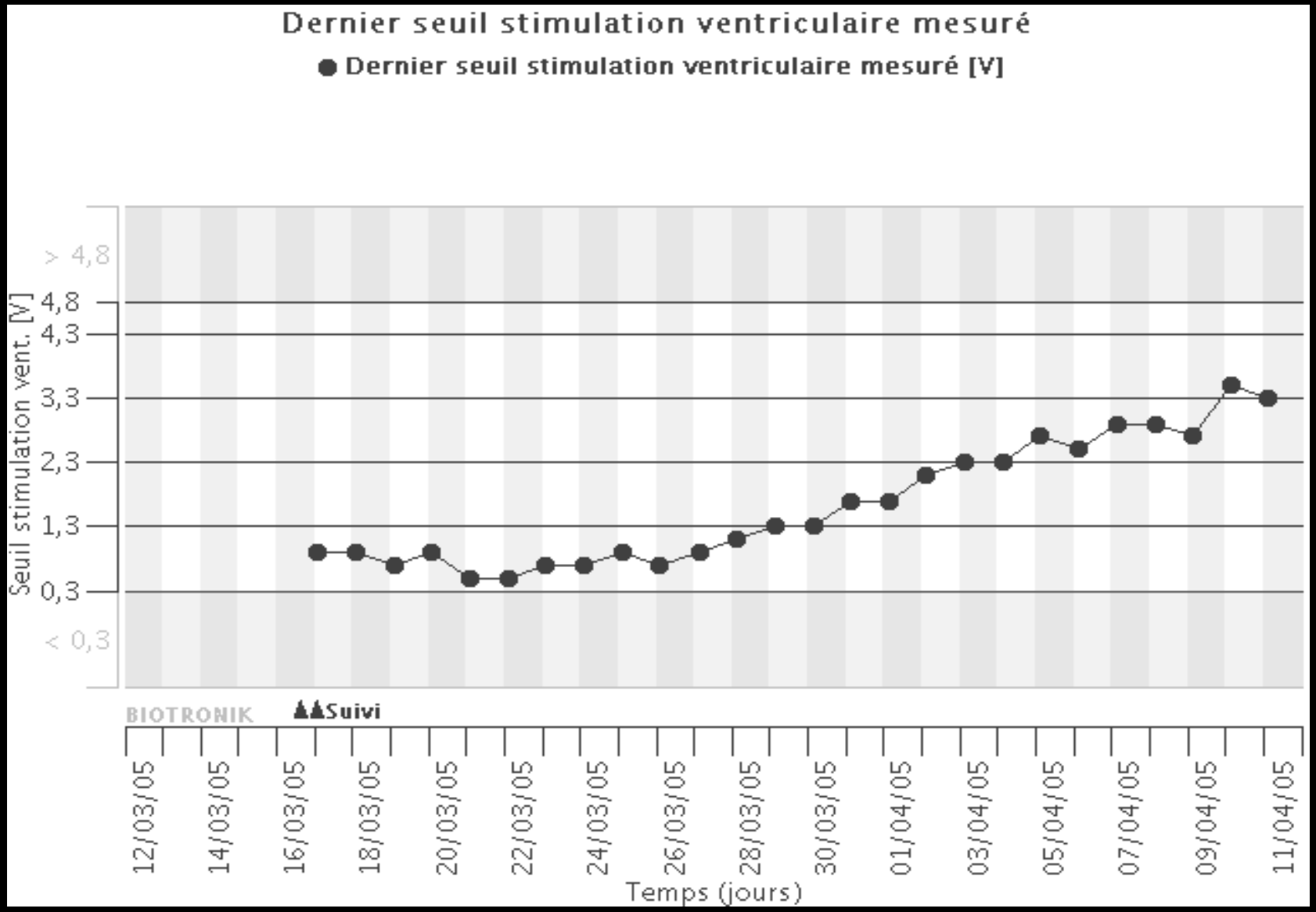



Utilitaire
INSIGNIA I Ultra
DEMO
Lead-I
Arr
Arr
Paramètres Stimulation
Mode DDD
Fmin 60 min-1
FMS/FMC 130 / -- min-1
Détec. A 0,75 mV UNI
Sortie A 3,5 V @ 0,40 ms
Détec. V 2,5 mV UNI
Sortie V 3,5 V @ 0,40 ms
Capteur Arr
Réponse Tachy Atriale Mar
Délai AV (stimulé) DYN -- ms
Événements cliniques
Résumé du système
Date dern. program : 29-JAN-2004
Événem. déclenché par patient mémorisé
Tachycardie ventriculaire
Tachycardie atriale
Réponse Brady Soudaine
Résultats des mesures de seuil
29-JAN-2004 A 0,8 V @ 0,40 ms
29-JAN-2004 V 1,0 V @ 0,40 ms
Compteurs
Depuis AsVs= 11 % AsVp= 43 %
29-JAN-2004 ApVs= 10 % ApVp= 36 %
Commutations de mode RIA 19
Temps de commut. mode RIA 19 %
État de la pile
État actuel Bon
Fréquence sous aimant 100 min-1
Longévité résiduelle >5,0 ans
Seuil de Capture Autom.
X : Réessay.
V: 0,7 V
>3,0
0,1
A: 0,6 mV
11,9 mV
20,0
0,1
>1500
< 500
V: 1150 Ω
MAR MAI JUL SEP NOV JAN
Résumé du système
Quick Check
Paramètres Stimulation
Paramètres temporaires
Réglage
Histor. du traitement
Éval. des diagnostic
Exploration EP


Courbe d'AutoSeuil
Ela Medical Sorin
2,0 V
1,5 V
1,0 V
0,5 V
0,0 V
20/02
28/02
08/03
16/03
24/03 Temps


Numéro de série : PHB600571
Copyright (c) Medtronic, Inc. 1998
Rapport évolutions des contrôle du seuil
Page 1
Rapport évolutions des contrôle du seuil 07.09.99 18:50 - 28.03.02 19:25
Seuil moyen
Max. adapté
Moniteur seuil "Si"?
Seuil > 2.5 V
Amplitude (V)
Date (Mois/Année)
Interrogation initiale
Contrôle du seuil Automatic
Amplitude V. 5.000 V
Marge d'amplitude 1.5 x
Amplitude minimale 2.500 V
Durée d'impulsion minimale 0.40 ms
Phase aiguë terminée 28.12.99
Données recueillies
Chaque 30 jours
Mesuré à une durée d'impulsion de 1 ms

Ventricular threshold transmitted by telecardiology (Biotronik)



GRENOBLE 1

Atrial automatic threshold

2 methods of evaluation of the capture

1) *« Atrial chamber reset method »*

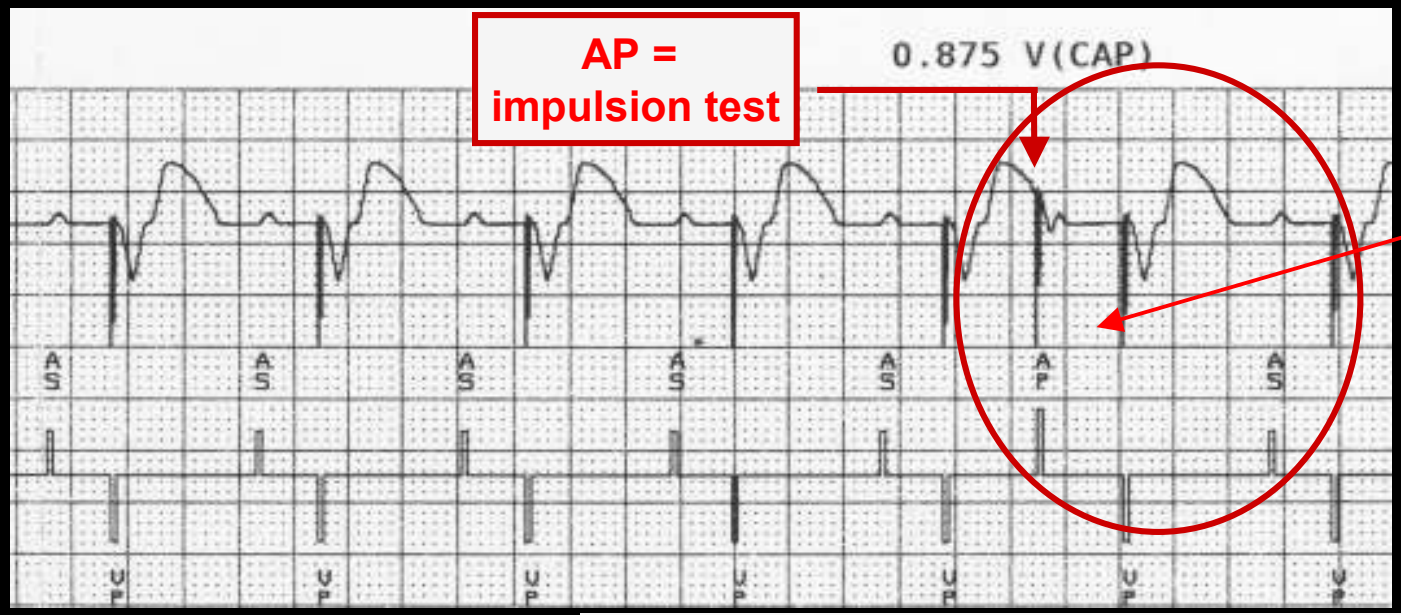
-a capturing test will interrupt the intrinsic rhythm and reset the underlying intrinsic escape interval (resets the sinus node)

-a non-capturing test will fail to reset the intrinsic escape interval and will therefore be followed by the next atrial sinus falling in the AV interval

Medtronic

Atrial chamber rest

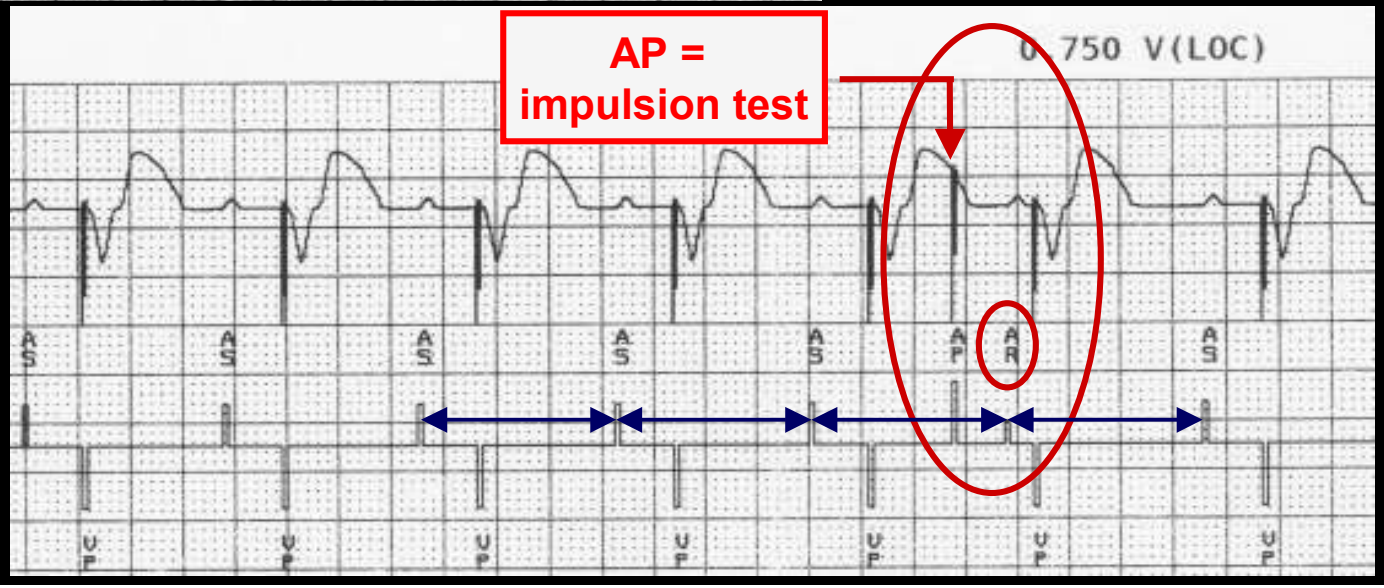
Atrial test pace delivered early during sinus rhythm



No AR = capture

AR sensing = no capture

(Loss Of Capture)



2) AV conduction method

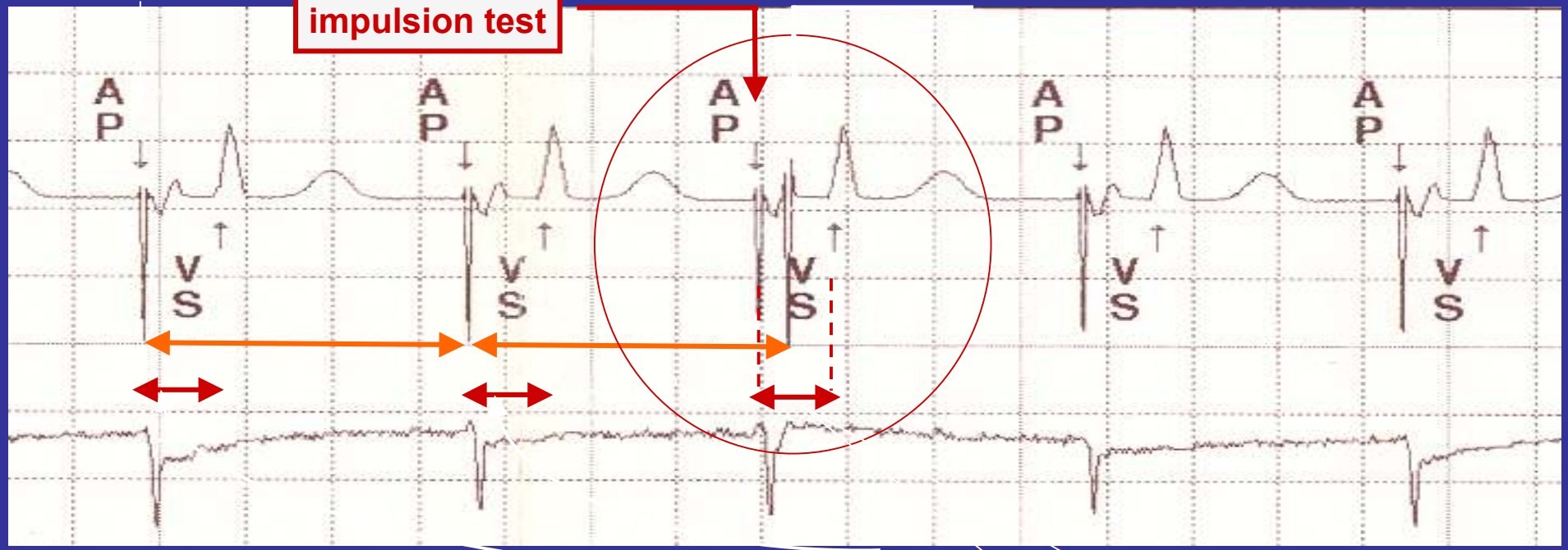
For patients with no underlying sinus rhythm but intact 1:1 AV conduction
Increasing of 15 bpm atrial pacing

and delivery of a prematured atrial test at 70 ms

A pacing rate
+ 15 bpm

AP = impulsion test

Atrial back-up pulse
70 ms later



…and compared to the previous AV delays

AP-VS delay observed

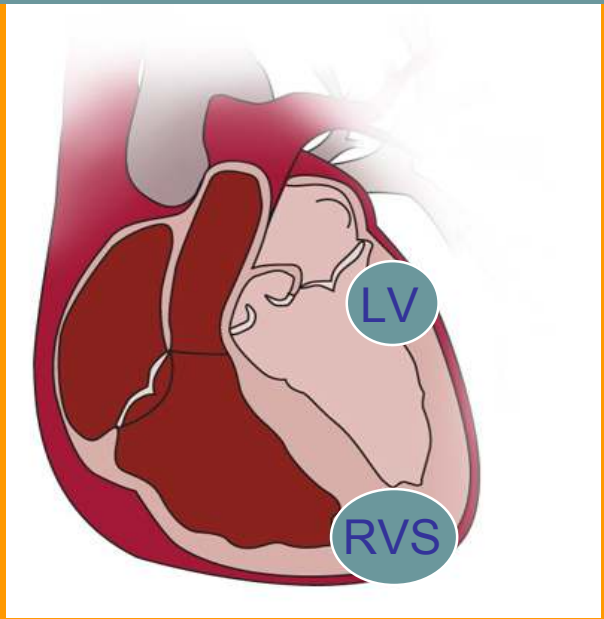
Left Ventricular Capture tools

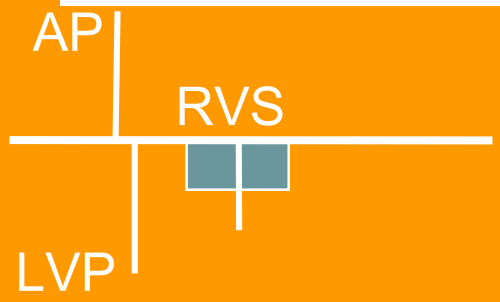
Ensure Consistent Cardiac Resynchronization Therapy

- Measures LV thresholds
- Verifies LV capture
- Minimizes phrenic stimulation

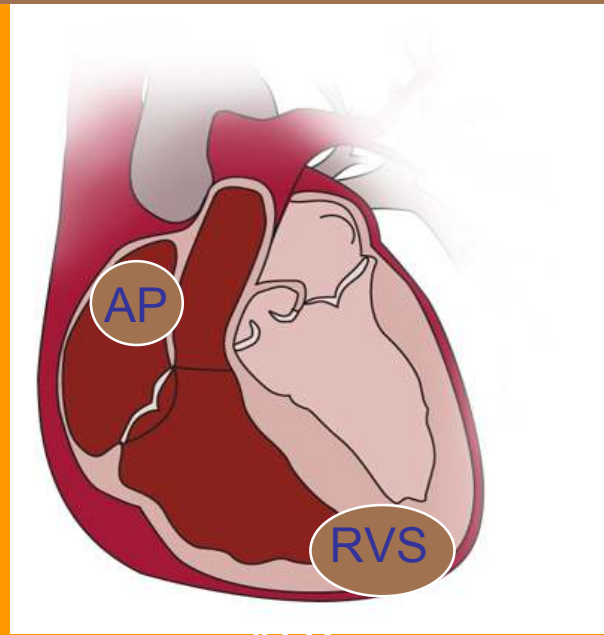
LV autocapture

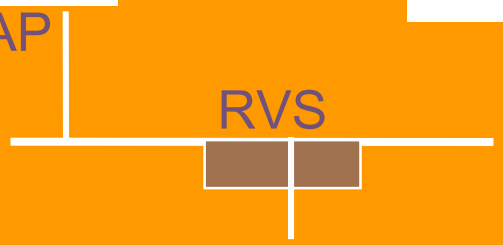
Measure LVP-RVS Interval

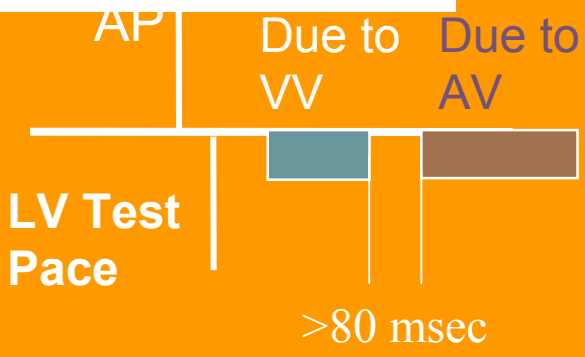




Measure AV Conduction Interval







Medtronic

Pacing with constant adaptation of ventricular output in DDD PM has the potential to increase generator longevity and reduce pacing related costs compared with standard programming

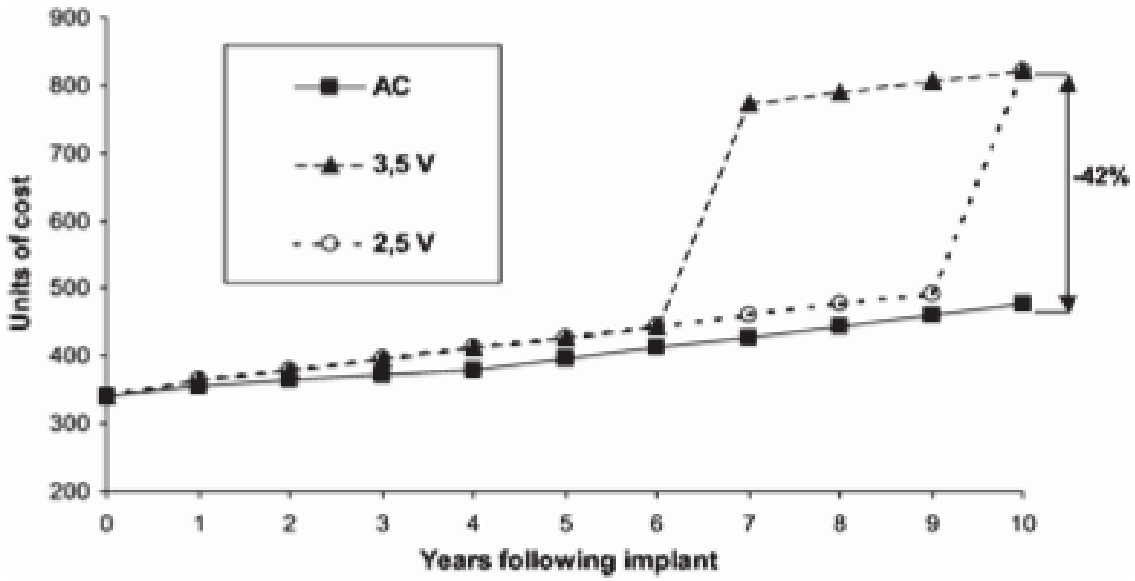


Figure 3 Projections of pacing-related costs during a 10-year follow-up based on described assumptions. AC, pacing with Autocapture at 0.4 ms pulse duration; 3.5 V, pacing with standard programming at 3.5 V, 0.4 ms in the atrium and ventricle; 2.5 V, pacing with conventional low output programming at 2.5 V, 0.4 ms in the atrium and ventricle.

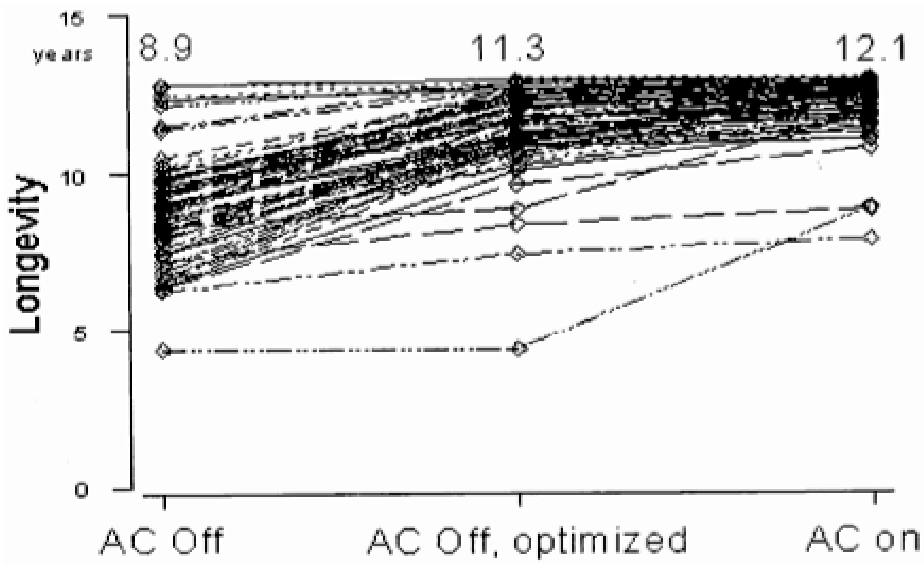
Autocapture increase longevity specially for high threshold patients

Boriani G. Role of ventricular autocapture function in increasing longevity of DDDR PM : a prospective study. Europace 2006, 216-220

Automatic threshold and longevity

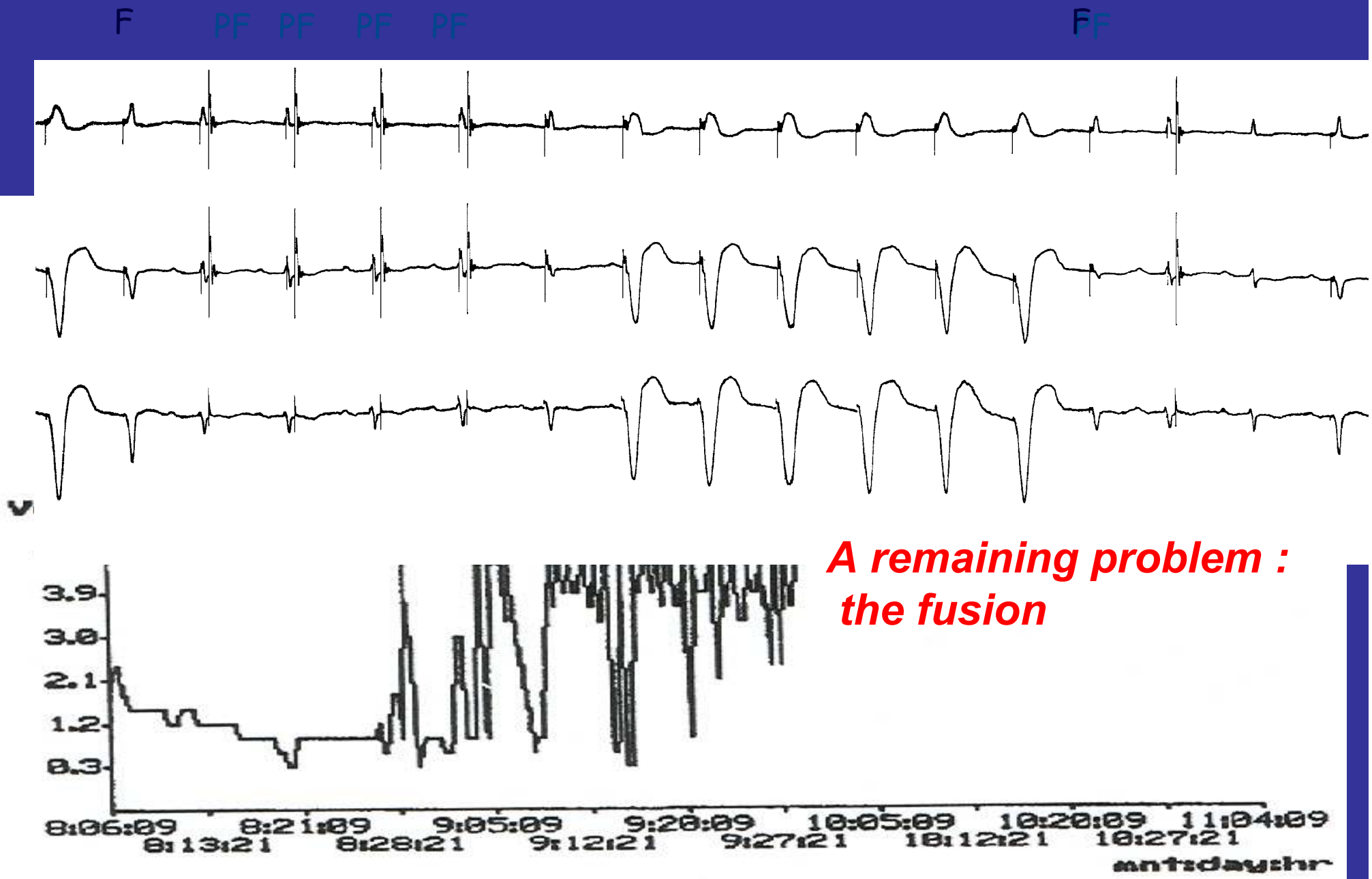
Table II. Mean ventricular pulse voltage, current battery drain and estimated longevity in 3 different situations

Variable	AC off, 3.5V	AC off, optimized	AC on	P
Mean ventricular pulse voltage (V)	3.5	1.8 ± 0.7	0.9 ± 0.3	<.01 1≠2≠3
Mean current drain (mA)	11.3 ± 2.3	8.7 ± 1.8	8.0 ± 0.9	<.01 1≠2≠3
Estimated longevity (y)	8.9 ± 1.7	11.3 ± 1.4	12.1 ± 1.0	<.01 1≠2≠3



Estimated longevity in patients with implanted Affinity pacemakers in 3 different situations: AC off, shipped output (3.5 V); AC off, optimized programming; and AC on.

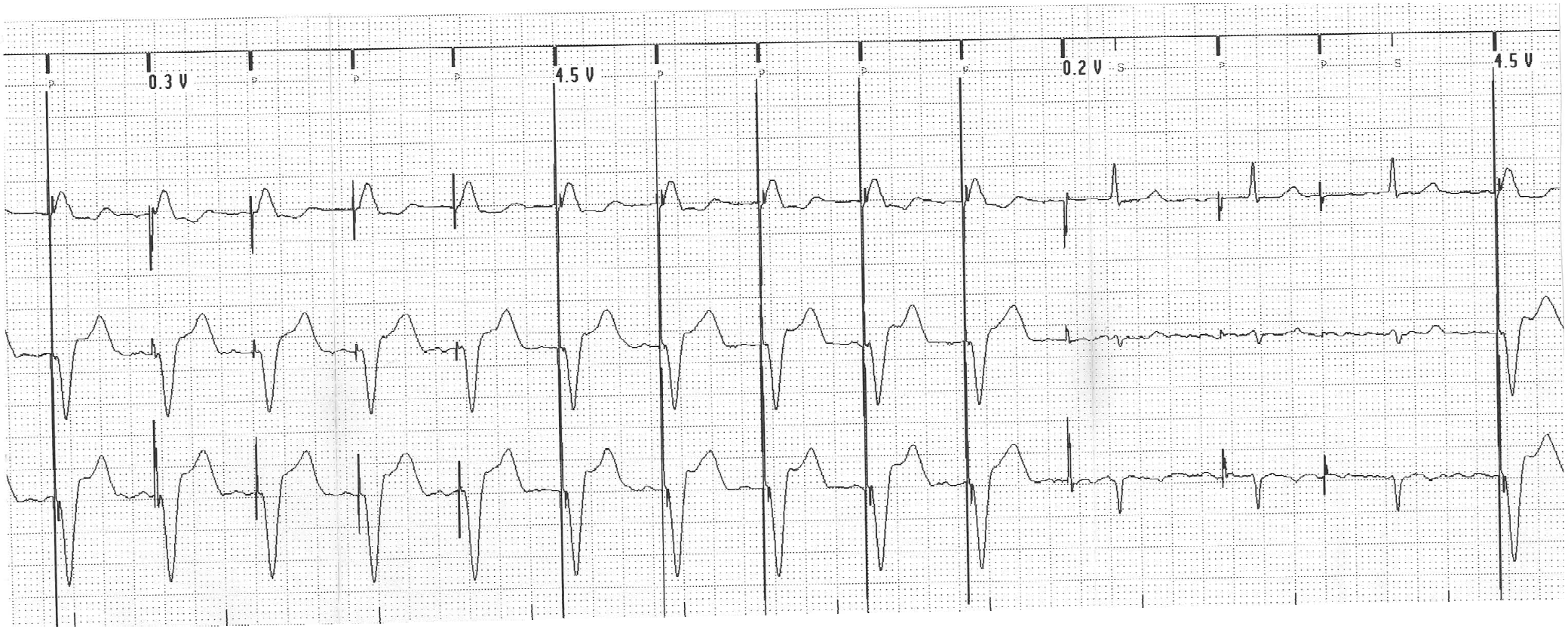
Ribeiro AL, Am Heart J 2004, 147:127-31



A remaining problem : the fusion

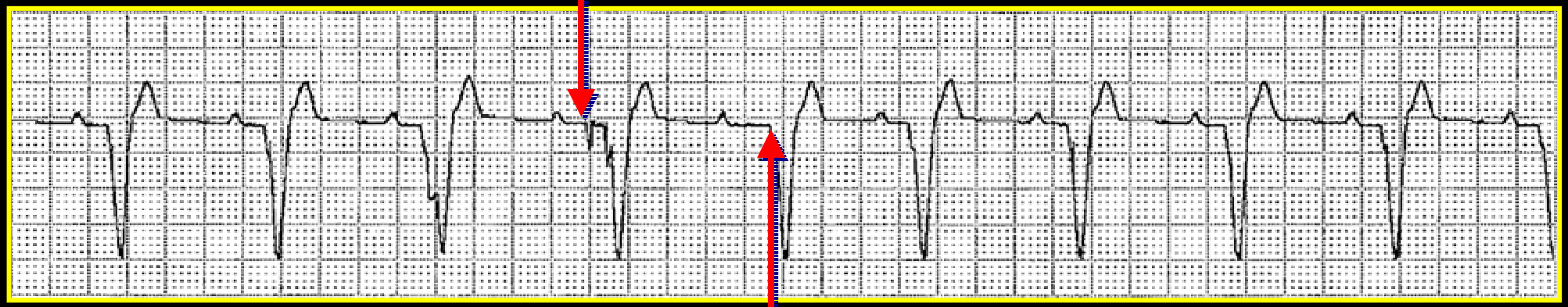
Excellent « manual » threshold…

Biotronik Philos SR **bipolar active lead Guidant Fineline** ECG



Fusion Avoidance during beat to beat capture control

Initial Pulse



Extension of the AV delay by 100 ms (St Jude)
by 64 ms (Guidant)