

Stimulateur Cardiaque Implantable

Cas cliniques basés
sur des tracés **MicroPort™**

Dr K. MAHFOUZ

Pr P. BORDACHAR

D. GROSMIRE

Dr P. RITTER

www.cardiocases.com

www.epcases.com

www.pacingdefibrillation.com

www.rhythmopedia.com

www.ecgforum.com



Sommaire

Préface.....	7
--------------	---

Modes de stimulation.....9

Tracé 1: Mode ODO.....	10
Tracé 2: Mode DOO 40 battements/minute.....	14
Tracé 3: Mode DOO 70 Battements/minute.....	18
Tracé 4: Mode AAT 40 Battements/minute.....	20
Tracé 5: Mode AAT 60 Battements/minute.....	24
Tracé 6: Mode VVT 40 Battements/minute.....	26
Tracé 7: Mode AAI 30 Battements/minute.....	28
Tracé 8: Mode AAI 60 Battements/minute.....	32
Tracé 9: Mode VVI 60 Battements/minute.....	34
Tracé 10: Mode VVI 40 Battements/minute.....	38
Tracé 11: Mode VDD 60 Battements/minute.....	40
Tracé 12: Mode DDI 60 Battements/minute.....	44
Tracé 13: Mode DDD 60 Battements/minute.....	48
Tracé 14: Mode SafeR 60 Battements/minute.....	52

Mode SafeR.....57

Tracé 15: BAV I repos.....	58
Tracé 16: BAV I effort.....	62
Tracé 17: BAV II.....	66
Tracé 18: BAV III.....	70
Tracé 19: Pause.....	74
Tracé 20: DDD →ADI 1.....	78
Tracé 21: DDD →ADI 2.....	82
Tracé 22: BAV I inapproprié (dissociation A/V).....	84
Tracé 23: BAV II inapproprié (arythmie atriale).....	88
Tracé 24: BAV II inapproprié (ESA).....	90
Tracé 25: Pause inappropriée (ESV dans le Blanking V post A).....	94
Tracé 26: Pause inappropriée (ESV).....	98

Stimulation.....101

Tracé 27: Défaut de capture ventriculaire.....	102
Tracé 28: Mesure de seuil automatique en cours de suivi.....	106

Tracé 29: défaut de capture atriale (mode DDD).....	112
Tracé 30: défaut de capture atriale (mode AAI).....	116

Détection.....119

Tracé 31: Défaut de détection atriale 1.....	120
Tracé 32: Défaut de détection atriale 2.....	124
Tracé 33: Défaut de détection ventriculaire.....	126
Tracé 34: Détection intermittente d'une arythmie atriale.....	132
Tracé 35: Bruit sur le canal atrial.....	136

Délai AV et périodes réfractaires.....141

Tracé 36: Délai AV.....	142
Tracé 37: Flutter 2:1 avec onde f dans le Blanking post stimulation V.....	146
Tracé 38: DARA.....	150
Tracé 39: rétro PWatch.....	156
Tracé 40: TRE.....	158

Tracé 41: fenêtre de sécurité.....	164
------------------------------------	-----

Programmation à l'effort.....169

Tracé 42: Sous-détection atriale à l'effort.....	170
--	-----

Gestion des Arythmies.....175

Tracé 43: Repli 1.....	176
Tracé 44: TVNS.....	182
Tracé 45: apnée du sommeil.....	186

Le Lissage, le DAV et la TRE.....191

Stimulateurs MicroPort en 20 points.....201



Ont contribué à l'écriture de ce livre:

R. Chauvel - CHU Bordeaux, IHU Liryc

S. Garrigue - Clinique St Augustin Bordeaux

L. Brochard - MicroPort™

N. Klotz - CHU Bordeaux, IHU Liryc

S. Ploux - CHU Bordeaux, IHU Liryc

S. Reuter - Clinique St Augustin Bordeaux

M. Strik - Maastricht University

A. Ximenes - Ch St Palais

La lecture de cet ouvrage éducatif vous permettra d'acquérir les bases nécessaires à l'utilisation des stimulateurs cardiaques implantables de la marque MicroPort™. Cette compagnie est surtout le résultat d'un mariage entre le constructeur Français Ela Médical™ et son homologue Italien Sorin Biomedical™, réalisé en 2004. Le propriétaire est aujourd'hui Chinois et la compagnie se nomme désormais MicroPort™.

Il faut se rappeler que la technologie et l'intelligence des stimulateurs que nous utilisons aujourd'hui résultent d'idées et d'un développement menés par les équipes de Recherche et Développement d'Ela Médical™, lorsqu'elles étaient conduites par Alain Ripart, avec l'appui du service de recherche clinique de Marcel Limousin. Tous les algorithmes qui constituent la base du fonctionnement des stimulateurs ont été développés en étroite collaboration avec quelques médecins stimolistes essentiellement Français.

Ces algorithmes constituent les bases mêmes de tout stimulateur moderne, tels que la protection contre les tachycardies réentrantes électroniques, la protection contre les arythmies atriales, l'asservissement de fréquence basé sur la combinaison de la mesure de ventilation-minute et des accélérations corporelles, le délai auriculo-ventriculaire adaptable, la préservation de la conduction atrio-ventriculaire spontanée, les fonctions de prévention des arythmies atriales, les mémoires d'arythmies, sans parler des spécificités électroniques mises en musique par Renzo Dalmolin et du codage des logiciels par Martine Rémy. L'intelligence des équipes Sorin menées par Guido Gaggini a été de ne pas démanteler ce qui fit le succès technologique d'Ela Médical™.

J'ai eu le bonheur de travailler avec ces équipes brillantes et de constater les copies de toutes ces fonctions par les constructeurs concurrents, preuve que nous ne développons pas que des gadgets.

Une idée de base a présidé à la constitution de ces fonctions et à leur association. Celle de rendre l'appareil le plus autonome possible en gérant de façon automatique les diverses fonctions entre elles, les divers conflits de fonctionnement qui pourraient apparaître, dans un seul but : simplifier la tâche des utilisateurs que nous sommes et assurer la sécurité du patient en gérant les complications prévisibles liées au fonctionnement d'un stimulateur complexe tel qu'un stimulateur double chambre par exemple. Ce fait explique le peu de paramètres programmables des stimulateurs MicroPort™ par rapport à leurs concurrents, afin de garantir l'utilisation systématique et simple des algorithmes.

Cet ouvrage, comme tous ceux de la série Stimuprat, regroupe, de façon logique et didactique, et avec une complexité croissante, des tracés électrocardiographiques et des électrogrammes collectés au fil de nos consultations, visant à éduquer le lecteur au fonctionnement et à l'utilisation des diverses fonctions des appareils de stimulation MicroPort™.

C'est grâce au travail de Karim Mafhouz, un collègue Italien, et sous la houlette de Pierre Bordachar, que ce livre a pu voir le jour. Dans cette tâche, un certain nombre de membres des équipes MicroPort™ ont participé activement à guider les médecins sur les sujets techniques purs. Que Nicolas Iscolo, Damien Grosmaire, Laurent Minjard, Sarah Cremades, Nicolas Rosset, Leslie Brochard, Rami El Khechen, Christèle Deniaud soient ici remerciés chaleureusement pour leur aide précieuse.

Je suis fier d'avoir appartenu, et d'appartenir à cette chaîne d'acteurs guidés par la passion, le plaisir de développer en communauté, et de transmettre leur expérience!

Bonne lecture.

Philippe Ritter

Stimulateur Cardiaque Implantable - chapitre 1

Modes de stimulation

Patient

Homme de 69 ans, implanté d'un stimulateur double chambre Reply DR de la marque MicroPort™ pour dysfonction sinusale; les 2 sondes sont bien positionnées avec impédances de stimulation normales, détections correctes et seuils de stimulation satisfaisants; le lendemain de l'implantation, contrôle du stimulateur; programmation de différents modes de stimulation et enregistrement des tracés;

Quizz

Concernant cet ECG, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le rythme est sinusal
- B. les oreillettes sont stimulées
- C. les ventricules sont stimulés
- D. il existe un hémibloc antérieur gauche
- E. il existe un bloc de branche droit



TRACÉ

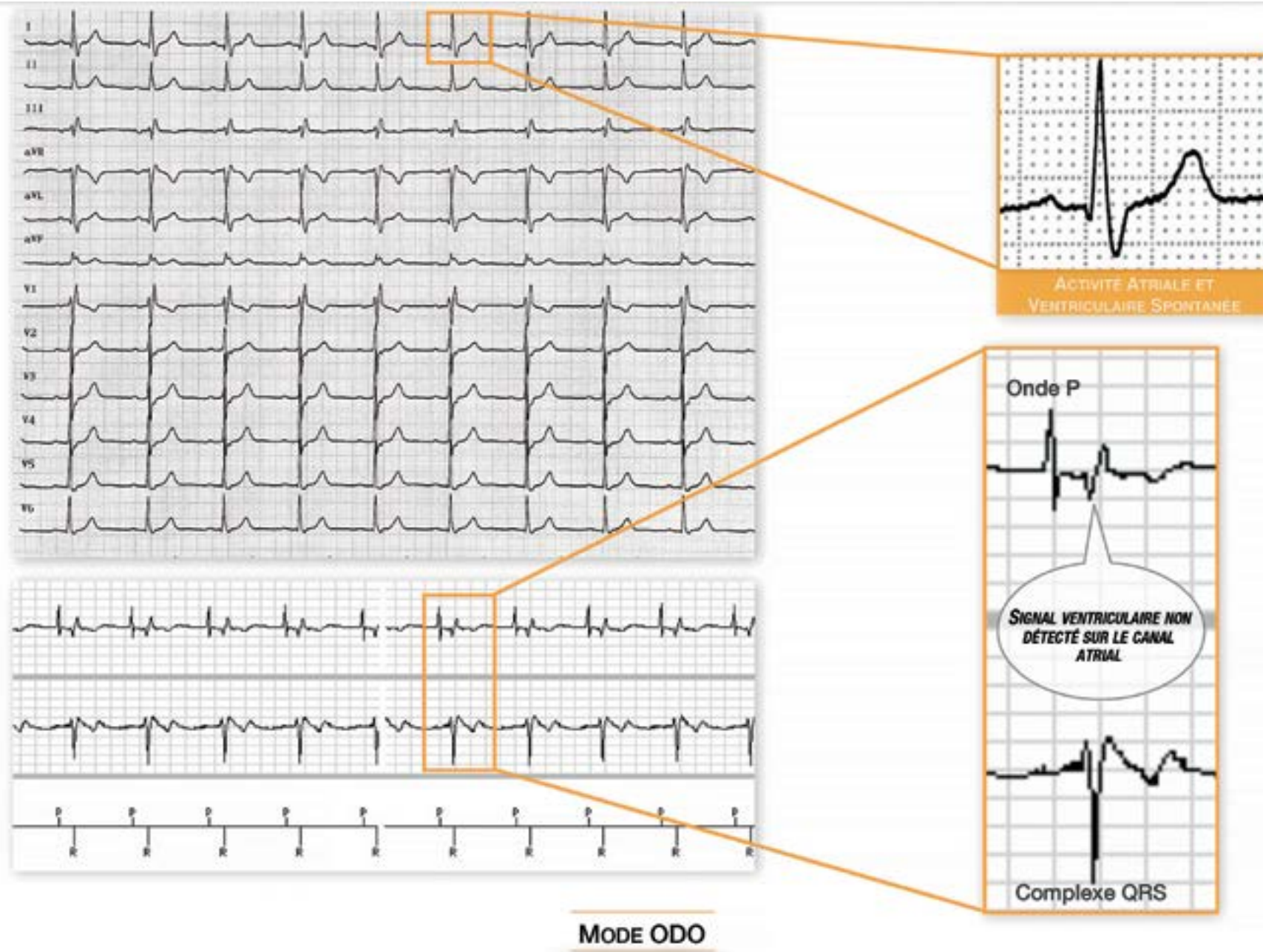
Mode ODO: rythme sinusal à 60 battements/minute; espace PR normal (< 200 ms) et fixe; ventricules spontanés avec aspect de bloc de branche droit (QRS à 140 ms, aspect rSR' en V1 avec retard de la déflexion intrinsèque, onde S large et trainante en V6); le marqueur P correspond à la détection d'une activité atriale spontanée, le marqueur R à la détection d'une activité ventriculaire spontanée; sur le canal atrial, on peut voir l'empreinte du ventricule spontané contemporain de la détection de l'onde R dans le canal ventriculaire; ce signal n'est pas détecté dans le canal atrial;

COMMENTAIRES

En fonction du nombre de sondes et du modèle de dispositif implanté, différents modes de stimulation sont programmables. Le fonctionnement, les avantages et les inconvénients propres à chaque mode de stimulation doivent être compris par le médecin assurant le suivi afin d'optimiser la programmation par rapport aux spécificités des différents patients implantés. Une approche combinée entre la société nord-américaine et la société anglaise de stimulation et électrophysiologie (NASPE et BPEG) a permis de définir un code international (NBG) de classification des différents modes de stimulation. Les divers modes de stimulation sont qualifiés par un code à 4 lettres permettant de comprendre leur fonctionnement de base. La première lettre définit le(s) site(s) de stimulation : ventricule (V), oreillette (A), les deux (D), simple chambre (S) ou aucune (O). La deuxième lettre définit le(s) site(s) de détection : mêmes lettres. La troisième lettre indique le mode de fonctionnement : inhibé (I), déclenché (T, pour triggered), les deux (D), aucun des précédents (O). La quatrième lettre indique l'asservissement de fréquence (R).

Sur ce premier tracé, le stimulateur a été programmé en mode ODO. La spécificité de ce mode de "stimulation" est que la détection dans les 2 cavités est effective mais qu'aucune stimulation (atriale ou ventriculaire) n'est possible. Il est donc évidemment à proscrire chez les patients dépendants. Ce mode de stimulation permet une analyse du rythme spontané du patient avec visualisation concomitante de l'électrocardiogramme et des marqueurs d'événements. Il s'agit d'un mode de test de sensibilité. Le mode ODO peut être programmé de façon temporaire chez les patients non dépendants porteurs d'un pacemaker IRM-compatible devant bénéficier d'une IRM. Le mode ODO de ces stimulateurs IRM compatibles permet d'éviter l'éventuelle réversion d'un mode ODO traditionnel vers un mode VVI. Il ne faut évidemment pas oublier de contrôler et reprogrammer le stimulateur après l'examen (en fonction des constructeurs). Chez MicroPort™, le mode IRM ODO n'est pas disponible.

Sur un stimulateur double chambre, différents modes sont programmables chacun avec ses spécificités; mode D00: pas de possibilité de détection, stimulation asynchrone; mode ODO: absence de stimulation; mode DDT: mode triggé, une détection déclenche une stimulation; mode VDD: absence de stimulation atriale; mode DDI: absence de stimulation ventriculaire à la suite d'une détection atriale; mode DDD: synchronisation ventriculaire sur détection atriale et stimulation ventriculaire; modes spécifiques à chaque compagnie pour éviter une stimulation ventriculaire inutile.



Patient

Même patient que le tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. DDD 60 bpm
- B. DDI 40 bpm
- C. DDI 70 bpm
- D. DOO 40 bpm
- E. DOO 70 bpm



TRACÉ

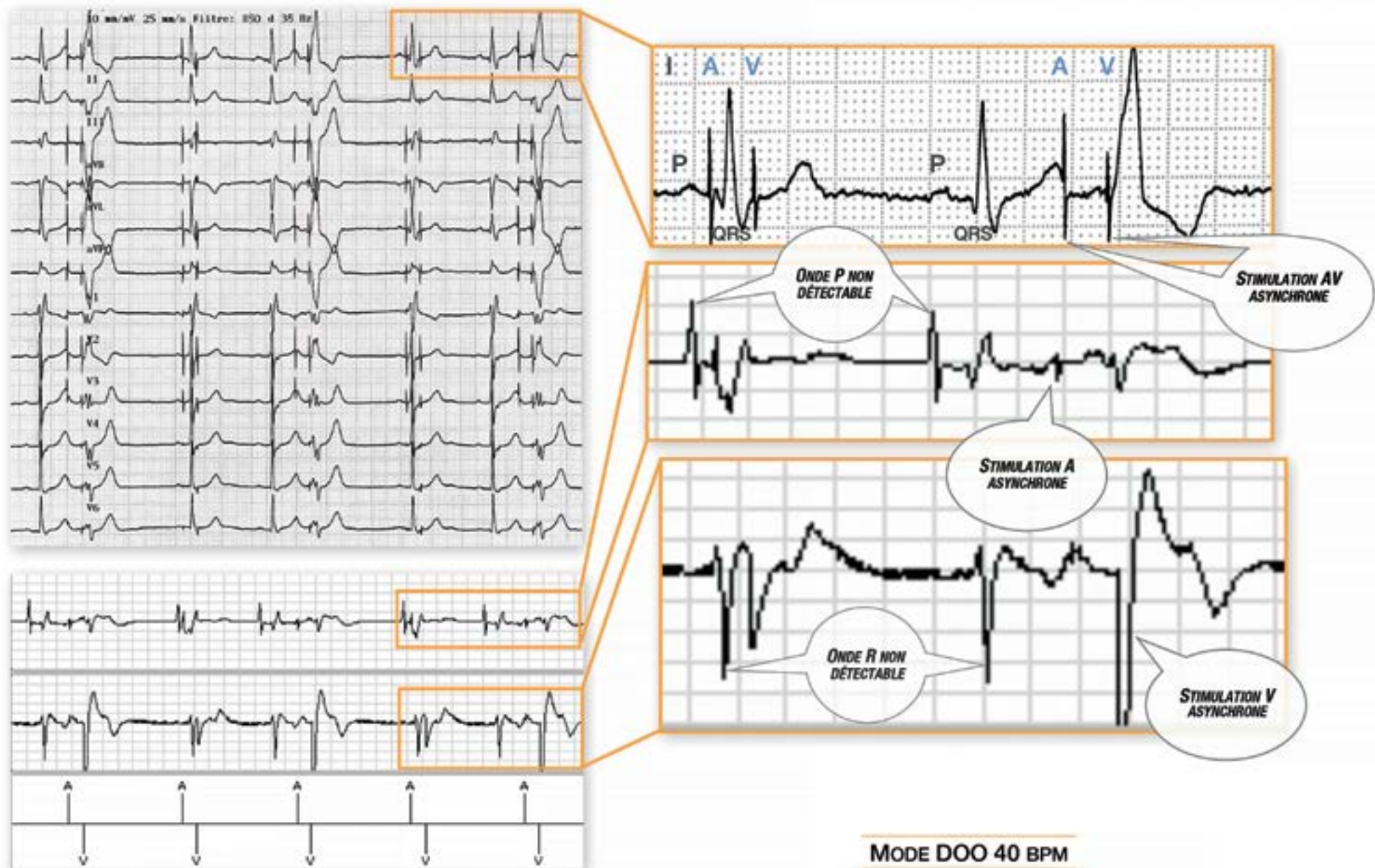
Mode D00 40 battements/minute: sur ce tracé, on peut voir une stimulation atriale (A) et ventriculaire (V) régulière à une fréquence de 40 bpm; la capture atriale et ventriculaire n'est effective que quand elle survient en dehors des périodes réfractaires myocardiques (atriales et ventriculaires); cette stimulation est asynchrone, les activités atriales et ventriculaires ne sont pas détectables par définition et ne peuvent donc pas inhiber la stimulation;

COMMENTAIRES

Le fonctionnement du mode D00 est inverse du mode OD0: stimulation à intervalles fixes et absence de détection. Les modes asynchrones à fréquence fixe étaient les seuls modes disponibles sur les premiers stimulateurs cardiaques. Le mode D00 induit une stimulation atrio-ventriculaire séquentielle asynchrone, sans inhibition par les événements intrinsèques. Quand le patient n'est pas dépendant, une parasystolie survient avec compétition entre activités spontanées et activités stimulées d'autant plus que la fréquence minimale programmée est basse. Ce mode permet de vérifier l'efficacité de la stimulation et permet d'éviter l'inhibition en cas d'exposition à une interférence extérieure (bistouri électrique chez un patient dépendant par exemple). La stimulation est efficace et capture l'oreillette ou le ventricule uniquement quand elle survient en dehors de la période réfractaire absolue physiologique qui suit une oreillette ou un ventricule spontané. Quand une stimulation ventriculaire survient durant la période vulnérable, il existe un risque d'induction d'un trouble du rythme ventriculaire. Le risque de fibrillation ventriculaire est limité mais augmente en présence d'une ischémie myocardique ou d'un trouble métabolique. De la même façon, une stimulation atriale asynchrone en période vulnérable atriale peut également induire un accès de fibrillation auriculaire. Les modes asynchrones sont aujourd'hui obsolètes et ne sont utilisés que dans 2 circonstances spécifiques:

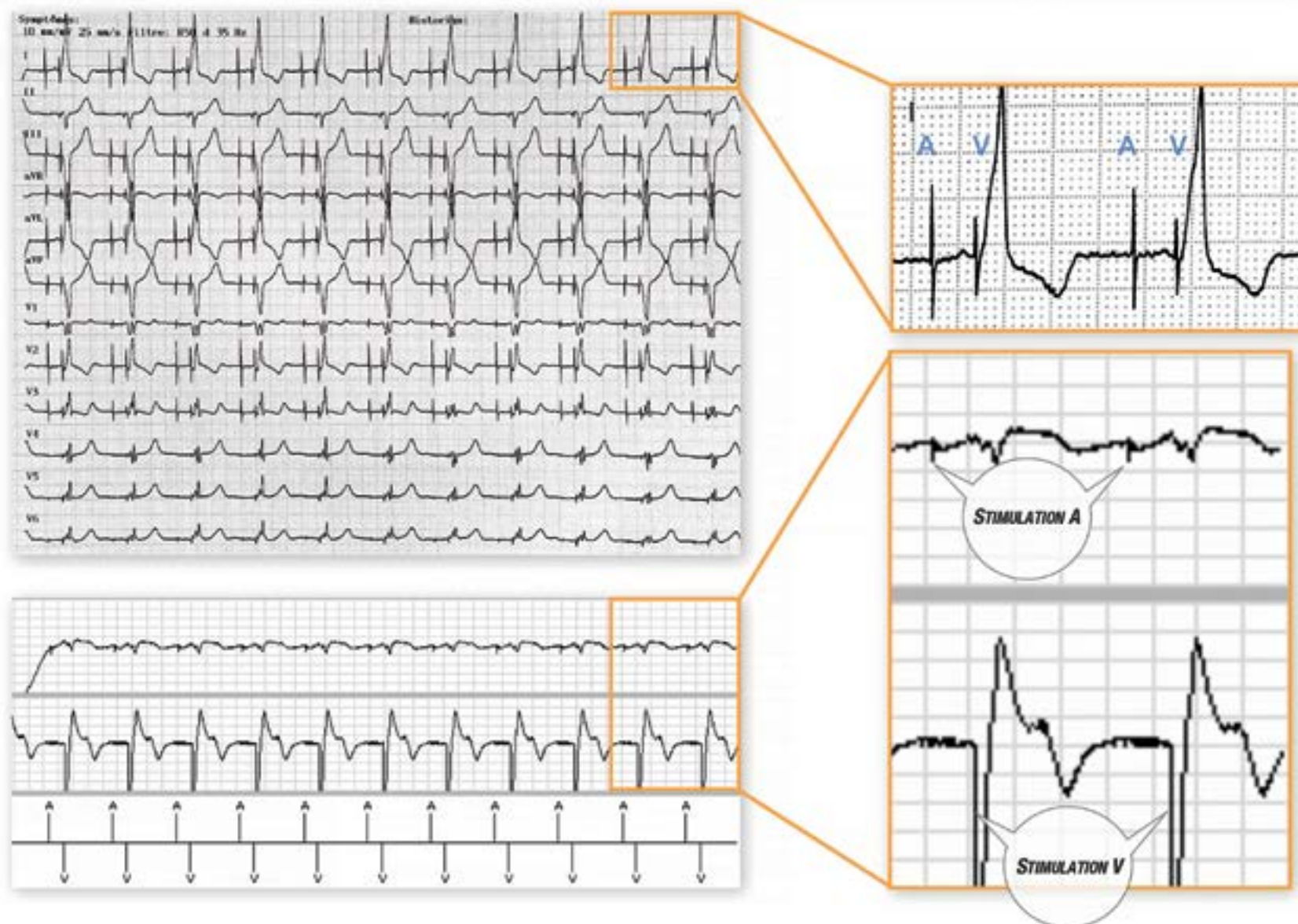
- 1) il s'agit d'un mode magnétique ou mode à l'aimant; en effet, l'application d'un aimant entraîne une stimulation A00, V00 ou D00 en fonction du mode programmé
- 2) le mode D00 peut être programmé de façon temporaire chez les patients dépendants porteurs d'un pacemaker IRM-compatible devant bénéficier d'une IRM.

Une stimulation en période vulnérable ventriculaire ou auriculaire peut être arythmogène et favoriser la survenue d'une arythmie ventriculaire ou atriale le plus souvent polymorphe.



TRACÉ

Mode D00 70 battements/minute: fréquence de stimulation supérieure à la fréquence spontanée du patient; capture atriale et ventriculaire permanente;



MODE DOO 70 BPM

Patient

Même patient que le tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. AAI 60 bpm
- B. AAI 40 bpm
- C. AAT 70 bpm
- D. AAT 40 bpm
- E. VVT 50 bpm



TRACÉ

Mode AAT 40 battements/minute: sur ce tracé, on peut voir une stimulation atriale (Ab) déclenchée par une détection atriale (P); activation ventriculaire spontanée;

COMMENTAIRES

En modes AAT et VVT, la stimulation se produit à la fréquence minimale programmée, mais un événement détecté en dehors des périodes réfractaires déclenche une stimulation immédiate dans la cavité correspondante. Cette stimulation est non dangereuse car elle survient systématiquement dans la période réfractaire absolue naturelle du myocarde auriculaire ou ventriculaire.

Pour les stimulateurs MicroPort™, les 2 paramètres importants à programmer sont la fréquence de base et la fréquence maximale. La seule limitation de fréquence est la Fmax "hardware" (185 bpm) non programmable.

Aspect électrocardiographique typique (VVT) : en l'absence d'activité spontanée, stimulation et capture ventriculaire à intervalle fixe. La survenue d'un complexe ventriculaire spontané en dehors des périodes réfractaires entraîne la survenue d'un stimulus à l'intérieur du QRS. L'aspect du QRS est soit identique au QRS spontané (pseudo-fusion), soit, intermédiaire entre le QRS spontané et le QRS stimulé (fusion).

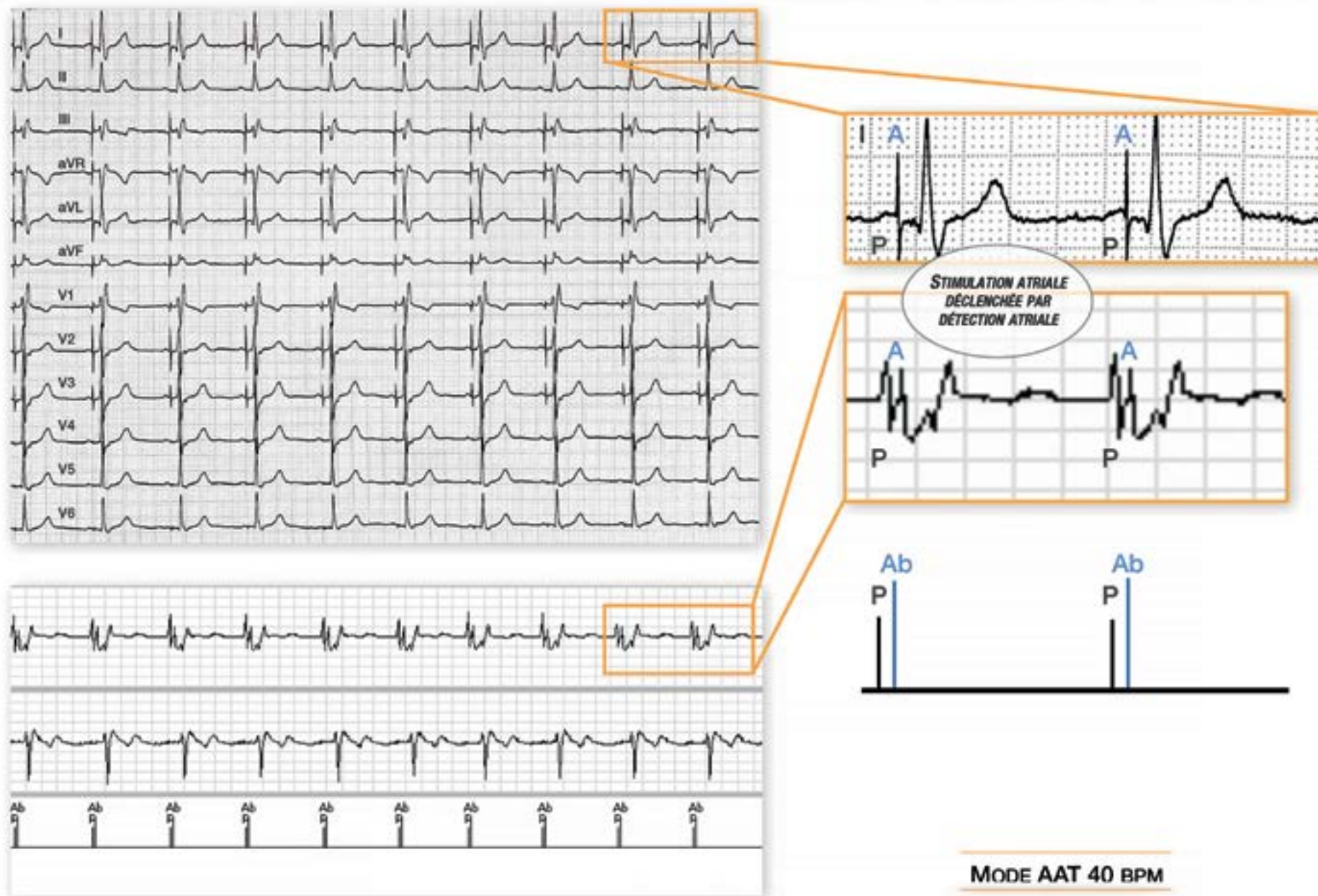
On remarque que l'onde P n'est pas détectée dès le début, mais après quelques dizaines de ms. La détection n'est possible que lorsque le signal atrial est passé sous le dipôle de la sonde avec une pente dans la bande passante du filtre et une amplitude $\geq$ à la valeur programmée.

Aspect électrocardiographique typique (AAT) : même chose pour l'oreillette.

Les modes déclenchés peuvent être utilisés dans 2 cas particuliers:

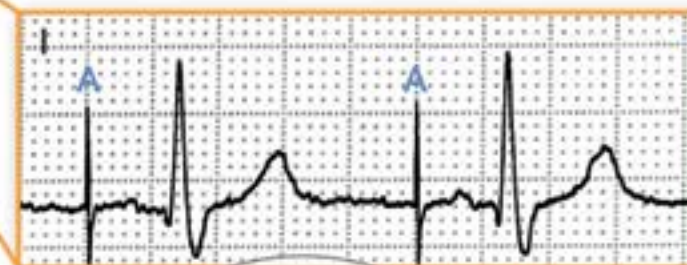
- 1) en cas de détection de myopotentiels ou d'une interférence électromagnétique, le SST ne s'inhibe pas mais induit une stimulation sur chaque artéfact détecté hors période réfractaire. Ceci permet d'éviter une pause chez les patients dépendants. Pour éviter un emballement de la stimulation, il est possible selon le modèle soit d'allonger la période réfractaire soit de limiter la fréquence maximale de stimulation. Ce type de mode était intéressant sur les anciens modèles de stimulateur qui étaient plus sensibles aux interférences extérieures car fonctionnant uniquement en mode unipolaire.
- 2) ce mode permet d'évaluer la détection dans la cavité considérée, de vérifier qu'il n'y a pas d'écoute croisée et que les extrasystoles sont également correctement détectées.

Ce type de mode de stimulation est aujourd'hui très peu utilisé. En effet, la stimulation lors de la détection est associée avec une augmentation inutile de la consommation énergétique avec accélération de l'usure de la batterie. Les modes AAT ou VVT peuvent être utilisés temporairement pour éviter une inhibition chez un patient dépendant présentant une sur-détection. Ils peuvent permettre également de vérifier la qualité de la détection au cours de tests temporaires.



TRACÉ

Mode AAT 60 battements/minute: stimulation atriale à la fréquence de base (A); la fréquence sinusale spontanée est inférieure à la fréquence de stimulation, l'oreillette est totalement capturée.



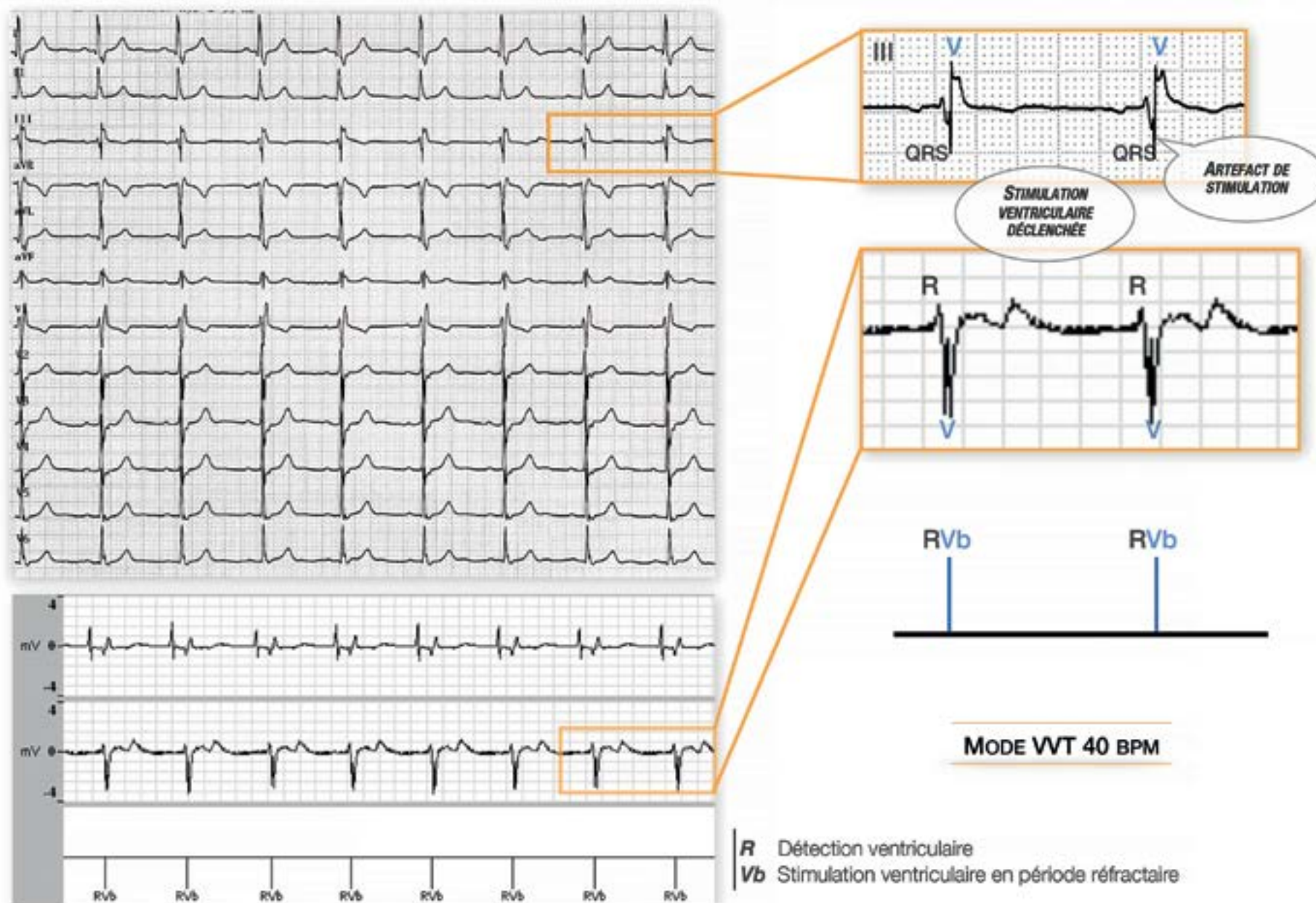
STIMULATION ATRIALE À LA
FRÉQUENCE MINIMALE



MODE AAT 60 BPM

TRACÉ

Mode VVT 40 battements/minute: stimulation ventriculaire (Vb) déclenchée par une détection ventriculaire (R); de façon encore plus évidente que dans l'oreillette chez ce patient, la détection des QRS est tardive dans l'onde R' en raison du bloc de branche droit, la sonde étant implantée dans le ventricule droit.



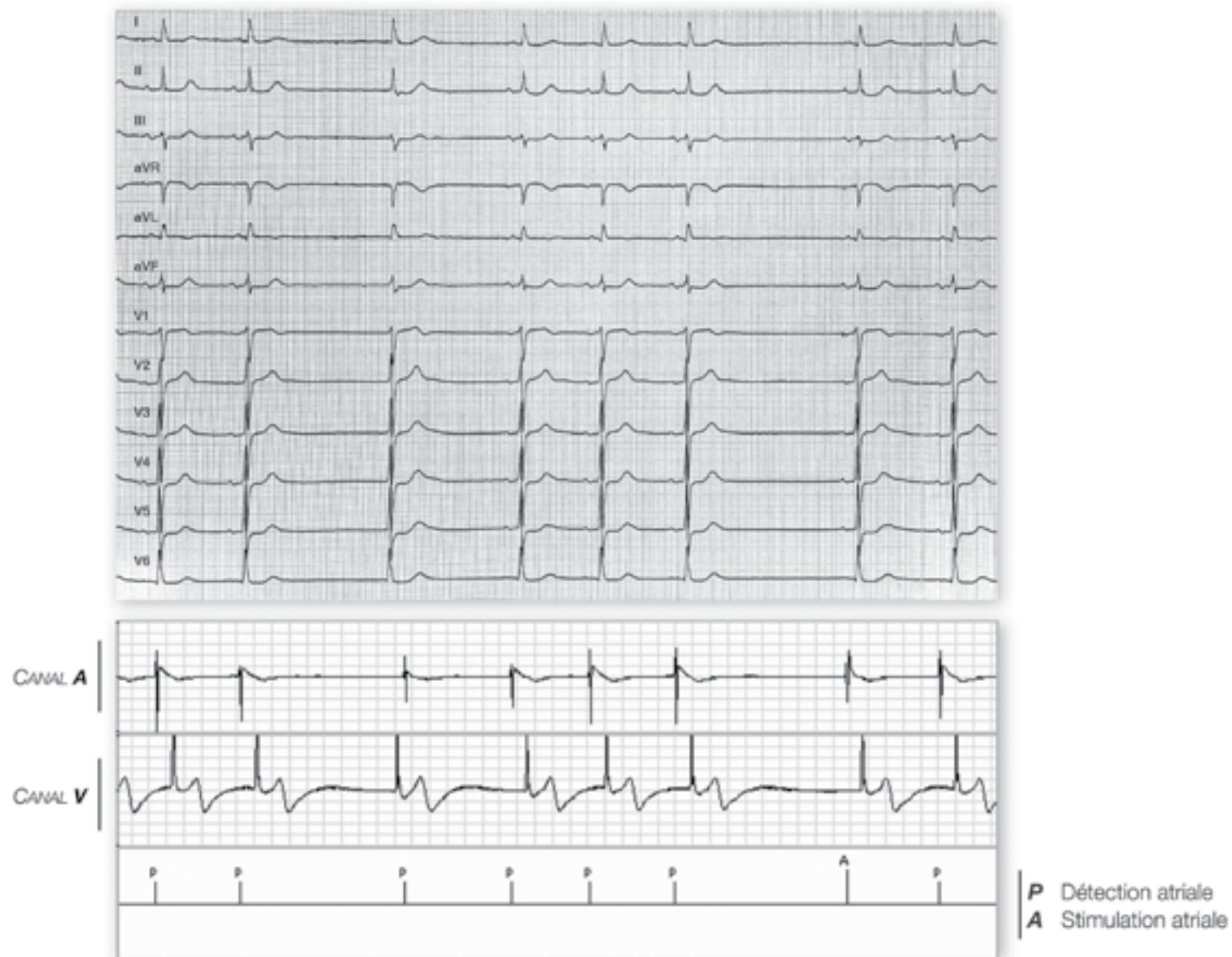
Patient

Homme de 62 ans implanté d'un stimulateur double chambre Kora 100 DR de la marque MicroPort™ pour dysfonction sinusale; les 2 sondes sont bien positionnées avec impédances de stimulation normales, détections correctes et seuils de stimulation satisfaisants;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. AAI 60 bpm
- B. AAI 30 bpm
- C. AAT 70 bpm
- D. AAT 40 bpm
- E. VVT 50 bpm



TRACÉ

Mode AAI 30 battements/minute: initialement, activité sinusale (P) plus rapide que la fréquence minimale; première pause sinusale avec échappement jonctionnel; seconde pause avec stimulation atriale (A) après 2 secondes qui correspond à la fréquence minimale;

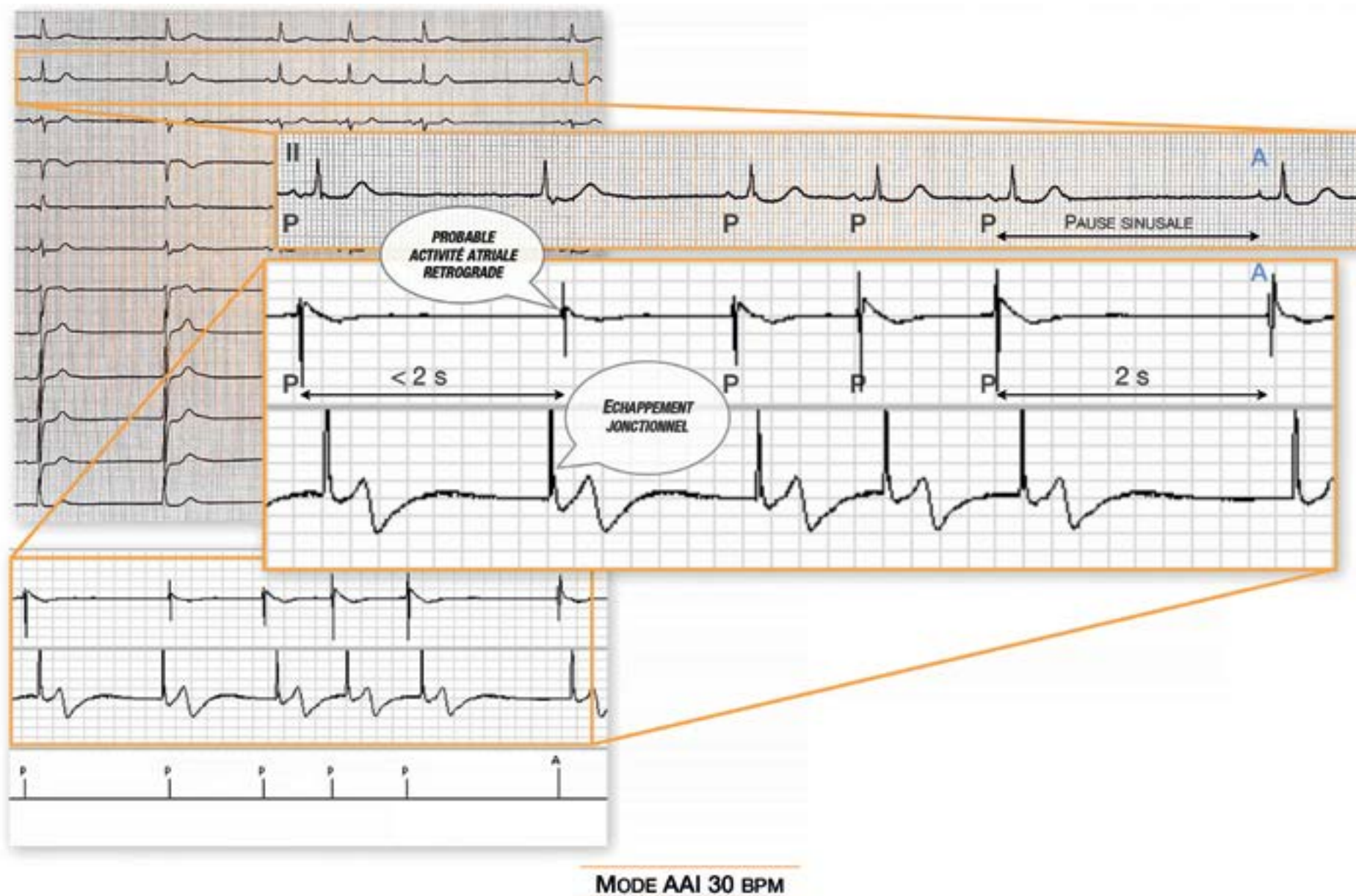
COMMENTAIRES

Un stimulateur simple chambre fonctionne en mode AAI quand une seule sonde est positionnée dans l'oreillette; le mode AAI peut également être programmé dans un stimulateur double chambre. Ces tracés permettent de mettre en évidence les caractéristiques principales de ce mode de stimulation:

- 1) détection et stimulation de l'oreillette, inhibition sur un événement spontané atrial; l'indication préférentielle est donc la dysfonction sinusale pure sans trouble de la conduction ventriculaire. Un stimulateur AAI permet de limiter le nombre de sondes implantées, d'assurer une fréquence physiologique au repos comme à l'effort après programmation de l'asservissement de fréquence et d'éviter toute stimulation ventriculaire inutile.
- 2) absence de détection ou de stimulation ventriculaire. Les stimulateurs simple-chambre AAI ou la programmation du mode AAI sur un stimulateur double chambre sont formellement contre-indiqués chez les patients présentant un trouble de conduction atrio-ventriculaire permanent ou paroxystique. De même, il est préférable de ne pas utiliser le mode AAI en cas d'intervalle PR long, de trouble conducteur intraventriculaire, de point de Luciani bas, de HV long. Ce mode doit également être évité chez les patients présentant une symptomatologie vagale ou un syndrome du sinus carotidien.

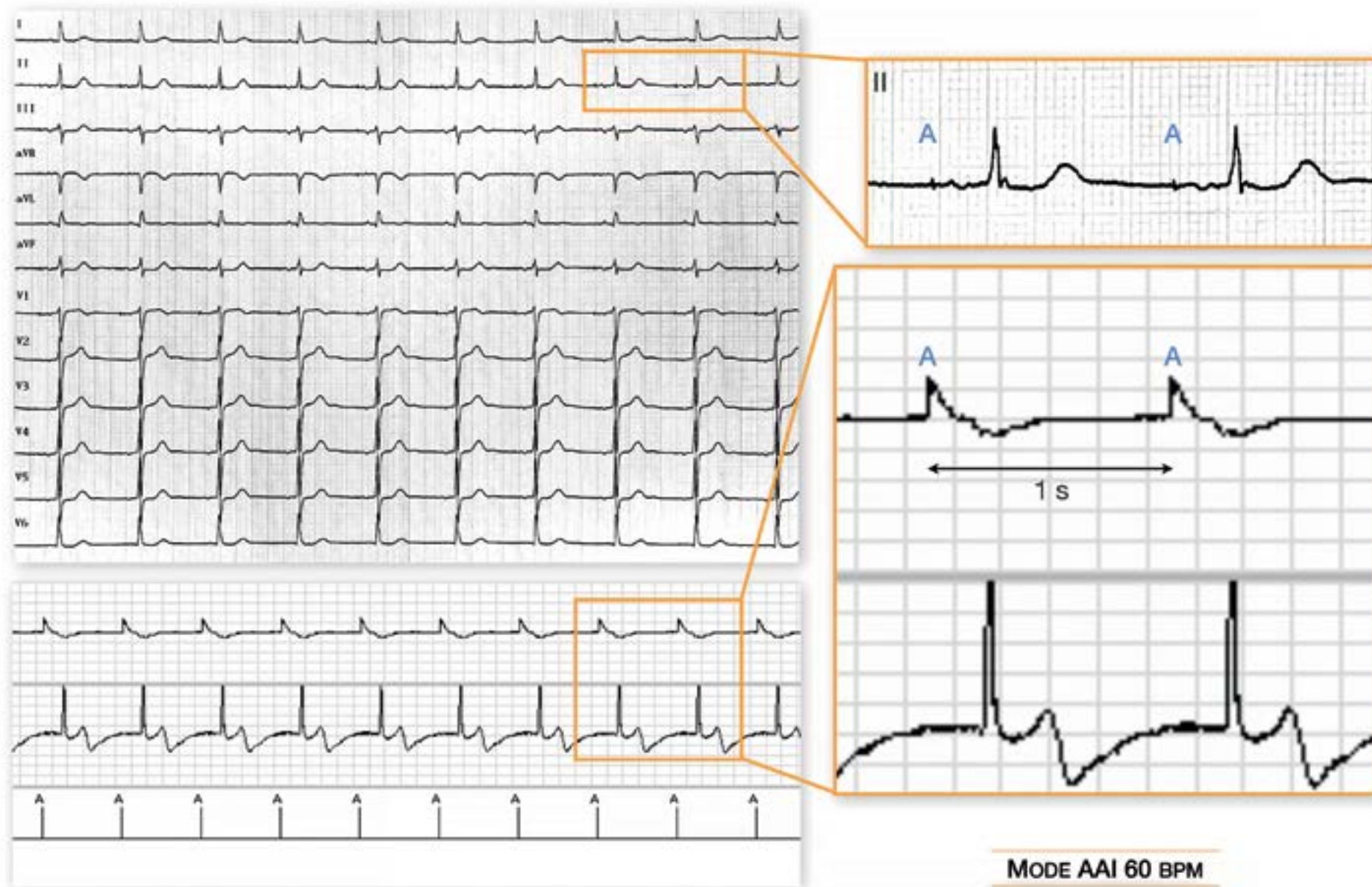
Une étude récente montre des résultats défavorables à l'implantation d'un stimulateur simple chambre AAI par rapport à l'implantation d'un double chambre chez les patients présentant une dysfonction sinusale. En effet, le taux de ré-intervention est plus important chez les patients implantés d'un AAI avec nécessité de rajouter une sonde ventriculaire secondairement à la survenue d'un trouble de conduction atrio-ventriculaire. Les indications d'implantation d'un stimulateur simple chambre AAI sont donc relativement limitées aujourd'hui.

Quand le stimulateur fonctionne en mode AAI, il peut être nécessaire de programmer une sensibilité plus élevée (valeur programmée plus basse) que pour un fonctionnement en mode VVI; en effet, l'amplitude des complexes atriaux est le plus souvent plus faible que celle des complexes ventriculaires. De même, la période réfractaire peut être programmée plus longue pour éviter toute surdétection ventriculaire par la sonde atriale. La détection d'une onde R par un stimulateur AAI entraîne une baisse de la fréquence de stimulation, car chaque onde R détectée recycle l'intervalle d'échappement. En présence d'une écoute croisée (détection de l'onde R), il est possible de rendre le stimulateur moins sensible et/ou de prolonger la période réfractaire pour couvrir le ventricule.



TRACÉ

Mode AAI 60 battements/minute: stimulation atriale à la fréquence minimale (intervalle d'échappement de 1 seconde) plus rapide que l'activité sinusale spontanée; conduction atrio-ventriculaire spontanée;



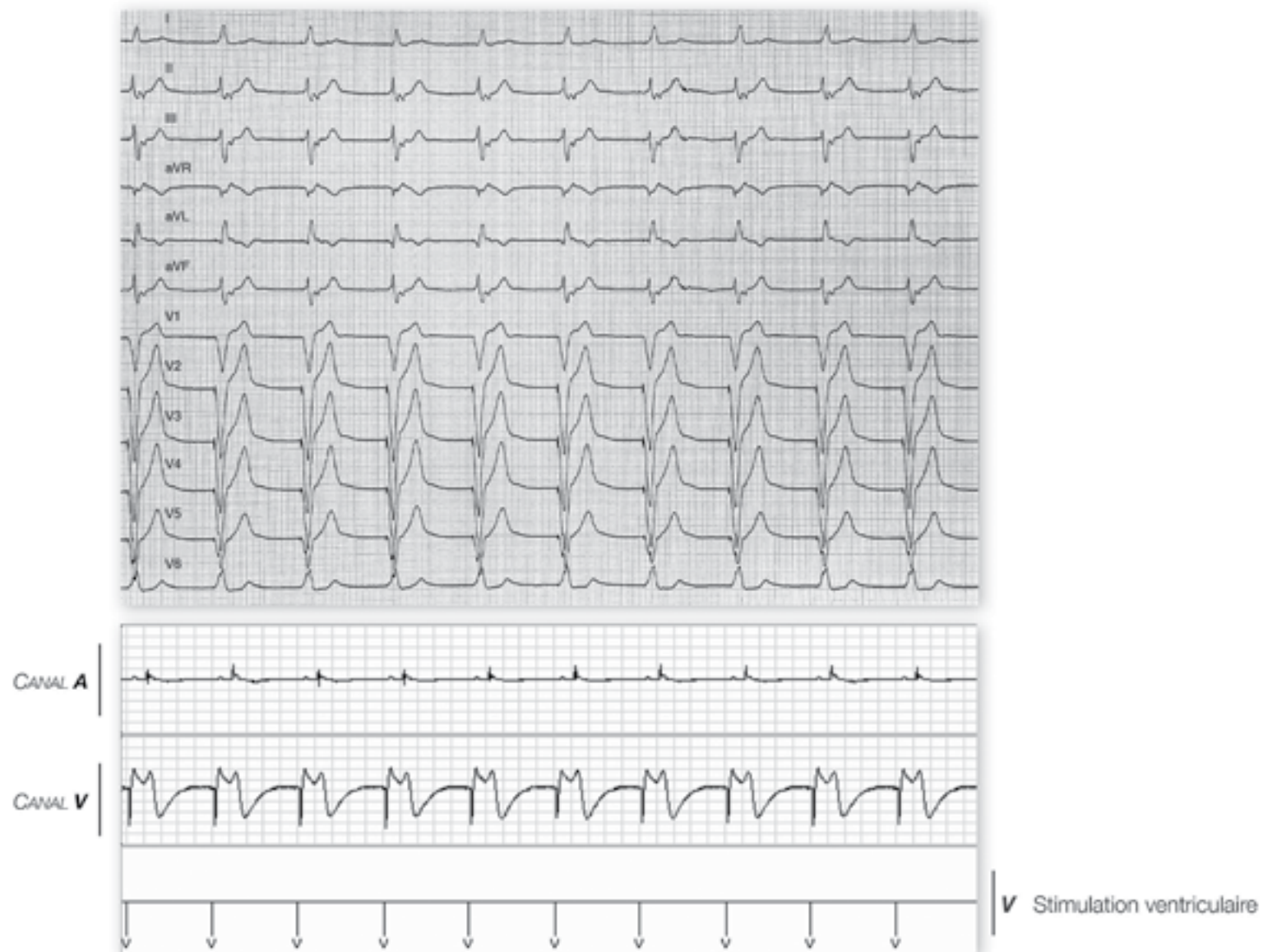
Patient

Même patient que tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 40 bpm
- C. DDI 60 bpm
- D. VVT 40 bpm
- E. VOO 40 bpm



TRACÉ

Mode VVI 60 battements/minute: sur ce tracé, on distingue une stimulation ventriculaire régulière à 60/min; on retrouve une activation atriale rétrograde en 1/1 avec une onde P' négative dans les dérivations inférieures;

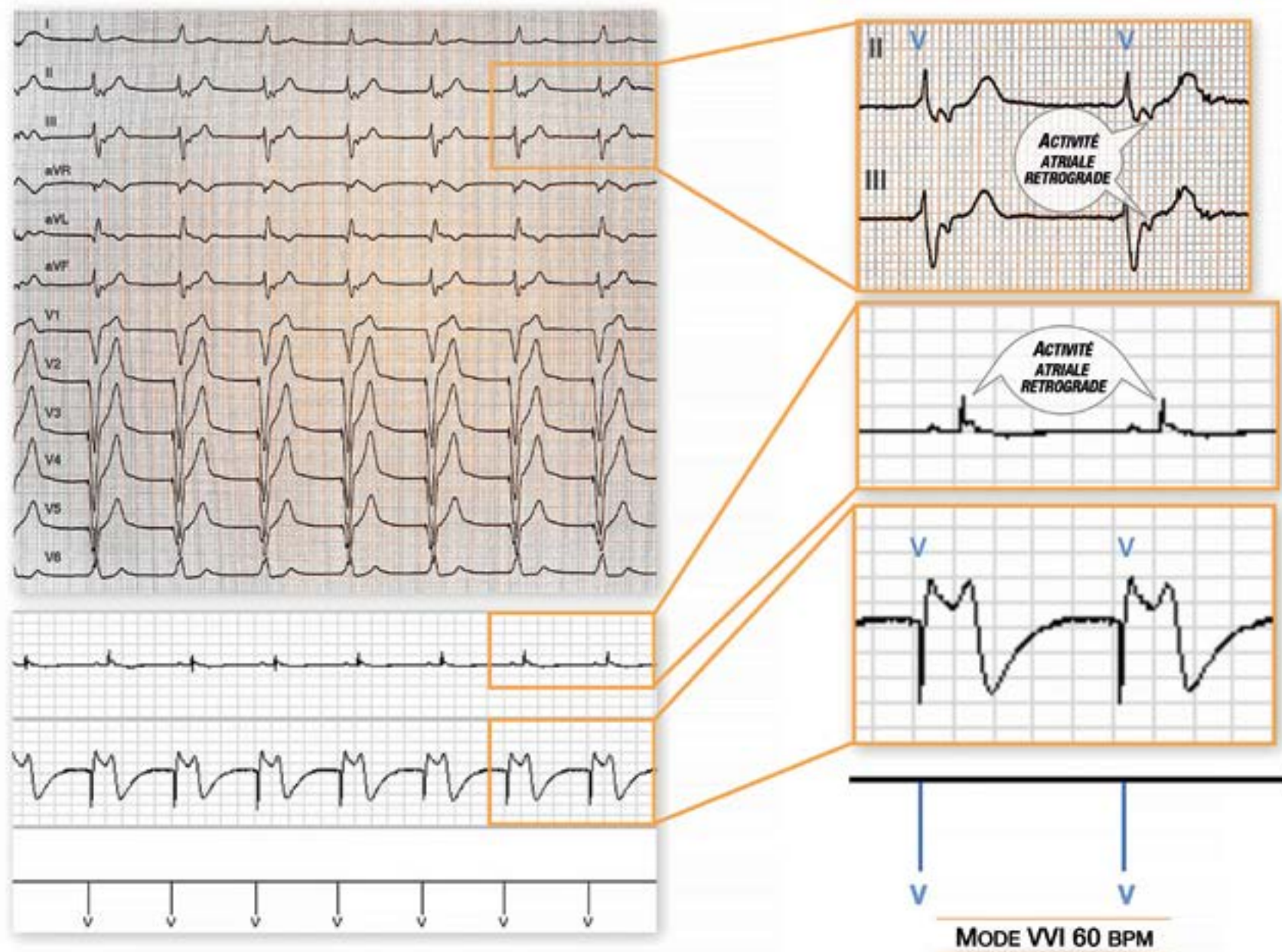
COMMENTAIRES

Le mode VVI fournit une stimulation simple chambre à la fréquence de stimulation programmée, à moins d'une inhibition par un événement détecté. La détection ne s'applique qu'au ventricule. Un intervalle d'échappement débute après toute détection et stimulation ventriculaire. Un stimulateur simple chambre fonctionne en mode VVI quand une seule sonde est positionnée dans le ventricule; le mode VVI peut également être programmé dans un stimulateur double chambre comme dans cet exemple.

Pour ce patient, la programmation de la fréquence de base est essentielle. En effet, à 60 bpm, la fréquence de base est trop élevée et l'on observe une stimulation ventriculaire permanente avec inversion de la séquence d'activation atrio-ventriculaire physiologique. En effet, l'électrocardiogramme permet de mettre en évidence une conduction rétrograde avec possible syndrome du pacemaker. La contraction atriale survient alors que les valves auriculo-ventriculaires sont fermées entraînant un flux rétrograde vers les veines pulmonaires et les veines caves. Le syndrome du pacemaker résulte d'une combinaison complexe entre altération hémodynamique, neuro-humorale et vasculaire secondaire à la perte de synchronisme atrio-ventriculaire. Une symptomatologie parfois très invalidante liée à l'augmentation de la pression atriale et de la pression veineuse inclut dyspnée, orthopnée, pulsations dans le cou et dans la poitrine, palpitations, douleur thoracique.

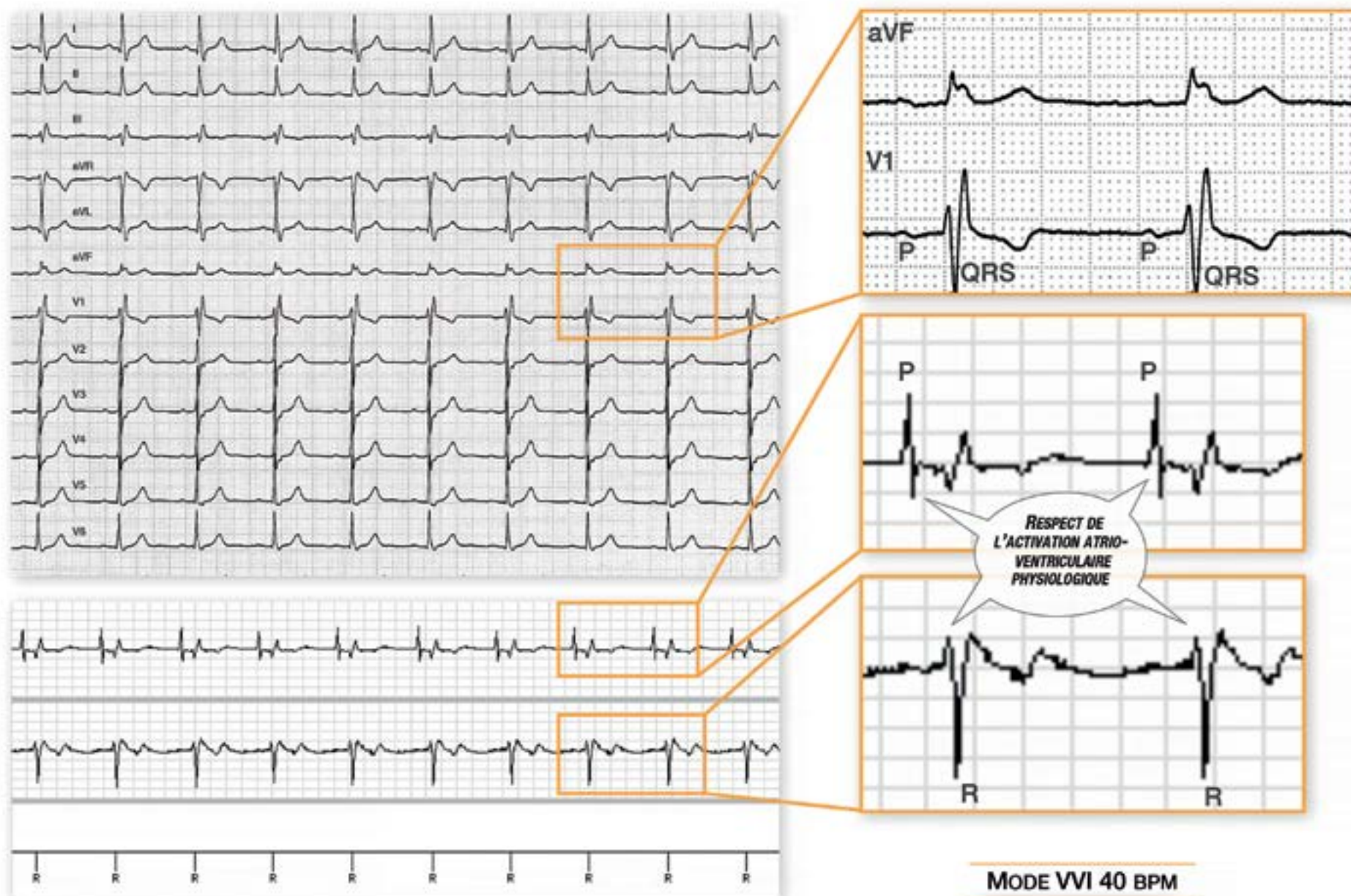
A l'opposé, à 40 bpm, la fréquence minimale est inférieure à la fréquence spontanée du patient et aucune stimulation n'est délivrée. Cela permet 1) de réduire la consommation et de prolonger la durée de vie de la pile 2) d'éviter une conduction rétrograde 3) de stimuler de façon effective uniquement lors de la survenue d'un trouble de conduction paroxystique.

Le syndrome du pacemaker correspond à l'existence d'une séquence répétée avec stimulation ventriculaire (artéfact de stimulation et QRS larges) et conduction atriale rétrograde (ondes P' négatives dans les dérivations inférieures); la contraction atriale peut survenir sur valves A-V fermées ce qui peut engendrer une symptomatologie variable mais invalidante.



TRACÉ

Mode VVI 40 battements/minute: fonctionnement sentinelle; respect de l'activation atrio-ventriculaire spontanée; en mode VVI, on ne retrouve pas de marqueurs de détection atriale; on peut cependant voir sur l'EGM atrial, l'existence d'une activité atriale précédant le complexe QRS;



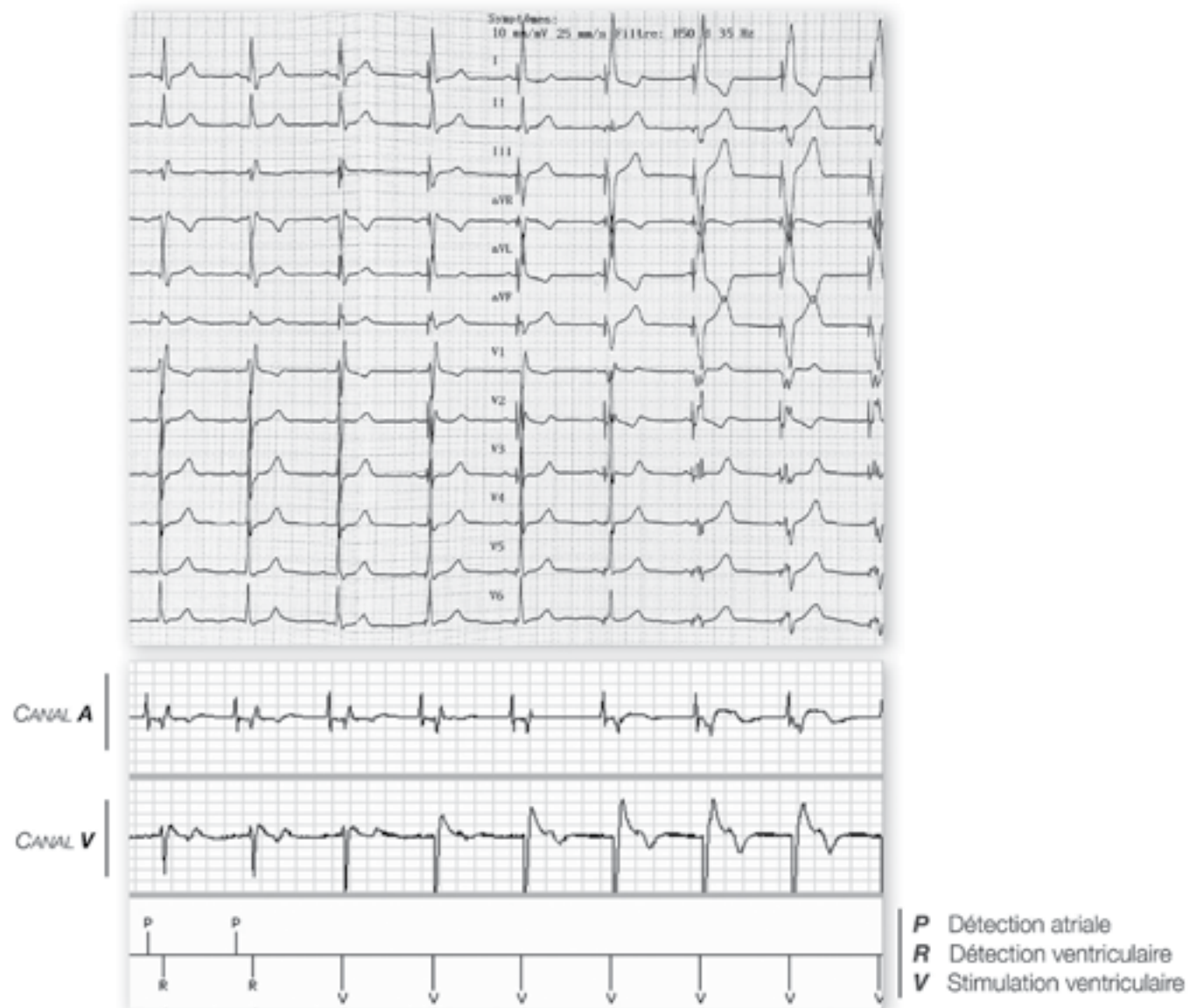
Patient

Même patient que tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 60 bpm
- C. DDI 60 bpm
- D. DDD 60 bpm
- E. VOO 60 bpm



TRACÉ

Mode VDD 60 battements/minute: au début du tracé, détection atriale (P) et détection ventriculaire (R); rythme > 60/mn; puis, ralentissement de la fréquence sinusale; sur un mode VDD, il n'est pas possible de stimuler l'oreillette; pour les stimulateurs MicroPort™, en mode VDD, il existe une période réfractaire atriale absolue précédant une stimulation ventriculaire à la fréquence minimale programmée (ici 60/mn, intervalle VV de 1 seconde); cette période réfractaire est en fait la conséquence d'une stimulation atriale virtuelle avec un vrai délai AV; l'onde P n'est donc plus détectée car tombant dans cette période réfractaire atriale; l'onde P rentre progressivement dans le complexe ventriculaire stimulé à la fin du vrai délai AV; perte de la synchronisation auriculo-ventriculaire quand la fréquence sinusale se ralentit en l'absence de possibilité de stimulation atriale; le stimulateur se comporte alors comme s'il était programmé en VVI;

COMMENTAIRES

Lorsque le stimulateur fonctionne en mode VDD, la détection s'effectue dans l'oreillette et dans le ventricule mais la stimulation ne s'effectue que dans le ventricule. Le mode VDD fournit une stimulation synchronisée sur l'oreillette détectée. S'il n'y a pas d'événement atrial, la stimulation est de type VVI à la fréquence de base. Le mode VDD peut être programmé sur un stimulateur double chambre traditionnel mais peut être également obtenu à partir d'un dispositif double chambre VDD à sonde unique portant deux électrodes atriales flottantes assurant la détection atriale, et les électrodes de stimulation/détection bipolaires ventriculaires. En revanche, toute stimulation atriale est impossible. Ce mode est donc acceptable en l'absence de dysfonction sinusale, et il convient de programmer une fréquence de base basse, éventuellement avec hystérésis de fréquence pour éviter le comportement VVI. En effet sur ce tracé, la programmation à 60 battements/minute est associée avec une perte de synchronisation auriculo-ventriculaire. Les algorithmes de protection contre les TRE doivent être programmés. Le repli doit également être programmé.

Les avantages des systèmes VDD à sonde unique sont

- 1) qu'une seule sonde est nécessaire permettant une procédure d'implantation parfois plus courte et permettant la réduction de la quantité de matériel endovasculaire nécessaire

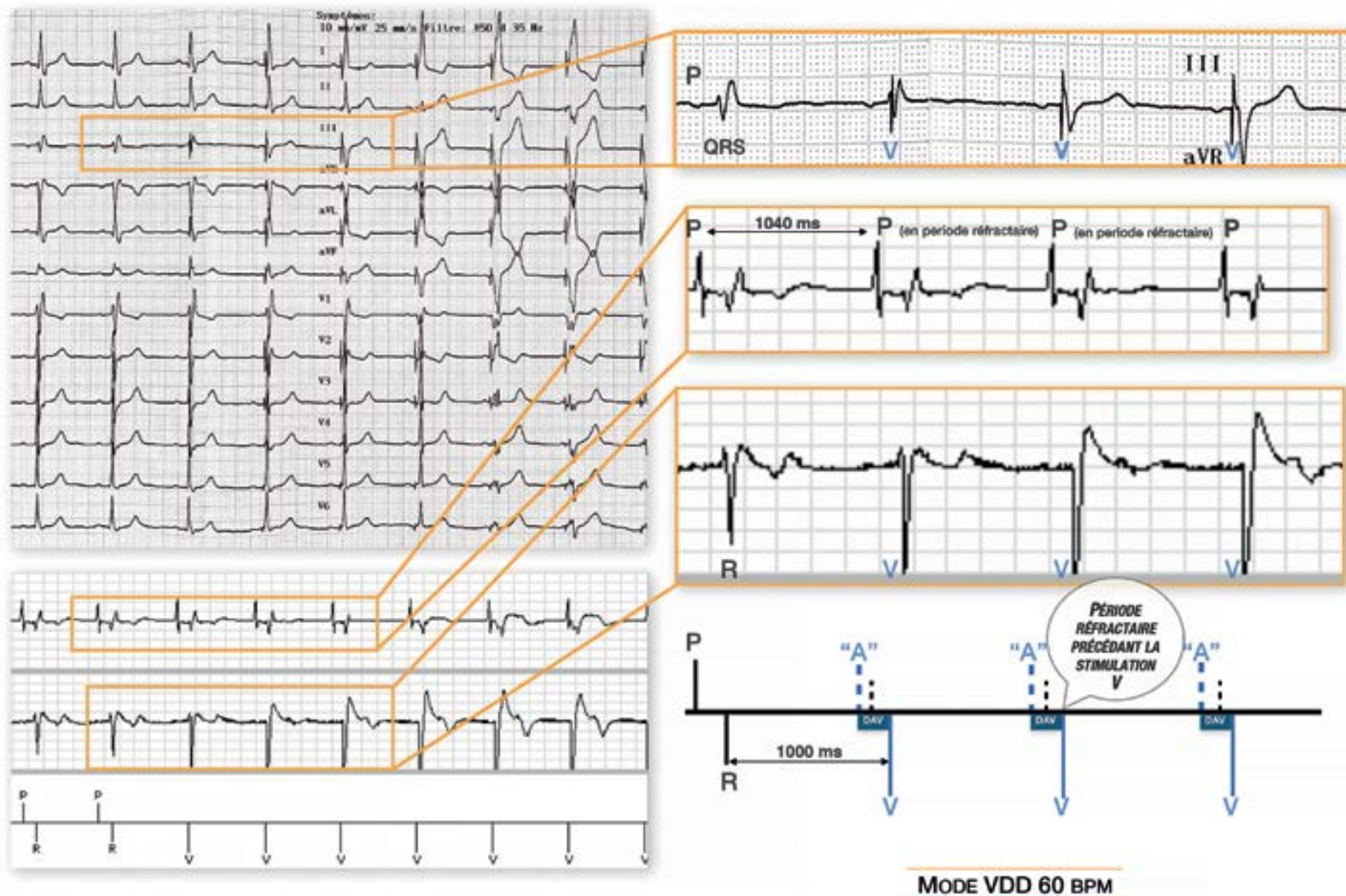
- 2) l'absence de traumatisme de la paroi atriale qui permet d'éviter une perforation et le développement de fibrose atriale
- 3) chez les patients sans dysfonction sinusale, la séquence d'activation atrio-ventriculaire physiologique est respectée.

Les inconvénients des systèmes VDD à sonde unique sont

- 1) que la détection atriale est parfois moins bonne qu'avec une sonde atriale séparée, car le dipôle atrial peut s'éloigner de la paroi, notamment lors de l'inspiration profonde et des mouvements cardiaques
- 2) de même, la détection des arythmies atriales est parfois moins bonne pour les mêmes motifs rendant les mémoires moins fiables
- 3) en cas de perte de détection atriale paroxystique à l'effort et de bloc auriculo-ventriculaire, la fréquence de stimulation revient à la fréquence de base avec possible chute brutale de fréquence, possible syndrome du pacemaker et risque de TRE
- 4) ce mode doit être évité en présence d'une dysfonction sinusale.

L'indication préférentielle du mode VDD est donc le bloc auriculo-ventriculaire complet avec fonction sinusale normale.

Le mode VDD n'est pas approprié pour les patients présentant une dysfonction sinusale, aucune stimulation atriale n'étant possible. Le mode VDD est adapté chez les patients avec bloc auriculo-ventriculaire complet, fonction sinusale et fonction chronotrope normales. Il est possible également d'implanter un système de stimulation spécifique VDD avec une seule sonde de stimulation/détection ventriculaire avec deux électrodes flottantes permettant la détection atriale. Le mode VDD fournit une stimulation synchronisée sur l'oreillette détectée; il faut donc programmer les algorithmes de protection contre les TRE et les algorithmes de repli.



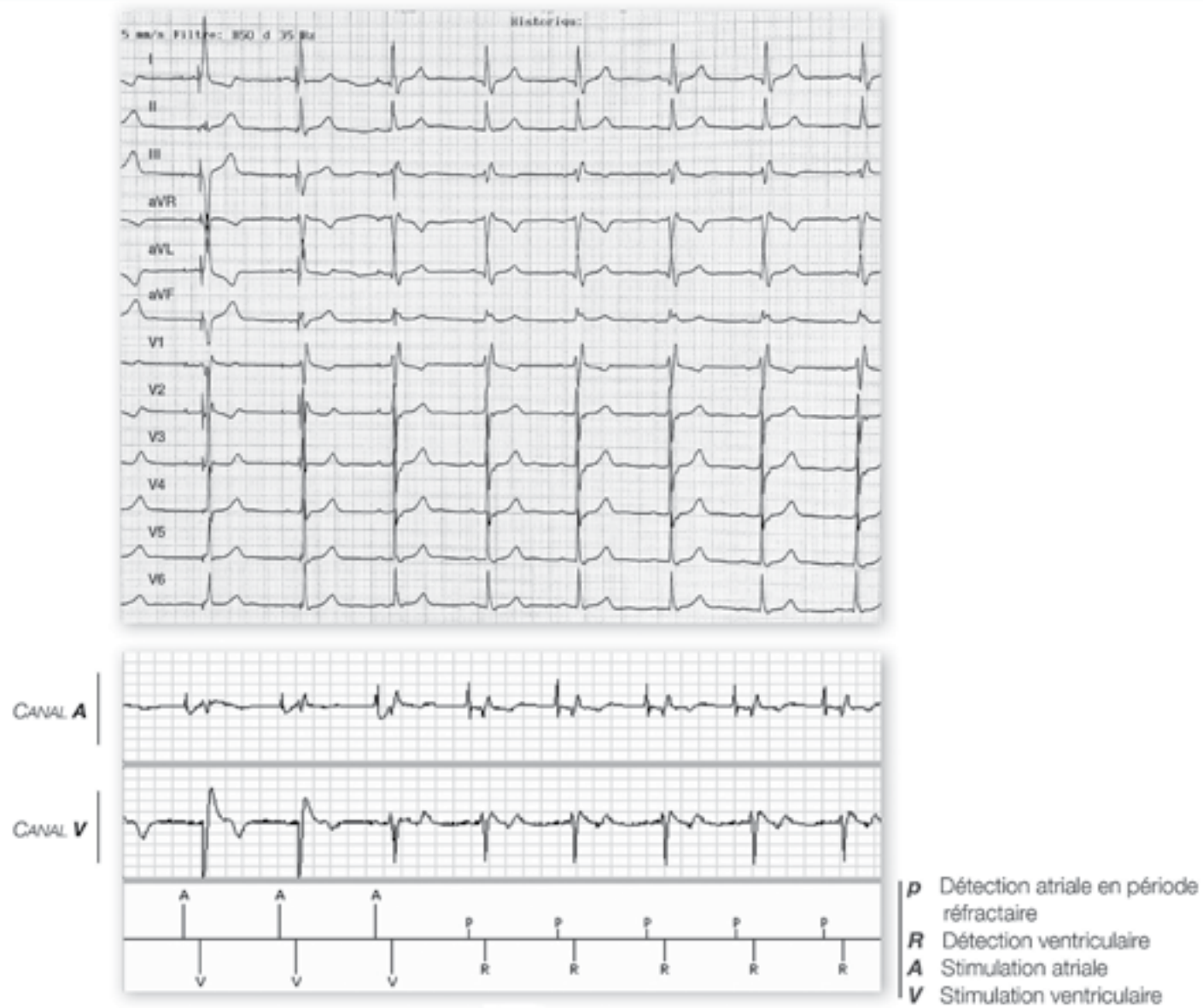
Patient

Même patient que tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 60 bpm
- C. DDI 60 bpm
- D. DDD 40 bpm
- E. DOO 60 bpm



TRACÉ

Mode DDI 60 battements/minute: au début du tracé, stimulation atriale (A) et ventriculaire (V) à la fréquence minimale programmée; puis, légère accélération du rythme sinusal qui devient supérieur à la fréquence minimale; à la suite d'une activité atriale spontanée (p) en période réfractaire relative), le stimulateur ne démarre pas de délai AV ce qui explique l'absence de stimulation ventriculaire et la présence d'un complexe QRS spontané;

COMMENTAIRES

Lorsque le stimulateur fonctionne en mode DDI, la stimulation atriale s'effectue à la fréquence minimale programmée. Après une stimulation atriale, la stimulation ventriculaire se produit à la fin du délai AV s'il n'y a pas d'évènement ventriculaire détecté pendant ce délai. Un évènement atrial détecté en dehors des périodes réfractaires inhibe la stimulation atriale et ne déclenche pas de délai AV. Ainsi, après une détection atriale et en l'absence de conduction AV spontanée, la stimulation ventriculaire survient à la fréquence minimale, dissociée de la détection atriale, comme dans un stimulateur VVI.

Le mode DDI fournit donc une stimulation séquentielle AV, double chambre, avec détection atriale et ventriculaire, mais sans suivi des oreillettes détectées. La synchronisation AV n'est assurée qu'à la fréquence de stimulation atriale en cours (fréquence de base, fréquence asservie ou fréquence lissée). Si l'oreillette est plus rapide que la fréquence de stimulation atriale, il y a inhibition de la stimulation atriale et absence de déclenchement de délai AV; quand les oreillettes sont spontanées il n'y a pas de synchronisation ventriculaire.

Ainsi, en cas de bloc auriculo-ventriculaire complet, les oreillettes spontanées ne synchronisent pas de stimulation ventriculaire si elles sont plus rapides que la fréquence de stimulation atriale en cours : le fonctionnement est alors équivalent au mode VVI. Ce fait explique l'absence d'emballement de la stimulation ventriculaire en cas de détection d'arythmie atriale, d'où l'utilisation du DDI comme mode de repli. C'est aussi la fonction choisie lorsque le stimulateur ne détecte pas correctement les arythmies atriales et ne se replie donc pas correctement, avec stimulation

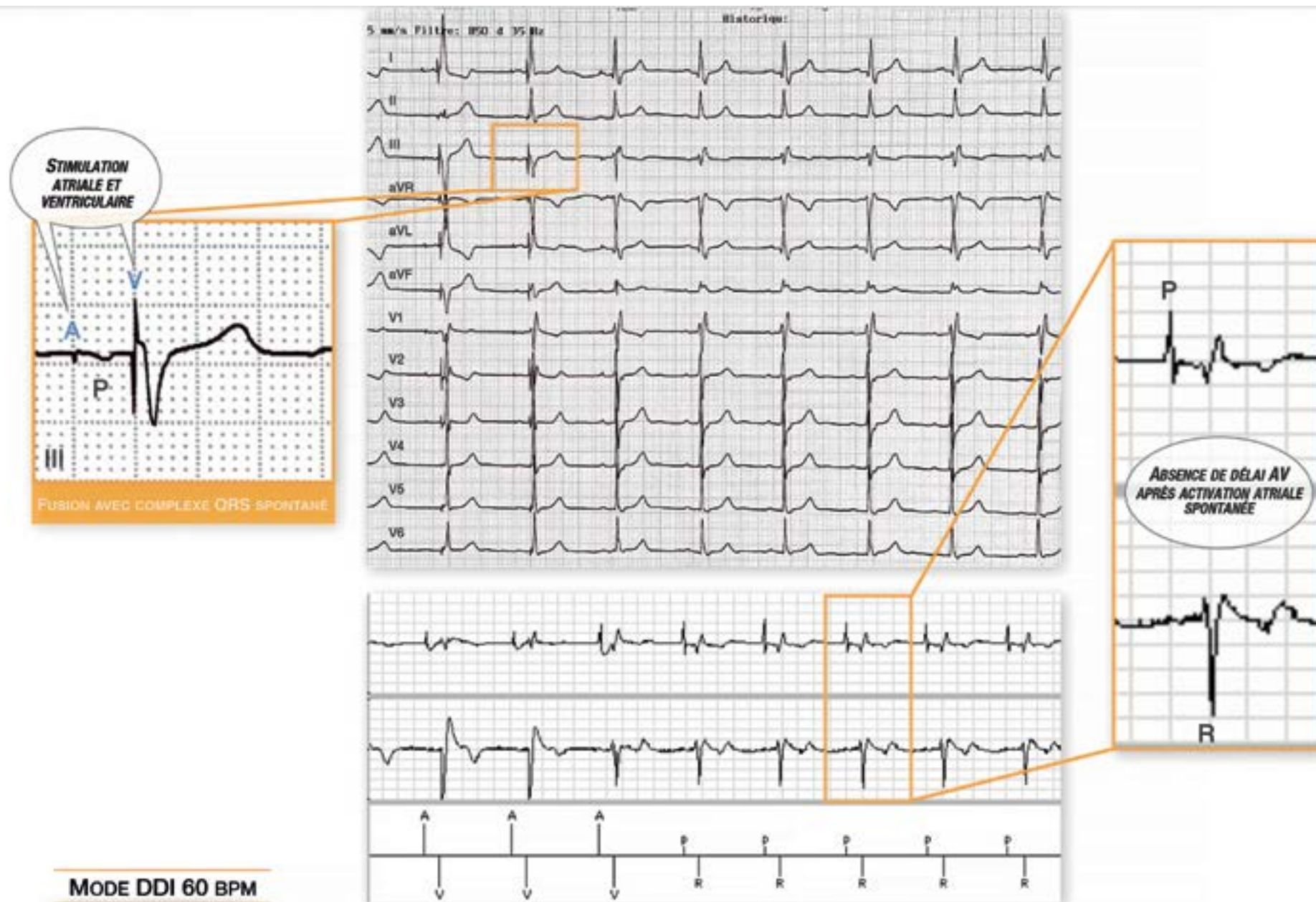
ventriculaire erratique. Ce choix de mode n'est pas satisfaisant chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire avec fonction sinusale normale (pas de synchronisation sur onde P détectée), mais est tout à fait acceptable si le patient, même en bloc auriculo-ventriculaire permanent, présente en plus une dysfonction sinusale engendrant une stimulation atriale permanente (puisque la stimulation atriale synchronise la stimulation ventriculaire). Le réglage de la fréquence de base est donc essentiel. Elle doit être plutôt élevée pour éviter la survenue d'une activation atriale spontanée et être associée à un asservissement de fréquence.

L'indication idéale de ce type de mode est le patient avec bloc auriculo-ventriculaire et maladie de l'oreillette associant passage en FA rapide (pas de risque d'emballement) et dysfonction sinusale permanente après réduction (stimulation A-V).

Mais attention, l'arythmie atriale qui surviendrait alors que le stimulateur a été programmé en DDI n'est pas enregistrée dans les mémoires.

Par ailleurs, chez un patient dépendant par bloc atrioventriculaire complet programmé en mode DDD, en cas d'arythmie atriale, le mode DDI en repli sera déclenché. Si l'on souhaite que le patient bénéficie d'une accélération de fréquence ventriculaire à l'effort pendant l'arythmie atriale, il faut programmer soit le mode DDDR, soit le mode DDD/DDIR. Avec ce dernier mode, la stimulation ventriculaire est synchronisée à l'oreillette sinusale, et pendant l'arythmie atriale le mode est DDIR en repli, asservi par la ventilation minute et le capteur G. Les accélérations de la fréquence de stimulation ventriculaire sont ainsi assurées, en rythme sinusal comme en cas d'arythmie atriale

Le mode DDI n'est pas adéquat pour les patients en bloc auriculo-ventriculaire complet avec fréquence atriale spontanée élevée, les ondes P spontanées ne synchronisant pas de délai AV. Ce mode de stimulation peut être programmé chez les patients en bloc auriculo-ventriculaire complet avec maladie de l'oreillette : en rythme sinusal, une dysfonction sinusale est observée résultant en une double stimulation auriculo-ventriculaire; lors d'un épisode d'arythmie, l'activité atriale spontanée rapide n'est pas suivie d'une stimulation ventriculaire rapide. Ce mode est particulièrement utile quand l'algorithme de repli dysfonctionne.



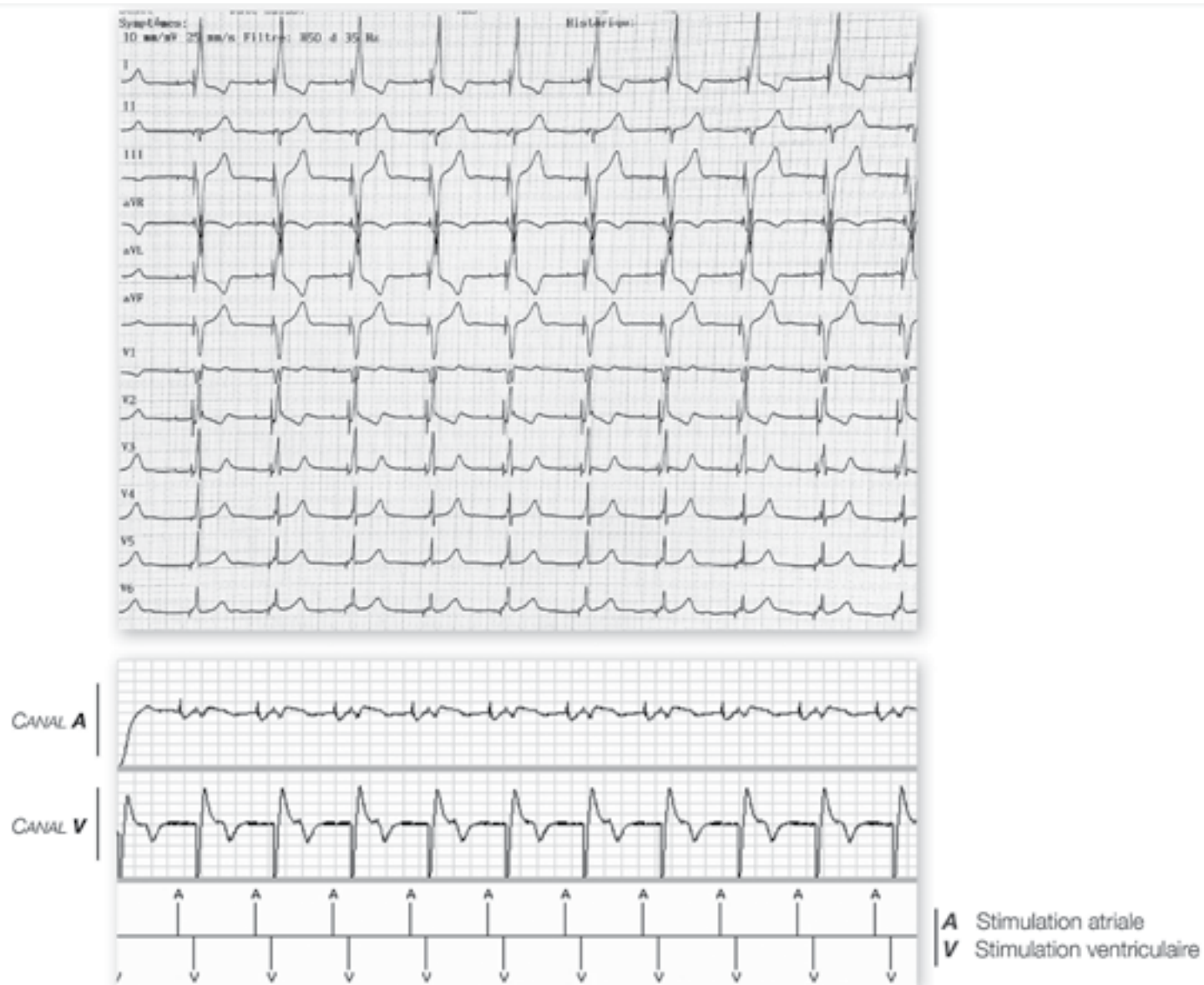
Patient

Même patient que tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 60 bpm
- C. DDI 60 bpm
- D. DDD 60 bpm
- E. DOO 60 bpm



TRACÉ

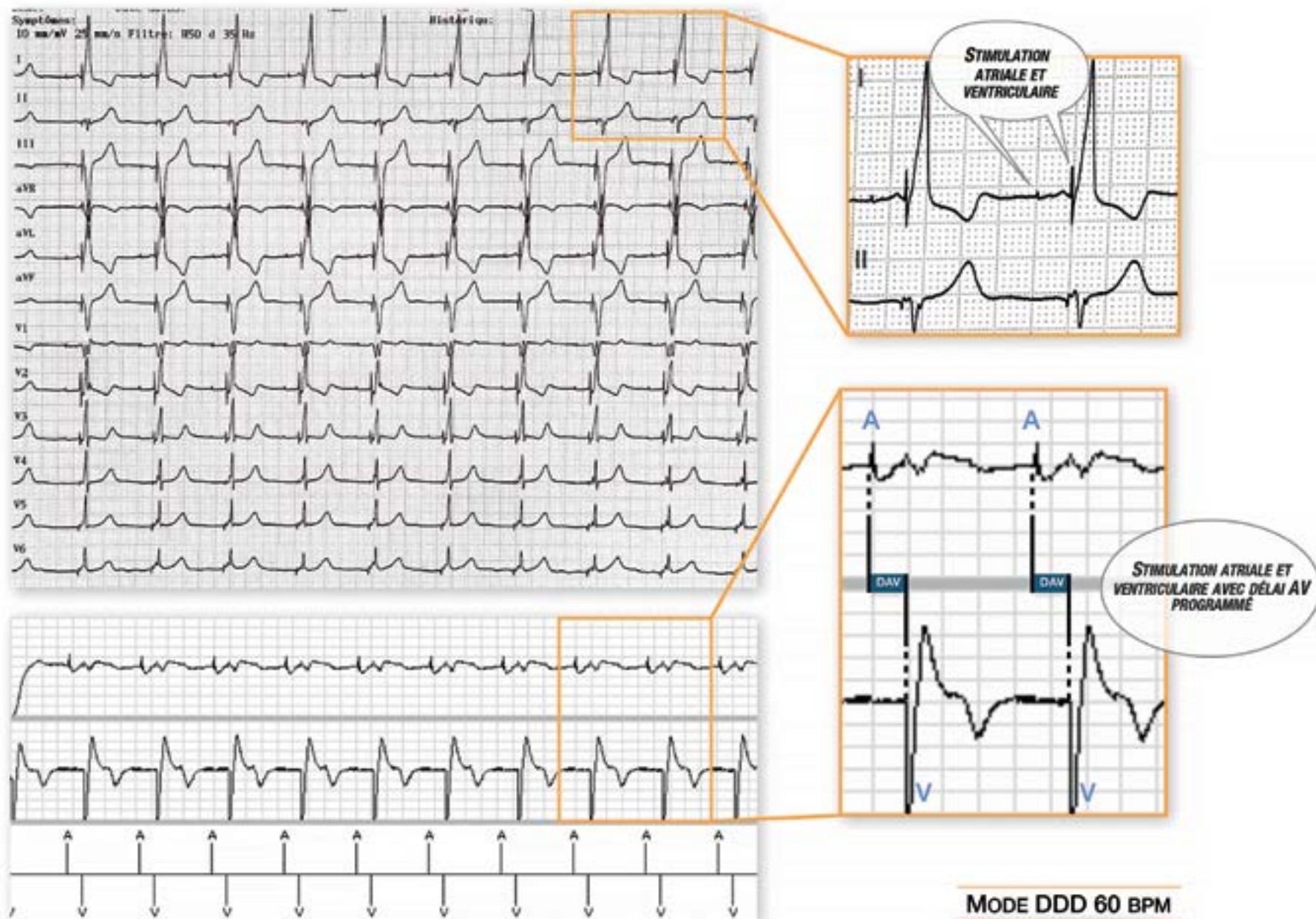
Mode DDD 60 battements/minute: stimulation atriale et stimulation ventriculaire après un délai atrio-ventriculaire programmable;

COMMENTAIRES

Le mode DDD correspond au mode de programmation standard des stimulateurs double chambre ou de resynchronisation. Il permet d'assurer une synchronisation auriculo-ventriculaire au repos comme à l'effort sur activité atriale détectée ou stimulée. En effet, le principe de base du mode DDD est de synchroniser la stimulation ventriculaire sur la détection (fonctionnement déclenché) ou la stimulation atriale. Une activité atriale ou ventriculaire spontanée détectée hors période réfractaire inhibe respectivement la stimulation atriale ou ventriculaire (fonctionnement inhibé). Ce mode permet donc de préserver un synchronisme atrio-ventriculaire pour des fréquences sinusales basses jusqu'à des fréquences élevées (limite de la fréquence maximale). Toute détection atriale en dehors de la période réfractaire entre fréquence de base et fréquence maximale synchrone ou stimulation atriale entraîne un délai AV avec stimulation ventriculaire en l'absence de détection ventriculaire spontanée. Les délais AV qui suivent les événements atriaux détectés et les événements atriaux stimulés sont programmables séparément; il est possible de programmer le raccourcissement des délais AV lorsque les fréquences augmentent (délai AV adaptable). En mode DDDR, le stimulateur suit la plus rapide des fréquences atriales, sinusale ou la fréquence indiquée par le capteur. La fréquence maximale synchrone et la fréquence maximale asservie ne sont pas programmables séparément chez MicroPort™.

La programmation du mode DDD semble donc satisfaisante chez ce patient. Cependant, le suivi permettrait probablement de mettre en évidence un pourcentage de stimulation ventriculaire proche des 100%. Cela correspondrait donc à un fonctionnement jugé normal et approprié. L'analyse en ODD a toutefois révélé que ce patient présente une conduction AV correcte. Une des priorités de la programmation d'un stimulateur est d'éviter toute stimulation ventriculaire droite inutile. Cela permet de réduire la consommation de la batterie et de prolonger la durée de vie de l'appareil et surtout, d'éviter une stimulation ventriculaire droite qui est associée à court, moyen et long termes avec des effets néfastes sur le plan hémodynamique, sur le remodelage ventriculaire et sur la survenue d'arythmies atriales. En effet, une stimulation ventriculaire droite induit une séquence d'activation et de relaxation inter-ventriculaire et intra-ventriculaire asynchrone avec retard d'activation de la paroi latérale gauche. Un pourcentage élevé de stimulation ventriculaire chez un patient présentant une conduction AV préservée doit interpellier le médecin au moment de l'interrogation et faire discuter de l'utilisation d'algorithmes spécifiques favorisant la conduction spontanée.

Le mode DDD est sensé répondre aux pathologies présentées par l'ensemble des patients implantés mais peut être associé avec un pourcentage élevé de stimulation ventriculaire délétère chez des patients présentant une conduction atrio-ventriculaire préservée.



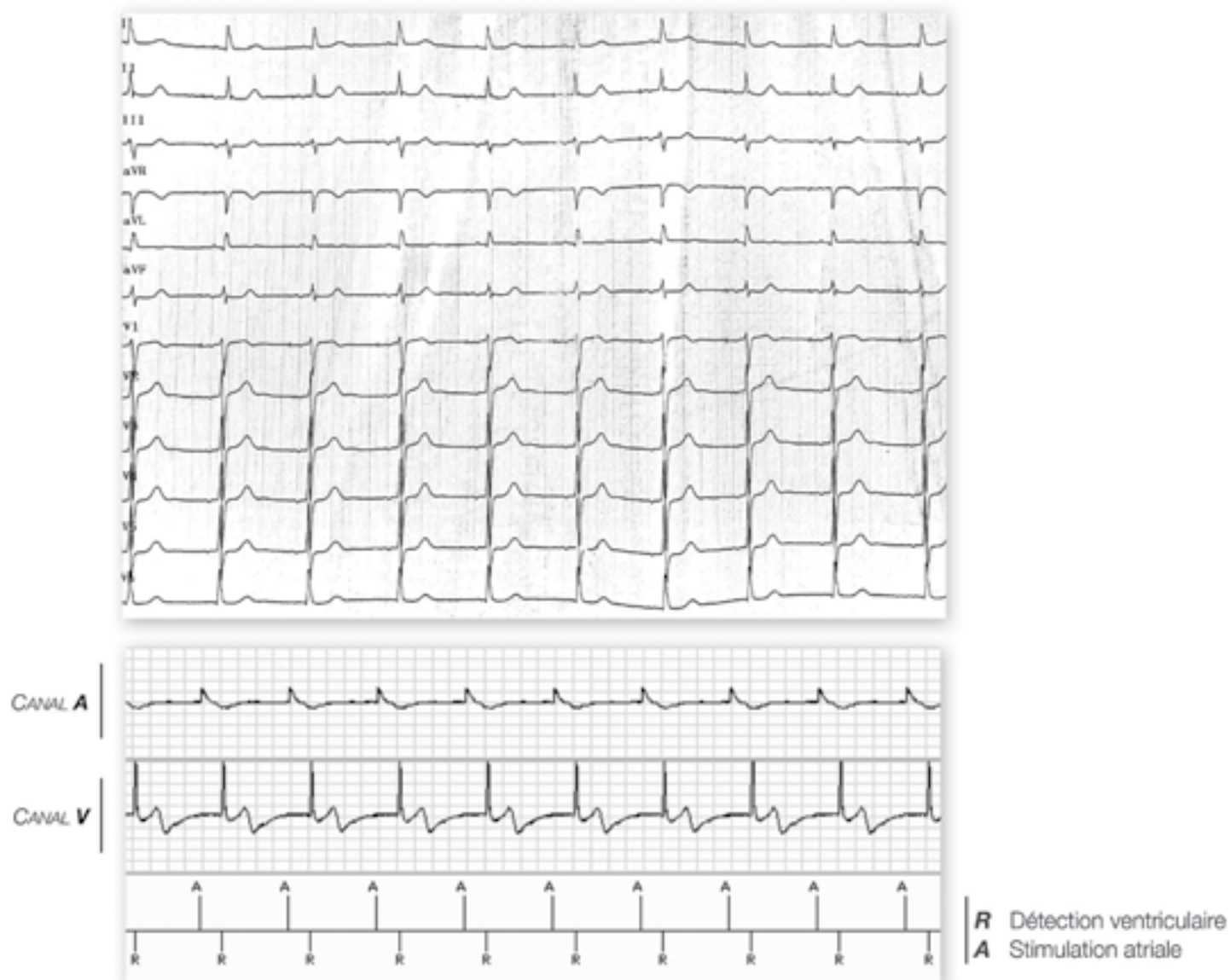
Patient

Même patient que tracé précédent;

Quizz

Quel mode est compatible avec ce tracé?

- A. VVI 60 bpm
- B. VDD 60 bpm
- C. DDI 60 bpm
- D. DDD 60 bpm
- E. AAI SafeR 60 bpm



TRACÉ

Mode SafeR 60 battements/minute: stimulation atriale et détection ventriculaire;

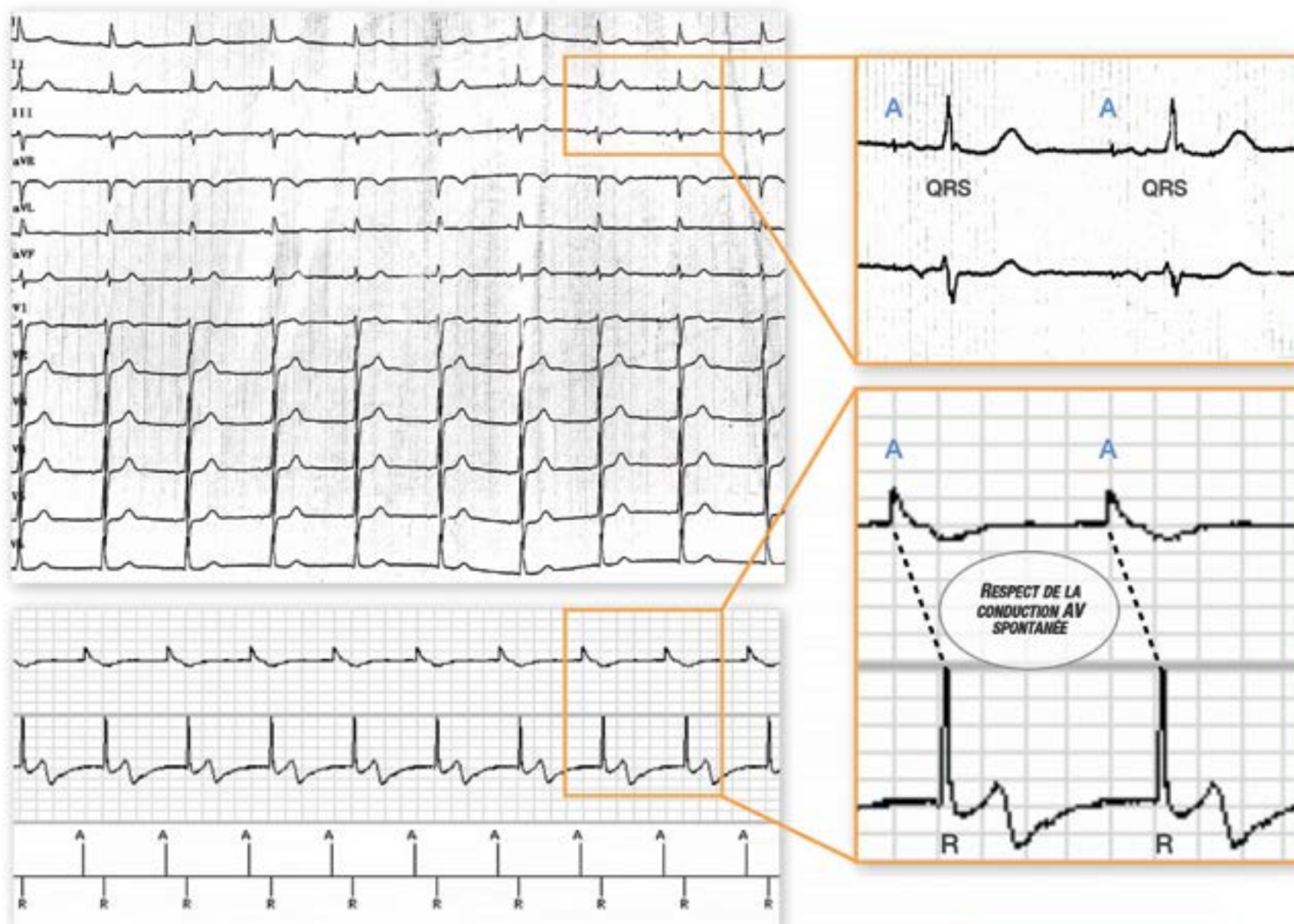
COMMENTAIRES

Il existe une littérature riche permettant de démontrer l'effet délétère d'une stimulation ventriculaire droite prolongée. De même, toute réduction du pourcentage de stimulation ventriculaire inutile permet d'économiser les batteries et d'optimiser la durée de vie du stimulateur. Différents modes ont été proposés par les constructeurs (SafeR pour les stimulateurs MicroPort™) pour réduire le pourcentage de stimulation ventriculaire sans compromettre la sécurité du patient lors de la survenue d'un trouble de conduction auriculo-ventriculaire. L'indication privilégiée de ce type de mode est donc l'existence d'une dysfonction sinusale avec conduction auriculo-ventriculaire préservée ou altérée de façon paroxystique.

Le mode SafeR, permet une stimulation en mode ADI tout en surveillant la conduction auriculo-ventriculaire. Le fonctionnement de cet algorithme sera expliqué en détails sur les tracés suivants.

Sur ce tracé, l'avantage majeur de cet algorithme paraît évident. En effet, comparativement à une stimulation en mode DDD, la programmation de ce mode permet de réduire considérablement le pourcentage de stimulation ventriculaire. Sur le long terme, cela devrait s'associer à un bénéfice en termes de remodelage ventriculaire et de survenue d'arythmie atriale. L'analyse du pourcentage de stimulation ventriculaire est donc un élément important du suivi chez un patient avec dysfonction sinusale, de façon à essayer de réduire au maximum la survenue de toute stimulation ventriculaire inutile.

Chaque constructeur a développé un mode de stimulation spécifique pour diminuer le pourcentage de stimulation ventriculaire droite inutile chez les patients non dépendants. Le fonctionnement particulier de ces différents modes doit être connu par le médecin pour pouvoir interpréter les spécificités de chaque tracé.



MODE SAFER 60 BPM

Stimulateur Cardiaque Implantable - chapitre 2

Mode SafeR

Patient

Homme de 65 ans porteur d'un stimulateur double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale avec espace PR modérément augmenté au moment de l'implantation (220 ms); programmation: mode SafeR-R, fréquence de base 55 bpm, fréquence maximale 130 bpm, commutation BAV 1 repos + effort, PR long max 350 ms, PR long min 250 ms, pause max 3 s; enregistrement dans les mémoires du stimulateur d'épisodes de commutation sur BAV I;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant le mode SafeR?

- A. le stimulateur commute après 6 cycles consécutifs avec un intervalle PR plus long que la valeur programmée
- B. le stimulateur commute après 2 cycles avec un intervalle PR plus long qu'une valeur fixe de 450 ms
- C. la valeur programmée pour le critère de BAV I correspond à l'intervalle PR sur onde P détectée
- D. un intervalle AR est considéré comme long si plus long que la valeur PR programmée + 100 ms
- E. un intervalle AR est considéré comme long si plus long que la valeur PR programmée + 50 ms



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Stimulation atriale (A) et détection ventriculaire (R); au début du tracé, intervalles AR oscillant entre 367 et 406 ms et donc inférieurs à la valeur programmée du PR long au repos (350 + 100 ms); allongement de l'intervalle AR dépassant la valeur programmée du PR long au repos (484 puis 515 ms) sur 6 cycles consécutifs; commutation en mode DDD (trait vertical) et stimulation ventriculaire (cycles AV) avec délai AV programmé;

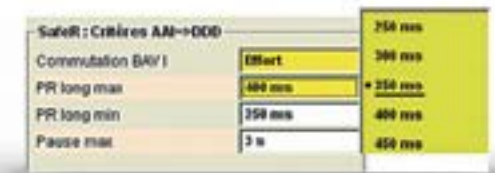
COMMENTAIRES

Sur un électrocardiogramme de surface, l'intervalle PR correspond au délai entre la dépolarisation de la première cellule auriculaire et la dépolarisation de la première cellule ventriculaire. L'intervalle PR peut être divisé entre onde P, dont la largeur est le témoin du temps de dépolarisation des 2 oreillettes, et segment PR, mesuré entre la fin de l'onde P et le début de l'onde R, qui traduit le délai de conduction dans le nœud auriculo-ventriculaire et le réseau de His-Purkinje. Le segment PR est le plus souvent isoélectrique, les structures traversées ne générant pas de signaux d'amplitude suffisante pour être détectés sur l'électrocardiogramme de surface.

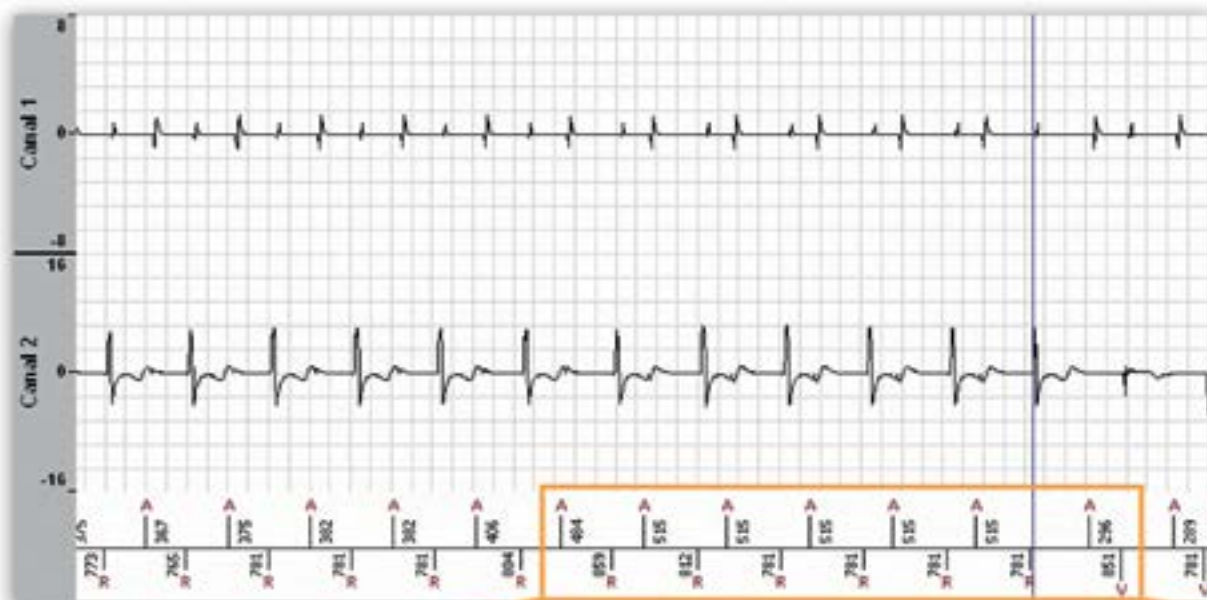
Le bloc auriculo-ventriculaire (BAV) du premier degré correspond à un simple allongement de l'intervalle PR qui dépasse les valeurs physiologiques; on retrouve un nombre égal d'ondes P et de complexes QRS et un espace PR, fixe, constant, dépassant 200 ms chez l'adulte; si la fonction sinusale est normale, il n'existe pas de bradycardie (ventricules à la même fréquence que les oreillettes). Le terme de BAV n'est donc pas approprié car il ne s'agit pas à proprement parler d'un bloc (interruption de la conduction) mais plutôt d'un ralentissement de la conduction.

Le mode SafeR a été conçu de façon à permettre une stimulation en mode ADI avec monitoring permanent de la conduction auriculo-ventriculaire et commutation vers le mode DDD lorsque le stimulateur détecte une altération de la conduction. Il existe 4 critères de commutation correspondant aux différents degrés de bloc auriculo-ventriculaire (BAVI, BAV II, BAV III, pause). Certains paramètres sont programmables, 3 concernent le critère de BAV I, afin d'apporter une réponse physiologique aux patients présentant un allongement paroxystique de l'intervalle PR. Les valeurs de PR maximales et minimales sont programmables ainsi que la possibilité d'activer ce paramètre uniquement à l'effort (commutation possible uniquement à l'effort) ou au repos + effort (commutation possible au repos et à l'effort). Le stimulateur commute vers le mode DDD quand l'intervalle PR dépasse la valeur limite programmée sur 6 cycles consécutifs (valeur non programmable). La valeur programmée correspond à la valeur limite sur une activation auriculaire spontanée (P). Pour une oreillette stimulée (A), la valeur limite correspond à la valeur détectée + 100 ms (non programmable).

Quelle valeur doit on programmer en termes de durée de PR maximale? A partir de quelle durée un intervalle PR doit être considéré comme trop long et doit on préférer une stimulation ventriculaire? La réponse à ces questions est complexe et doit intégrer différents paramètres: existence de symptômes, fraction d'éjection ventriculaire gauche, durée du complexe QRS. Chez un patient asymptomatique, avec fraction d'éjection normale et QRS fin, il est peut être souhaitable de favoriser la condition spontanée de façon à éviter l'activation asynchrone induite par la stimulation ventriculaire droite ainsi que l'augmentation de la consommation d'énergie en dépit d'un remplissage sub-optimal en rapport avec le PR long. Le paramètre peut alors être programmé sur effort seul ou alors sur repos + effort avec des valeurs de PR relativement longues (PR long max à 350-400 ms et PR long min à 250 ms).



En mode SafeR, le stimulateur commute quand l'intervalle PR dépasse une valeur programmable sur 6 cycles consécutifs; la valeur limite sur stimulation atriale est 100 ms plus longue que sur oreillette détectée.

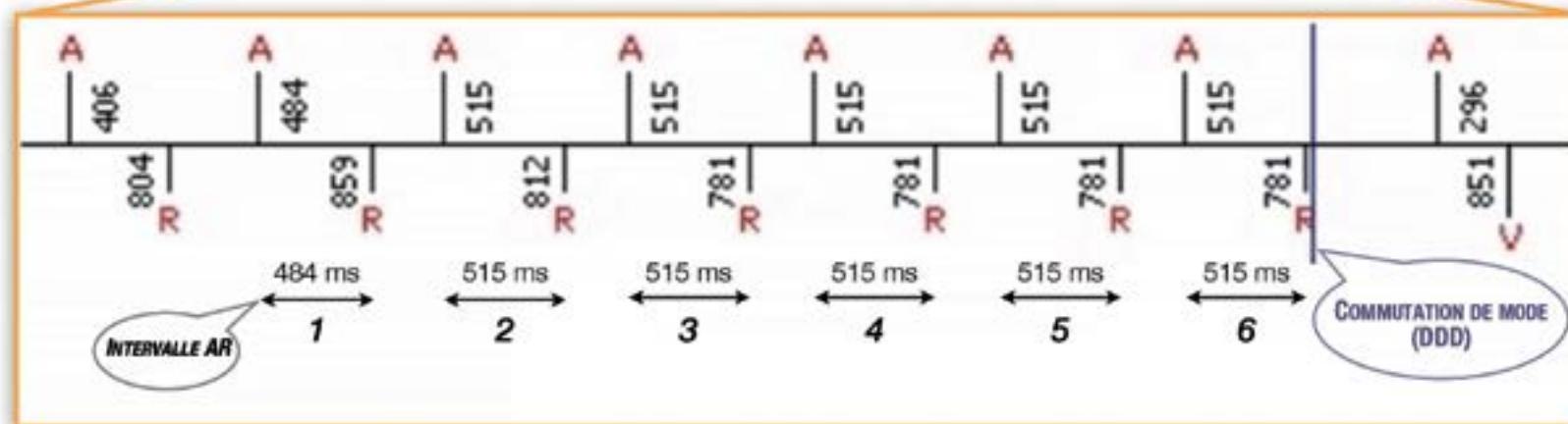
**Programmation:**

SafeR-R 55 bpm, BAV I repos et effort, PR long max 350 ms, PR long min 250 ms.

- ▶ AR long max 450 ms
- ▶ AR long min 350 ms

CRITÈRE BAV I

6 CYCLES CONSÉCUTIFS AVEC INTERVALLE
AR OU PR PLUS LONG QUE LA VALEUR
PROGRAMMÉE



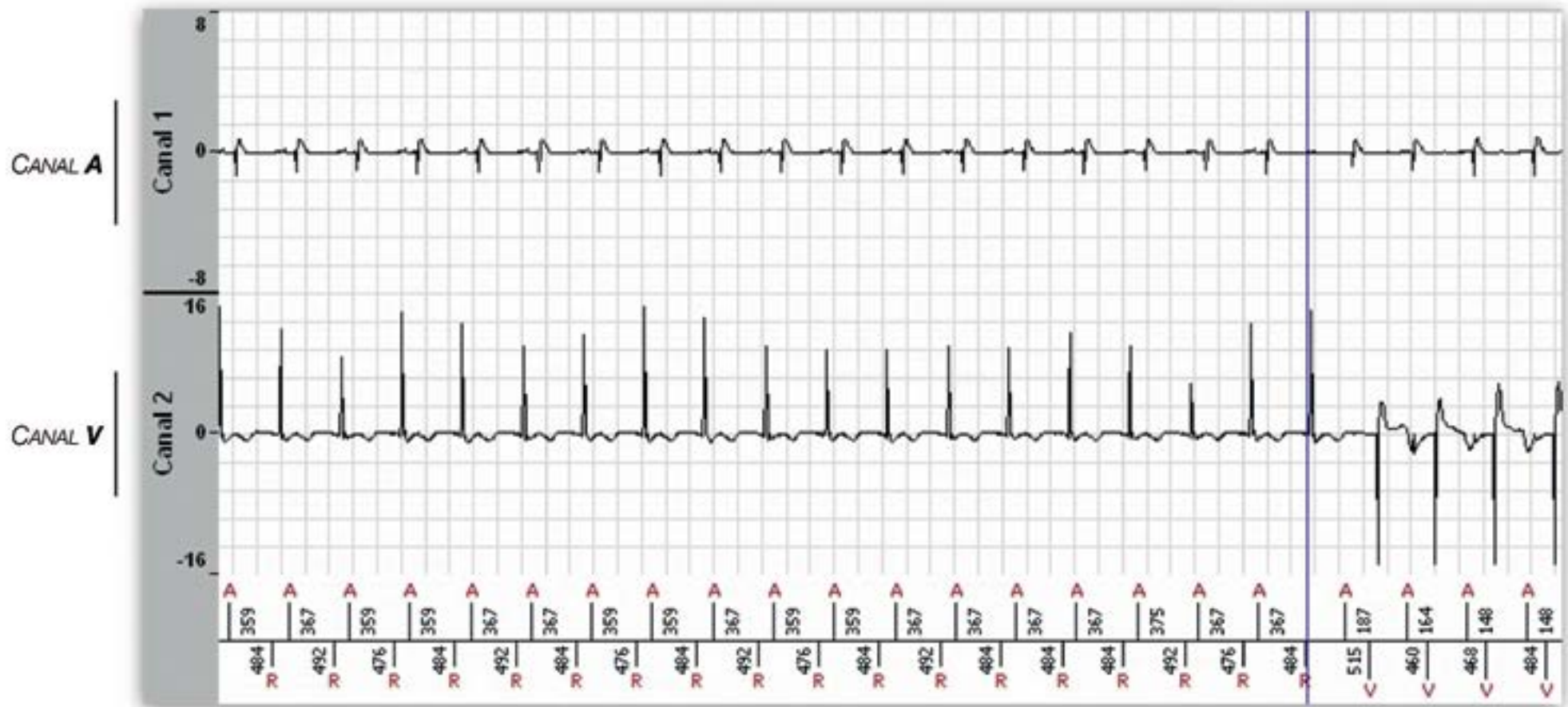
Patient

Homme de 68 ans porteur d'un stimulateur double chambre MicroPort™ Kora 100 DR pour dysfonction sinusale; programmation: mode SafeR-R, fréquence de base 60 bpm, fréquence maximale 130 bpm, commutation BAV I repos + effort, PR long max 350 ms, PR long min 250 ms, pause max 3 s; enregistrement dans les mémoires du stimulateur d'épisodes de commutations sur BAV I à l'effort;

Quizz

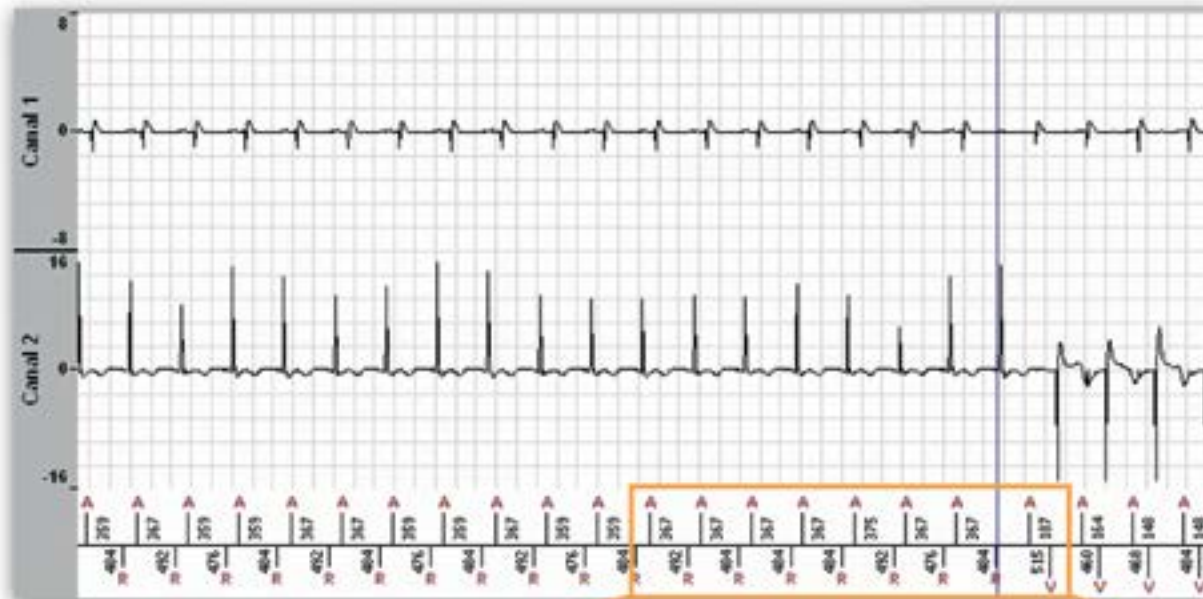
Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant le mode SafeR?

- A. le critère de BAV I peut être programmé sur repos + effort
- B. le critère de BAV I peut être programmé sur repos uniquement
- C. le critère de BAV I peut être programmé sur effort uniquement
- D. la fréquence définissant le début de l'effort est programmable
- E. la fréquence définissant la fin de l'effort est programmable



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

COMMENTAIRES



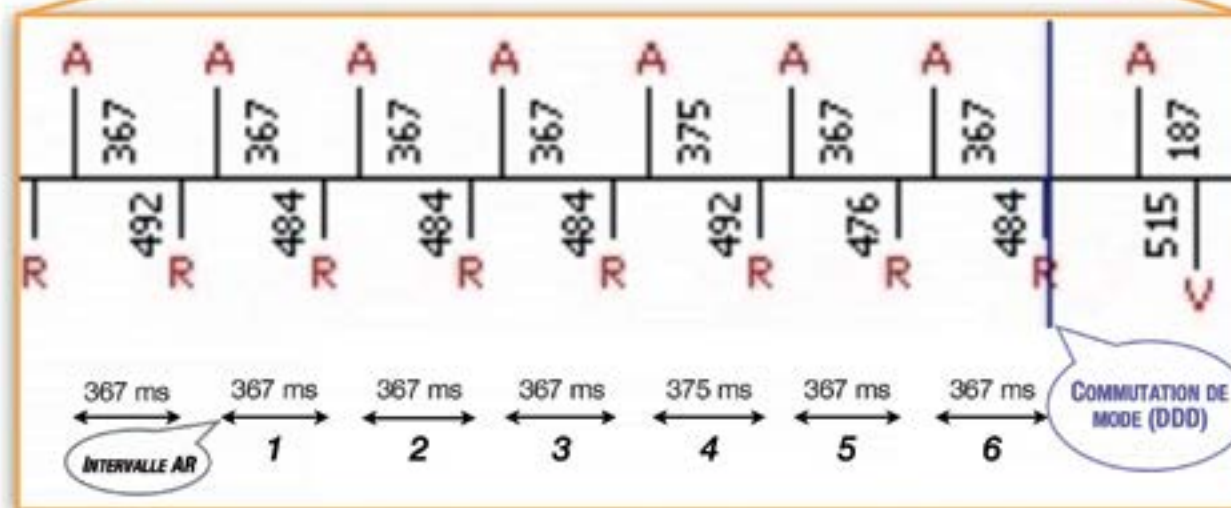
Programmation:

SafeR-R 60 bpm, BAV I repos et effort, PR long max 350 ms, PR long min 250 ms.

- ▶ AR long max 450 ms
- ▶ AR long min 350 ms

CRITÈRE BAV I EFFORT

VARIATION LINÉAIRE DE LA VALEUR
DÉFINISSANT L'INTERVALLE AR LIMITE EN
FONCTION DE LA FRÉQUENCE CARDIAQUE



Patient

Femme de 62 ans porteur d'un stimulateur double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale et BAV paroxystique; programmation: mode SafeR-R, fréquence de base 60 bpm, fréquence maximale 130 bpm;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant le mode SafeR?

- A. le critère de BAV II peut être programmé à l'effort uniquement
- B. le critère de BAV II peut être programmé au repos uniquement
- C. le stimulateur commute si 2 ondes P non consécutives sur 6 sont bloquées
- D. le stimulateur commute si 2 ondes P non consécutives sur 4 sont bloquées
- E. le stimulateur commute si 3 ondes P non consécutives sur 12 sont bloquées



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, stimulation atriale avec conduction atrio-ventriculaire spontanée; bloc auriculo-ventriculaire du second degré avec alternance entre une stimulation atriale conduite et une stimulation atriale bloquée (aspect de bloc 2/1); après 3 stimulations atriales bloquées non consécutives, le critère de BAV II est rempli (paramètre non programmable, 3 activités atriales sur 12 bloquées); commutation en mode DDD (trait vertical);

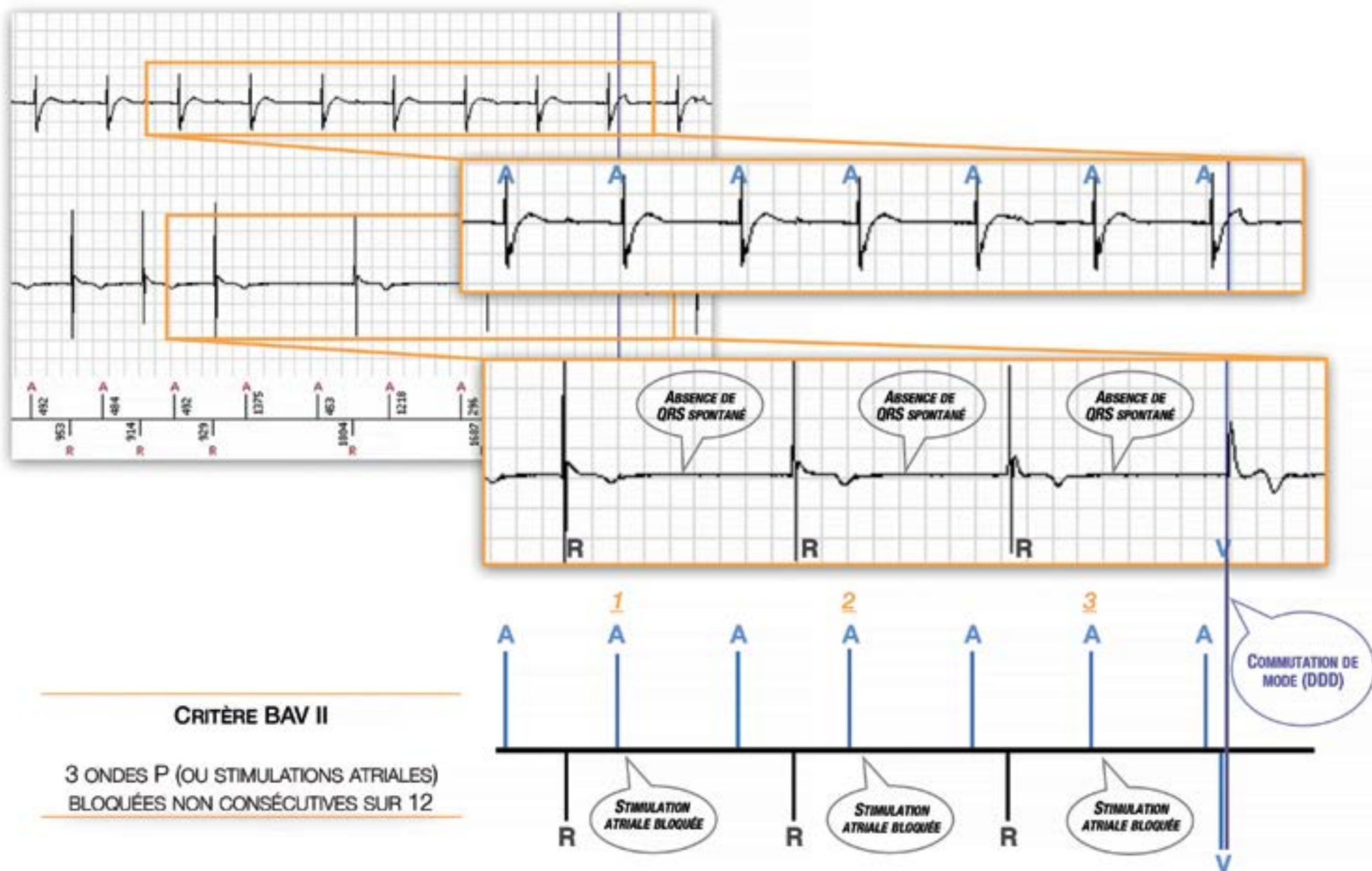
COMMENTAIRES

Le bloc auriculo-ventriculaire du second degré type 1 (Mobitz 1) est défini par la présence intermittente d'une onde P bloquée avec un intervalle PR variable. Le BAV du second degré type Luciani-Wenckebach correspond à un allongement progressif de l'espace PR jusqu'à la survenue d'une onde P bloquée; après la pause, l'onde P suivante est conduite avec un intervalle PR revenant à la valeur de base puis la même séquence se reproduit (périodes de Luciani-Wenckebach). Ces périodes peuvent être plus ou moins longues, comportant entre 2 et 10 ondes P conduites pour une onde P bloquée. Le BAV du second degré type 1 correspond très majoritairement à un trouble de la conduction situé au niveau du nœud atrio-ventriculaire et à une exagération de la conduction décrémente. Ce siège explique la morphologie le plus souvent normale des complexes QRS. Lors d'une exploration électrophysiologique, un ralentissement nodal se traduit par un allongement progressif de l'espace AH, l'intervalle HV étant normal et l'onde P bloquée n'étant pas suivie d'un potentiel hisien. Les indications d'implantation dans le cadre du BAV du second degré type 1 sont controversées. La relation de causalité entre le trouble de conduction et la survenue de symptômes est difficile à établir, particulièrement quand les symptômes sont modestes et peu spécifiques. Il existe dans les recommandations européennes, une indication classe IIA quand un BAV du second degré type I est responsable de symptômes ou que la localisation du trouble de conduction est intra- ou infra-hisienne (risque majeur d'évolution vers un bloc auriculo-ventriculaire complet) lors d'une exploration électrophysiologique.

Le bloc auriculo-ventriculaire du second degré type 2 (Mobitz 2) est beaucoup plus rare que le type 1; les ondes P bloquées non suivies de QRS surviennent inopinément, sans allongement préalable de l'espace PR. L'électrocardiogramme montre donc un blocage intermittent de l'onde P; la récurrence des ondes P bloquées peut être régulière mais est le plus souvent irrégulière; le nombre d'ondes P bloquées est généralement majoré par les manœuvres qui augmentent la fréquence cardiaque (effort, atropine) et inversement pour les manœuvres qui la diminuent. L'intervalle PR des complexes conduits est constant. Les pauses ventriculaires sont de durée double de l'intervalle RR normal. Le BAV II type 2 est la plupart du temps la conséquence d'une lésion anatomique dégénérative irréversible. L'enregistrement des potentiels du faisceau de His montre que l'origine du blocage intermittent se situe habituellement dans la partie distale du faisceau de His ou dans une des trois branches, les 2 autres étant déjà bloquées (bloc intra- ou infra-hisien). Cela explique la constance de l'espace PR avant et après l'onde P bloquée, la conduction se faisant selon le principe du tout ou rien. Ce type de bloc constitue une indication indiscutable de pose de stimulateur. En effet, la progression vers le BAV III est fréquente; de plus, en raison de la localisation du bloc, les échappements potentiels sont bas situés et sont souvent lents et instables majorant le risque de syncope ou de mort subite.

Dans l'algorithme SafeR, le critère de BAV II est non programmable. Le stimulateur commute vers le mode DDD quand 3 activités atriales (détectées hors période réfractaire relative ou stimulées) sur 12 sont bloquées. Le ratio entre ondes P bloquées et ondes P conduites conduisant à une commutation ne peut pas être modifié.

Le BAV du second degré type 1 avec séquences de Luciani-Wenckebach correspond à un allongement progressif de l'espace PR jusqu'à la survenue d'une onde P bloquée. Le BAV du second degré type 2 (Mobitz 2) correspond à la survenue d'une onde P bloquée sans modification préalable de l'espace PR (PR constant avant et après la pause). Quand le mode SafeR est programmé, le stimulateur commute en mode DDD quand 3 activités atriales sur 12 sont bloquées (ratio non programmable): critère de BAV II.



Patient

Même patiente que tracé précédent;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant le mode SafeR?

- A. le stimulateur commute quand 2 ondes P consécutives sont bloquées
- B. le stimulateur commute quand 2 stimulations atriales consécutives sont bloquées
- C. le nombre d'ondes P bloquées définissant le critère de BAV III est programmable
- D. les critères de BAV III et de pause peuvent être remplis sur un même tracé
- E. le critère de BAV III peut être déprogrammé avec maintien du critère de BAV II et de BAV I



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, stimulation atriale avec conduction atrio-ventriculaire spontanée; 2 stimulations atriales consécutives bloquées; le critère de BAV III est rempli (paramètre non programmable, 2 activités atriales consécutives bloquées); commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

Le diagnostic de bloc auriculo-ventriculaire complet se définit par l'interruption complète de la conduction auriculo-ventriculaire et repose sur l'existence d'une dissociation auriculo-ventriculaire, les oreillettes et les ventricules étant sous le contrôle de pacemakers indépendants, avec une fréquence ventriculaire plus lente que la fréquence auriculaire. Il n'existe pas de relation entre les ondes P et les complexes QRS, les intervalles PR sont variables sans séquence répétitive.

Un rythme d'échappement chez un patient en BAV III est généralement régulier, l'électrocardiogramme montrant la dissociation atrio-ventriculaire et la présence d'une bradycardie ventriculaire régulière avec des complexes QRS monomorphes. Parfois, l'échappement peut être instable ou absent, son activité se ralentissant ou s'interrompant brutalement, ce qui occasionne la survenue de symptômes plus ou moins graves en fonction

de la durée de la pause et pouvant aller jusqu'à la mort subite.

Dans l'algorithme SafeR, le critère de BAV III est non programmable. Ce critère n'est pas basé sur l'existence d'une dissociation auriculo-ventriculaire (rythme ventriculaire plus lent et dissocié par rapport au rythme atrial, avec échappement ventriculaire régulier) mais sur l'existence d'ondes P bloquées consécutives. Le stimulateur commute donc vers le mode DDD quand 2 activités atriales (détectées hors période réfractaire ou stimulées) consécutives sont bloquées. Le nombre d'activités atriales bloquées consécutives conduisant à une commutation ne peut pas être modifié.

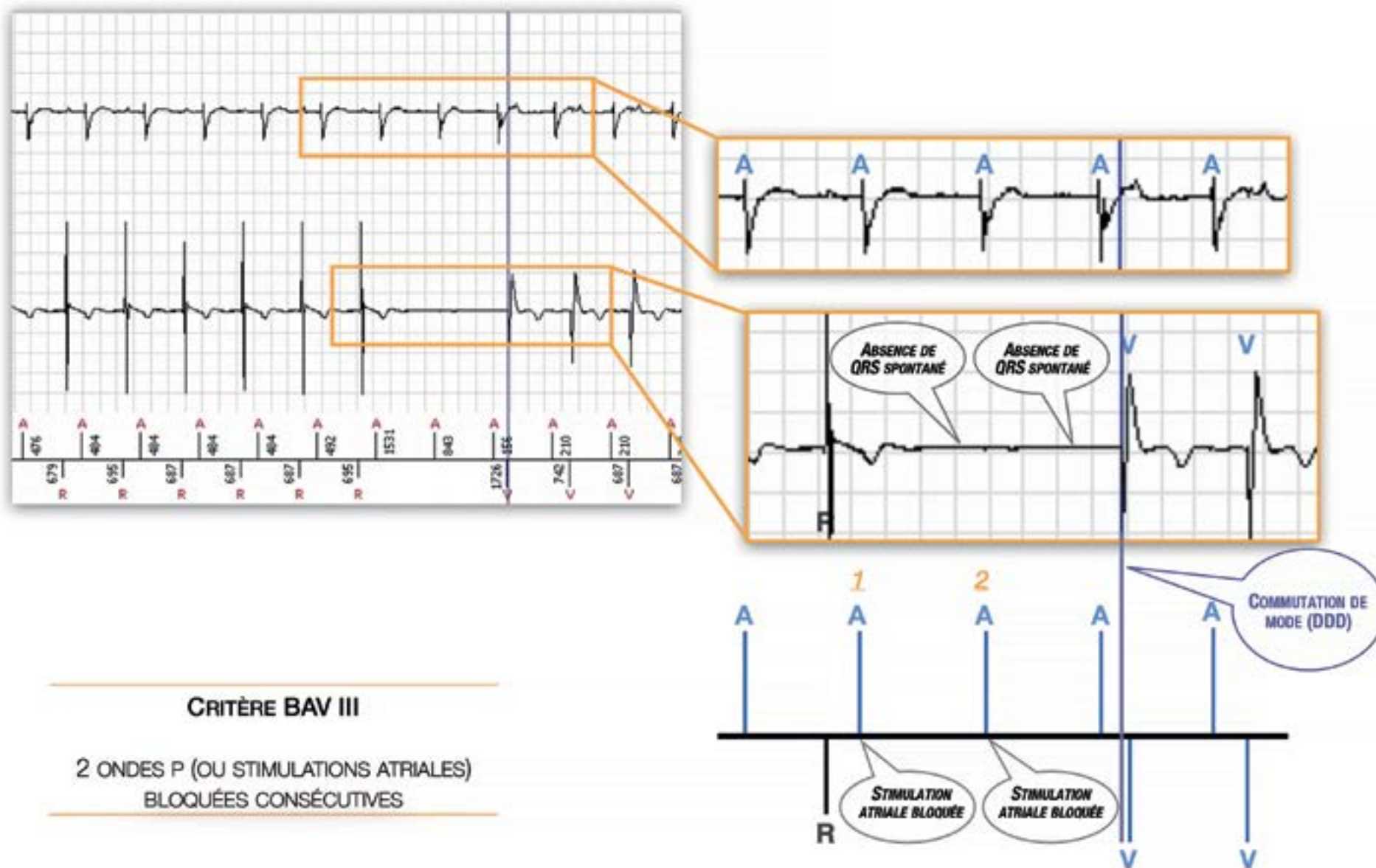
L'interrogation des mémoires permet de voir en détails le nombre de commutations et la répartition entre commutations sur critère de BAV I, BAV II, BAV III ou Pause.

Synthèse des Episodes BAV				
	Jour		Nuit	Total
	Jour effort	Jour repos		
Pause	-	5 (45%)	6 (55%)	11
BAV I	13 (100%)	-	-	13
BAV II	523 (6%)	5924 (62%)	3039 (32%)	9486
BAV III	-	5 (56%)	4 (44%)	9
Episodes BAV	11 (8%)	2563 (63%)	1711 (47%)	4487

Total commutation depuis le dernier suivi : 9519
Un épisode BAV peut engendrer plusieurs commutations

MODE SafeR	
Fonctionnement AAJ	78%
Ondes P bloquées	489
Stimulations auriculaires bloqu.(dont ass.)	99086 (67%)
Commutions AAJ=>DDD	9727
AAJ=>DDD sur Pause	11
AAJ=>DDD sur BAV III	9
AAJ=>DDD sur BAV II	9486
AAJ=>DDD sur BAV I	13
AAJ=>DDD de sécurité	208
Episodes de BAV	4687
Episodes de sécurité	114

Le diagnostic de BAV complet se définit par l'interruption complète de la conduction auriculo-ventriculaire suite à un bloc de conduction situé au niveau de la jonction, du faisceau de His ou des branches. Plus le bloc auriculo-ventriculaire est bas situé (trouble de conduction distal), plus grand est le risque que l'échappement soit lent, fragile et intermittent ce qui explique le risque accru de syncope ou de mort subite. Quand le mode SafeR est programmé, le stimulateur commute en mode DDD quand 2 activités atriales consécutives sont bloquées: critère de BAV III.



Patient

Même patiente que tracé précédent;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant le mode SafeR?

- A. le critère de pause n'est pas programmable et est fixe à 2 s
- B. le critère de pause n'est pas programmable et est fixe à 3 s
- C. le critère de pause est programmable à 2 ou 3 s
- D. le critère de pause est programmable à 2, 3 ou 4 s
- E. le critère de pause est programmable à 2, 3, 4 ou 5 sc



- R** Détection ventriculaire
- A** Stimulation atriale
- V** Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, stimulation atriale avec conduction atrio-ventriculaire spontanée; stimulation atriale bloquée; pause ventriculaire; après 2 secondes, le critère de pause est rempli (paramètre programmable: pause de 2, 3 ou 4 secondes); commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

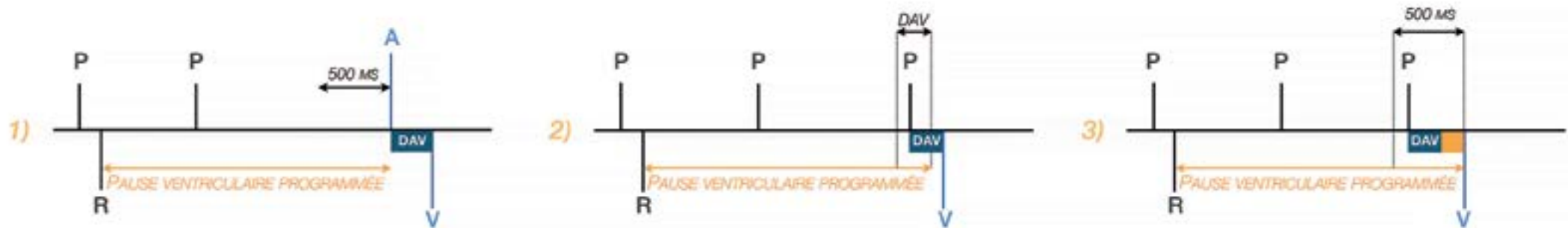
Le quatrième critère de commutation vers le mode DDD est l'existence d'une pause ventriculaire programmable à 2, 3 ou 4 secondes. La durée de la pause ventriculaire peut dépasser légèrement la valeur programmée de façon à pouvoir synchroniser l'activation atrio-ventriculaire au moment de la commutation:

1) la durée de la pause correspond à la valeur programmée + le délai AV de repos: ce cas de figure survient quand aucune dépolarisation atriale ne s'est produite dans les 500 ms précédant la fin de la durée de la pause programmée; le dispositif stimule l'oreillette à la fin de la pause programmée puis le ventricule à la fin du délai AV programmé puis commute en mode DDD.

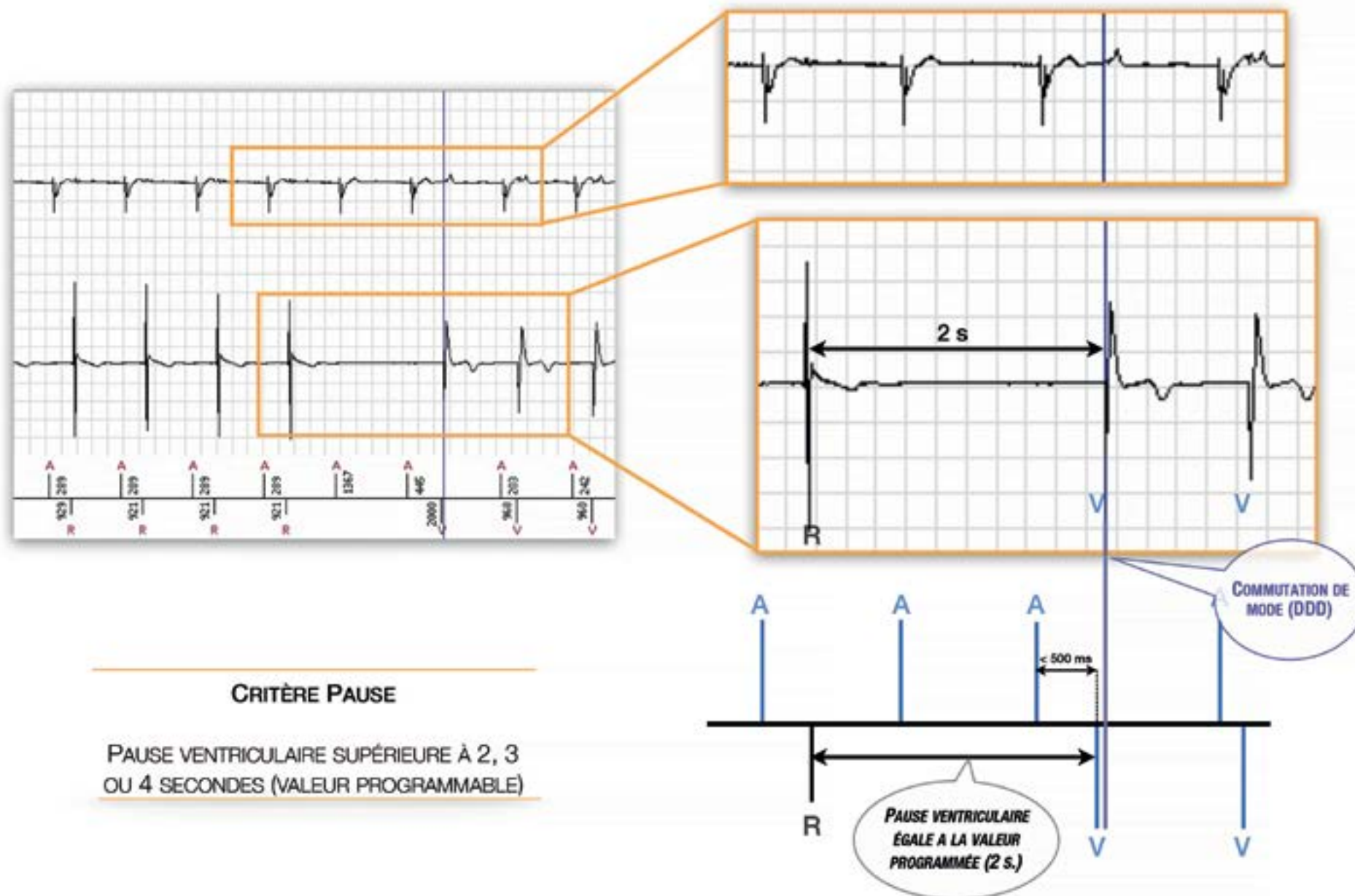
2) la durée de la pause correspond à la valeur programmée + une durée moindre que le délai AV de repos: ce cas de figure survient quand la dépolarisation atriale spontanée se produit juste avant la fin de la pause programmée (valeur moindre que le délai AV programmé); le dispositif stimule le ventricule à la fin du délai AV programmé puis commute en mode DDD.

3) la durée de la pause correspond à la valeur programmée: cela survient quand une dépolarisation atriale spontanée se produit dans les 500 ms précédant la fin de la durée de la pause programmée; le dispositif allonge sur un cycle le délai AV pour stimuler exactement à la fin de la durée programmée de la pause puis commute en mode DDD.

Quand la fréquence minimale est programmée de façon traditionnelle (de l'ordre de 50 à 60 bpm), les critères de pause et de BAV III peuvent se chevaucher ou s'exclure. En effet, dans ce cas de figure si la pause est programmée à 4 secondes, le critère de BAV III (2 activités atriales consécutives) sera rempli avant le critère de pause et la durée maximale de la pause ne sera jamais atteinte. A l'opposé, quand le critère de pause est programmé à 3 secondes, les 2 critères peuvent être remplis sur un même tracé.



Le critère de pause a été conçu pour éviter la survenue d'une pause ventriculaire prolongée dépassant 2, 3 ou 4 secondes. Quand la fréquence minimale est programmée à 60 bpm, une durée de pause de 4 secondes ne peut pas être atteinte, le critère de BAV III étant rempli avant.



Patient

Homme de 67 ans porteur d'un stimulateur double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale et BAV paroxystique;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) concernant le mode SafeR quand le stimulateur a commuté en mode DDD?

- A. le stimulateur re-commute en mode ADI après 10 évènements ventriculaires détectés consécutifs
- B. le stimulateur re-commute en mode ADI après 12 évènements ventriculaires détectés consécutifs
- C. le stimulateur re-commute en mode ADI systématiquement après 100 cycles ventriculaires stimulés
- D. le stimulateur re-commute en mode ADI systématiquement après 50 cycles ventriculaires stimulés
- E. le stimulateur re-commute en mode ADI systématiquement après 20 cycles ventriculaires stimulés



A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, stimulation atriale (A) et stimulation ventriculaire (V); après 100 cycles stimulés ventriculaires, re-commutation en mode ADI; critère de BAV III rempli (2 stimulations atriales consécutives bloquées); nouvelle commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

Nous avons vu sur les tracés précédents les 4 critères permettant une commutation du mode ADI vers le mode DDD. Le stimulateur recherche alors épisodiquement l'existence d'un retour d'une conduction atrio-ventriculaire normale. Une connaissance précise du mode de recherche d'un retour de la conduction atrio-ventriculaire quand le stimulateur a commuté en mode DDD est essentielle à la compréhension des spécificités des différents algorithmes de diminution de la stimulation ventriculaire droite. En effet, les philosophies diffèrent en fonction des compagnies conduisant à une efficacité et l'existence de complications différentes. Schématiquement, 2 options s'opposent: 1) hystérésis du délai AV (Boston Scientific™, St Jude Medical™ et Biotronik™) avec un risque de déclenchement d'épisodes de TRE mais sans possibilité d'observer des ondes P bloquées 2) commutation vers le mode ADI (MicroPort™, Medtronic™) avec une réduction du risque d'induction d'une TRE mais possibilité d'observer une pause ventriculaire si la conduction atrio-ventriculaire est durablement altérée.

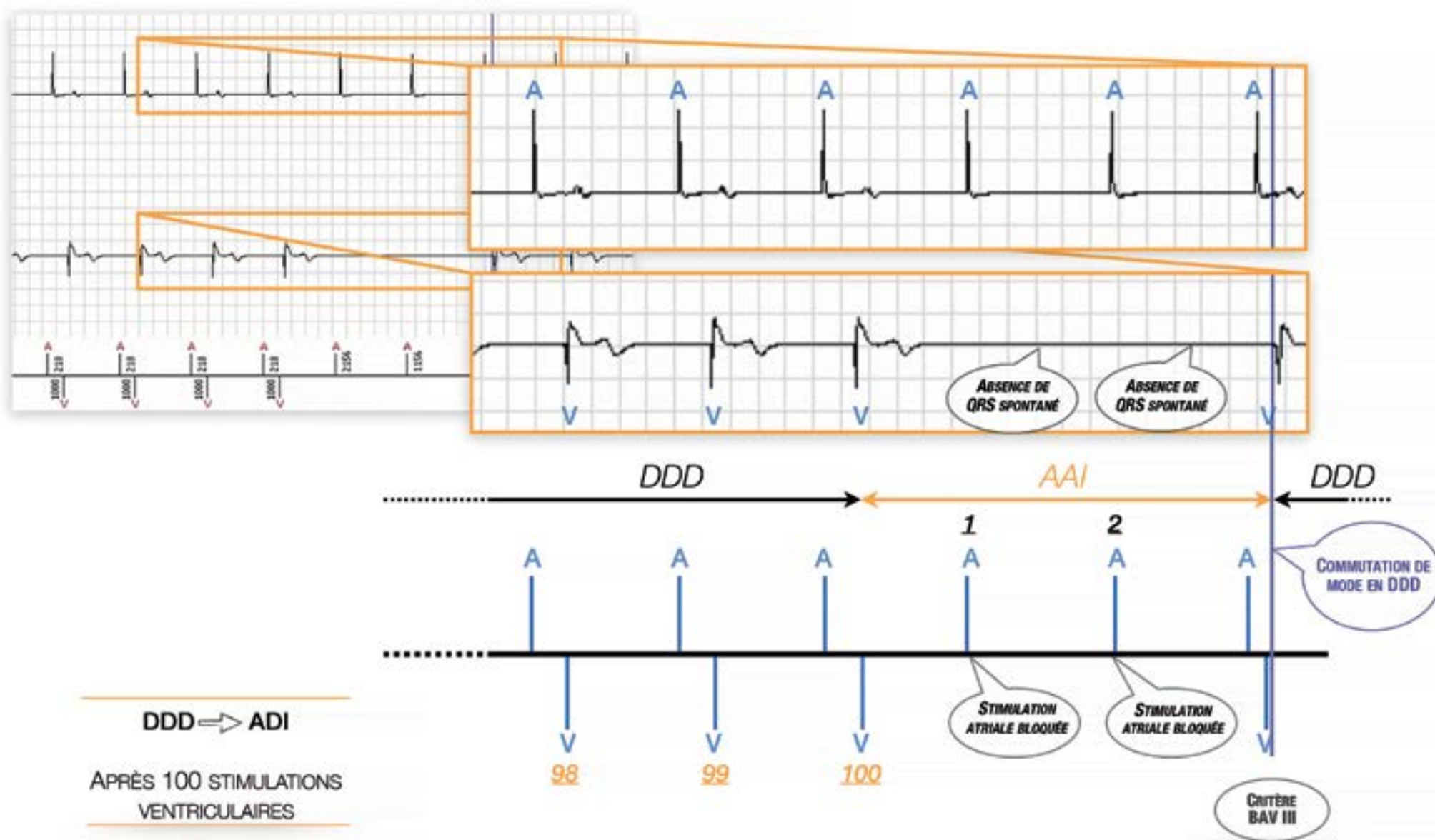
Pour les stimulateurs MicroPort™ (algorithme SafeR), quand le stimulateur a commuté en mode DDD, la recherche d'un retour d'une conduction atrio-ventriculaire normale survient après:

- 12 événements ventriculaires détectés consécutifs (fonctionnement en mode DDD mais 12 cycles consécutifs PR ou AR);
- systématiquement après 100 cycles ventriculaires stimulés;

Ces 2 paramètres sont non programmables. Pour rechercher un retour de la conduction atrio-ventriculaire, le stimulateur commute de nouveau en mode ADI. Les 4 critères de l'algorithme précédemment décrits sont alors appliqués pour éventuellement re-commuter vers le mode DDD. Durant cette recherche, une pause ventriculaire et des ondes P bloquées peuvent donc être observées comme dans cet exemple. Chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire devenu permanent, il est donc souhaitable d'éviter la répétition de ces séquences de recherche avec existence de pauses ventriculaires qui peuvent être symptomatiques. Il existe donc un certain nombre de critères de commutation "durable" en mode DDD quand la conduction atrio-ventriculaire est durablement altérée. Le stimulateur commute en mode DDD jusqu'au lendemain à 8 heures du matin quand le stimulateur met en évidence:

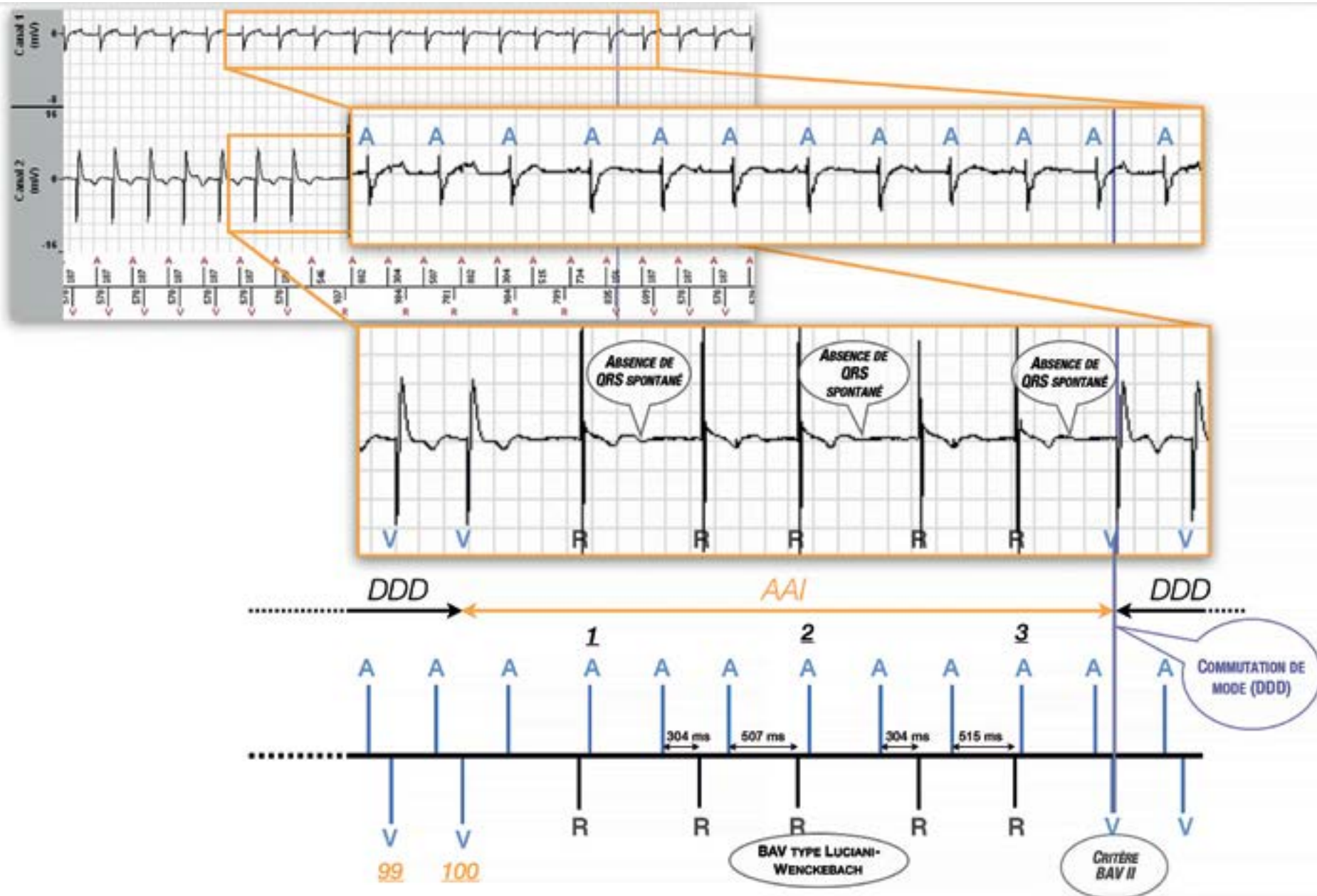
- plus de 45 épisodes de commutation ADI vers le mode DDD par jour
- plus de 15 épisodes de commutation ADI vers le mode DDD par jour pendant 3 jours consécutifs
- plus de 50% du temps passé en mode DDD pendant une heure

Quand le stimulateur a basculé en mode DDD, le dispositif recherche le retour d'une conduction atrio-ventriculaire normale en re-commutant en mode ADI. Les 4 critères de l'algorithme SafeR sont alors appliqués pour éventuellement re-commuter vers le mode DDD avec un risque de survenue épisodique de pauses ventriculaires.



TRACÉ

Au début du tracé, stimulation atriale (A) et stimulation ventriculaire (V); après 100 cycles stimulés ventriculaires, re-commutation en mode ADI; critère de BAV II rempli avec 3 stimulations atriales bloquées non consécutives (paramètre non programmable, 3 activités atriales sur 12 bloquées); nouvelle commutation en mode DDD (trait vertical);



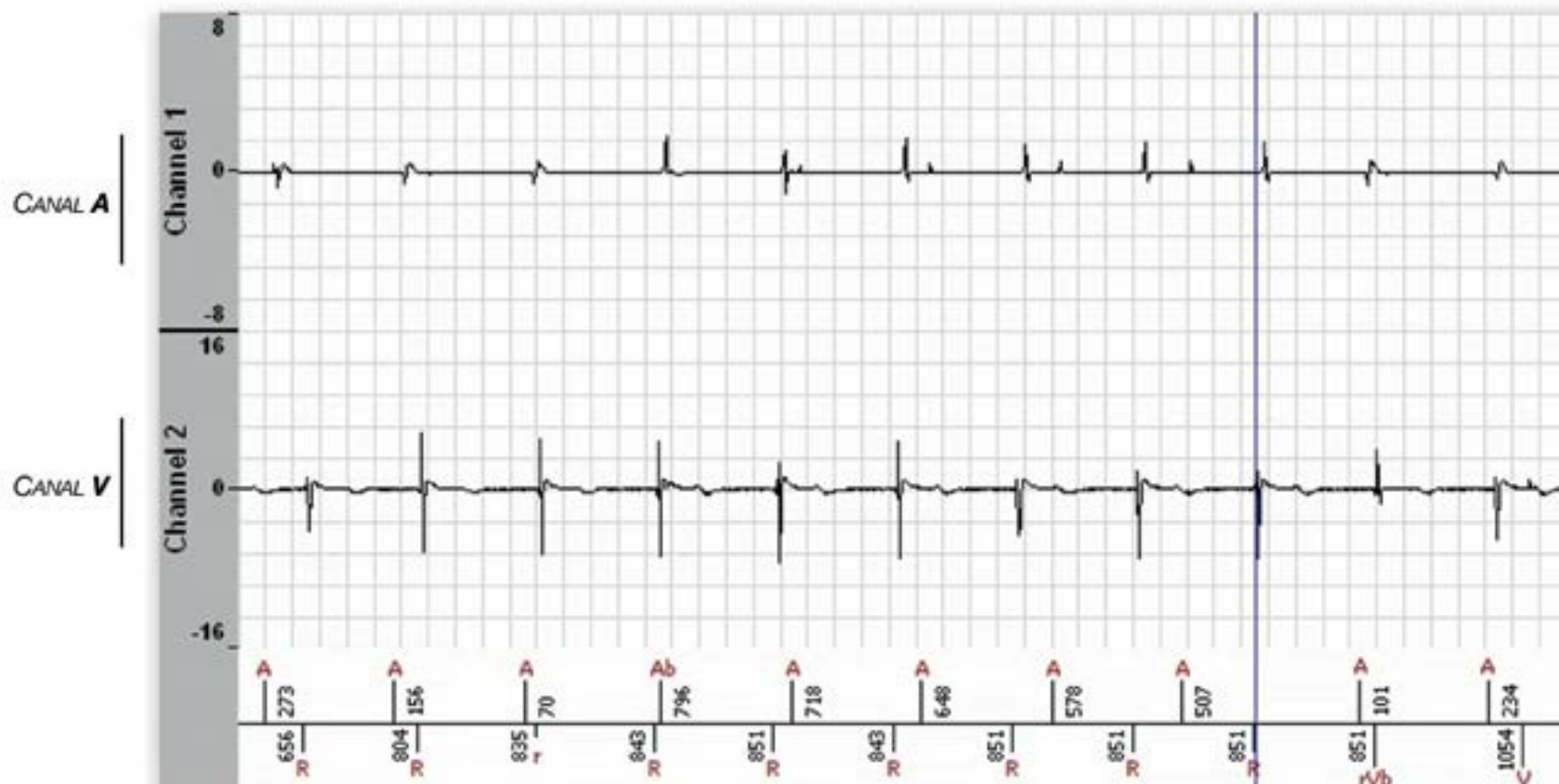
Patient

Homme de 66 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM et ECG, quelle(s) est(sont) la(les) réponses(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de BAV I
- B. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de BAV II
- C. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de BAV III
- D. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de pause
- E. ce tracé montre un trouble de conduction auriculo-ventriculaire



- R** Détection ventriculaire
- r** Détection ventriculaire en fenêtre de sécurité (SafeR)
- A** Stimulation atriale
- Ab** Stimulation atriale en période réfractaire
- V** Stimulation ventriculaire (DDD)
- Vb** Stimulation ventriculaire en période réfractaire (DDD)

TRACÉ

Ce tracé montre une commutation inappropriée en mode DDD en l'absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire, le critère de BAV 1 étant rempli sur un rythme jonctionnel actif; initialement, stimulation atriale à la fréquence asservie et conduction auriculo-ventriculaire spontanée; légère accélération du rythme ventriculaire correspondant à un probable rythme jonctionnel actif; un complexe marqué r (troisième cycle du tracé) correspond à une détection en fenêtre de sécurité (absence de stimulation forcée dans ce cadre lors d'un fonctionnement en mode SafeR); l'activation ventriculaire étant légèrement plus rapide que la fréquence de stimulation atriale, les complexes ventriculaires vont progressivement précéder la stimulation atriale et survenir juste avant le marqueur A donnant un pseudo-aspect de AR long; les pseudo-intervalles AR diminuent progressivement mais restent supérieurs à la valeur programmée; après 6 cycles consécutifs, le stimulateur commute en mode DDD (trait vertical); à noter que sur le premier cycle, la détection ventriculaire r survient en fenêtre de sécurité déclenchant une stimulation ventriculaire forcée (Vb) après un délai AV court de 95 ms en fin de fenêtre de sécurité (fonctionnement normale du mode DDD); sur le second cycle, la détection ventriculaire survient dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale et n'est donc pas détectée (pas d'inhibition de la stimulation ventriculaire, pas de stimulation forcée en fin de fenêtre de sécurité et stimulation ventriculaire en fin de délai AV programmé);

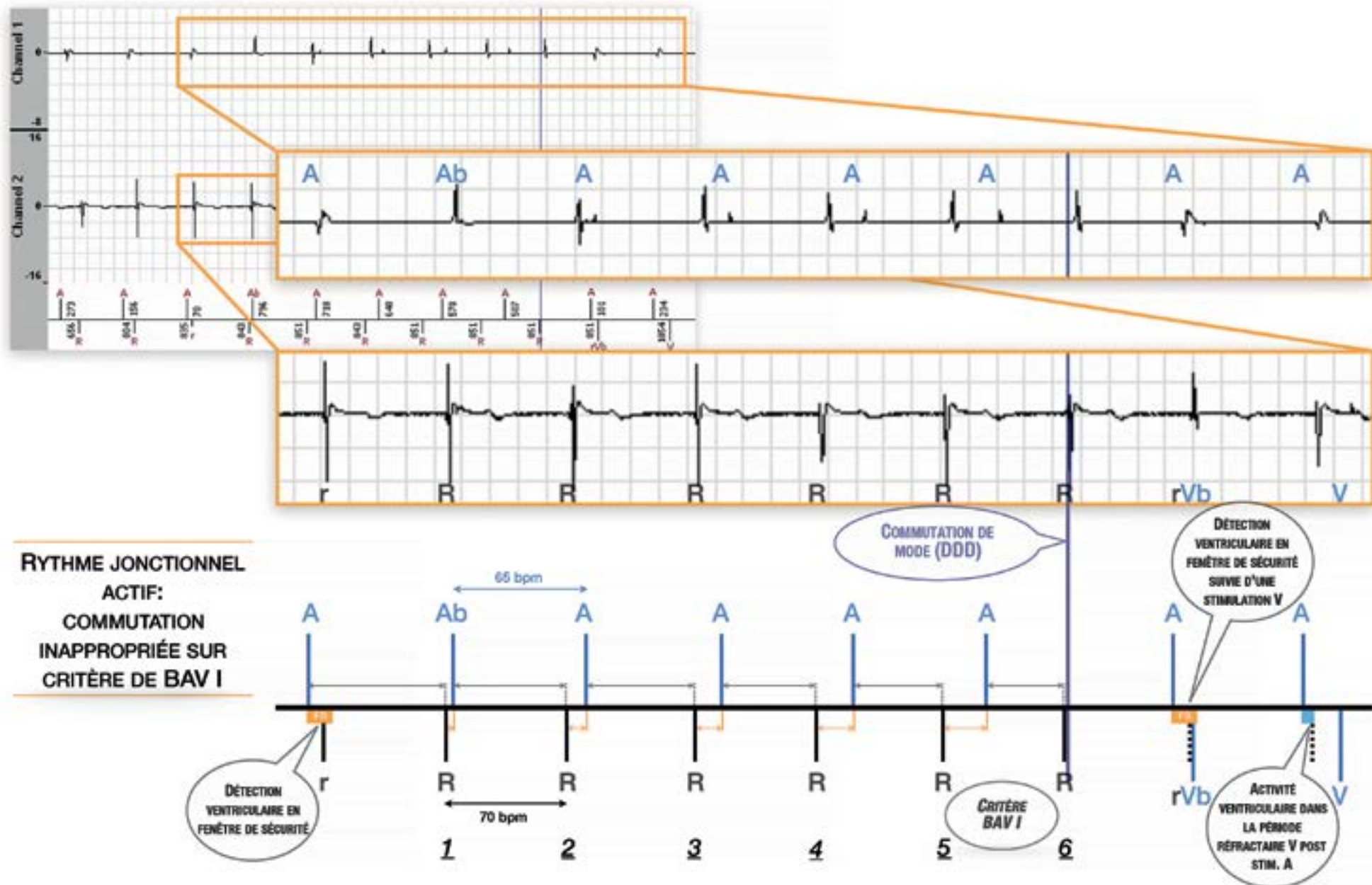
COMMENTAIRES

En mode SafeR, l'interrogation des épisodes de commutation vers le mode DDD permet de mettre en évidence un certain nombre de tracés parfois étonnants. Une des causes relativement fréquentes de commutation inappropriée (absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire) est la présence d'un rythme idio-ventriculaire ou jonctionnel actif et d'une dissociation iso-rythmique. Le mode SafeR est très majoritairement programmé chez les patients présentant une dysfonction sinusale et une conduction auriculo-ventriculaire préservée. Il peut, chez certains patients, exister une automaticité augmentée au niveau d'un foyer d'automatisme secondaire (le plus souvent le nœud auriculo-ventriculaire) qui génère un rythme dit actif qui rentre en compétition avec l'activation en provenance de l'oreillette. Quand « l'échappement » nodal est franchement plus rapide que la fréquence atriale programmée, on retrouve une conduction atriale rétrograde si la conduction ventriculo-atriale est préservée avec une activation ventriculo-atriale en 1/1. En mode SafeR, le stimulateur ne commute pas sur un critère de BAV 2, 3 ou de pause (absence « d'onde P » bloquée, absence de pause). Il peut en revanche commuter sur un critère de BAV 1 si sur plusieurs cycles consécutifs, les intervalles RP ou RA sont relativement courts et par conséquent les intervalles PR ou AR sont longs.

Quand la cadence du rythme jonctionnel actif est relativement proche de celle de l'onde

P ou de la stimulation atriale, il peut exister une compétition entre les 2 rythmes et on peut alors visualiser des complexes de capture ou de fusion. Il peut aussi exister une dissociation dite isorythmique, les oreillettes et les ventricules ayant un rythme régulier indépendant en l'absence de troubles de conduction auriculo-ventriculaire. Quand le rythme jonctionnel est légèrement plus rapide que la fréquence de stimulation comme dans cet exemple, l'activité spontanée ventriculaire peut précéder la stimulation atriale et donner un pseudo-aspect de PR ou AR long conduisant à une commutation de mode.

L'interrogation des mémoires retrouve relativement fréquemment ce type d'épisodes chez des patients avec dysfonction sinusale. Leur nombre par patient est toutefois le plus souvent limité conduisant à un pourcentage de stimulation ventriculaire très modestement augmenté. Une augmentation de la fréquence minimale et la programmation d'un asservissement peuvent permettre de supprimer ou de réduire considérablement la survenue de ce type de commutations qui sont en général parfaitement asymptomatiques et peuvent donc dans la mesure où elles sont rares être respectées et ne pas induire de modifications de la programmation. En effet si les commutations peuvent être jugées stricto sensu inappropriées (absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire), elles semblent toutefois plutôt adaptées dans la mesure où elles permettent de rétablir un synchronisme atrio-ventriculaire physiologique.



Patient

Homme de 72 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM et ECG, quelle(s) est(sont) la(les) réponses(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de BAV I
- B. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de BAV II
- C. la commutation survient sur un épisode d'arythmie atriale non soutenue
- D. la commutation survient sur un épisode d'arythmie atriale soutenue
- E. la commutation survient sur un épisode d'arythmie ventriculaire



- P** Détection atriale
- R** Détection ventriculaire
- A** Stimulation atriale
- V** Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Ce tracé montre une commutation inappropriée en mode DDD en l'absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire, le critère de BAV 2 étant rempli sur un épisode d'arythmie atriale non soutenue; au début du tracé, stimulation atriale à la fréquence minimale et conduction auriculo-ventriculaire spontanée (tracé classique d'une dysfonction sinusale); démarrage d'une arythmie atriale avec un premier cycle relativement peu prématuré; durant cet épisode, la détection atriale survient en dehors des périodes réfractaires et les cycles sont classés P; après 3 cycles atriaux (P) non suivis au niveau ventriculaire (« ondes P » bloquées), le critère de BAV 2 est rempli (au moins 3 ondes P bloquées sur 12); commutation en mode DDD (trait vertical); réduction de l'arythmie et stimulation atriale et ventriculaire (stimulation ventriculaire probablement inutile);

COMMENTAIRES

Ces 2 tracés illustrent des épisodes de commutation vers le mode DDD en relation avec la survenue d'une arythmie atriale (tachycardie atriale non soutenue ou extrasystoles atriales bloquées) et conduisant à une stimulation ventriculaire inutile, la conduction auriculo-ventriculaire étant préservée.

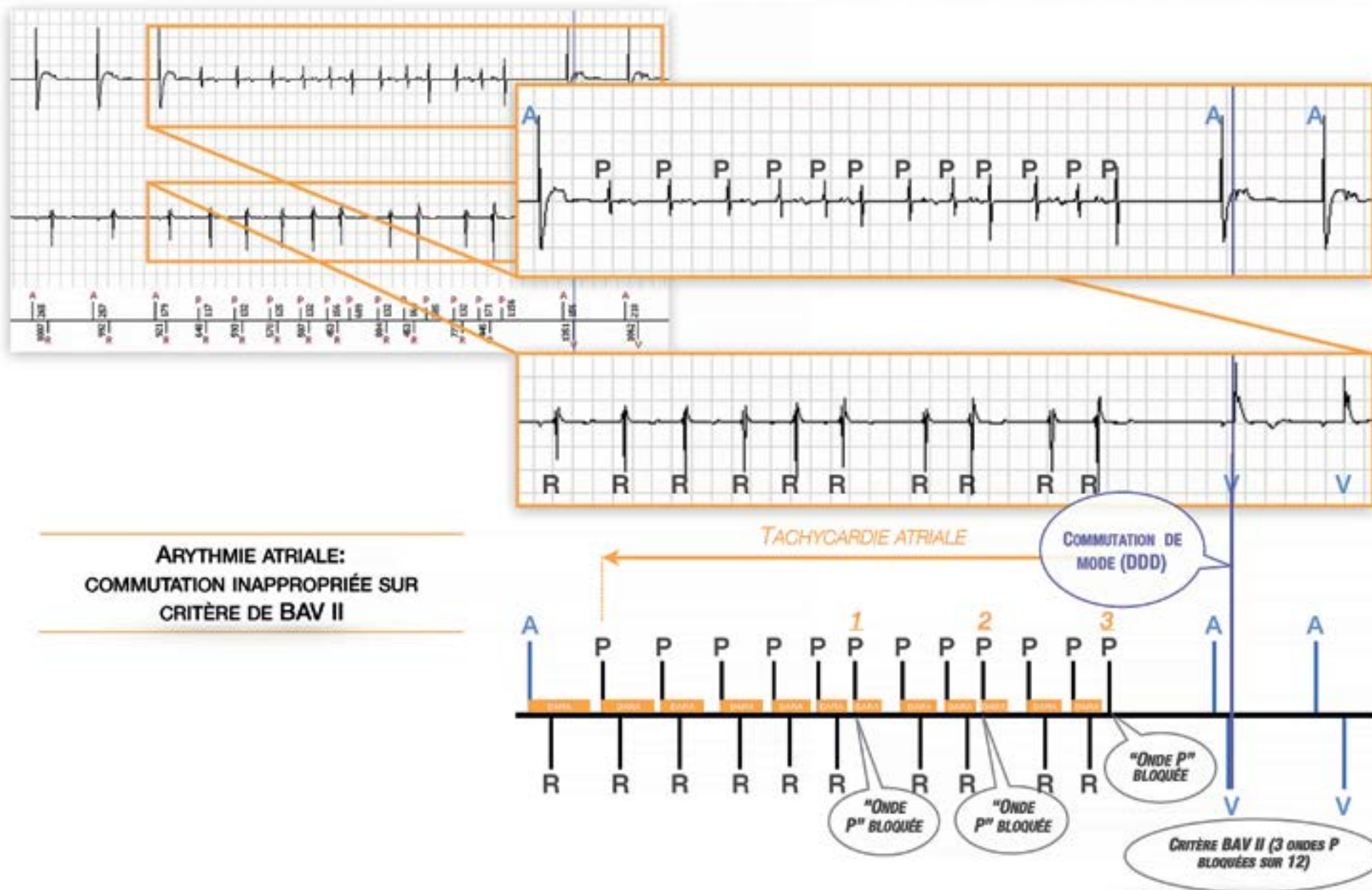
Quand le stimulateur fonctionne en mode SafeR, suite à une détection ou une stimulation atriale, une période réfractaire relative non programmable est déclenchée à l'étage atrial. Sa durée est dynamique et est calculée en fonction de la fréquence atriale. Elle a pour but de détecter l'accélération du rythme atrial (d'où son nom : fenêtre de DARA). Lorsque la fréquence atriale est inférieure à 80 bpm, la DARA (détection d'accélération du rythme atriale) représente 62.5 % de l'intervalle P-P (ou A-A) précédent. Lorsque la fréquence atriale est supérieure (ou égale) à 80 bpm, la DARA représente 75 % de l'intervalle P-P précédent. Tous les événements auriculaires détectés dans la DARA sont notés par des marqueurs en périodes réfractaires (petits « p »). Quand une extrasystole atriale survient dans la DARA, la valeur de la DARA est alors figée sur celle de la DARA calculée sur le cycle sinusal avant la toute première ESA. Elle ne peut excéder 500 ms.

Sur le tracé avec extrasystoles atriales bloquées, la fréquence atriale initiale est inférieure à 80 bpm, la prématurité de l'extrasystole est peu marquée (cycle de la première ESA plus long que 62.5% du cycle AA précédent), ce qui explique que les extrasystoles soient étiquetées P et non p car en dehors de la DARA. De même, sur le tracé avec arythmie atriale non soutenue, la fréquence atriale initiale est inférieure à 80 bpm et la prématurité du premier battement arythmique est également peu marquée (cycle de la première ESA plus long que 62.5% du cycle AA précédent), ce qui explique également le marqueur P et non p car en dehors de la DARA. L'accélération de la fréquence atriale est alors progressive, la DARA s'adapte cycle à cycle. Aucun cycle atrial ne tombe dans la DARA et tous les cycles sont classés P. En mode SafeR, les commutations vers le mode DDD sont basées sur l'existence d'activités atriales spontanées hors périodes réfractaires (P)

ou stimulées (A) bloquées ou sur l'existence d'intervalles PR ou AR longs. Les cycles atriaux détectés dans la DARA (p) sont exclus de cette analyse car le dispositif suspecte un démarrage d'arythmie atriale qui peut de façon physiologique altérer la qualité de la conduction auriculo-ventriculaire. Devant une suspicion de démarrage d'arythmie atriale (succession de cycles classés p), le seul critère de commutation qui reste valide est celui de pause ventriculaire (pas les critères de BAV1, BAV2 ou BAV3). Après une ESA détectée en DARA, le critère de Pause est forcé à 2 secondes temporairement pendant les 12 cycles ventriculaires suivants.

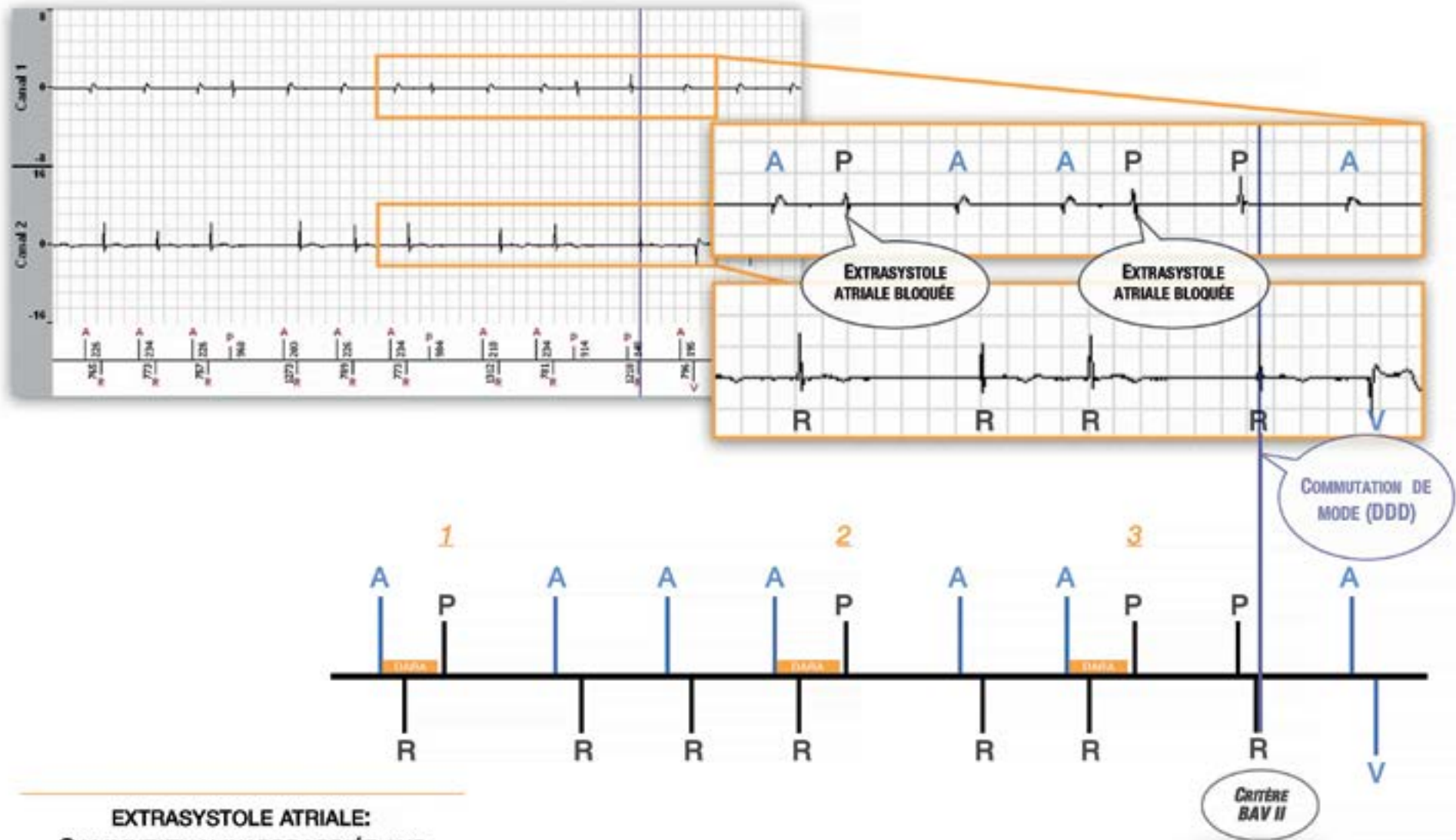
Chez les patients présentant des extrasystoles atriales bloquées fréquentes non détectées en fenêtre de DARA (au moins 3 sur 12), les commutations sur le critère de BAV2 seront nombreuses augmentant le pourcentage de stimulation ventriculaire « inutile ». De même, chez les patients présentant une arythmie atriale avec démarrage non abrupt (premier cycle atrial hors de la DARA), il est fréquent d'observer des commutations 1) sur BAV1 : en effet, quand la fréquence atriale est relativement élevée mais en dessous du point de Wenckebach, la conduction se fait en 1/1 au prix parfois d'un allongement de l'intervalle PR qui peut parfois dépasser la durée limite du critère de BAV1 d'autant plus que cette valeur est adaptative en fonction de la fréquence cardiaque (d'autant plus courte que la fréquence est rapide). Pour éviter ces commutations inappropriées et la stimulation ventriculaire inutile qui suit, il peut être utile de programmer une valeur de PR long relativement importante sans variation en fonction de la fréquence (PR max=PR min). 2) sur BAV2 ou BAV3 : en effet, quand la fréquence atriale est relativement rapide, un certain nombre d'activités atriales hors DARA intermittentes (critère de BAV2) ou successives (critère de BAV3) peuvent être bloquées. La DARA n'étant pas programmable ou modifiable, il n'y a pas de modifications de programmation à proposer pour réduire l'incidence des commutations inappropriées responsables d'une augmentation le plus souvent modeste du pourcentage de stimulation ventriculaire.

L'interrogation des mémoires du stimulateur peut mettre en évidence un certain nombre de commutations inappropriées vers le mode DDD (critère de BAV1, BAV2 ou BAV3) en rapport avec la survenue d'épisodes d'arythmie atriale ou d'extrasystoles atriales bloquées.



TRACÉ

Ce tracé montre une commutation inappropriée en mode DDD en l'absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire, le critère de BAV 2 étant rempli à la suite de la survenue de 3 extrasystoles atriales bloquées; au début du tracé, stimulation atriale à la fréquence asservie et conduction auriculo-ventriculaire spontanée (tracé classique d'une dysfonction sinusale); première extrasystole atriale classée P car relativement peu prématurée; absence de conduction auriculo-ventriculaire sur cette extrasystole (« onde P » bloquée); reprise de la conduction auriculo-ventriculaire spontanée sur stimulation atriale; après 3 extrasystoles atriales bloquées, commutation vers le mode DDD (trait vertical); stimulation atriale et ventriculaire (stimulation ventriculaire probablement inutile);



EXTRASISTOLE ATRIALE:
COMMUTATION INAPPROPRIÉE SUR
CRITÈRE DE BAV II

Patient

Homme de 77 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM et ECG, quelle(s) est(sont) la(les) réponses(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de BAV III
- B. le stimulateur commute en mode DDD sur le critère de pause
- C. la commutation survient sur un trouble de conduction auriculo-ventriculaire paroxystique
- D. la commutation survient à la suite de la survenue d'une extrasystole ventriculaire survenant dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale
- E. la commutation survient à la suite de la survenue d'une extrasystole ventriculaire survenant dans le blanking atrial post-stimulation atriale



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Ce tracé montre une commutation inappropriée en mode DDD en l'absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire, le critère de pause étant rempli à la suite d'une extrasystole ventriculaire survenant durant le blanking ventriculaire post-stimulation atriale; au début du tracé, stimulation atriale à la fréquence minimale et conduction auriculo-ventriculaire spontanée (tracé classique d'une dysfonction sinusale); extrasystole ventriculaire survenant de façon simultanée à la stimulation atriale et non détectée car dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale; le critère de pause (2 secondes) est rempli; commutation en mode DDD (trait vertical); stimulation atriale et ventriculaire (stimulation ventriculaire probablement inutile);

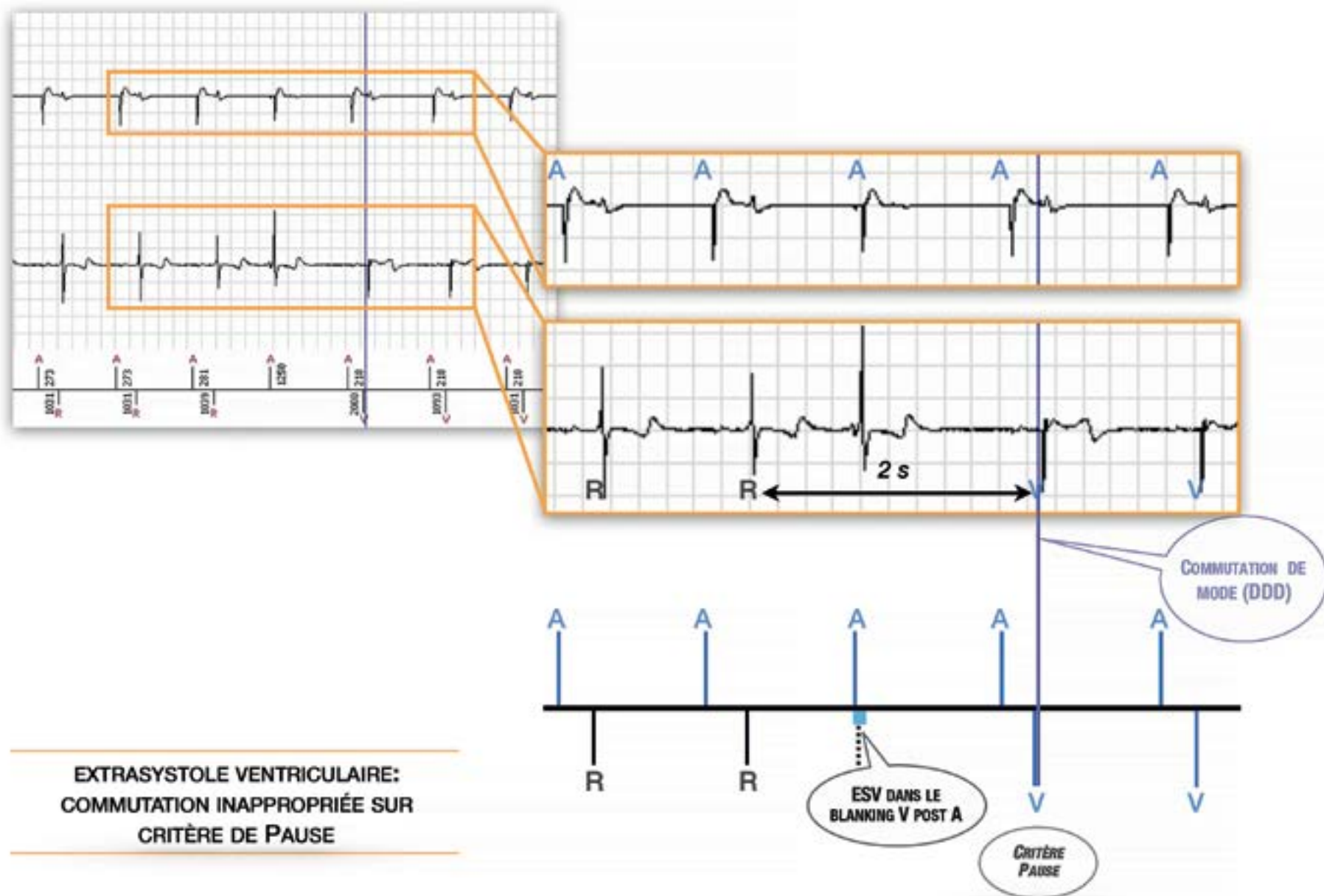
COMMENTAIRES

Ces 2 tracés illustrent des épisodes de commutation inappropriée du mode AAI vers le mode DDD en relation avec la survenue d'une extrasystole ventriculaire.

Dans le premier tracé, l'extrasystole ventriculaire n'est pas détectée car survenant dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale. Il est d'usage de considérer que le stimulateur fonctionne en mode AAI avec de façon indépendante un canal de détection ventriculaire permettant de diagnostiquer la survenue d'un trouble de conduction atrio-ventriculaire paroxystique. Les 2 canaux (atrial et ventriculaire) ne peuvent toutefois pas fonctionner complètement indépendamment. En effet, il est indispensable de « protéger » le canal ventriculaire contre l'écoute croisée à la suite d'une stimulation atriale impliquant la nécessité de préserver comme pour un mode DDD classique un blanking ventriculaire post-stimulation atriale puis une fenêtre de sécurité. Si la stimulation atriale est bloquée, un signal qui tombe dans le blanking ventriculaire ne sera pas détecté ce qui conduit à une commutation appropriée. En revanche, s'il s'agit d'une extrasystole ventriculaire comme dans cet exemple, cela conduit à une commutation inappropriée.

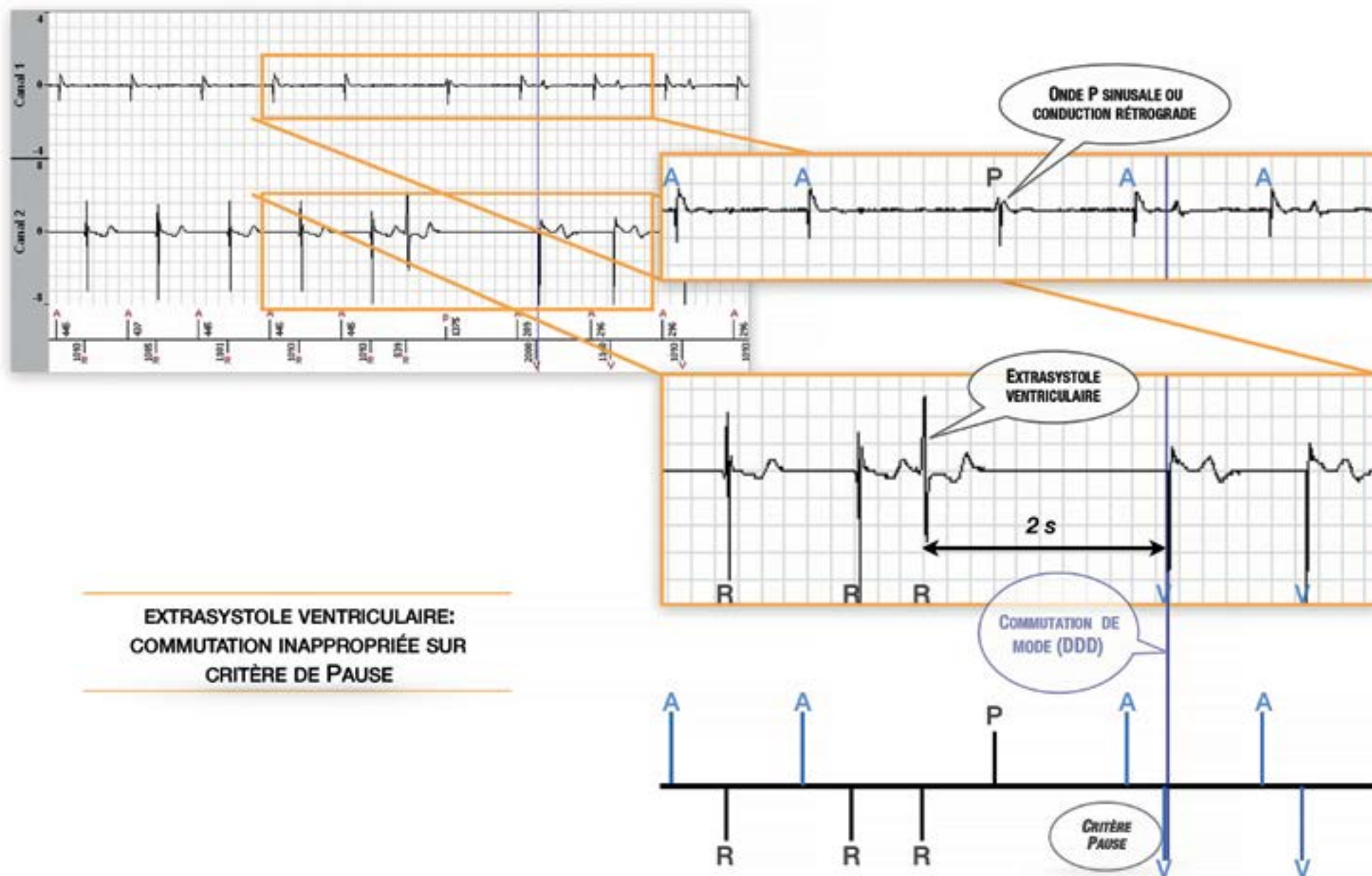
Dans le second tracé, l'extrasystole ventriculaire survient en dehors de toute période réfractaire. La pause compensatrice qui suit entraîne la commutation inappropriée. La durée de la pause est programmable entre 2, 3 et 4 secondes. Pour réduire considérablement ce type de commutation, il peut être utile de programmer une durée de pause à 4 secondes, son incidence étant bien supérieure pour une durée de 2 secondes. Cela permet de diminuer le nombre de commutations et le pourcentage de stimulation ventriculaire inutile tout en ne majorant pas le risque de symptômes en présence d'un épisode de bloc auriculo-ventriculaire. En effet, si la fréquence minimale est programmée à 60 bpm, et que la conduction auriculo-ventriculaire s'interrompt, le critère de BAV3 sera rempli bien avant la survenue d'une pause de 4 secondes.

La survenue d'extrasystoles ventriculaires peut favoriser les commutations inappropriées vers le mode DDD d'autant plus que les extrasystoles sont relativement tardives (contemporaines de la stimulation atriale) et que la durée de la pause est programmée à 2 secondes.



TRACÉ

Ce tracé montre une commutation inappropriée en mode DDD en l'absence de trouble de conduction auriculo-ventriculaire, le critère de pause étant rempli à la suite d'une extrasystole ventriculaire; au début du tracé, stimulation atriale à la fréquence minimale et conduction auriculo-ventriculaire spontanée (tracé classique d'une dysfonction sinusale); extrasystole ventriculaire suivie d'une activité atriale en dehors de toute période réfractaire et classée P (pas de délai AV déclenché); pause ventriculaire de 2 secondes; commutation en mode DDD (trait vertical) et stimulation atriale et ventriculaire (stimulation ventriculaire probablement inutile);



Stimulateur Cardiaque Implantable - chapitre 3

Stimulation

Patient

Homme de 71 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV1
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- C. il existe des défauts de détection ventriculaire
- D. il existe des pertes de capture ventriculaire
- E. il existe des pertes de capture atriale



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Stimulation atriale (A) et détection ventriculaire (R); allongement de l'intervalle AR dépassant la valeur du AR long programmée sur 6 cycles consécutifs en situation d'effort; commutation en mode DDD (trait vertical) et stimulation ventriculaire (cycles AV) avec délai AV programmé; absence de capture ventriculaire avec visualisation des ventriculogrammes correspondant aux QRS spontanés et conduits; absence de détection du signal ventriculaire quand il survient juste après l'artéfact de stimulation ventriculaire car tombant dans le blanking ventriculaire post-stimulation ventriculaire; détection correcte, quand l'onde R est plus à distance de la stimulation ventriculaire (cycle A-V-R) avec recyclage de l'intervalle de stimulation;

COMMENTAIRES

Ce patient présentait donc des commutations de mode dans le cadre d'épisodes de BAV du premier degré. Les tracés enregistrés ont permis de mettre en évidence une perte de capture ventriculaire intermittente sans altération de la qualité de la détection. La radiographie pulmonaire ne révélait pas de déplacement de la sonde. L'élévation de seuil pouvait être expliquée par l'introduction d'un traitement par flécaïnide dans le cadre d'une fibrillation auriculaire. La modification de la programmation (augmentation de l'amplitude de sortie) a permis de régler le problème.

Le seuil de stimulation correspond à la plus petite impulsion électrique, délivrée en dehors de toutes les périodes réfractaires naturelles, capable d'engendrer la dépolarisation. Il peut être mesuré en tension (volts) ou en largeur d'impulsion (millisecondes).

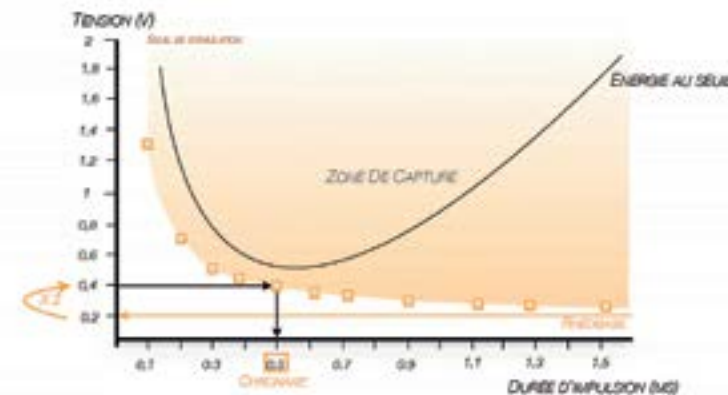
La relation de Lapicque, relation tension-durée, ou encore chronaxie-rhéobase, décrit la relation non linéaire de la tension au seuil par rapport à la durée d'impulsion. L'amplitude au seuil de stimulation augmente significativement avec la diminution de la durée d'impulsion (en pratique en deçà de 0.2 ms). Tous les points définis par leur tension et durée d'impulsion, situés au-dessus de la courbe, sont associés avec une stimulation efficace, à l'inverse de ceux situés au-dessous.

La rhéobase est la plus petite tension efficace pour une durée d'impulsion infinie (en pratique, supérieure à 2 ms).

La chronaxie est la plus petite durée d'impulsion efficace pour une tension double

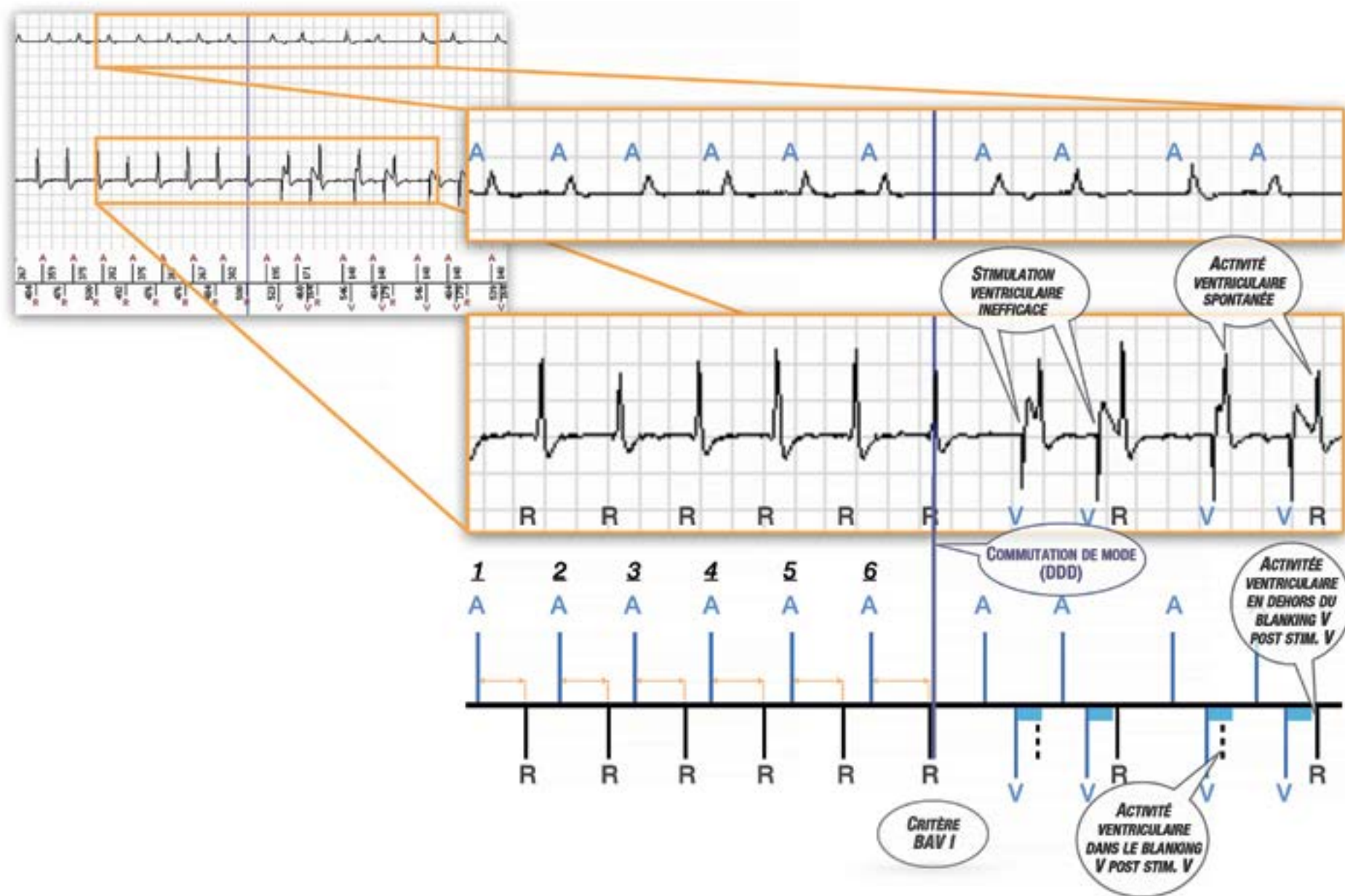
de la rhéobase. L'énergie consommée est minimale pour une durée d'impulsion correspondant à la chronaxie. Chronaxie et rhéobase qualifient électriquement une électrode de stimulation. Aujourd'hui, les valeurs de chronaxie se situent entre 0.3 et 0.4 ms quelle que soit la sonde utilisée; cette valeur correspond à la valeur de largeur d'impulsion nominale habituelle des stimulateurs. La chronaxie est souvent plus longue sur les électrodes de stimulation ventriculaire gauche.

Le seuil de stimulation est habituellement plus faible lorsque la tension est graduellement diminuée que lorsqu'elle est graduellement augmentée: c'est l'effet Wedensky.



La détermination du seuil de stimulation est d'une importance majeure, car la programmation de la tension et de la durée d'impulsion conditionne la marge de sécurité et détermine la consommation énergétique de la prothèse et donc la rapidité d'usure des batteries.

Il est généralement recommandé de programmer une marge de sécurité de 100 % qui correspond à une tension double du seuil. Cette marge de sécurité est destinée à prendre en compte les variations circadiennes du seuil de stimulation influencé variablement d'un sujet à l'autre par le sommeil, la prise de repas, l'activité physique, la fièvre...



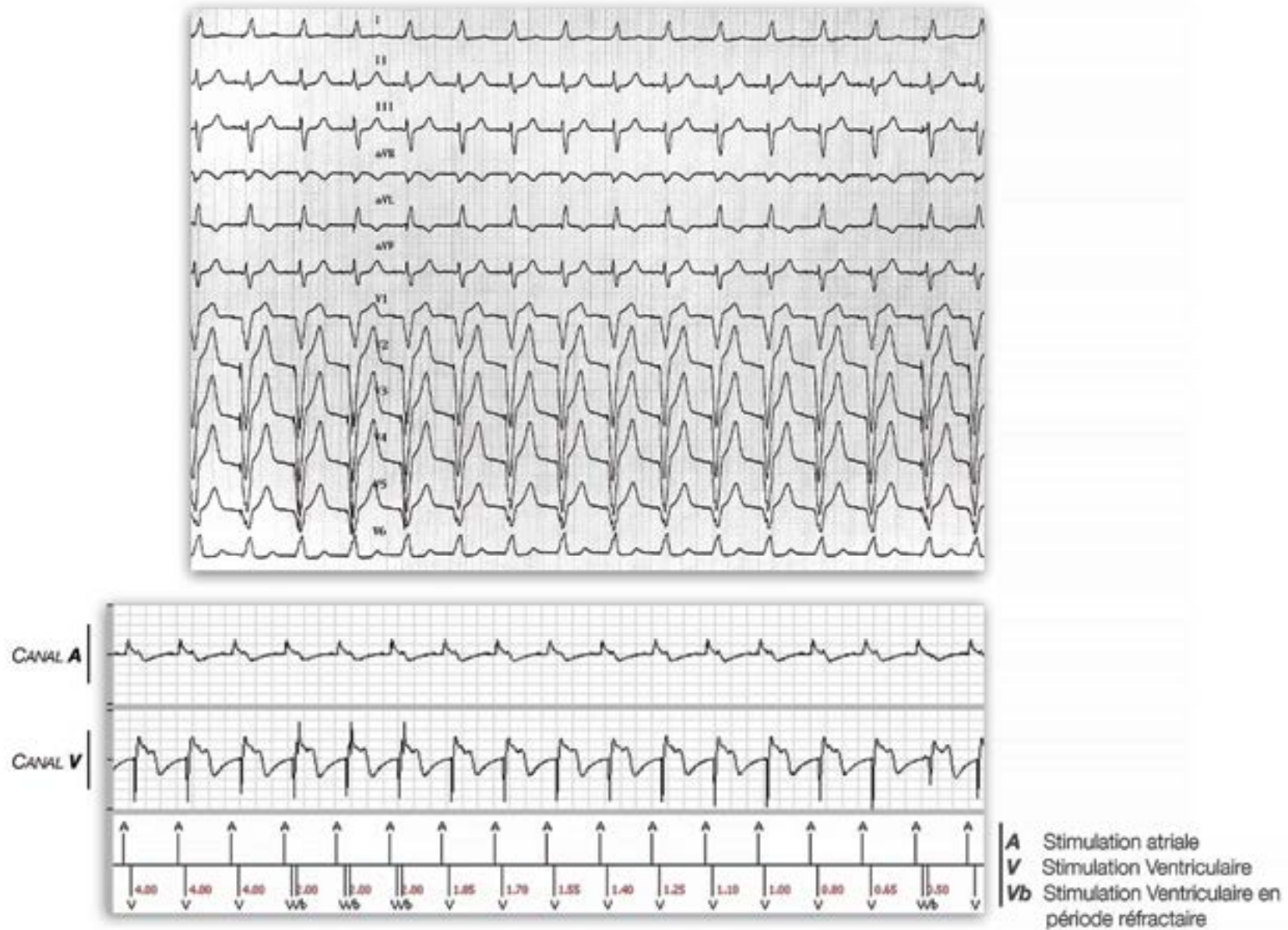
Patient

Homme de 65 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. quand l'autoseuil ventriculaire est sur auto, la mesure du seuil de stimulation ventriculaire est réalisée automatiquement toutes les 6 heures
- B. quand l'autoseuil ventriculaire est sur auto, la mesure du seuil de stimulation ventriculaire est basée sur l'analyse de la réponse évoquée
- C. quand l'autoseuil ventriculaire est sur auto, il existe une vérification cycle à cycle de la capture ventriculaire
- D. quand l'autoseuil ventriculaire est sur suivi, une mesure du seuil de stimulation ventriculaire est réalisée toutes les 6 heures
- E. quand l'autoseuil ventriculaire est sur suivi, il existe une adaptation automatique de l'amplitude de stimulation



TRACÉ

Ce tracé correspond à une mesure de seuil automatique réalisée par le dispositif au moment de l'interrogation; le test de capture est basé initialement sur une différentiation entre polarisation et réponse évoquée puis sur une baisse progressive de l'amplitude de stimulation jusqu'à la mise en évidence d'une perte de capture; sur le tracé, on retrouve 3 stimulations à 4 V (un seul stimulus) avec évaluation du signal correspondant à la somme polarisation à 4V + réponse évoquée 3 stimulations à 2 V (deux stimuli avec délai VV court) permettant d'évaluer la polarisation à 2V + réponse évoquée et ainsi identifier la capture; le second stimulus est une stimulation de secours (au cas où le seuil de stimulation est > 2V) qui permet de déduire la polarisation; baisse de l'amplitude de stimulation (à partir de 1,85 V en cours de suivi) par paliers de 0.15 V jusqu'à la perte de capture à 0.5 V avec stimulation de sécurité (deuxième stimulus) pour éviter la survenue d'une pause ventriculaire; seuil mesuré à 0.65 V;

COMMENTAIRES

Il est possible de programmer aujourd'hui dans tous les stimulateurs modernes une fonction de mesure automatique du seuil ventriculaire plus ou moins associée à une adaptation automatique de l'amplitude de stimulation avec vérification cycle à cycle de l'efficacité de la capture (modèle de l'Autocapture permettant de délivrer des amplitudes très proches du seuil avec stimulation de sécurité à haute amplitude si perte de capture) ou adaptation pour des durées prolongées après réalisation planifiée de contrôles de seuil mais sans vérification cycle à cycle (modèle de l'Autoseuil nécessitant des marges plus importantes). Pour les dispositifs MicroPort™, l'option Autoseuil a été privilégiée. Le fonctionnement est basé sur 4 grands principes: 1) le test de capture ventriculaire s'établit sur la différentiation entre le potentiel évoqué (EPR) et la polarisation résiduelle de la sonde (Polar); 2) quand l'autoseuil est programmé sur auto, le dispositif réalise des mesures automatiques régulières du seuil de stimulation ventriculaire avec adaptation de la programmation; quand l'autoseuil est programmé sur suivi, le dispositif réalise des mesures automatiques régulières du seuil de stimulation ventriculaire mais sans adaptation de la programmation; quand l'autoseuil est programmé sur non, le dispositif ne réalise pas de mesure automatique du seuil; 3) les mesures automatiques sont réalisées toutes les 6 heures (4 mesures par jour), avec adaptation de l'amplitude de stimulation pour les 6 heures suivantes (pas de vérification cycle à cycle de la capture); 4) après la mesure de seuil, l'amplitude de stimulation est automatiquement adaptée (autoseuil sur auto) de façon à obtenir une amplitude double du seuil (marge de sécurité de 100%) dans la limite d'une valeur minimale programmable (1.5, 2, 2.5, 3, 3.5 ou 4 V);

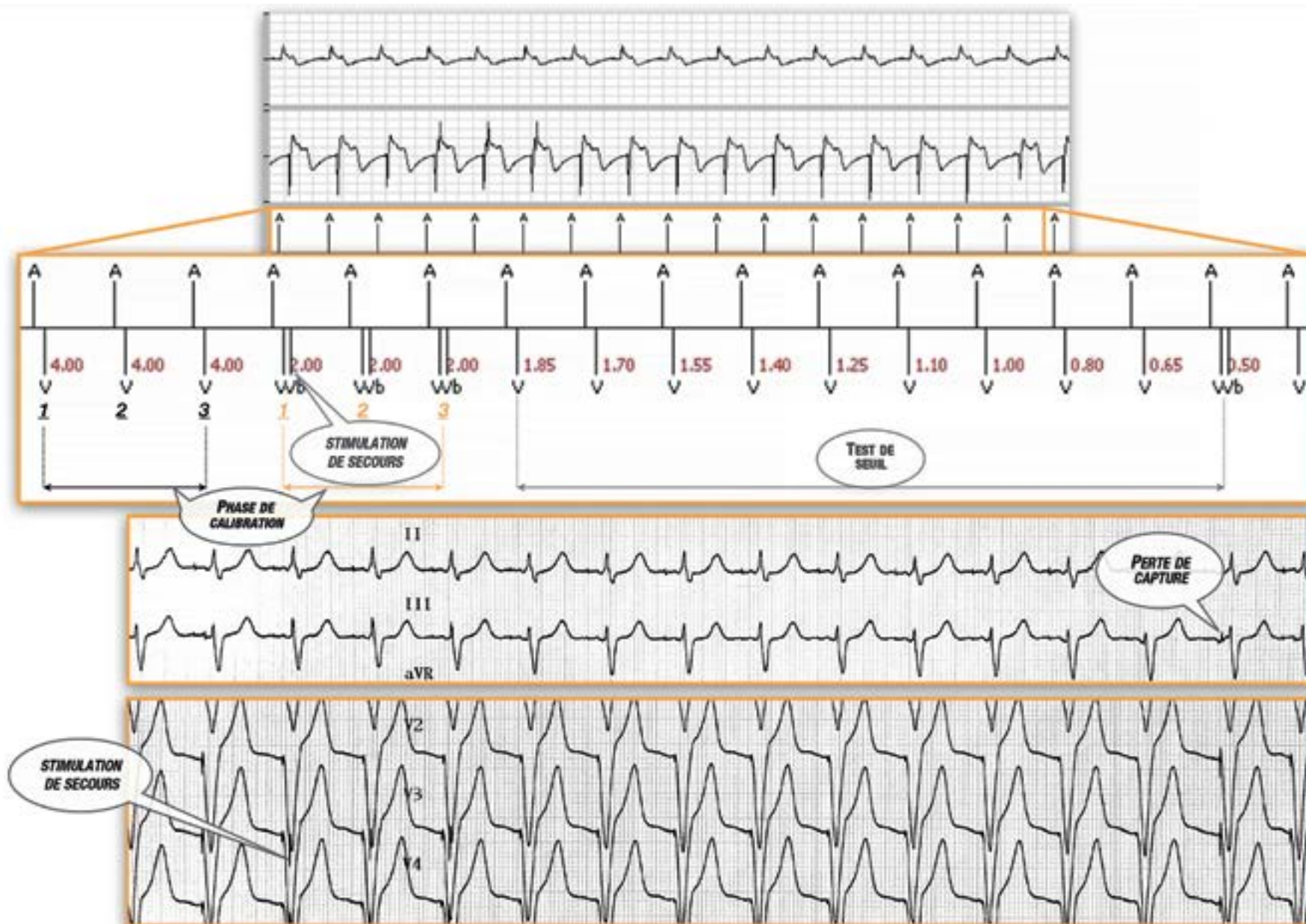
La mesure du seuil automatique ne peut s'effectuer que si la fréquence cardiaque est inférieure à 95 bpm. La mesure du seuil débute par une phase de calibration

avec 2 objectifs: repérer un seuil de stimulation initialement élevé (supérieur à 2V) et vérifier la bonne différentiation entre polarisation (Polar) et réponse évoquée (EPR). Après un stimulus efficace (capture ventriculaire), durant une période de 65 ms, les 2 potentiels sont présents (EPR + Polar) et mesurables alors qu'après un stimulus inefficace, seule la polarisation résiduelle de la sonde est présente (Polar) et peut être mesurée. Durant la mesure du seuil, de façon à augmenter la probabilité de capturer le ventricule sans fusion avec l'activation spontanée, le délai AV courant est raccourci de 65 ms (stimulateur double chambre) ou l'intervalle d'échappement est raccourci de 65 ms (stimulateur simple chambre).

La phase de calibration débute par trois stimulations à 4 V (à la largeur d'impulsion programmée); les 2 dernières sont utilisées pour l'analyse du signal correspondant à la fois à la présence de la réponse évoquée et de la polarisation. Ces 3 stimulations sont suivies par 3 cycles avec 2 stimulations ventriculaires: la première à 2 V avec la durée d'impulsion programmée suivie d'une seconde après 65 ms avec une amplitude de 2,5 V et une largeur d'impulsion de 1 ms; si la première stimulation est efficace, la seconde ne peut pas capturer le ventricule (période réfractaire); il est alors possible de déduire après cette stimulation un signal correspondant uniquement à la polarisation. La phase de calibration se termine lors des 4 mesures quotidiennes par jour (pas pour la mesure automatique du seuil lors d'une interrogation, donc non visible sur ce tracé) par une recherche de fusion sur 2 cycles. Si le dispositif suspecte une fusion, la phase de calibration est alors refaite avec un délai AV raccourci à 65 ms pour éviter la fusion. Si malgré ce réglage, une fusion est encore détectée, le test est arrêté et la tension ventriculaire est forcée à 5 V pour les six prochaines heures.

Quand la phase de calibration est terminée avec mise en évidence de mesures

L'Autoseuil ventriculaire ne peut pas être programmé en association avec le mode SafeR, l'objectif étant effectivement de réduire au maximum le pourcentage de stimulation ventriculaire.



COMMENTAIRES (SUITE)

reproductibles avec amplitude suffisante de la réponse évoquée, différence marquée entre amplitude de la réponse évoquée et amplitude de la polarisation et absence de fusion, le stimulateur applique l'étape suivante. Le test de seuil de stimulation commence à la valeur de 1,95 V (durée d'impulsion programmée) avec un décrétement de 0,15 V jusqu'à la perte de capture (valeur minimale testée 0,15 V). Chaque stimulation est suivie d'une période d'évaluation de 65 ms avec recherche de la présence du signal correspondant à la réponse évoquée. Quand une perte de capture est constatée (polarisation mais pas de réponse évoquée), une stimulation ventriculaire de sécurité est délivrée 65 ms après avec une amplitude de 2,5 V et une largeur d'impulsion de 1 ms.

Sur l'écran des Diagnostics AIDA, dans l'onglet PM, un clic sur le bouton Courbes d'AutoSeuil affiche la courbe des valeurs moyennes des 4 mesures journalières issues de la fonction Autoseuil V. La tension de sortie ventriculaire appliquée est indiquée en parallèle.



Patient

Homme de 68 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. il existe une sous-détection atriale
- B. il existe une perte de capture atriale
- C. il existe une tachycardie par réentrée électronique
- D. il existe une conduction rétrograde
- E. l'activité atriale est détectée dans la DARA



- A** Stimulation atriale
- V** Stimulation ventriculaire
- p** Détection atriale en période réfractaire

TRACÉ

Répétitions de cycles A-V-p; probable absence de capture atriale, stimulation ventriculaire efficace avec conduction rétrograde détectée dans la DARA (donc p) et ne déclenchant pas de délai AV (absence de TRE); suspicion d'arythmie atriale pour le dispositif et stimulation AV avec délai AV raccourci à 30 ms; cette séquence se perpétue, le critère de repli n'est jamais rempli;

COMMENTAIRES

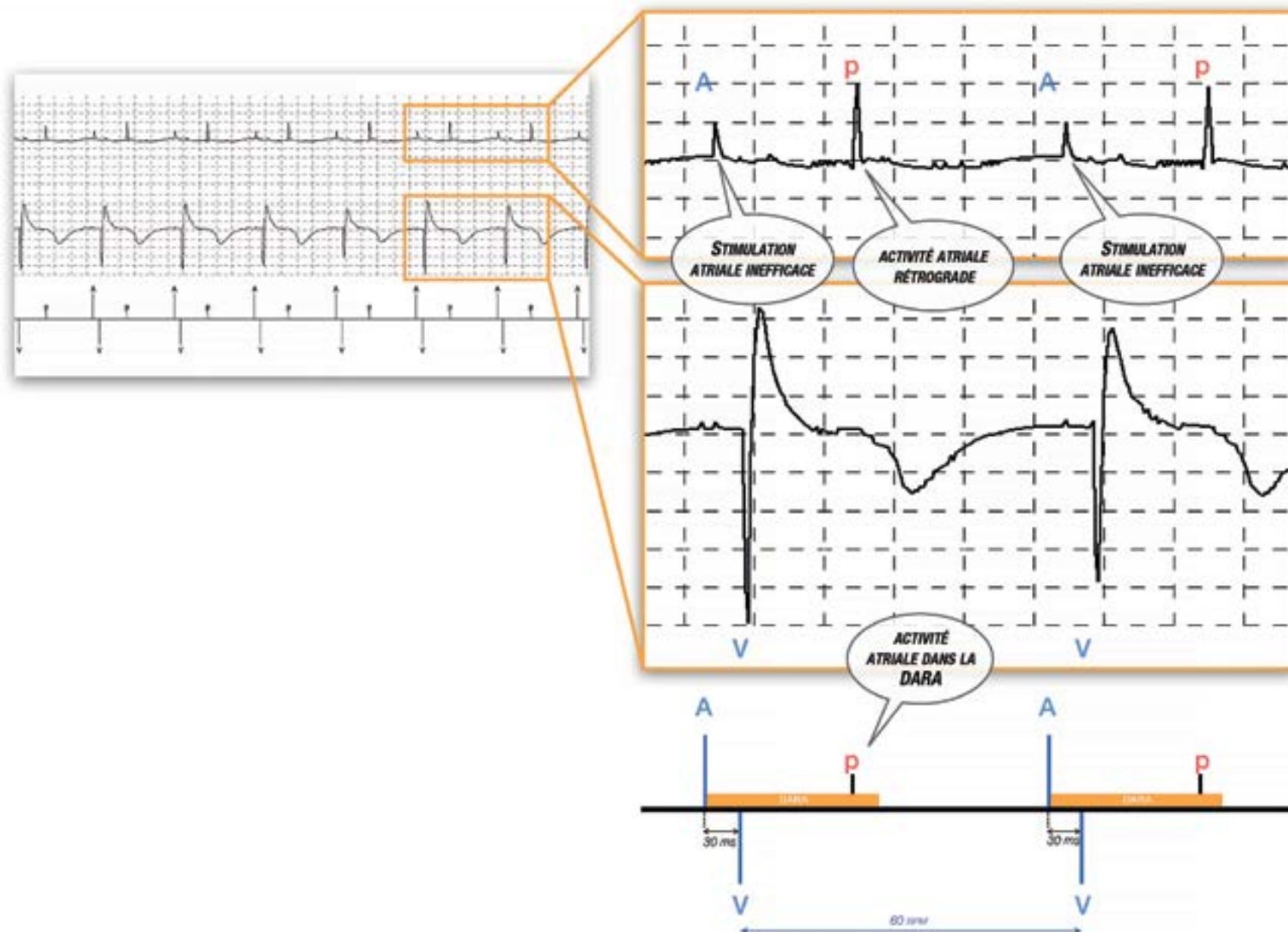
Ce tracé met en évidence une absence de capture atriale chez un patient avec dysfonction sinusale conduisant à la répétition de séquences de stimulation atriale inefficace avec conduction rétrograde. Le fonctionnement spécifique des stimulateurs MicroPort™ (fenêtre de DARA et absence de PRAPV à la suite d'une stimulation ventriculaire) permet d'éviter la survenue d'une TRE en dépit d'un temps de conduction rétrograde relativement long. L'amplitude de sortie atriale avait été programmée chez ce patient à 2.5 Volts pour une durée d'impulsion de 0.35 ms. Sans cause identifiable évidente (pas de déplacement de sonde, pas de trouble métabolique), le seuil de stimulation était passé au delà de cette valeur (seuil à 3.5 Volts pour 0.35 ms). La détection restait correcte (2 mV) et l'impédance de stimulation normale (630 ohms). L'augmentation temporaire de l'amplitude de sortie à 4.5 Volts pour 0.35 ms a permis de solutionner le problème.

L'Autoseuil atrial est disponible sur les dernières plateformes de stimulateurs MicroPort™. Le fonctionnement est basé sur 3 grands principes: 1) le seuil de stimulation atriale est réalisé une fois par jour, la nuit (1h du matin); 2) il existe 2 méthodes pour mesurer le seuil de stimulation (PR ou AR) choisies par le dispositif en fonction de l'existence d'un rythme sinusal stable et supérieur à 50 bpm (seuil réalisé avec incrément de l'amplitude de stimulation) ou une conduction atrio-ventriculaire en 1/1 avec intervalles AR stables (seuil réalisé avec décrétement de l'amplitude de stimulation); 3) l'amplitude de stimulation atriale est automatiquement adaptée pour les 24 heures suivantes à une valeur supérieure de 1 V par rapport au seuil mesuré ou à la valeur de la stimulation atriale programmée (valeur la plus élevée entre les 2);

Le seuil est réalisé à 1 heure du matin de façon à favoriser l'existence d'un rythme stable sans fonctionnement de l'asservissement ou d'un autre algorithme forçant la stimulation atriale.

L'absence de capture est suggérée devant la persistance de l'activité atriale spontanée; la présence d'une capture atriale effective est suggérée devant la disparition de l'activation atriale spontanée; si il existe une dysfonction sinusale marquée avec une conduction atrio-ventriculaire préservée, la présence ou l'absence de capture atriale sont évaluées par rapport à l'existence d'une conduction ventriculaire en 1/1; chez les patients avec BAV complet et dysfonction sinusale majeure, le test de seuil automatique atrial ne peut pas être réalisé;

En pratique, l'autoseuil atrial est programmable avec les modes SafeR(R), DDD(R), Dplus(R), SafeR/DDIR, Dplus/DDIR, DDD/DDIR. Cette fonction n'est pas programmable avec le mode de stimulation AAI ou si la fréquence de base programmée est > 80 bpm. La fonction Autoseuil Atrial est désactivée si la largeur d'impulsion atriale programmée est supérieure à 0.50 ms.

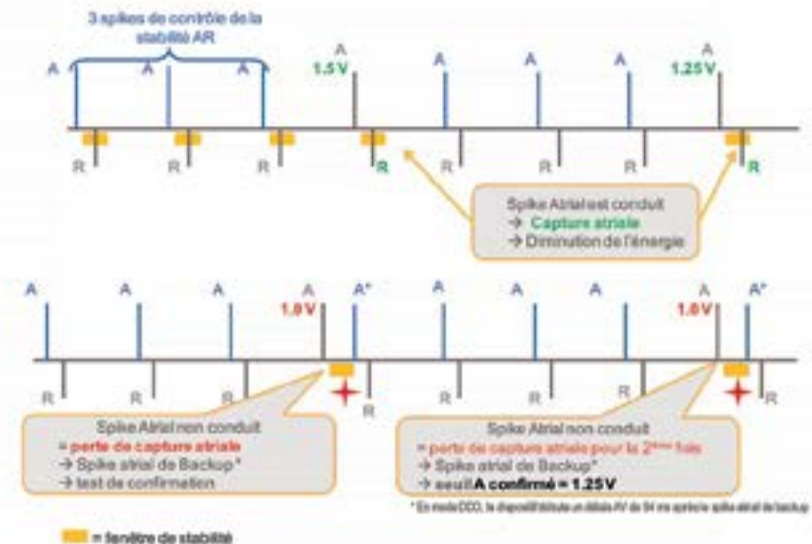
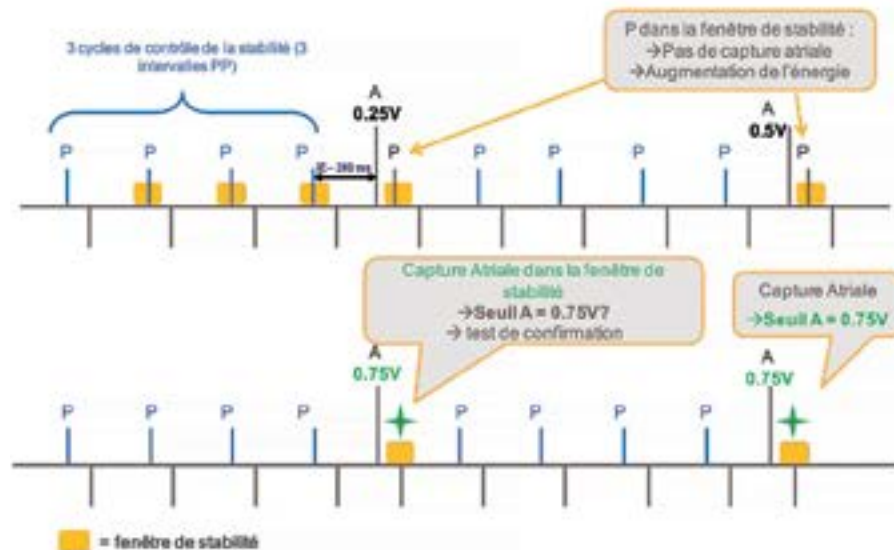


Tracé 30: défaut de capture atriale (mode AAI)

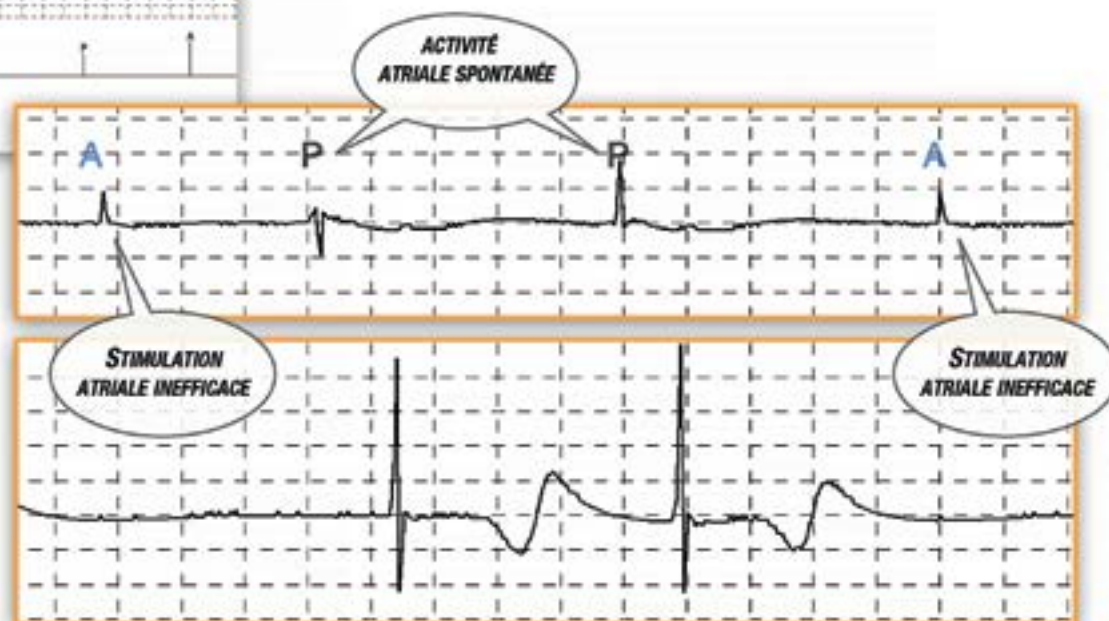
TRACÉ

Même patient en mode AAI; stimulation atriale (A) et détection atriale (P); absence de capture atriale; activité atriale spontanée suivie d'une activation ventriculaire physiologique;

AUTOSEUIL ATRIAL (PRINCIPE)



Fonctions spéciales	A	V
Auto-Sensing A/V	Suivi	Suivi
Auto-Seuil A/V	Auto	Non
Stimulation min A/V	1.5 V	
Stim. de secours A/V	3.5 V	
Freq Amax	100 min-1	



Stimulateur Cardiaque Implantable - chapitre 4

Détection

Patient

Homme de 63 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- C. il existe des défauts de détection ventriculaire
- D. il existe des défauts de détection atriale
- E. il existe des complexes ventriculaires dans le blanking post-stimulation atriale



- R** Détection ventriculaire
- P** Détection atriale
- A** Stimulation atriale
- V** Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Ce tracé montre une commutation sur un critère de BAV2; au début du tracé, détection atriale et détection ventriculaire; défaut de détection atriale suivi d'une stimulation atriale à la fréquence asservie (probable absence de capture car dans la période réfractaire et absence de modification de la cadence atriale spontanée); le complexe QRS suivant l'activité atriale spontanée sous-détectée survient dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale et n'est donc pas détecté (pseudo-activité atriale bloquée); après 3 répétitions identiques, diagnostic de BAV 2 et commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

Ce tracé révèle une sous-détection atriale intermittente responsable de commutations sur un critère de BAV 2 (complexes QRS non détectés car dans le blanking ventriculaire post-stimulation atriale). L'amplitude du signal atrial détecté peut varier en fonction de la position du patient et en fonction du cycle respiratoire. Une sous-détection atriale peut avoir un effet pro-arythmogène si la stimulation atriale survient en période vulnérable atriale avec un risque d'induction d'une arythmie atriale. Chez un patient en bloc auriculo-ventriculaire complet, une sous-détection atriale peut être symptomatique quand elle survient à l'effort avec une baisse brutale de la fréquence cardiaque. De plus, une sous-détection atriale peut être suivie par une stimulation atriale inefficace car tombant en période réfractaire de l'oreillette, avec un risque de survenue d'une conduction rétrograde après la stimulation ventriculaire car le délai PV est long, et risque d'induction d'une tachycardie par réentrée électronique (TRE).

Lors de l'interrogation d'un stimulateur MicroPort™, les mesures d'amplitude des événements détectés sont présentées sous forme d'histogrammes de distribution. Il est classique de retrouver une répartition d'allure gaussienne de l'amplitude des ondes P. L'aspect des histogrammes peut être très évocateur d'une sous-détection comme chez ce patient quand l'histogramme paraît amputé par la partie hachurée correspondant à la sensibilité programmée.

La qualité de la détection peut également être évaluée sur les courbes de tendances sur les dernières 24 H où la précision (la valeur moyenne) est de 8 minutes environ par point; de même, pour les courbes de tendances sur les derniers 6 mois où un point représente la valeur de détection moyenne d'une journée.

Dans l'onglet PM de l'écran Diagnos. AIDA, un clic sur la loupe Autosensing affiche la distribution des ondes P; un clic sur le bouton Ondes P/R affiche la distribution des ondes R; un clic sur le bouton Suivi sur les dernières 24 H affiche les courbes de tendances des ondes P et R sur les dernières 24 heures.

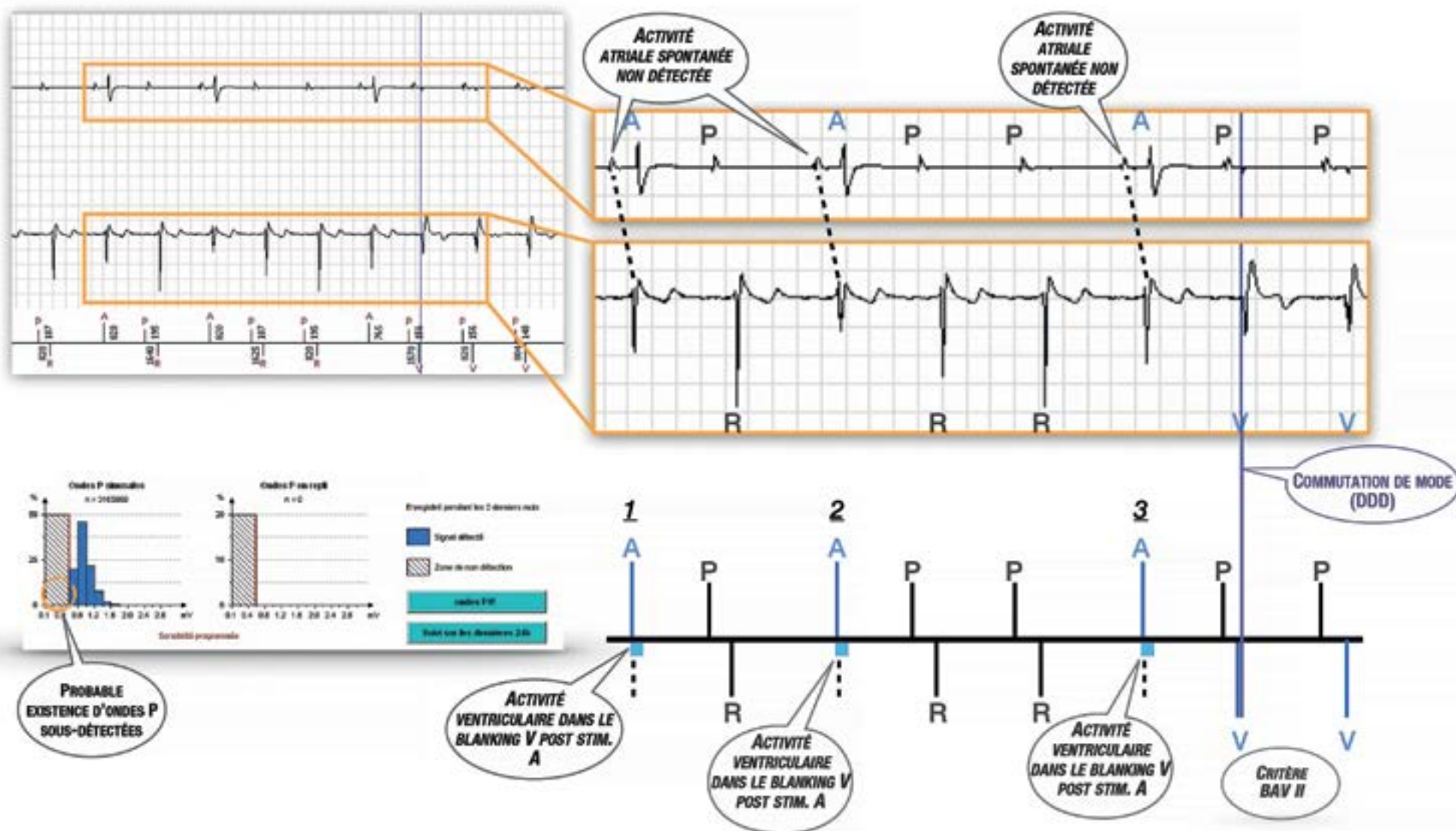
Les ondes P "sinusales" représentent les détections d'ondes P en dehors de la fenêtre de DARA. Les ondes P "en repli" représentent les détections d'ondes P survenues en phase de Repli (DDI). Les détections d'ondes P survenues en phase de suspicion ne sont pas prises en compte.

Les ESV représentent les détections d'ondes R dont le couplage est plus court de 25% par rapport à la moyenne des 8 cycles ventriculaires "normaux" qui précèdent.

Dans le Reply, Reply 200, Kora 100 et 250, ENO, la période de mesure équivaut aux 2 derniers mois.

Dans l'onglet PM de l'écran Diagnos. AIDA, un clic sur la loupe Mesures sur sondes affiche les courbes de tendances de la détection atriale; un clic sur le bouton Sonde V affiche les courbes de tendances de la détection ventriculaire.

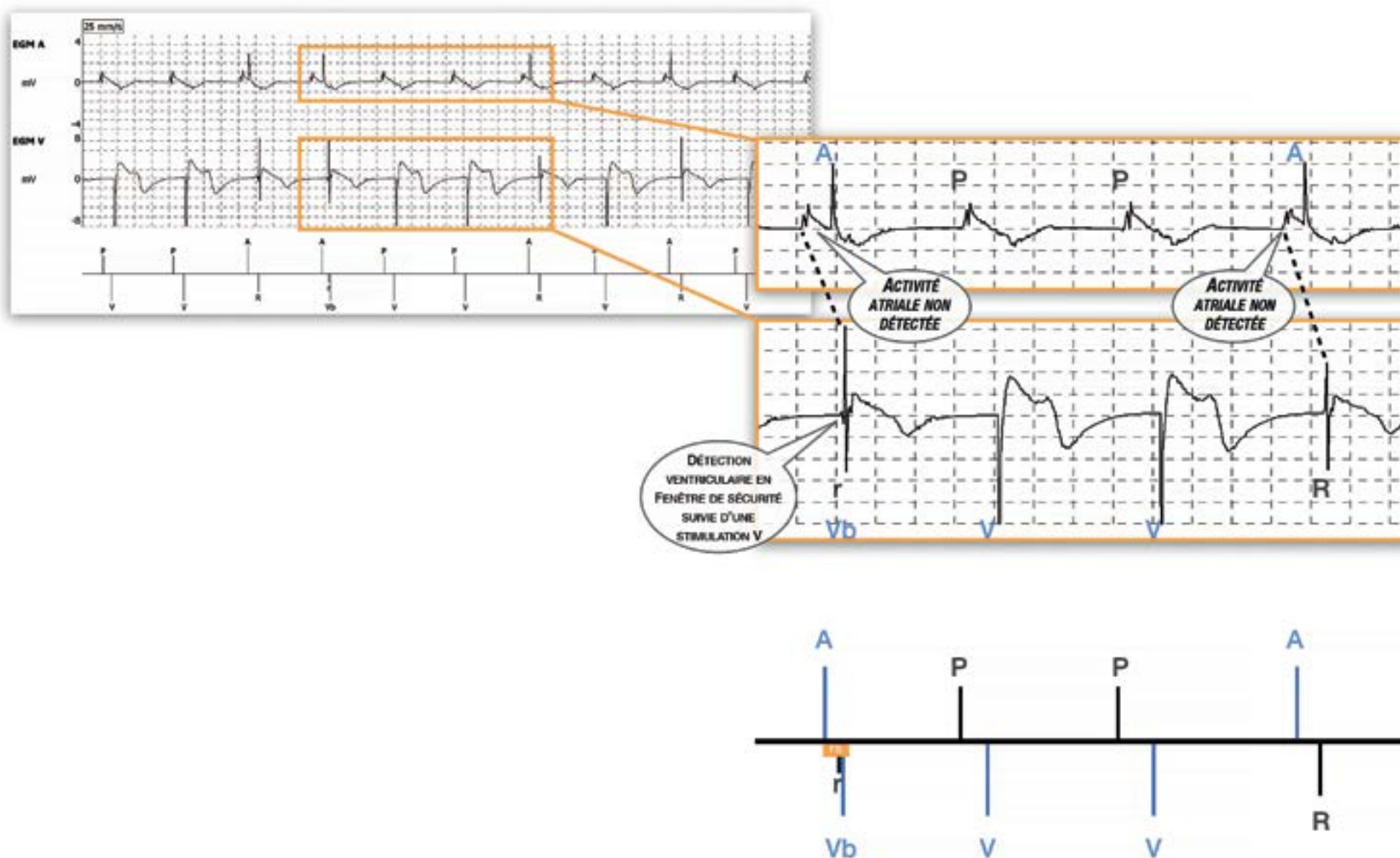
Le bon fonctionnement de l'algorithme SafeR nécessite une détection atriale et ventriculaire ainsi qu'une stimulation atriale parfaites. Une augmentation du seuil atrial (absence de capture atriale), une sous-détection atriale ou ventriculaire vont générer la survenue de commutations inappropriées vers le mode DDD. La possibilité d'enregistrer les épisodes de commutation sur les stimulateurs MicroPort™ permet de faire un diagnostic de ce type de problèmes même quand ils sont intermittents et peu fréquents.



TRACÉ

Patient implanté d'un pacemaker double chambre Reply DR en mode DDD; ce tracé montre un défaut de détection atriale suivi d'une stimulation atriale à la fréquence asservie (probable absence de capture car dans la période réfractaire et absence de modification de la cadence atriale spontanée); le premier complexe QRS suivant l'activité atriale spontanée sous-détectée survient en fenêtre de sécurité (r) et est suivie d'une stimulation ventriculaire en fin de fenêtre de sécurité (Vb) (mode DDD);

Après la deuxième onde P sous-détectée, la stimulation atriale survient un peu plus tôt, de sorte que l'onde R qui est conduite par l'onde P sous-détectée survient après la fin de la fenêtre de sécurité, pendant le DAV programmé. Il n'y a donc pas de stimulation ventriculaire en fin de fenêtre de sécurité.



Patient

Homme de 73 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- B. le stimulateur commute sur un critère de pause ventriculaire
- C. il existe des défauts de détection ventriculaire
- D. il existe des défauts de capture atriale
- E. il existe des complexes ventriculaires dans le blanking post-stimulation atriale



TRACÉ

Ce tracé montre une commutation sur un critère de BAV3; au début du tracé, stimulation atriale et détection ventriculaire; défaut de détection ventriculaire isolé; défaut de détection ventriculaire sur 2 cycles consécutifs conduisant au diagnostic de BAV 3 par le dispositif et commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

Ce tracé illustre un exemple de commutation inappropriée dans le cadre d'une sous-détection ventriculaire et démontre l'intérêt de regarder tous les tracés enregistrés dans les mémoires ce qui permet parfois de faire des diagnostics inattendus. Une fois de plus, l'aspect de l'histogramme avec amputation d'une partie de la courbe gaussienne par la valeur de la sensibilité programmée est très évocateur d'une sous-détection ventriculaire.

Une programmation adéquate du niveau de sensibilité doit permettre de détecter tous les événements cardiaques spontanés survenant dans la chambre implantée tout en ne détectant pas les événements d'autre nature (écoute croisée avec détection de signaux cardiaques provenant de l'autre chambre, myopotentiels, interférences...). La programmation d'une détection bipolaire permet d'augmenter la spécificité de la détection par rapport à une détection unipolaire en limitant le risque d'écoute de signaux extracardiaques ou d'écoute croisée et permet la programmation de valeurs de sensibilité élevée (0,3 à 0,5 mV dans l'oreillette, 2 à 3 mV dans le ventricule). En revanche, en configuration unipolaire, le risque d'écoute croisée ou d'écoute de signaux extracardiaques oblige à la programmation de niveaux de sensibilité moindre (1 à 1,5 mV dans l'oreillette et 4 à 5 mV dans le ventricule) avec un risque accru de sous-détection.

Traditionnellement, à la différence des défibrillateurs, les stimulateurs fonctionnaient avec une sensibilité stable et fixe sur l'ensemble du cycle cardiaque. De plus en plus, même si les contraintes en termes de détection ne sont pas les mêmes (nécessité cruciale pour un défibrillateur de détecter et traiter des troubles du rythme ventriculaire très rapides, polymorphes et microvoltés), les stimulateurs modernes

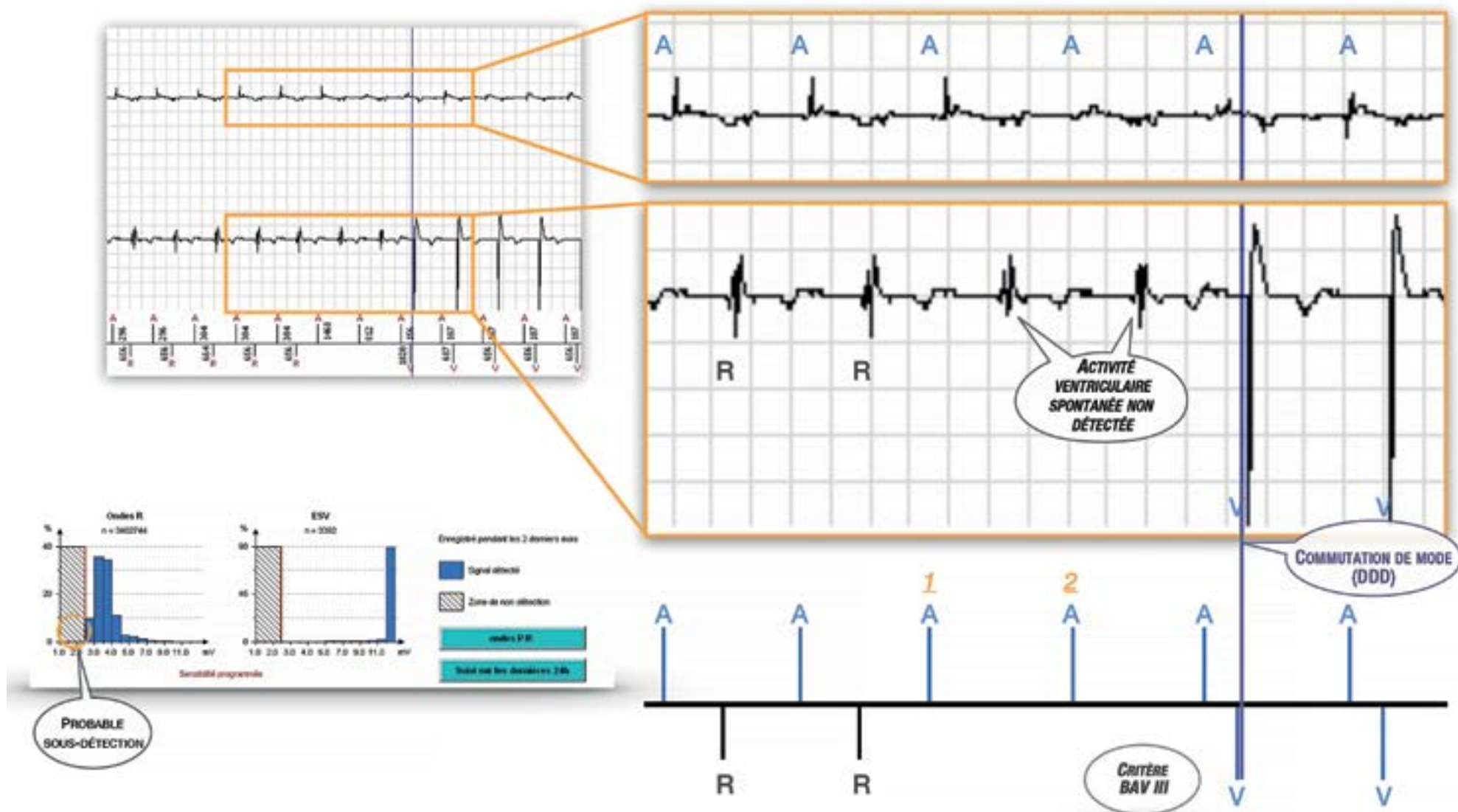
des autres compétiteurs permettent une sensibilité adaptative (niveau de sensibilité variable en fonction de l'amplitude de l'onde R ou de l'onde P détectée) avec augmentation progressive de la sensibilité au cours du cycle cardiaque (possibilité de détecter des signaux de petite amplitude sans surdétecter l'onde T).

Le choix diffère pour les stimulateurs MicroPort™ avec 2 options possibles: sensibilité fixe ou fonction Autosensing (disponible pour le canal atrial et pour le canal ventriculaire). La fonction d'Autosensing ne correspond pas à la méthode de détection utilisée dans un défibrillateur implantable de la même marque. Quand cet algorithme est programmé, l'amplitude des événements atriaux et ventriculaires est monitorée en permanence avec adaptation automatique cycle à cycle des sensibilités. L'amplitude des signaux est moyennée sur 8 cycles consécutifs et la sensibilité est programmée à environ un tiers (37,5%) de cette valeur moyenne. Le niveau de sensibilité peut donc changer d'un cycle à l'autre mais reste fixe durant l'intégralité de ce cycle (pas d'augmentation progressive de la sensibilité au cours du cycle pour obtenir une valeur maximale en fin de diastole comme dans un défibrillateur).

Suite à une extrasystole atriale, une arythmie atriale ou une stimulation atriale, la sensibilité atriale est forcée à 0,4 mV. L'amplitude de l'ESA n'est pas prise en compte dans la moyenne. Elle est remplacée par la valeur 0,4 mV pour le calcul de l'amplitude moyenne. L'Autosensing A applique une sensibilité allant de 0,4 mV à 3 mV.

De même, suite à une stimulation ventriculaire, la sensibilité ventriculaire est forcée à 1,5 mV en bipolaire et 2 mV en unipolaire. L'Autosensing V applique une sensibilité allant de 1,5 mV (en unipolaire) ou 2 mV (en bipolaire) à 6 mV.

La fonction Autosensing est disponible sur les 2 canaux et permet une mesure de l'amplitude des signaux détectés (programmation SUIVI) et un ajustement automatique de la sensibilité (programmation AUTO) en moyennant l'amplitude de 8 cycles consécutifs. Cette méthode d'ajustement de la sensibilité diffère donc de celle utilisée dans un défibrillateur implantable.

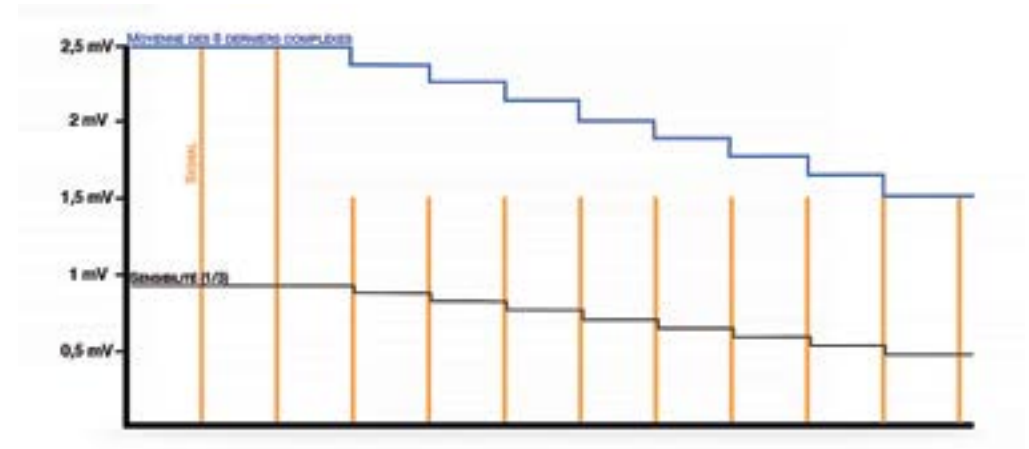


COMMENTAIRES (SUITE)

Il est donc possible de programmer l'Autosensing sur:

- SUIVI qui permet de mesurer les amplitudes des ondes P (sinusales et pathologiques) et des ondes R (normales et ESV) sans adaptation des réglages de la sensibilité qui restent fixes
- AUTO qui permet la mesure les amplitudes des ondes P et des ondes R avec ajustement automatique des sensibilités comme précédemment décrit

Il existe un certain nombre de restrictions : l'autosensing atrial n'est programmable sur auto que si la sensibilité atriale est bipolaire (si unipolaire, uniquement mode suivi) et si le délai AV de repos est supérieur à 65 ms.



Patient

Homme de 73 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- C. il existe une fibrillation atriale sous-détectée
- D. il existe des défauts de détection ventriculaire
- E. il existe une augmentation du seuil de stimulation atriale



R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

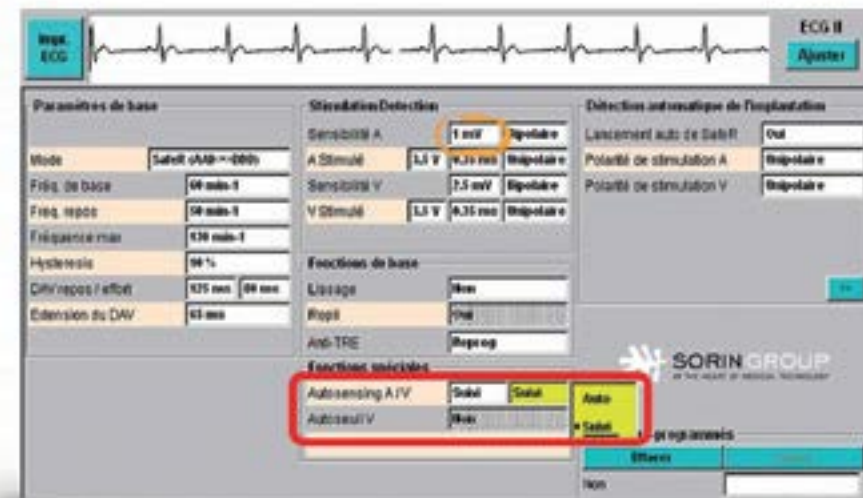
TRACÉ

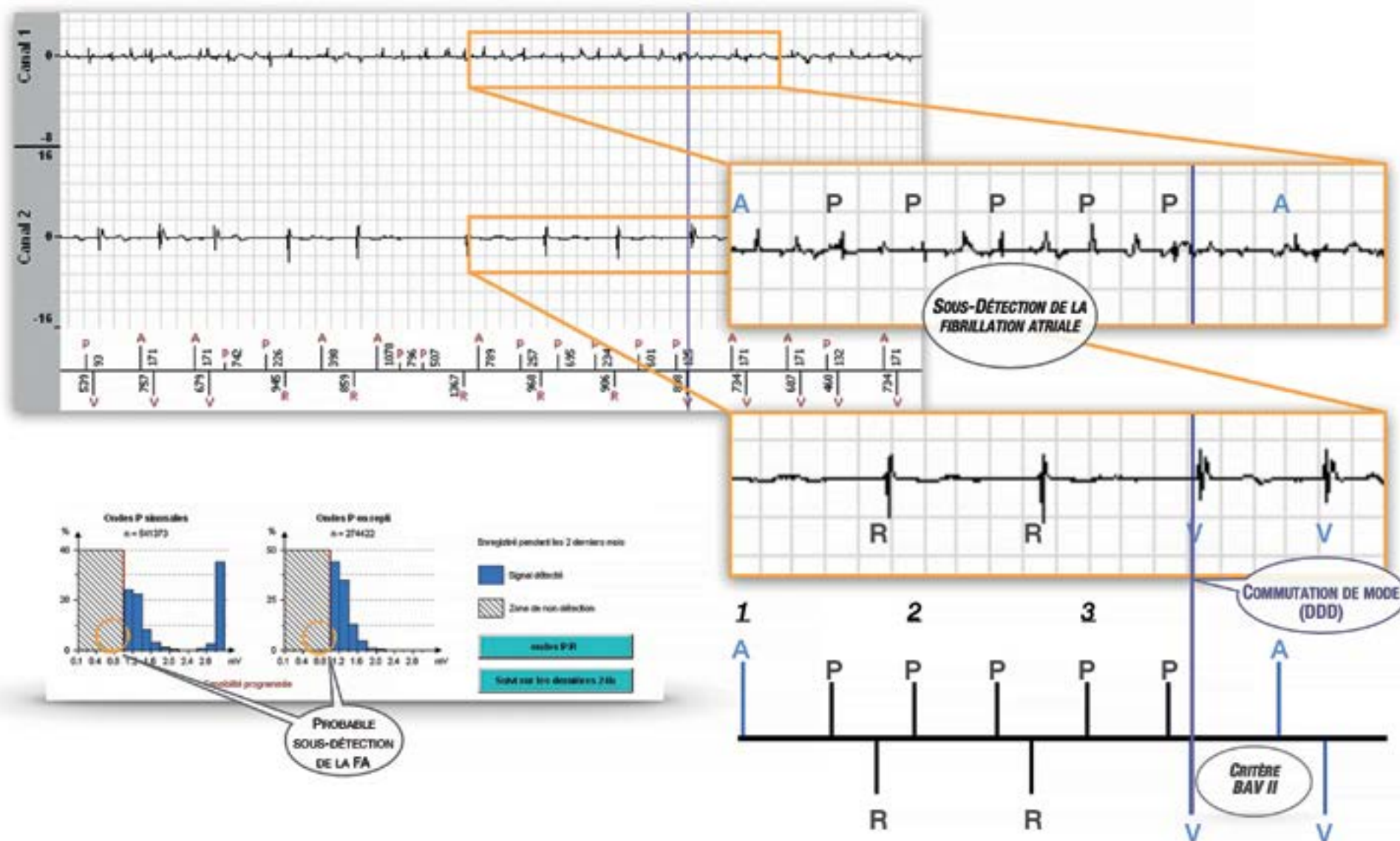
Ce tracé montre une commutation sur un critère de BAV2; l'analyse de l'EGM atrial montre l'existence de signaux rapides, irréguliers de morphologie variable détectés de façon intermittente par le dispositif; il s'agit donc d'une détection intermittente d'une fibrillation auriculaire conduisant à une absence de repli; stimulation atriale à la fréquence asservie quand l'activité atriale est sous-détectée; diagnostic de BAV 2 par le stimulateur quand au moins 3 complexes A ou P (détection atriale en dehors de la DARA) bloqués sur 12 sont mis en évidence et commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

Ce tracé révèle un défaut de détection atriale lors d'un épisode de FA conduisant à un faux diagnostic de bloc auriculo-ventriculaire, une commutation inappropriée en mode DDD et une augmentation modérée du pourcentage de stimulation ventriculaire. Cet exemple illustre la nécessité de vérifier les diagnostics posés par l'appareil et de garder un sens critique par rapport aux informations fournies. En effet, chez ce patient, la charge en FA était faussement basse, la majorité des épisodes d'arythmie étant sous-détectée. De faux diagnostics de FA sont fréquents (écoute croisée, bruit sur la sonde auriculaire) chez un patient stimulé, l'inverse est donc possible et nécessite une adaptation de la sensibilité auriculaire pour pouvoir assurer un monitoring correct des arythmies (essentiel pour débiter un éventuel traitement anticoagulant ou pour vérifier l'efficacité d'un traitement anti-arythmique).

Les 2 histogrammes de distribution de l'amplitude des ondes P en rythme sinusal et en repli suggèrent l'existence d'une sous détection avec amputation d'une partie de la courbe gaussienne correspondant aux signaux de moins de 1 mv (sensibilité programmée). L'histogramme des ondes P sinusales est fait de 2 sous-groupes: à droite, à environ 2,8 mV, les ondes P sont vraiment sinusales; le groupe de gauche à un profil identique à celui des ondes P en repli, et correspond aux signaux de FA vus hors périodes réfractaires lorsque la FA est mal détectée. Chez ce patient, une modification de la programmation (sensibilité augmentée en diminuant la valeur programmée) a permis de trouver un bon équilibre entre détection de l'activité atriale en FA et absence de surdétection au niveau du canal atrial.





Patient

Homme de 73 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- B. le stimulateur commute sur un critère de pause
- C. il existe une surdétection de bruit par la sonde atriale
- D. il existe des défauts de détection ventriculaire
- E. le patient semble dépendant sur le canal atrial



- R** Détection ventriculaire
- P** Détection atriale
- A** Stimulation atriale
- V** Stimulation ventriculaire

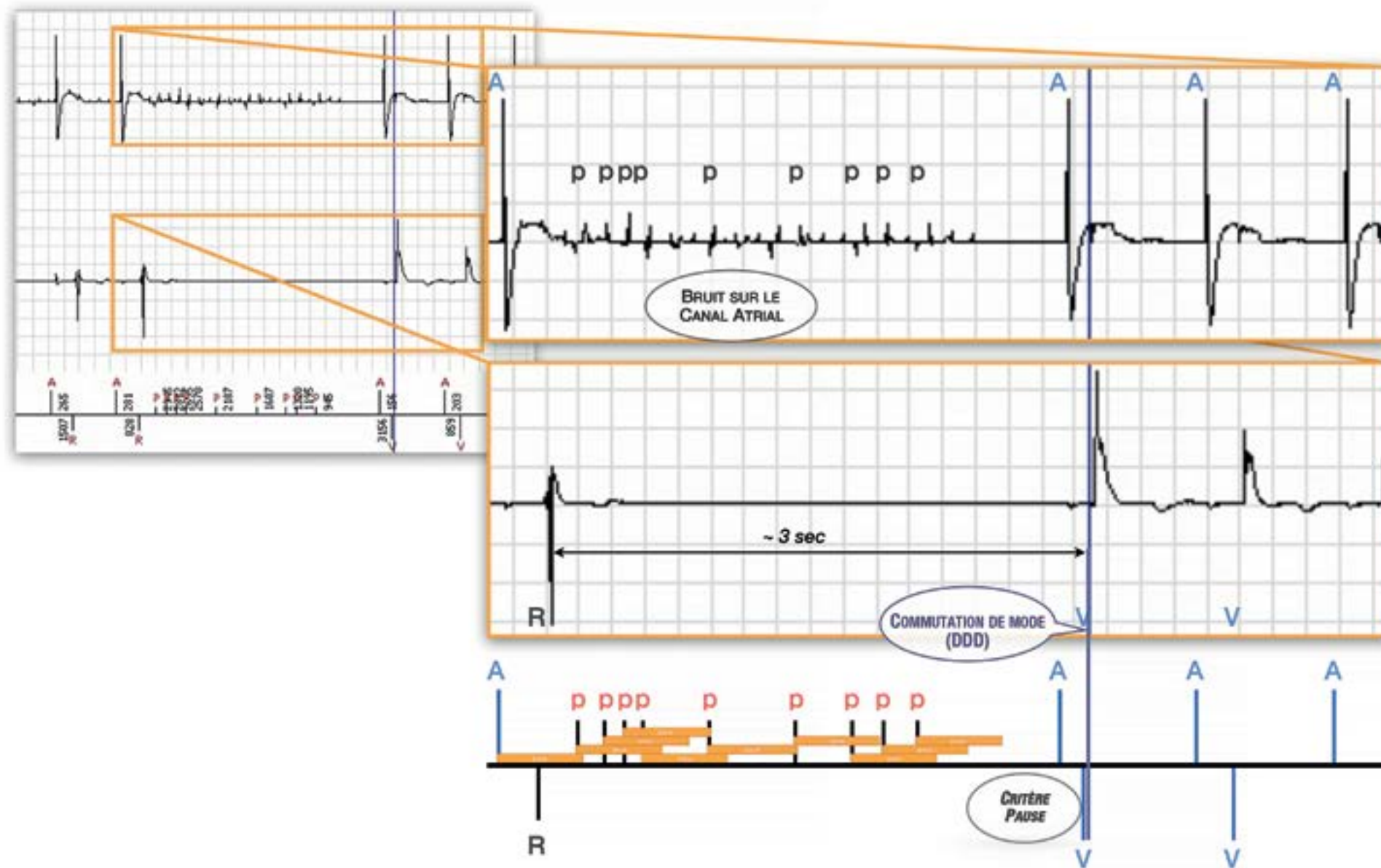
TRACÉ

Ce tracé montre une commutation sur un critère de pause (> 3 secondes); le tracé montre initialement un patient stimulé dans l'oreillette avec une conduction spontanée; l'analyse de l'EGM atrial montre ensuite l'existence de signaux rapides, irréguliers de morphologie variable, ne paraissant pas physiologiques; ces signaux sont très rapides et sont classés p (ils ne comptent pas comme des activités atriales bloquées: pas de critère de BAV2 ou de BAV3); en revanche, ces signaux inhibent la stimulation atriale conduisant à l'existence d'une pause ventriculaire (patient avec dysfonction sinusale marquée) et à la commutation en mode DDD (trait vertical);

COMMENTAIRES

Ce tracé révèle une surdéttection de myopotentiels pectoraux au niveau du canal atrial qui pouvait être reproduite lors de la consultation par réalisation de manœuvres contrariées du bras. L'impédance de la sonde atriale ainsi que le seuil de stimulation atriale étaient préservés. Une modification de la sensibilité atriale (augmentation de la valeur programmée) a permis de régler au moins temporairement le problème. La surdéttection de myopotentiels ou d'un signal 50 Hz peut comme chez ce patient être symptomatique avec un risque de pause sinusale si la surdéttection survient sur le canal atrial en cas de dysfonction sinusale, ou de bloc atrio-ventriculaire si la surdéttection affecte le canal ventriculaire.

Les marqueurs d'événements et les intervalles évoquent une surdéttection de myopotentiels en présence de cycles atriaux très courts qui ne sont pas physiologiques. La surdéttection peut être reproduite par différentes manœuvres: mobilisation du boîtier, de la loge et mouvement du bras homolatéral pour reproduire des myopotentiels pectoraux, respiration forcée pour reproduire des myopotentiels diaphragmatiques. Il est essentiel de vérifier systématiquement tous les épisodes enregistrés dans les mémoires, l'analyse des EGMs permettant parfois de corriger un diagnostic erroné porté par l'appareil.



Stimulateur Cardiaque Implantable - **chapitre 5**

Délai AV et périodes réfractaires

Patient

Homme de 63 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV1
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- C. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- D. le délai AV sur activité atriale détectée est plus long que sur activité atriale stimulée
- E. le délai AV sur activité atriale détectée est plus court que sur activité atriale stimulée



P Détection atriale
R Détection ventriculaire
A Stimulation atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, fonctionnement en mode DDD pendant 100 cycles, puis commutation en mode ADI; critère de BAV II rempli après 3 stimulations atriales non consécutives sur 12 bloquées: le stimulateur repasse en mode DDD, le délai AV est plus court sur oreillette spontanée que sur oreillette stimulée;

COMMENTAIRES

Dans un stimulateur double chambre, le délai AV détermine l'intervalle de temps maximal entre un événement atrial et l'émission prévue d'une stimulation ventriculaire. Cet intervalle correspond à l'équivalent électronique de l'intervalle PR.

Il existe des délais AV distincts pour les événements atriaux stimulés et détectés.

Leur programmation est destinée à assurer une parfaite coordination mécanique entre oreillettes et ventricules que l'oreillette soit détectée ou stimulée. La longueur de ces intervalles peut être programmée sur une large plage, fixe ou adaptable et est influencée par un grand nombre d'algorithmes.

Le délai AV stimulé est appliqué suite à une stimulation atriale lorsque le stimulateur fonctionne en modes DDD, DDI, DVI et DOO.

Le délai AV détecté est appliqué suite à un événement atrial détecté lorsque le stimulateur fonctionne en mode de stimulation synchronisée sur l'oreillette (DDD et VDD).

Le délai AV détecté optimal est plus court que le délai AV stimulé optimal pour différentes raisons:

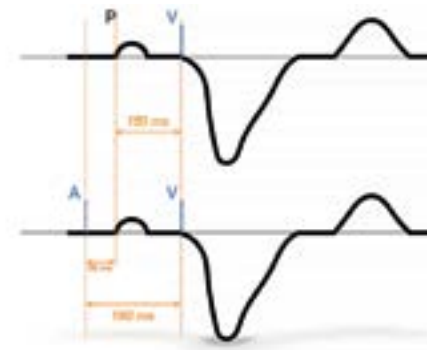
- la détection de l'onde P ne s'effectue jamais au tout début de l'onde P de surface, mais au passage de l'onde de dépolarisation atriale sous l'électrode. Elle est souvent tardive par rapport au début de l'onde P de l'ECG de surface.
- lorsque l'onde P est stimulée, le temps de conduction entre oreillette droite et oreillette gauche est allongé.
- la différence entre délais AV détecté et stimulé dépend de la position de la sonde dans l'oreillette droite : en moyenne 30 ms si la sonde est inter-atriale septale, 50 ms si elle est dans l'auricule, 70 ms à la partie haute du bord droit atrial et 90 ms si elle est latérale basse. Ces valeurs sont des moyennes et il faut théoriquement adapter la

programmation à chaque individu. Ces différences sont souvent plus longues s'il existe un trouble conductif intra- et/ou inter-atrial.

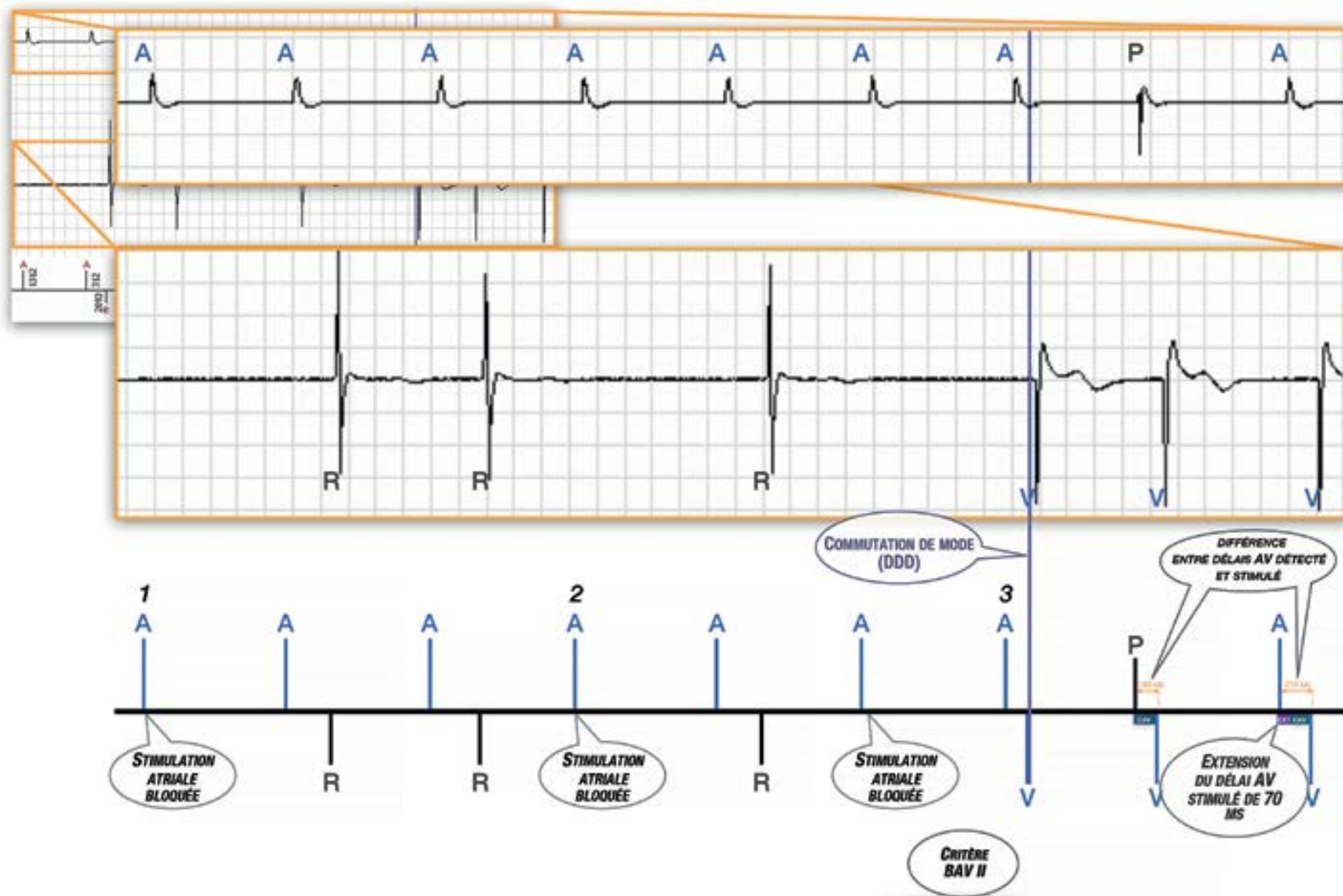
- cette différence change peu à l'effort, avec une tendance au raccourcissement sous l'influence des catécholamines qui réduit le temps de conduction inter-atrial. S'il existe un trouble conductif inter-atrial majeur, cette différence peut se majorer à l'effort. En pratique, cette valeur peut rester fixe tout au long de la plage de variation de fréquence programmée.

Dans notre exemple, $AR > AV$ car, au début du tracé, le mode est ADI et non DDD mais une fois le mode commuté, et sur les deux derniers cycles, on constate une différence de 70 ms entre le DAV/PV et le DAV/AV, que le stimulateur a mesuré automatiquement préalablement ($AV - AR$).

Physiologiquement, l'intervalle PR se raccourcit à l'effort, en moyenne de 4 ms pour 10 battements d'accélération de fréquence. L'adaptation du délai AV est destinée à reproduire ce phénomène physiologique, et la même variation est appliquée au délai AV détecté et au délai AV stimulé.



Le délai AV qui résulte en une hémodynamique optimale varie considérablement d'un patient à l'autre. Le réglage précis du délai AV doit permettre de maintenir constante la relation temporelle entre oreillette gauche et ventricule gauche et d'assurer que la systole atriale gauche soit terminée avant le commencement de la systole ventriculaire gauche.



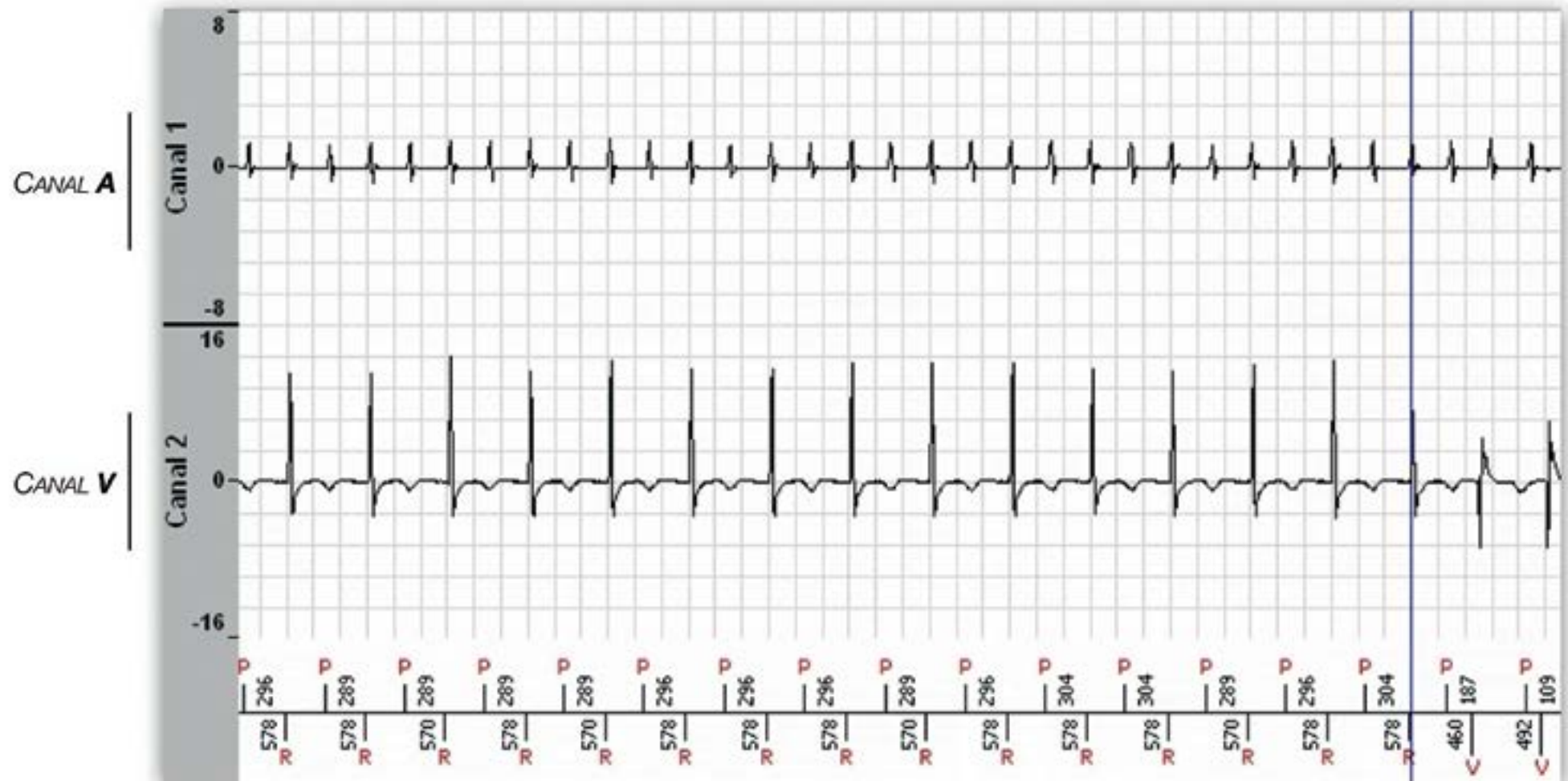
Patient

Homme de 63 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV1
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- C. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- D. une activité atriale sur 2 tombe dans la PRAPV
- E. une activité atriale sur 2 tombe dans le blanking atrial post-ventriculaire



R Détection ventriculaire
P Détection atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé l'EKG atrial révèle l'existence d'une tachycardie atriale avec des cycles atriaux réguliers, monomorphes; un signal sur 2 est détecté par le canal atrial, le second signal tombant dans le blanking atrial post-détection ventriculaire; commutation sur un critère de BAV1 (trait vertical), l'intervalle PR dépassant la valeur limite sur 6 cycles consécutifs; stimulation ventriculaire rapide, une activité atriale sur 2 tombant dans le blanking atrial post-stimulation ventriculaire;

COMMENTAIRES

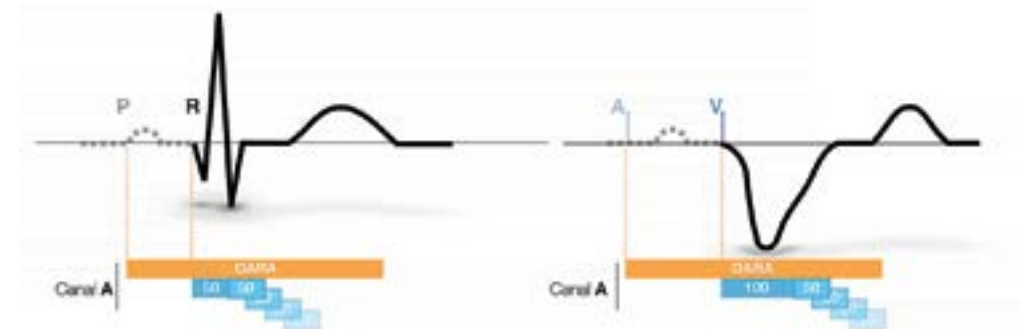
Ce tracé montre donc un exemple de tachycardie atriale mal diagnostiquée par le dispositif, une activité atriale sur 2 tombant dans le blanking atrial post-détection ventriculaire empêchant un repli vers le mode DDI; en revanche, le stimulateur commute de façon inappropriée en mode DDD devant un pseudo-aspect de BAV du premier degré. Le problème se poursuit ensuite avec une stimulation ventriculaire rapide, une activité atriale sur 2 se trouvant toujours dans le blanking atrial post-stimulation ventriculaire. Cet épisode n'est donc pas enregistré dans les mémoires d'arythmies.

Le blanking atrial post-ventriculaire (BAPV) est une période réfractaire absolue appliquée dans l'oreillette après détection et stimulation ventriculaire.

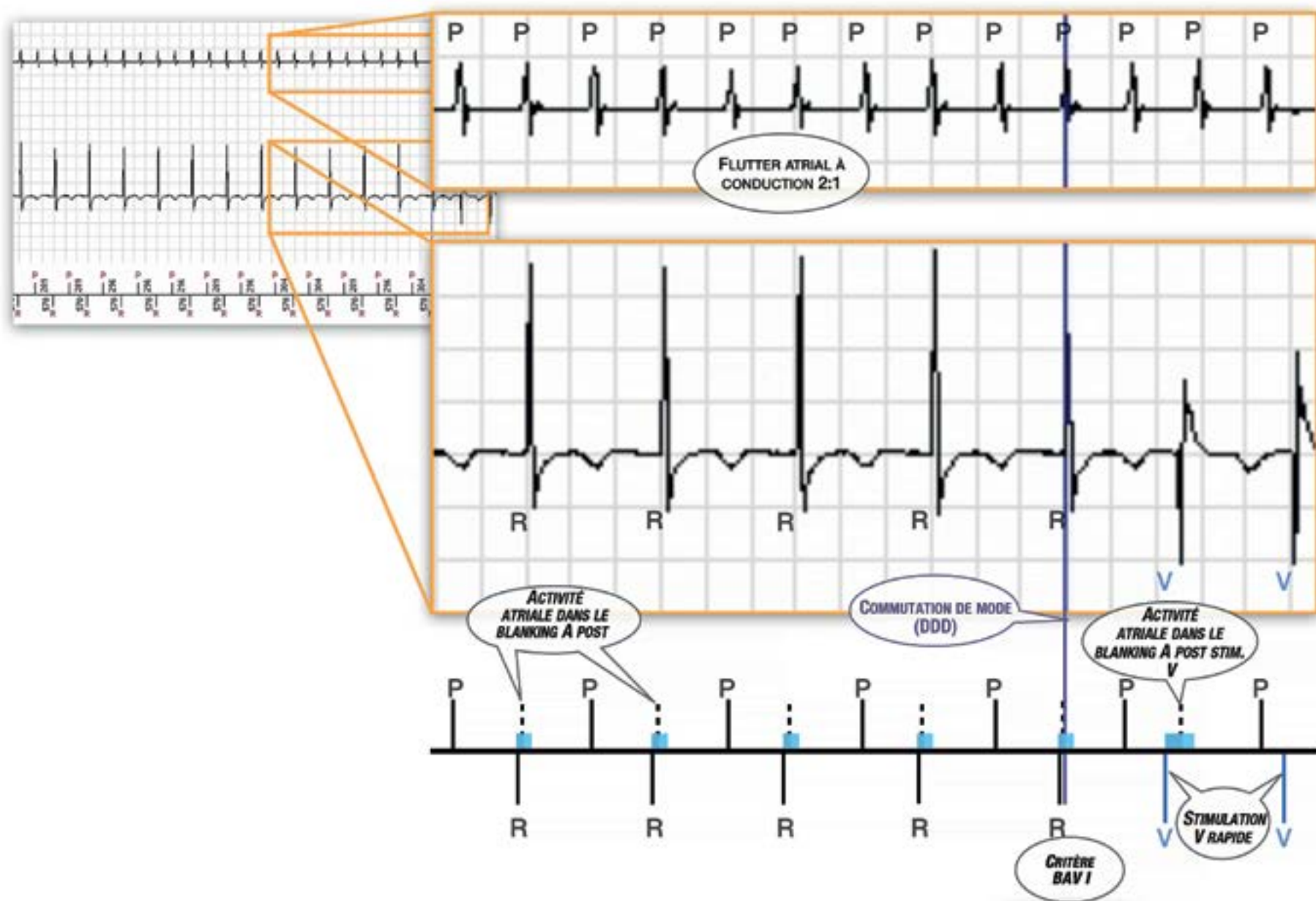
Son utilité est d'éviter la détection, par la chaîne atriale, de l'artéfact de stimulation ventriculaire et de la dépolarisation du ventricule spontané ou stimulé. Ce blanking est utilisé lorsque le stimulateur fonctionne en modes DDD, DDI, VDD et VDI.

Pour un stimulateur MicroPort™, suite à une stimulation ventriculaire, une période réfractaire absolue de 150 ms (valeur nominale, programmable) est déclenchée à l'étage atrial. Les 100 premières ms sont une période réfractaire absolue et les 50 ms suivantes sont redéclenchables automatiquement. Suite à une détection ventriculaire, une période réfractaire absolue de 100 ms (valeur nominale) est déclenchée à l'étage atrial. Les 50 premières ms sont une période réfractaire absolue et les 50 ms suivantes sont redéclenchables automatiquement. Quand l'utilisateur modifie la valeur du BAPV (post stimulation), il modifie aussi le BAPV post détection. C'est la valeur de BAPV post stimulation V que l'on programme.

Ce tracé montre les limites de la programmation d'un blanking atrial post-ventriculaire trop long. La non détection d'un signal atrial sur 2 durant un épisode de flutter/tachycardie atriale peut conduire à la survenue d'une tachycardie stimulée mal supportée. L'effet délétère combiné de la tachycardie et de la stimulation ventriculaire droite peut favoriser la survenue de symptômes. La réduction de la valeur du blanking permet la détection du second signal atrial (dans la DARA), à la condition de l'absence d'écoute croisée ventriculo-atriale, le diagnostic d'arythmie atriale et ainsi une commutation rapide vers un mode asynchrone. Pour conserver une capacité correcte de détection des arythmies atriales et éviter une écoute croisée, la programmation doit trouver un équilibre entre périodes de blanking et sensibilité atriale.



Le réglage d'un blanking atrial post-ventriculaire trop long expose le patient au risque de non détection d'un flutter-tachycardie atriale. A l'opposé, quand le blanking est trop court, le risque d'écoute croisée est augmenté.



Patient

Homme de 63 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le marqueur p correspond à une détection atriale dans la PRAPV
- B. le marqueur p correspond à une détection atriale dans le blanking atrial post-ventriculaire
- C. le marqueur p correspond à une détection atriale dans la DARA
- D. le marqueur P correspond à une détection atriale dans la DARA
- E. le marqueur P correspond à une détection atriale en dehors de toute période réfractaire



R Détection ventriculaire
P Détection atriale
p Détection atriale en période réfractaire

TRACÉ

Au début du tracé, rythme sinusal avec conduction spontanée; démarrage d'une arythmie atriale par une extrasystole atriale détectée dans la DARA (p); la valeur de la DARA pour le reste de l'épisode est fixée sur ce premier cycle; certains cycles atriaux tombent dans la DARA et sont classés p, d'autres sont en dehors de cette période réfractaire et sont classés P;

COMMENTAIRES

Ces 2 tracés montrent le fonctionnement très spécifique des périodes réfractaires atriales dans les stimulateurs double chambre MicroPort™. En effet, à la différence des autres constructeurs, il n'existe pas de PRAPV après une détection ou une stimulation ventriculaire. La DARA est une période réfractaire atriale très spécifique déclenchée par une détection atriale hors périodes réfractaires ou une stimulation atriale. La RetroPwatch correspond à un équivalent de PRAPV déclenchée à la suite d'une extrasystole ventriculaire.

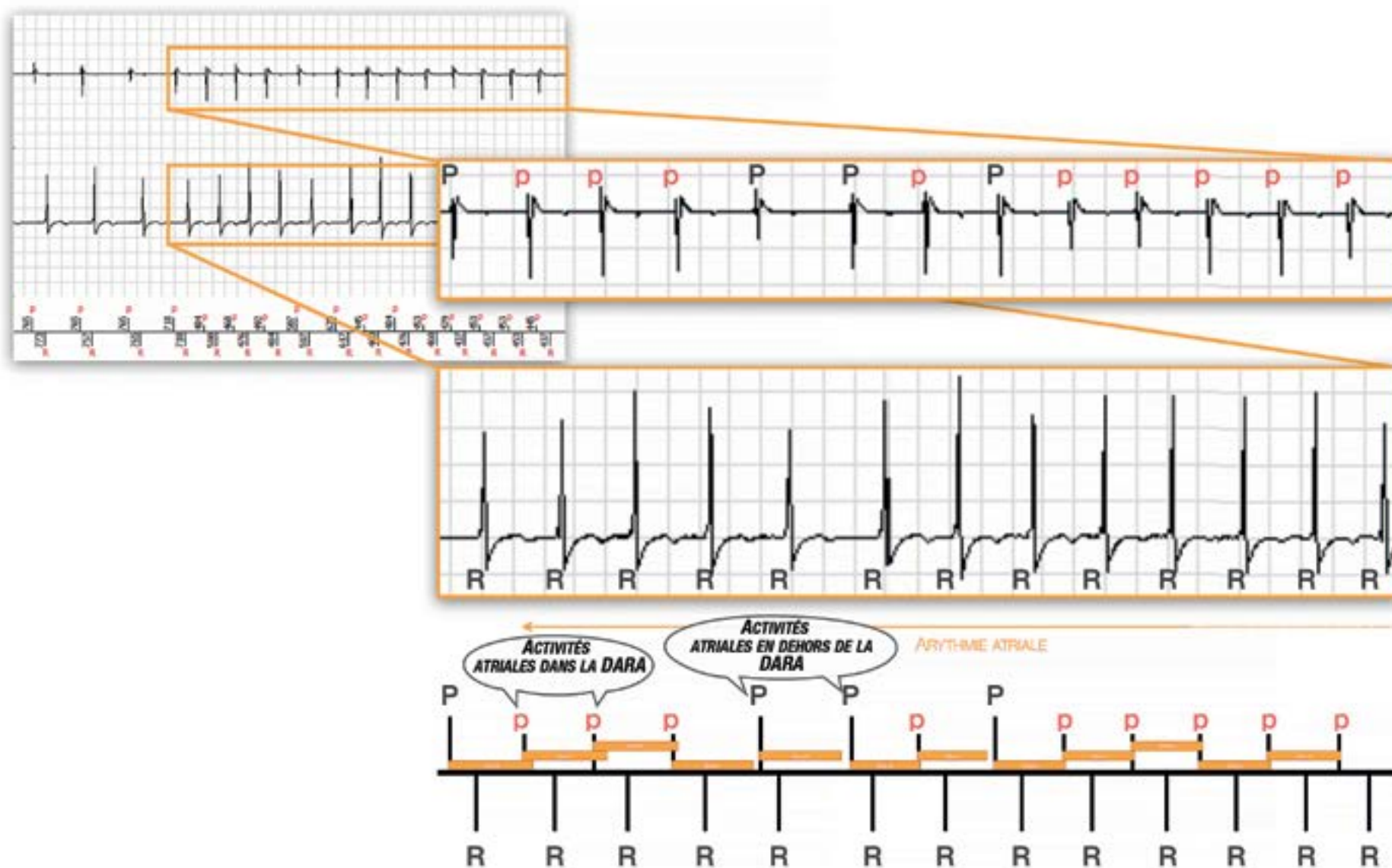
En mode DDD, à l'étage atrial, une période réfractaire de 80 ms est déclenchée après une détection. Les 30 premières ms sont une période réfractaire absolue et les 50 ms suivantes sont redéclenchables automatiquement en cas de détection. La valeur de cette période n'est pas programmable. Suite à une stimulation atriale, les périodes correspondants au délai AV sont des périodes réfractaires absolues à l'étage atrial.

Lorsque le mode de stimulation double chambre SafeR est programmé et que le stimulateur fonctionne en mode ADI, après une stimulation atriale une période réfractaire de 150 ms est déclenchée à l'étage atrial. Les 100 premières ms sont une période réfractaire absolue et les 50 ms suivantes sont redéclenchables automatiquement. La valeur de cette période n'est pas programmable.

A la suite d'une détection ou d'une stimulation ventriculaire, il existe une période de blanking atrial pour éviter l'écoute croisée. En revanche, comme expliqué précédemment, la grande particularité des stimulateurs de cette compagnie est qu'il n'existe pas de PRAPV (période réfractaire déclenchée à la suite du blanking atrial post-détection ou post-stimulation ventriculaire pour éviter la survenue d'une tachycardie par réentrée électronique).

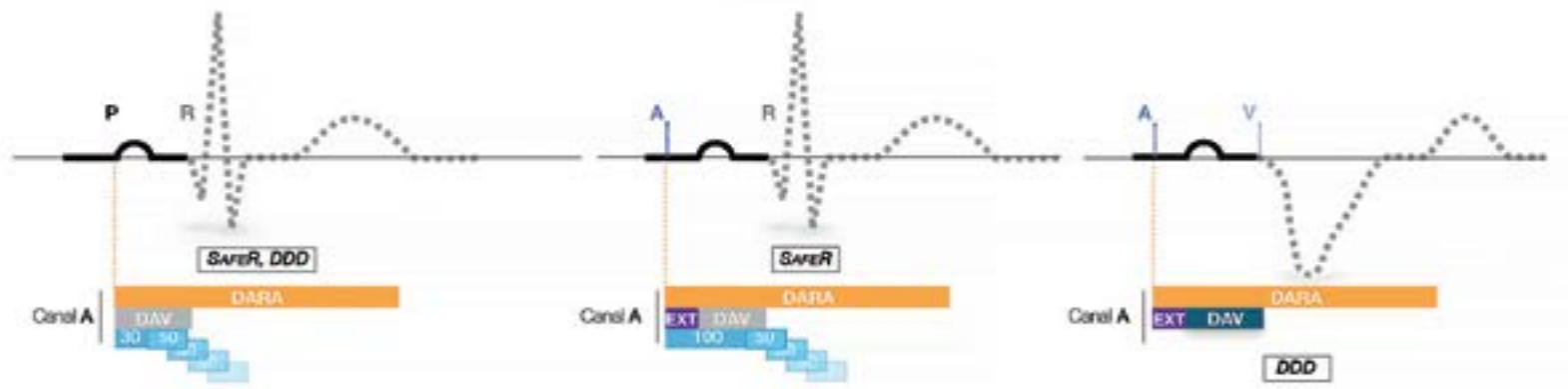
Suite à une détection ou une stimulation atriale, une période réfractaire relative est déclenchée à l'étage atrial. Sa durée est dynamique et est calculée en fonction du rythme atrial. Elle n'est effective qu'après la fin de la période réfractaire atriale (80 ms, 150 ms ou à la fin du DAV+ ext). Elle a pour but de détecter l'accélération du rythme atrial (d'où son nom : fenêtre de DARA). Lorsque le rythme sinusal est inférieur à 80 min⁻¹, la durée de la DARA représente 62.5 % de l'intervalle P-P précédent. Quand le rythme sinusal est supérieur (ou égal) à 80 min⁻¹, la durée de la DARA représente 75 % de l'intervalle P-P précédent. Au début de l'installation du rythme rapide atrial, un délai AV court peut être déclenché sur certaines détections d'ondes P en DARA si et seulement si l'intervalle R-V ou V-V qui est appliqué est supérieur à 500 ms. Cela permet d'éviter une stimulation ventriculaire trop rapide en début d'épisode d'arythmie atriale avant la commutation en mode asynchrone. Durant cette phase de suspicion de trouble du rythme atrial, tous les événements auriculaires détectés sont notés par des marqueurs en périodes réfractaires (petits « p »). La valeur de la DARA est alors figée à celle de la DARA ayant détectée la toute première ESA et ne peut excéder 500 ms. Le délai AV court pouvant être déclenché après certaines détections d'ondes P en DARA est de 30 ms (non programmable). Ce délai AV court permet de réduire voire de supprimer le risque de tachycardie par réentrée électronique, mais surtout de réduire la durée des périodes réfractaires atriales pour mieux détecter les arythmies atriales rapides.

La DARA est une période réfractaire atriale spécifique des dispositifs MicroPort™ double chambre (déclenchée par une détection ou une stimulation atriale) qui fonctionnent sans PRAPV (période réfractaire atriale déclenchée par une détection ou une stimulation ventriculaire).



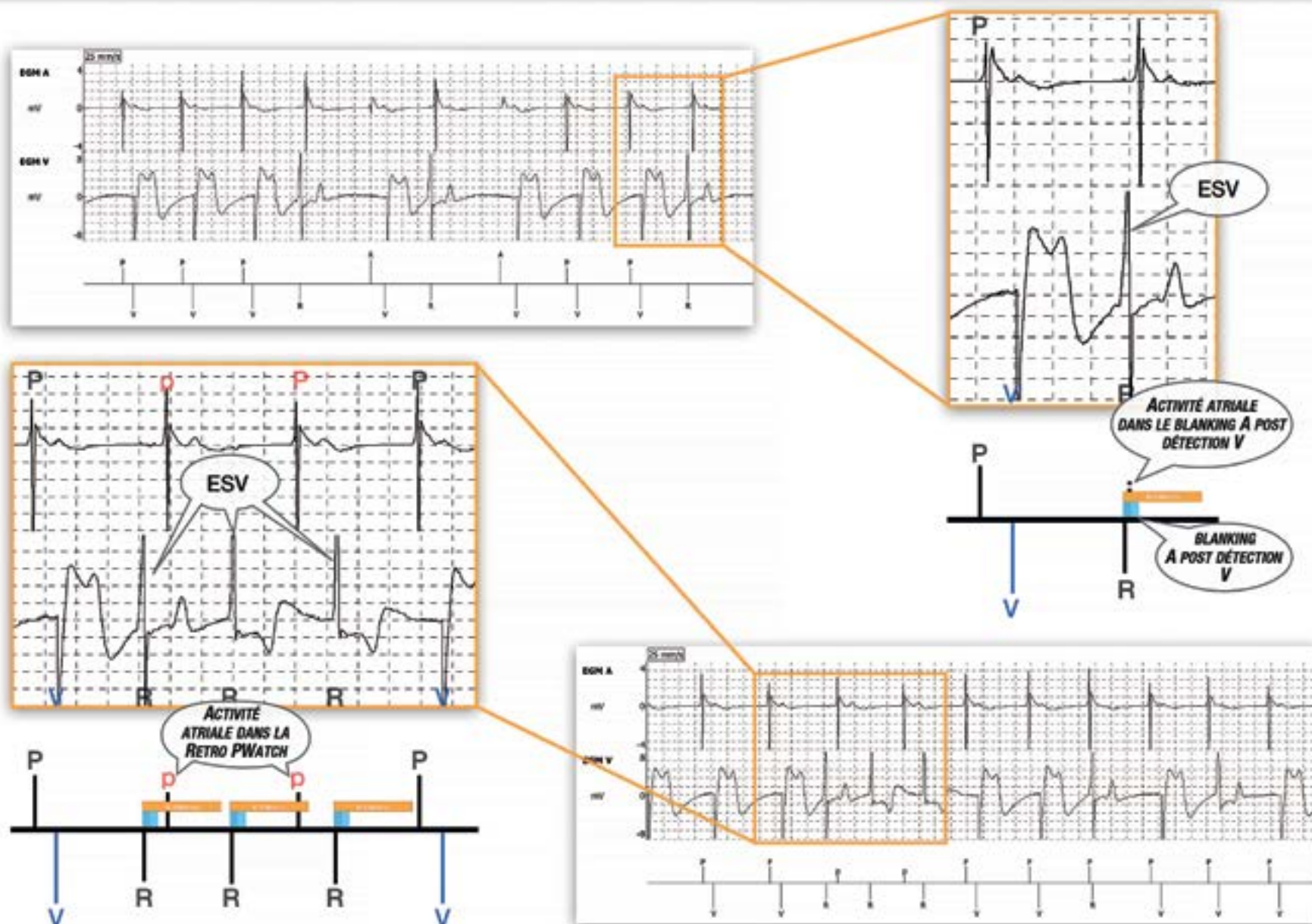
COMMENTAIRES (SUITE)

Suite à une détection ventriculaire considérée comme ESV, une période réfractaire relative (RetroPwatch) est déclenchée à l'étage atrial. Sa durée est de 500 ms et est appliquée sur 3 ESV consécutives au maximum. Une ESV est définie comme une activité ventriculaire non précédée d'une activité atriale (dans un intervalle compris en -31 et -300 ms par rapport à l'ESV en mode DDD et dans un intervalle sans limite en mode SafeR). La détection d'une activité atriale dans cette période réfractaire est marquée p et ne déclenche pas de délai AV. L'objectif de cette période réfractaire est de réduire le risque de TRE à la suite de la survenue d'une ESV.



TRACÉ

Sur les 2 tracés, initialement, détection atriale et stimulation ventriculaire; sur le tracé du haut, extrasystole ventriculaire suivie d'une activité atriale tombant dans le blanking atrial post-détection ventriculaire (absence de marqueur); sur le tracé du bas, extrasystole ventriculaire suivie d'une activité atriale tombant dans la RetroPwatch (marqueur p) et ne déclenchant pas de délai AV;



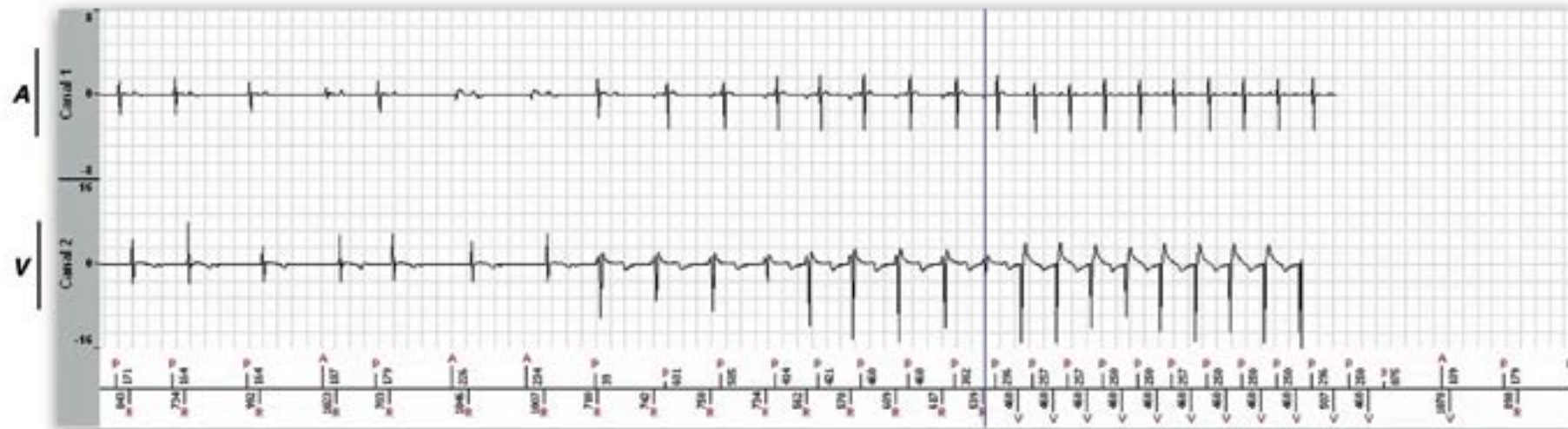
Patient

Homme de 63 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV1
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- C. le stimulateur commute à la suite de la survenue d'un RIVA avec conduction rétrograde
- D. en fin de tracé, on observe une tachycardie atriale
- E. en fin de tracé, on observe une tachycardie par réentrée électronique



- P** Détection atriale
- R** Détection ventriculaire
- A** Stimulation atriale
- V** Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé on retrouve une détection atriale et une détection ventriculaire (mode SafeR, fonctionnement ADI); accélération du rythme ventriculaire, démarrage d'un RIVA avec conduction rétrograde en 1/1; aspect de pseudo-PR long; après 6 cycles consécutifs avec valeur de PR supérieure à la valeur programmée, commutation en mode DDD; sur le premier cycle stimulé, délai AV long (300 ms) favorisant la conduction rétrograde et le démarrage d'une TRE; après une série de 8 cycles PV (délai AV de 250 ms), suspicion de TRE et phase de confirmation; allongement sur un cycle du délai AV de 50 ms (300 ms), retardant la stimulation ventriculaire qui suit; l'analyse du timing du cycle atrial qui suit est en faveur d'une TRE; en effet, l'intervalle PP est allongé de 50 ms environ démontrant qu'il s'agit d'une conduction rétrograde et que le timing de survenue de l'oreillette dépend de celui du ventricule stimulé; cet intervalle PP aurait été inchangé en présence d'une tachycardie atriale, le diagnostic différentiel dans ce cadre; le dispositif applique une période réfractaire atriale post-ventriculaire de 500 ms sur le cycle suivant; l'activité atriale rétrograde tombe dans cette période réfractaire, est marquée p et ne génère pas de délai AV ce qui interrompt la tachycardie et confirme le diagnostic de TRE;

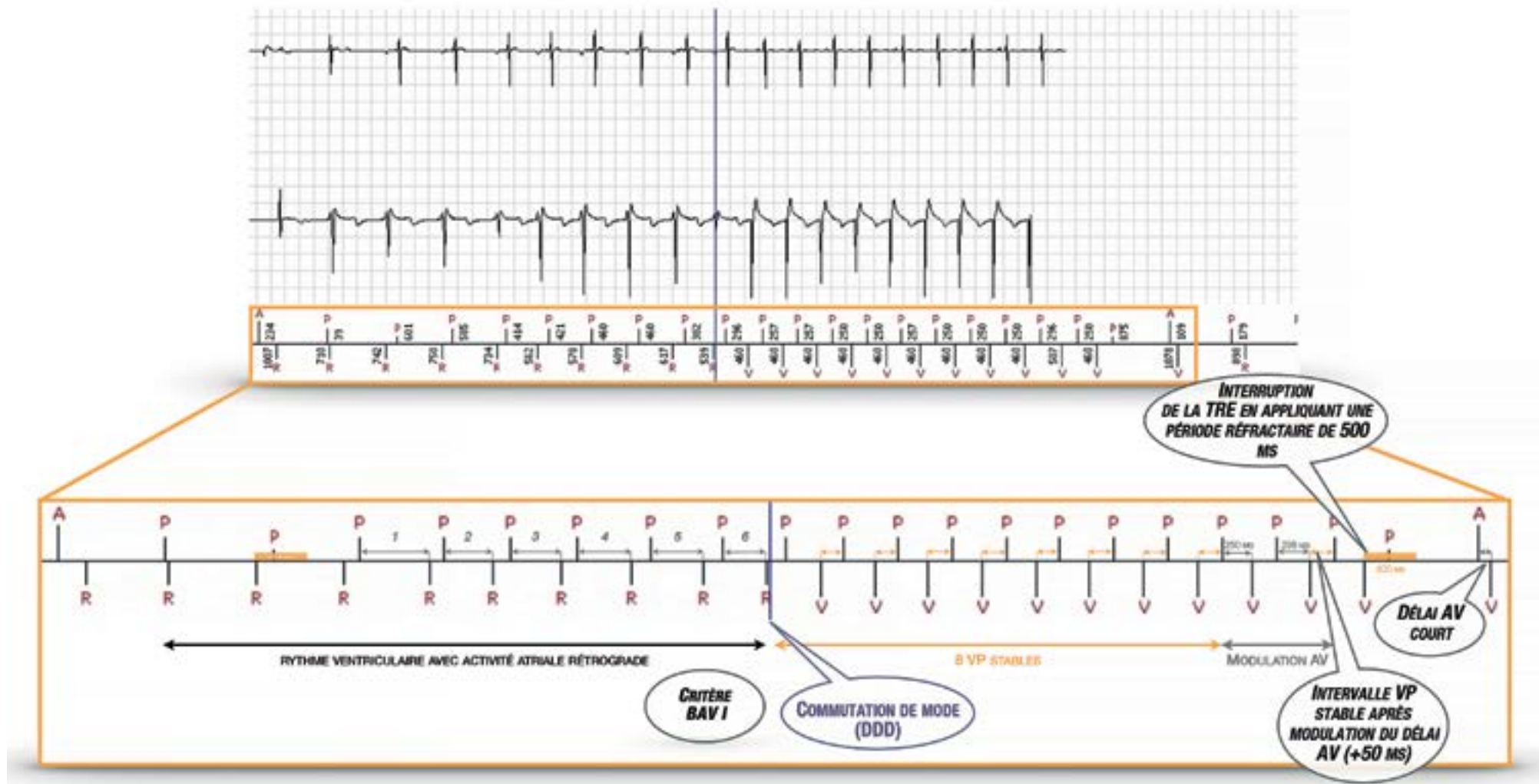
COMMENTAIRES

Nous sommes face à un cas très particulier d'interaction entre le mode AAISafeR et la mise en route de l'algorithme anti-TRE, en raison de la survenue d'une salve ventriculaire avec conduction rétrograde ! C'est l'un des rares cas où l'on peut analyser le fonctionnement de l'algorithme anti-TRE, car les TRE sont comptées mais ne créent pas de mémorisation d'épisode. C'est la commutation de mode ADI/DDD qui, ici, crée les conditions d'une TRE.

La tachycardie ventriculaire est lente et s'apparente à un rythme idio-ventriculaire accéléré. Les cycles ventriculaires sont suivis d'un événement atrial qui est une conduction rétrograde. En effet, les variations des intervalles RR s'accompagnent des mêmes variations des intervalles PP avec un délai RP toujours identique. Le rythme des oreillettes est dépendant de celui des ventricules. La tachycardie est suffisamment lente pour que le stimulateur interprète le rythme comme sinusal avec PR long. Ce pseudo PR long a une durée qui dépasse la valeur programmée du PR max dans les critères de BAV I du mode AAISafeR, de sorte qu'après 6 cycles avec « PR » long au-delà de la valeur du PR max programmé, le stimulateur commute du mode ADI au mode DDD. La synchronisation AV s'effectue alors sur la conduction rétrograde qui suit chaque stimulation ventriculaire. La fréquence de la TRE qui, habituellement, est égal à $60000/\text{DAV} + \text{temps de conduction rétrograde}$, se cale sur la

fréquence maximale programmée, soit 130 bpm ce qui équivaut à un cycle de 460 ms. Une fois le phénomène stabilisé, on constate que le délai « PR » est de 250 ms, ce qui signifie que le temps de conduction rétrograde est égal à $460 - 250 = 210$ ms. Le DAV est plus long que la valeur programmée, car il a été allongé pour que la fréquence de stimulation ventriculaire ne viole pas la fréquence maximale de 130 bpm. Après la commutation en mode DDD, les 8 premiers cycles de stimulation ventriculaire suivent une détection atriale, le délai VP est inférieur à 470 ms, et il est stable (moins de 30 ms). Dès lors le système suspecte une TRE, et pour le confirmer, le DAV est allongé de 50 ms sur le 9ème cycle (c'est la modulation du DAV), d'où un intervalle AV noté à 296 ms. Le délai RP qui suit reste de 210 ms puisque P est un signal atrial de conduction rétrograde lié à la stimulation ventriculaire, ce qui confirme la TRE. Après le cycle ventriculaire suivant, une période réfractaire atriale post-ventriculaire de 500 ms est appliquée, ce qui couvre le signal atrial rétrograde. Aucun DAV n'est déclenché, ni aucune stimulation ventriculaire et la TRE s'arrête. L'épisode implémente le compteur de TRE affiché dans l'écran Résumé à l'interrogation et dans les statistiques.

L'algorithme de détection et d'interruption des TRE ne peut pas être déprogrammé. Si l'option anti-TRE est programmée sur « Reduct », le dispositif diagnostique et interrompt les TRE. Si l'option anti-TRE est programmée sur « Reprog » le dispositif diagnostique et interrompt les TRE. De plus, il raccourcit automatiquement de 15 ms les délais AV de repos et d'effort (limite à 125 ms pour le délai AV de repos et à 80 ms pour le délai AV d'effort) si plus de 10 TRE par jour sont détectées pour réduire le risque de survenue d'une nouvelle TRE (favorisée par les délais AV longs).



COMMENTAIRES (SUITE)

Une TRE est déclenchée par une dissociation atrio-ventriculaire qui autorise une conduction rétrograde stable. Les causes de dissociation AV sont connues du stimulateur et des contremesures sont appliquées qui empêchent le déclenchement de la TRE : l'extrasystolie ventriculaire déclenche une « RetroP watch » de 500 ms, une PRAPV post-extasystolique qui couvre le signal de conduction rétrograde, et l'extrasystolie atriale qui tombe dans la PRAPA et ne déclenche pas de DAV. En dehors de ces deux cas, une TRE va débiter et l'algorithme de TRE devra l'arrêter : le DAV trop long qui laisse aux voies de conduction AV le temps de se repolariser quand apparaît la stimulation ventriculaire (c'est la cause la plus fréquente), le défaut de stimulation atriale, le défaut de détection atriale, des interférences détectées par la chaîne atriale. Dans ces cas, la stimulation ventriculaire va engendrer la conduction atriale rétrograde sur laquelle le stimulateur va se synchroniser et provoquer la TRE.

La fréquence de la TRE dépend de la somme DAV+temps de conduction rétrograde, et du cycle minimum de stimulation ventriculaire qui correspond à la fréquence maximale (60000/fréquence maximale en bpm). Si DAV+conduction rétrograde > Période minimale de stimulation, la fréquence de la TRE est inférieure à la fréquence maximale programmée. Si DAV+conduction rétrograde < Période minimale de stimulation, la fréquence de la TRE est supérieure à la fréquence maximale programmée. Les stimulateurs Microport ne gèrent donc pas seulement les TRE à la fréquence maximale programmée, mais aussi celles qui sont au-dessous.

Concernant le diagnostic de TRE, la modulation du DAV de 50 ms est destinée à décaler le moment de déclenchement de la stimulation ventriculaire. Si le rythme est sinusal, la modulation de DAV n'aura pas d'influence sur le moment de survenue du signal sinusal, et donc le délai RP qui suit sera plus court que les RP des 6 cycles précédents : il ne s'agit pas d'une TRE. S'il s'agit d'une TRE, le signal atrial sera décalé d'autant. Une seule modulation est appliquée si le temps de conduction est retrouvé stable à 15 ms près. Si ce temps est entre 15 et 30 ms près, une seconde modulation est appliquée de 65ms de confirmation. Après arrêt de la TRE, et sur le cycle suivant, le DAV appliqué est de 31 ms (plus extension si l'oreillette est stimulée), si l'onde P rétrograde bloquée est tombée dans la DARA.



Patient

Homme de 63 ans; implantation d'un pacemaker double chambre MicroPort™ Reply DR pour dysfonction sinusale; programmation du mode SafeR; enregistrement de commutations vers le mode DDD dans les mémoires du dispositif;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. le stimulateur commute sur un critère de BAV2
- B. le stimulateur commute sur un critère de BAV3
- C. en mode SafeR, il n'existe pas de blanking ventriculaire post-stimulation atriale
- D. en mode SafeR, une stimulation atriale suivie d'une détection ventriculaire dans la fenêtre de sécurité est considérée comme une activité atriale bloquée
- E. en mode DDD, une stimulation atriale suivie d'une détection ventriculaire dans la fenêtre de sécurité est suivie d'une stimulation ventriculaire forcée après un délai AV de 95 ms



- P** Détection atriale
- R** Détection ventriculaire
- r** Détection ventriculaire en FS
- A** Stimulation atriale
- Vb** Stimulation ventriculaire en période réfractaire

TRACÉ

Au début du tracé, rythme sinusal avec conduction spontanée pendant 3 cycles; au 4ème cycle, défaut de détection atriale, stimulation atriale en fin d'intervalle d'échappement, et survenue du QRS conduit par P sous-détectée dans la fenêtre de sécurité (r) qui n'induit pas de stimulation (mode ADI); au 5ème cycle, idem, mais le QRS est dans le blanking post-stimulation atriale; le 6ème cycle est normal (PR) avec commutation de mode en DDD; au 7ème cycle, la stimulation atriale suit immédiatement P sous-détectée, d'où une onde R conduite qui est hors fenêtre de sécurité ; au 8ème cycle, détection du QRS en fenêtre de sécurité (r) qui induit une stimulation ventriculaire à la fin de la fenêtre de sécurité (mode DDD).

COMMENTAIRES

Ce tracé permet de mettre en évidence les spécificités des périodes réfractaires ventriculaires post-stimulation atriale. En mode SafeR, même si le fonctionnement est censé être celui d'un mode AAI ou ADI, il est essentiel de protéger le canal ventriculaire après une stimulation atriale de façon à éviter une écoute croisée qui pourrait favoriser la survenue d'une asystolie lors d'un épisode de BAV. En effet, la stimulation atriale est délivrée en Volts, la détection ventriculaire opère en mV avec un rapport de 1 pour 1000; le stimulus atrial sera donc forcément détecté par le canal ventriculaire en l'absence de protection d'où la nécessité d'une période réfractaire.

Quand le stimulateur fonctionne en mode SafeR ou en mode DDD, une stimulation atriale déclenche un blanking ventriculaire suivi d'une fenêtre de sécurité. Dans un stimulateur MicroPort™, suite à une stimulation atriale, une période réfractaire de 30 ms est déclenchée à l'étage ventriculaire. Les 15 premières ms sont une période réfractaire absolue et les 15 ms suivantes sont redéclenchables automatiquement en cas de détection. La valeur de cette période n'est pas programmable.

La fenêtre de sécurité est une période de détection ventriculaire complémentaire du blanking ventriculaire post-atrial. Elle est mise en route seulement après stimulation atriale et est conçue traditionnellement pour empêcher une asystolie ventriculaire due à une inhibition inappropriée de la stimulation ventriculaire par détection du stimulus (ou de la dépolarisation atriale).

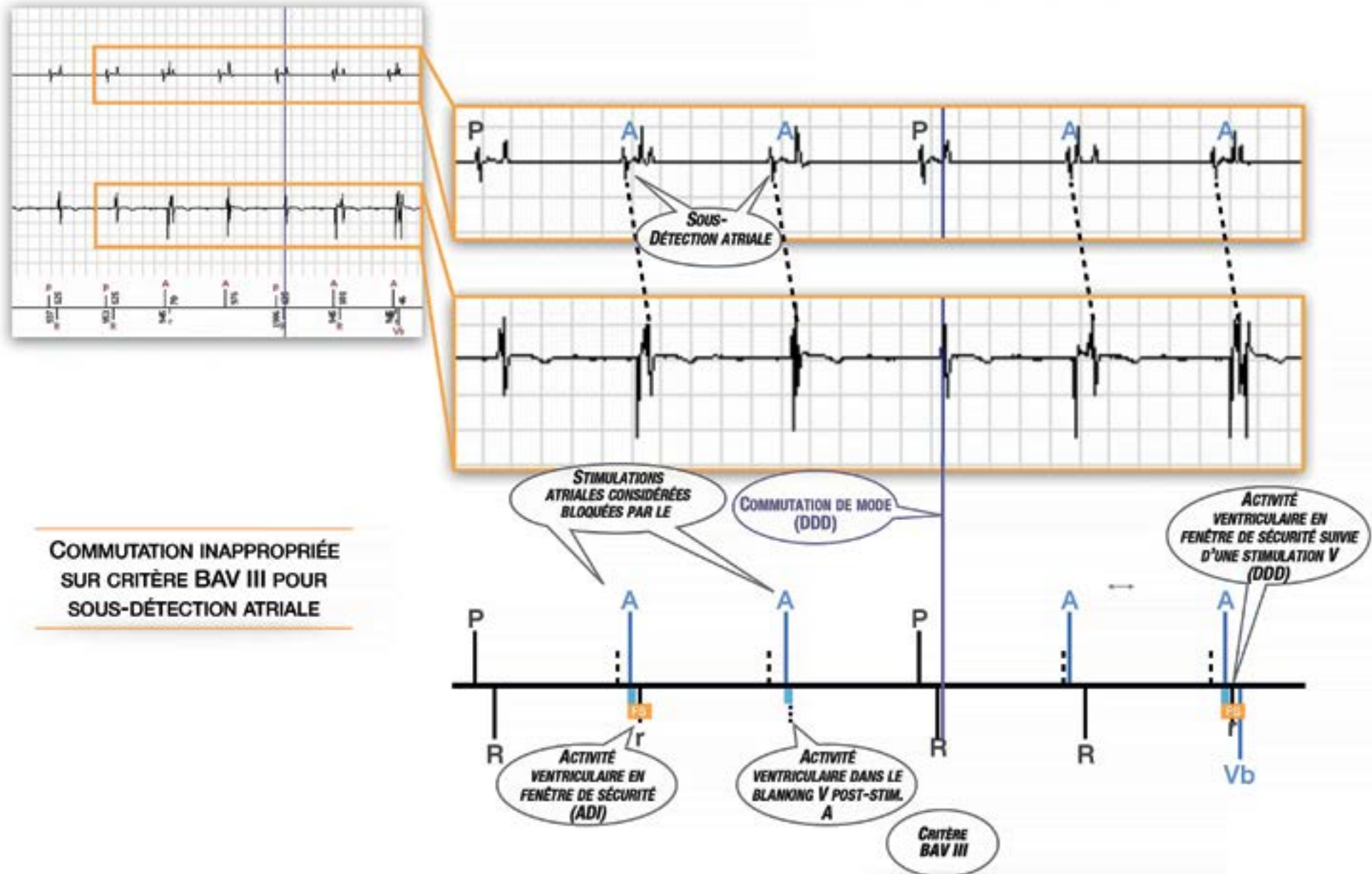
Cependant, les conséquences d'une détection ventriculaire diffèrent en fonction du mode (DDD ou ADI du SafeR):

- en mode DDD: une détection ventriculaire après une stimulation atriale est considérée comme non physiologique et provoque une stimulation ventriculaire en fin de fenêtre de sécurité. L'aspect de délai AV court permet de reconnaître

une stimulation en fenêtre de sécurité sur l'électrocardiogramme. Si l'évènement détecté dans la fenêtre de sécurité est le résultat d'une écoute croisée ou d'un bruit surdétecté, l'impulsion de stimulation permet une capture ventriculaire effective en fin de fenêtre de sécurité. Si l'évènement détecté dans la fenêtre de sécurité correspond à une extrasystole ventriculaire tardive ou à une conduction atrio-ventriculaire, la stimulation en fin de fenêtre de sécurité survient suffisamment tôt dans la période réfractaire ventriculaire myocardique absolue permettant d'éviter une stimulation sur le sommet de l'onde T. Dans les stimulateurs MicroPort™, suite à une stimulation atriale, une fenêtre de sécurité de 95 ms est déclenchée à l'étage ventriculaire. La valeur de cette période n'est pas programmable. Elle n'est effective qu'après la fin du blanking ventriculaire post-stimulation atriale. Si une détection ventriculaire a lieu entre la fin du blanking (ventriculaire post-stimulation atriale) et la fin de la fenêtre de sécurité alors une stimulation ventriculaire est délivrée en fin de fenêtre de sécurité.

- en mode SafeR: lorsque le mode de stimulation double chambre SafeR est programmé et que le stimulateur fonctionne en mode AAI (plus exactement en ADI), il existe également une fenêtre de sécurité qui suit le blanking ventriculaire post-stimulation atriale. Une détection ventriculaire dans la fenêtre de sécurité est 1) marquée r, 2) n'entraîne pas de stimulation en fin de fenêtre de sécurité, 3) est considérée comme une stimulation atriale bloquée (cycle Ar). La commutation en mode DDD permet d'éviter une asystolie prolongée si la détection correspond à une écoute croisée. En revanche, la commutation peut être inappropriée si il s'agit par exemple d'extrasystoles ventriculaires tardives (commutation en absence de trouble de conduction).

Une stimulation atriale est suivie d'un blanking ventriculaire et d'une fenêtre de sécurité. En mode DDD, une détection ventriculaire dans la fenêtre de sécurité après le blanking entraîne une stimulation ventriculaire, mais pas en mode ADI SafeR qui compte une onde A bloquée.



Stimulateur Cardiaque Implantable - chapitre 6

Programmation à l'effort

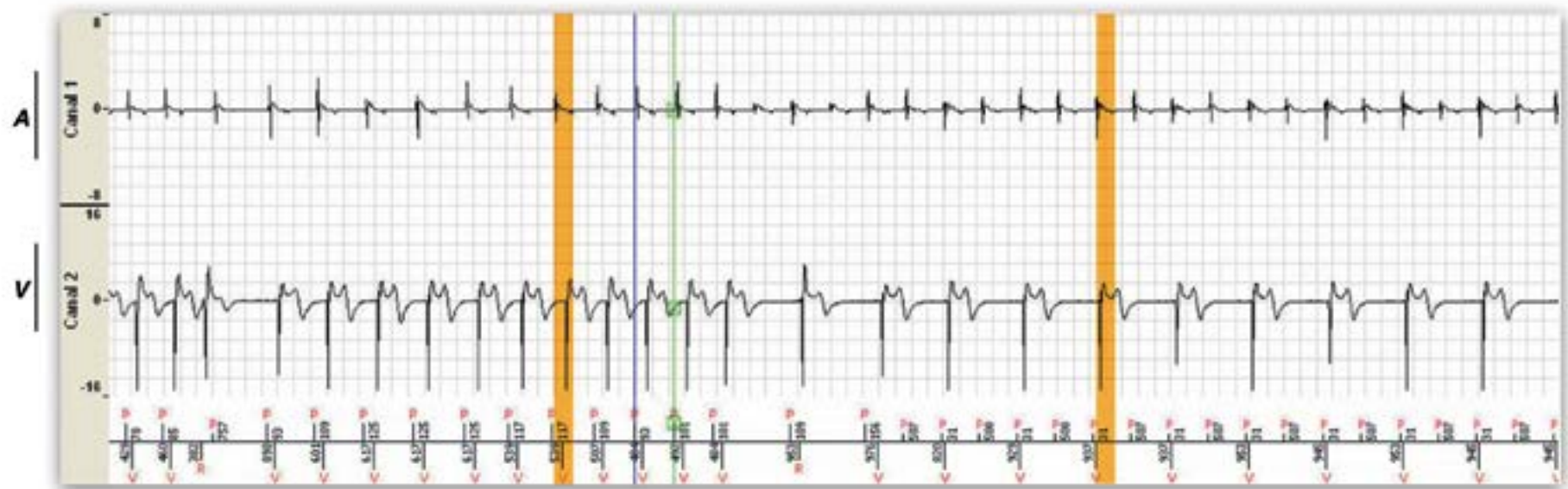
Patient

Homme de 63 ans implanté d'un stimulateur double chambre MicroPort™ sur bloc auriculo-ventriculaire complet; fréquence maximale synchrone à 140 bpm, détection atriale: Autosensing; sensation de blockpnée à l'effort; enregistrement d'un tracé correspondant aux symptômes décrits par le patient;

Quizz

Concernant cet EGM, quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. la chute de fréquence ventriculaire est en rapport avec un phénomène Wenckebach
- B. la chute de fréquence ventriculaire est en rapport avec un phénomène 2/1 (1 activité atriale sur 2 dans la PRAPV)
- C. la chute de fréquence ventriculaire est en rapport avec un défaut de capture ventriculaire
- D. la chute de fréquence ventriculaire est initialement en rapport avec une sous-détection atriale
- E. la chute de fréquence ventriculaire est en rapport avec une suspicion par le dispositif d'une arythmie atriale



- P** Détection atriale
- p** Détection atriale en période réfractaire
- R** Détection ventriculaire
- V** Stimulation ventriculaire

TRACÉ

Au début du tracé, fréquence cardiaque supérieure à 120 bpm (effort relativement important) avec synchronisation entre détection atriale et stimulation ventriculaire; variabilité de l'amplitude des signaux auriculaires; sous-détection d'une activité sinusale au milieu du tracé et baisse de la fréquence de stimulation ventriculaire; détection atriale et échappement ventriculaire (patient dépendant); nouvelle sous-détection atriale; activité atriale détectée mais avec marqueur "petit p" car tombant dans la DARA; la durée de la DARA dépend de la durée de l'intervalle AA qui précède (à cette fréquence 75% de l'intervalle AA); le dispositif retrouve un intervalle AA allongé en raison de la sous-détection atriale; absence de stimulation ventriculaire car cela résulterait en une stimulation plus rapide que 120 bpm ce qui n'est pas possible pour une onde p dans la DARA; détection atriale dans la DARA et stimulation ventriculaire avec un délai AV court caractéristique de 30 ms; poursuite de la détection des ondes p dans la DARA avec synchronisation sur délai AV court d'une activité atriale sur deux;

COMMENTAIRES

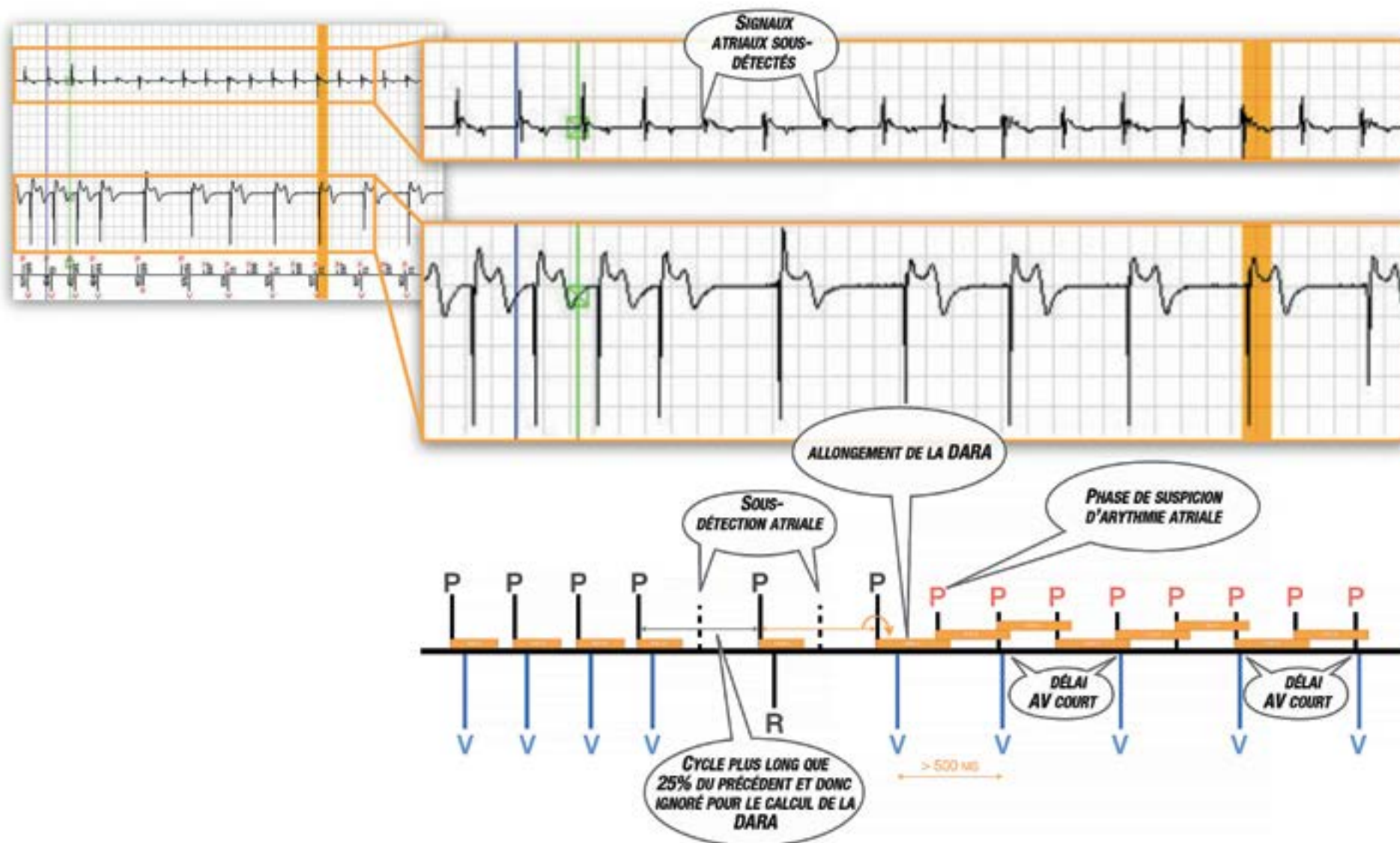
Les symptômes ressentis par le patient étaient en rapport avec une baisse brutale et prolongée de la fréquence cardiaque secondaire à une sous-détection atriale. L'effort et l'augmentation des mouvements respiratoires sont souvent associés avec une altération de la détection atriale. Il faut donc assurer une marge suffisante par la programmation de la sensibilité atriale.

Ce tracé permet d'illustrer 2 points importants du fonctionnement des stimulateurs MicroPort™: 1) l'Autosensing atrial: l'amplitude des signaux est moyennée sur 8 cycles consécutifs et la sensibilité est programmée à 37,5% de cette valeur moyenne. Chez ce patient, la qualité de la détection atriale était tout à fait correcte (> 5 mV) au repos. A l'effort, on peut voir que l'amplitude des signaux atriaux présentait des variations importantes avec les cycles respiratoires. Quand les signaux atriaux détectés sont d'amplitude élevée et que l'Autosensing atrial est programmé, le niveau de sensibilité atriale s'adapte avec des valeurs relativement élevées (stimulateur peu sensible) expliquant la possible sous-détection si les signaux atriaux suivants sont moins voltés. Sur ce tracé, quelques ondes P sont sous-détectées au début du tracé, la valeur de sensibilité s'adaptant ensuite progressivement (moyenne sur 8 cycles) avec détection de l'intégralité des ondes P. La chute initiale de la fréquence est donc en rapport avec la sous-détection atriale. 2) la DARA et l'algorithme de repli: la sous-détection atriale induit un faux diagnostic de ralentissement de la fréquence atriale (sous-détection) suivi d'une accélération (détection correcte). Quand la détection atriale redevient correcte, une onde P est détectée dans la DARA (calculée sur le

deuxième cycle long contemporain de la sous-détection et appliquée sur le cycle suivant; la durée du premier cycle long est de plus de 25% du cycle précédent et par définition n'est pas pris en considération pour le nouveau calcul de la DARA). La valeur de la DARA pour le reste de l'épisode est figée sur la valeur de cette première activité jugée prématurée. Toutes les ondes P qui suivent sont alors détectées dans la DARA ce qui va conduire à un fonctionnement en mode 2/1 (une activité atriale sur 2 bloquée) puis à un repli en mode DDI en dépit d'un retour à une détection atriale parfaite. Il existe une règle qui limite la fréquence de stimulation ventriculaire quand une ou plusieurs activités atriales sont détectées dans la DARA. Lors d'une suspicion d'arythmie atriale, la stimulation ventriculaire ne peut pas être plus rapide que 120 bpm.

Pendant toute la durée de la suspicion du démarrage d'une arythmie atriale, les délais AV appliqués sont de 31 ms pour raccourcir au maximum la durée des périodes réfractaires atriales et permettre le diagnostic d'une arythmie atriale rapide (point de 2:1 très élevé). Une autre condition du passage en repli, et que la fréquence atriale doit être > à 120 bpm.

Chez ce patient, la modification de la sensibilité atriale (Autosensing déprogrammé et sensibilité atriale fixe) a permis de régler le problème et de supprimer les symptômes.



Stimulateur Cardiaque Implantable - **chapitre 7**

Gestion des Arythmies

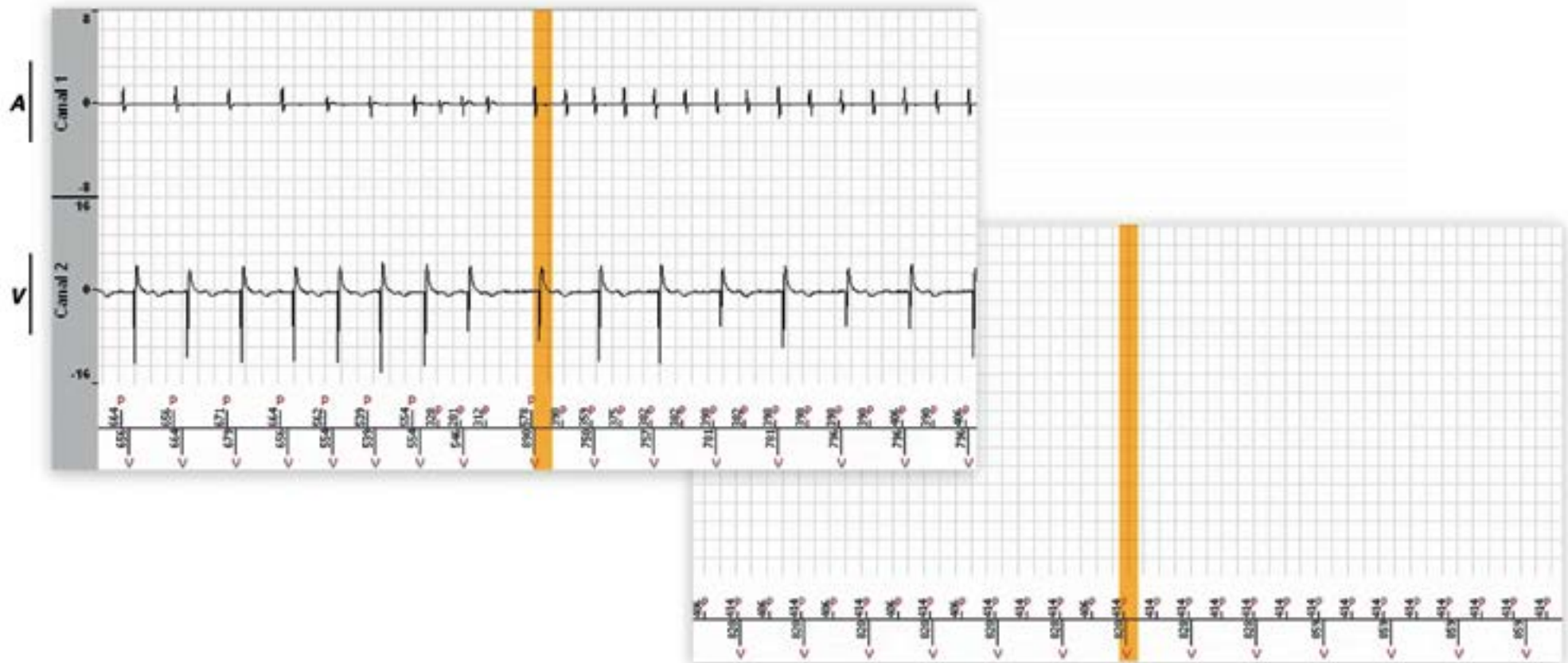
Patient

Patient avec bloc auriculo-ventriculaire complet implanté d'un stimulateur double chambre;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) pour un stimulateur MicroPort™?

- A. l'algorithme de repli est basé sur la détection de 8 cycles atriaux rapides consécutifs
- B. l'algorithme de repli est basé sur la mesure de la médiane de 12 cycles atriaux consécutifs
- C. la durée minimale d'une arythmie atriale pour déclencher le repli est programmable
- D. la durée minimale d'une arythmie atriale pour déclencher le repli n'est pas programmable
- E. l'algorithme de repli est basé sur la mesure d'une fréquence atriale filtrée



TRACÉ

Au début du tracé, le rythme est sinusal à une fréquence relativement rapide (90 battements/minute) suivi d'une stimulation ventriculaire; on retrouve ensuite un épisode d'arythmie atriale, les cycles atriaux étant détectés correctement dans la DARA; cette arythmie se stabilise ensuite à une fréquence de 150 battements/minute environ; durant la phase de suspicion d'arythmie atriale, le tracé met en évidence une stimulation ventriculaire avec un délai AV court de 30 ms, une seule activité atriale sur 2 étant synchronisée; il n'est effectivement pas possible de stimuler le ventricule durant cette phase de suspicion à une fréquence supérieure à 120 battements/minute (impossibilité de stimuler derrière chaque onde dans la DARA qui aurait conduit à une stimulation ventriculaire à 150 battements/minute); le dispositif a ensuite commuté vers le mode DDI quand le critère primaire a été rempli;

COMMENTAIRES

La prise en charge des patients porteurs d'un stimulateur cardiaque présentant des épisodes d'arythmie atriale est complexe du fait des différents types de mécanismes connus pour déclencher les arythmies atriales et du risque d'emballement de la stimulation ventriculaire sur la détection d'un rythme atrial rapide. L'algorithme de repli qui est activé par défaut permet au stimulateur de commuter automatiquement d'un mode de suivi atrial (DDD ou VDD) vers un mode sans suivi atrial (DDI) lors d'un épisode d'arythmie atriale. Lorsque la tachyarythmie atriale se termine, la commutation de mode renvoie au mode de stimulation synchrone programmé. Le bon fonctionnement d'un algorithme de repli implique: 1) un déclenchement rapide pour éviter une stimulation ventriculaire rapide prolongée durant la phase de détection initiale de l'arythmie, 2) une capacité de rebasculer rapidement vers un mode synchrone à la fin de l'épisode d'arythmie, 3) une bonne capacité de diagnostic de l'arythmie atriale même en présence de signaux atriaux d'amplitude et de fréquence variables, 4) la capacité d'éviter les commutations de mode en réponse à une écoute croisée V-A ou à un bruit atrial.

Pour un stimulateur MicroPort™, le repli peut être divisé en plusieurs phases distinctes: une phase de suspicion/confirmation, une phase de dissociation et une phase de réassociation.

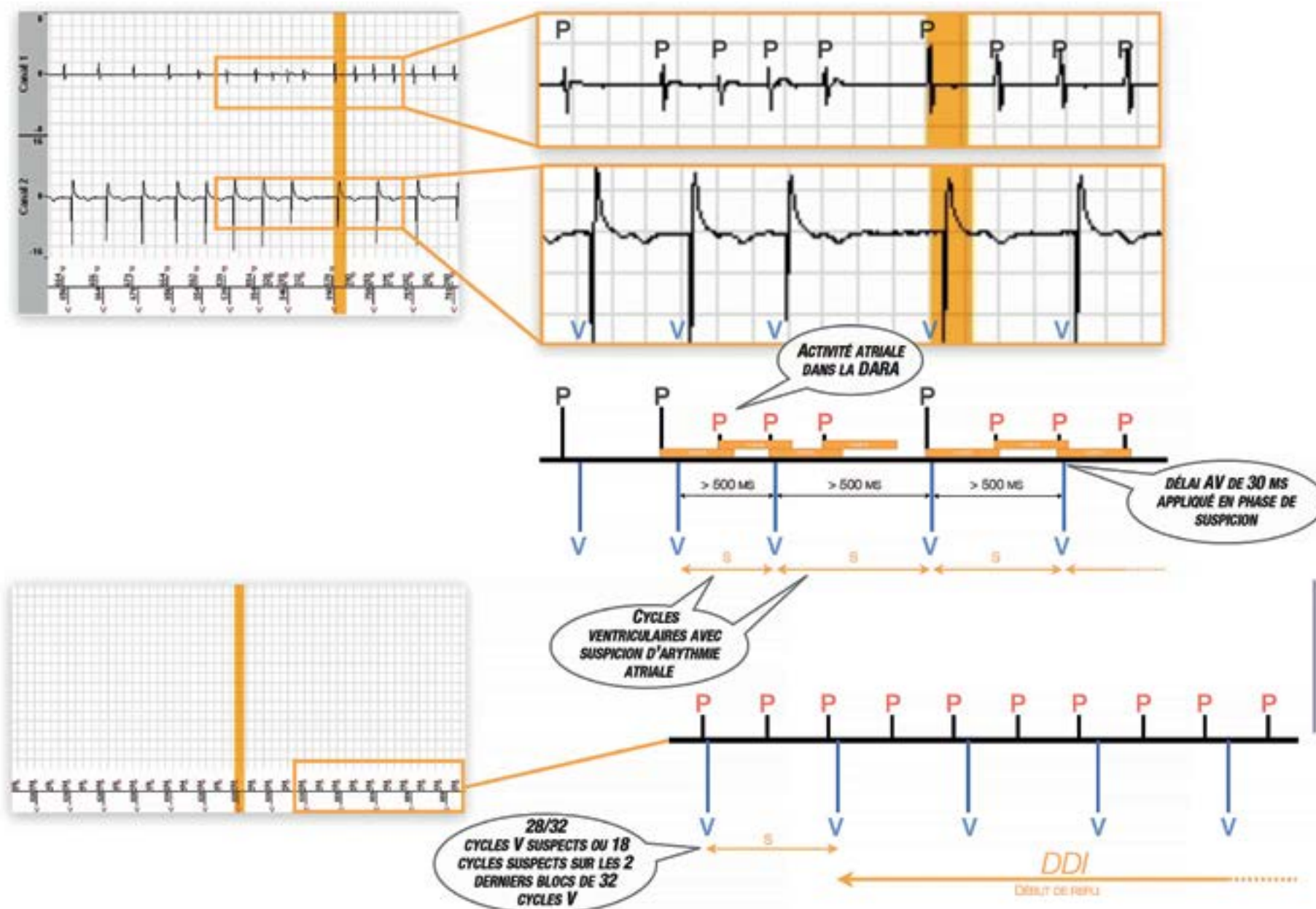
1. phase de suspicion/confirmation d'une arythmie atriale: la suspicion d'une arythmie atriale survient quand plusieurs cycles auriculaires sont détectés dans la DARA. La valeur de la DARA est alors figée à celle de la DARA ayant détectée la toute première ESA et ne peut excéder 500 ms. Au début de l'installation du rythme rapide atrial, un délai AV court peut être déclenché sur certaines détections d'ondes P en DARA si et seulement si l'intervalle R-V ou V-V qui serait appliqué est supérieur à 500 ms. Cela permet d'éviter une stimulation ventriculaire trop rapide en début d'épisode avant la commutation en mode asynchrone. Le délai AV court pouvant être déclenché après certaines détections d'ondes P en DARA est de 30 ms (non programmable) donnant un

aspect électrocardiographique caractéristique. Les cycles ventriculaires possédant au moins une détection atriale en fenêtre de DARA sont considérés « suspects ». Dès qu'un cycle ventriculaire avec suspicion d'arythmie atriale est détecté, l'algorithme de Repli commence une analyse sur 32 cycles ventriculaires (analyse répétée par bloc de 32 cycles ventriculaire si nécessaire). L'arythmie auriculaire est confirmée si l'un des deux critères suivants est atteint: 1) 28 cycles ventriculaires ou plus sont en suspicion au cours des 32 derniers cycles ventriculaires (critère primaire); 2) 18 cycles ventriculaires ou plus sont en suspicion au cours des deux derniers blocs de 32 cycles ventriculaires (critère secondaire). Le critère primaire est en général atteint en 15 secondes environ. Le critère secondaire peut permettre un repli en dépit d'une sous détection atriale intermittente.

2. phase de dissociation: une fois qu'un des 2 critères de Repli est atteint, le stimulateur commute vers un mode DDI. La fréquence de stimulation ventriculaire diminue progressivement (l'intervalle d'échappement ventriculaire augmente de 30 ms tous les 12 cycles) vers la fréquence de base, la fréquence asservie, ou la fréquence de repos.

3. phase de réassociation: à l'arrêt de l'arythmie atriale, le stimulateur rebascule vers le mode synchrone programmé. La réassociation A-V n'a lieu que si les fréquences auriculaire et ventriculaire sont plus lentes que 110 battements/minute. Une RétroPwatch de 500 ms (période réfractaire atriale) est appliquée sur le premier ventricule réassocié pour éviter le démarrage d'une TRE. La fréquence de stimulation du mode DDI est accélérée progressivement par palier (65 ms tous les 12 cycles) jusqu'à dépasser la fréquence atriale. Dès que 12 cycles consécutifs sont stimulés à l'étage atriale et ventriculaire, le mode de stimulation passe de DDI à DDD.

L'algorithme de repli s'appuie sur la détection de cycles atriaux dans la DARA et sur la mise en évidence de cycles ventriculaires considérés suspects. La phase de suspicion peut être relativement prolongée (au minimum 28 cycles ventriculaires) et associée à une stimulation ventriculaire ne pouvant dépasser 120 battements/minute.



COMMENTAIRES (SUITE)

Autres algorithmes spécifiques de gestion de la prévention des arythmies atriales

Overdrive du rythme sinusal

L'objectif est d'assurer une stimulation atriale permanente légèrement supérieure au rythme sinusal pour prévenir la survenue d'une FA en réduisant l'intervalle de stimulation atriale (-50 ms) à la suite de la détection d'ondes P non accélérées (détection en dehors de la fenêtre INOV (et hors fenêtre de DARA)). Cette fonction est limitée par une Fréquence maximale d'overdrive programmable. Par défaut cet algorithme est inactif.

Pour éviter une accélération inappropriée sur des extrasystoles atriales tardives, il existe une fenêtre spécifique (la fenêtre INOV, INappropriate Overdriving). La valeur de cette fenêtre de surveillance des ESA tardives est basée sur le temps de conduction AR ou PR et de la Fréquence max d'overdrive. Si une détection d'ondes P survient dans la fenêtre INOV la fonction Overdrive du rythme sinusal est inhibée.

Après 16 cycles «overdrivés» la fréquence de stimulation décroît avec le lissage programmé (par défaut très lent). La Fréquence max de l'overdrive est ici programmée à 100 min⁻¹.

Suppression de pause sur ESA

L'objectif de cet algorithme est d'éviter la survenue d'une fibrillation atriale sur une succession cycle court atrial (extrasystole), cycle long (pause compensatrice). Sur une ESA isolée «tardive» (avec un couplage supérieur à plus de 50% du dernier intervalle P-P), l'algorithme déclenche un délai AV automatique et d'un intervalle d'échappement intermédiaire.

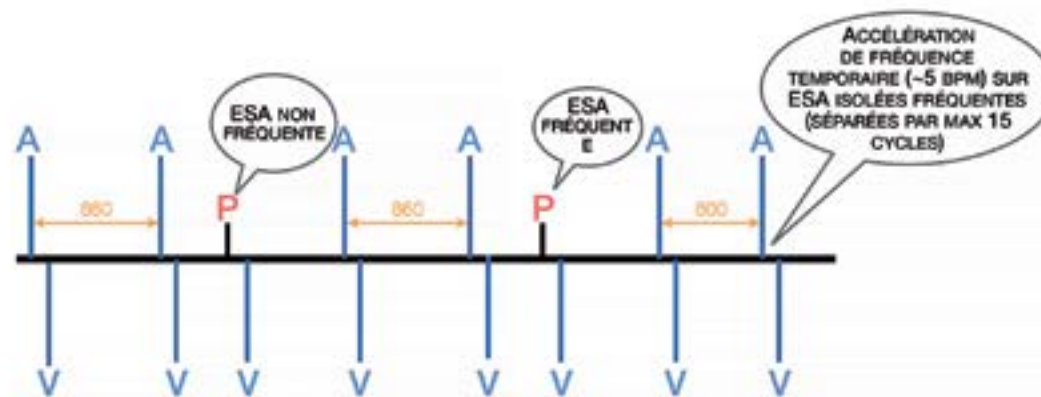
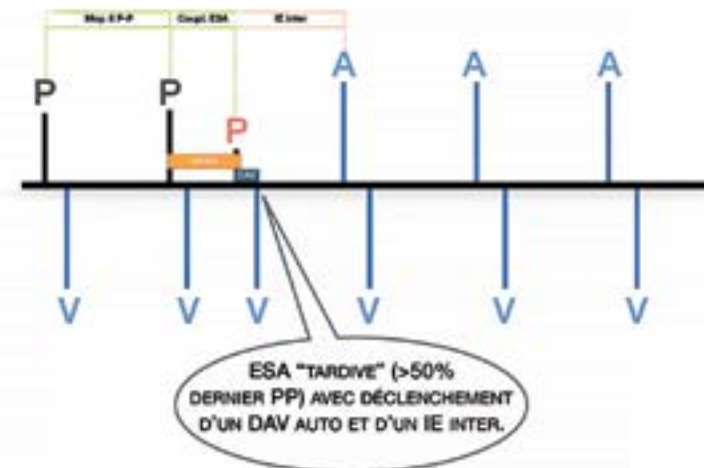
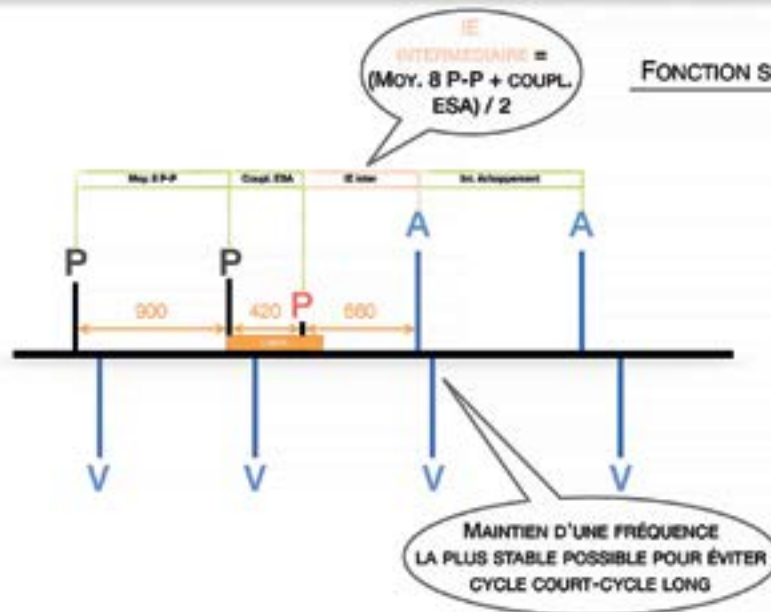
Accélération de fréquence sur ESA

Pour réduire le nombre d'extrasystoles, cet algorithme autorise une accélération de fréquence (~ 5 min⁻¹) temporairement (24 cycles) suite à des extrasystoles atriales isolées fréquentes (séparées par un maximum de 15 cycles atriaux normaux). Par défaut cet algorithme est inactif. La phase d'accélération est arrêtée si la fréquence maximale d'accélération est atteinte ou si le compteur maximal d'ESA est atteint. Ces deux critères d'arrêt sont non programmables. Cet arrêt est suivi par un lissage «définitif» jusqu'à la fréquence de base.

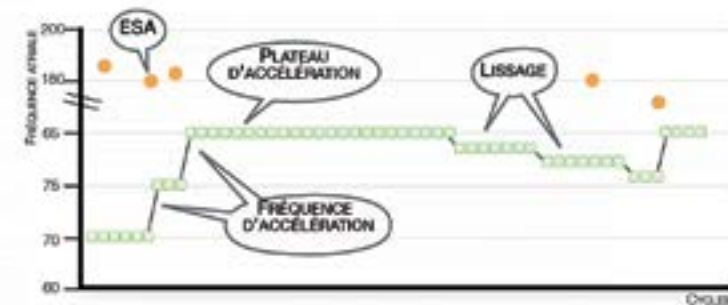
La fréquence maximale d'accélération est calculée comme suit: si la fréquence atriale est inférieure à 90 min⁻¹, l'intervalle d'échappement représente 75% de la moyenne des huit derniers intervalles P-P juste avant la première ESA. Dans le cas contraire, l'intervalle d'échappement représente 75% de la moyenne des huit derniers intervalles P-P juste avant la première ESA + 50 ms.

Paramètres de base	Stimulation Detection	Paramètres experts
Mode: SAR-PR (AAR) - 90000	Sensibilité A: 0.5 mV Stabilité	Prévention des Arythmies A: Off
Freq. de base: 50 min⁻¹	ASensibilité: 1.8 V 0.50 ms Stabilité	Paramètres d'asservissement: Off
Freq. repos: 55 min⁻¹	Sensibilité V: 1 mV Stabilité	Stabilité: Critères AAR+COD: Off
Fréquence max: 130 min⁻¹	V Stabilité: 1.5 V 0.50 ms Stabilité	Période réfractaire: Off
Hysteresis: 5 %		Détection automatique de l'implantation: Off
DA/repas / effort: 300 ms 50 ms	Fonctions de base	
Extension du DA/ : 65 ms	Lissage: Long	
	Repli: Off	
	Anti-TRE: Repos	
Apais	Fonctions spéciales	
Subi: Off	Autosensing A/V: Off Off	
Période de suit: 1000-1000	Autosense V: Off	
		SORIN GROUP THE HEART OF MEDICAL INNOVATION
		Modes pré-programmés

FONCTION SUPPRESSION DE PAUSE SUR ESA



FONCTION ACCÉLÉRATION DE FRÉQUENCE SUR ESA



VUE GÉNÉRALE DU FONCTIONNEMENT DE L'ALGORITHME ACCÉLÉRATION DE FRÉQUENCE SUR ESA

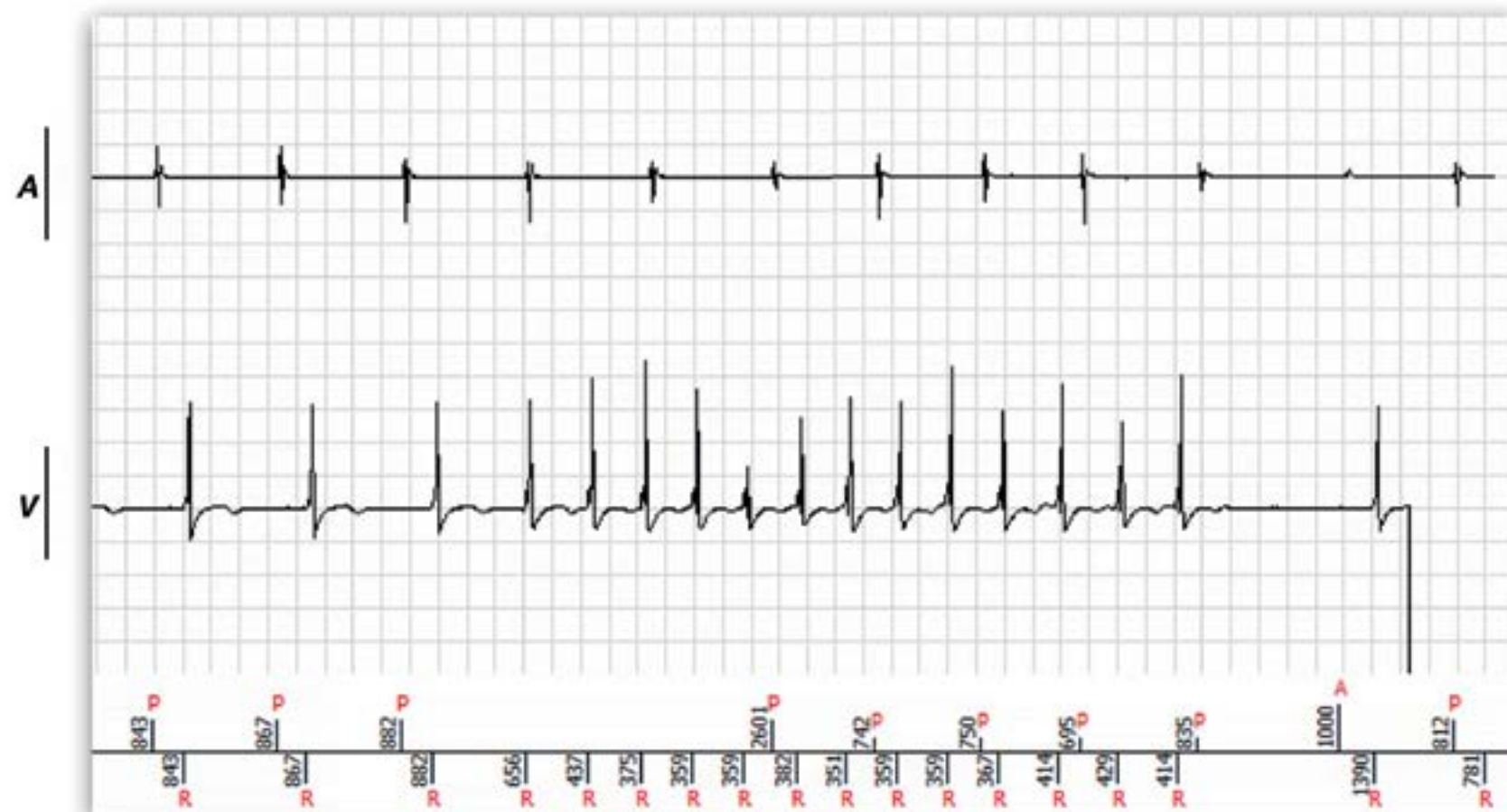
Patient

Patient implanté d'un stimulateur double chambre dans le cadre d'une dysfonction sinusale;
enregistrement d'un épisode de tachycardie ventriculaire non soutenue;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s) pour ce tracé?

- A. il s'agit d'un épisode de TV non soutenue
- B. il s'agit d'un épisode de tachycardie atriale non soutenue
- C. il s'agit d'un épisode de tachycardie jonctionnelle
- D. il existe un défaut de détection atriale
- E. certaines activités atriales tombent dans le blanking atrial post-détection ventriculaire



P Détection atriale
V Stimulation ventriculaire

TRACÉ

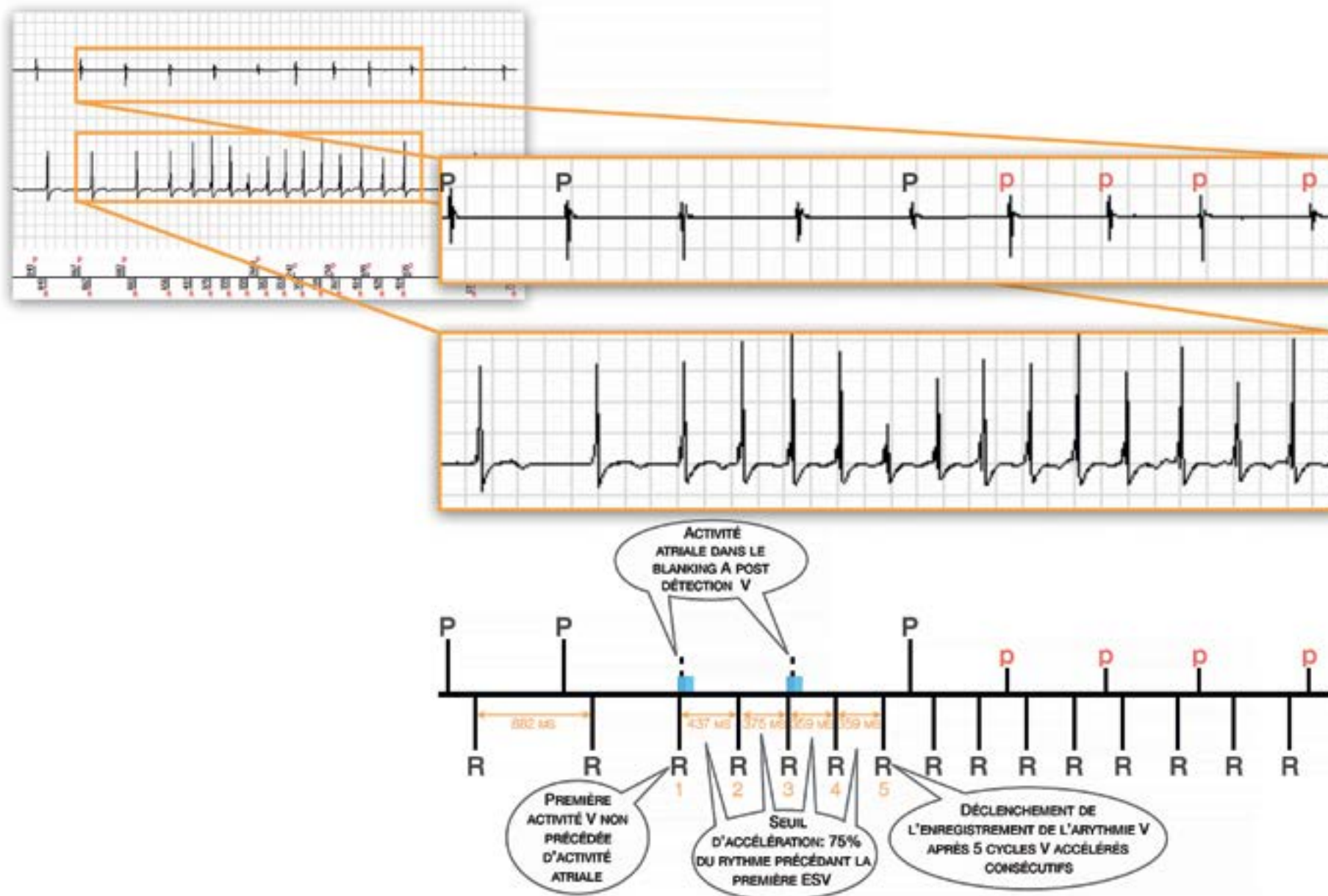
Tachycardie ventriculaire non soutenue avec dissociation auriculo-ventriculaire; réduction spontanée après 13 cycles; certaines activités atriales ne sont pas détectées car tombant dans le blanking atrial post-détection ventriculaire;

COMMENTAIRES

Un épisode d'arythmie ventriculaire est enregistré quand le dispositif détecte un minimum de 5 cycles ventriculaires consécutifs avec une accélération minimale de 25% par rapport au cycle précédent en mode VVI, ou lorsque une ESV est détectée (activité ventriculaire non précédée d'une activité atriale dans un intervalle de -31 à -300 ms en DDD et sans intervalle en ADI du SafeR) suivi de 4 autres ESV qui sont accélérées de plus de 25% par rapport au rythme précédent la première ESV en mode DDD ou ADI du SafeR.

Ce tracé pose la question difficile de l'enregistrement de salves de tachycardie ventriculaire non soutenue chez les patients porteurs d'un stimulateur. Chez ce patient sans cardiopathie significative, il est probable que l'introduction d'un traitement médicamenteux par bêtabloquant soit suffisante sans nécessité de discuter la possibilité d'un upgrading vers un défibrillateur implantable.

Enregistrer des épisodes de tachycardie ventriculaire non soutenue chez des patients implantés d'un stimulateur cardiaque est relativement fréquent. La prise en charge varie en fonction de l'existence de symptômes et de la présence d'une cardiopathie qui peuvent justifier de la discussion d'un upgrading vers un défibrillateur implantable.



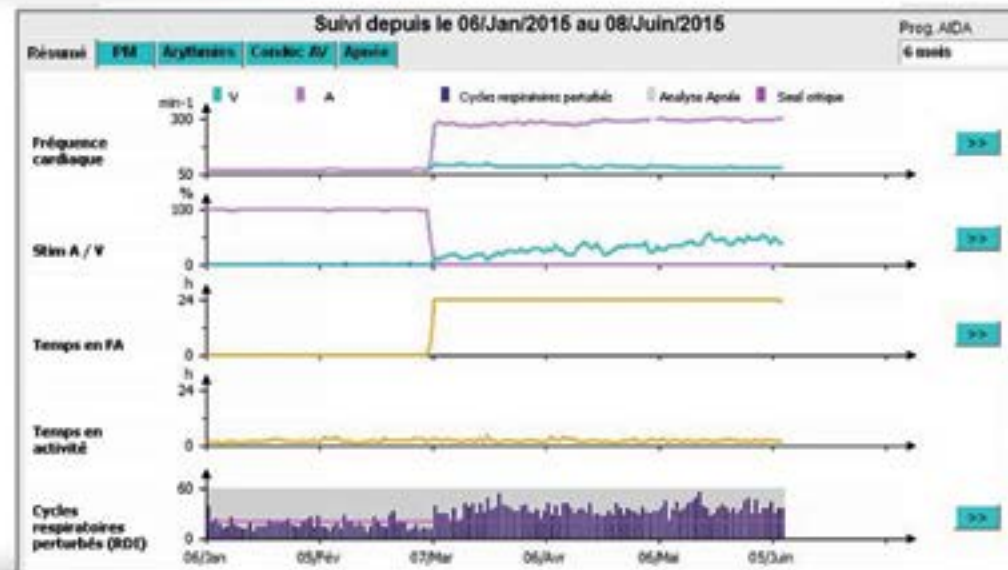
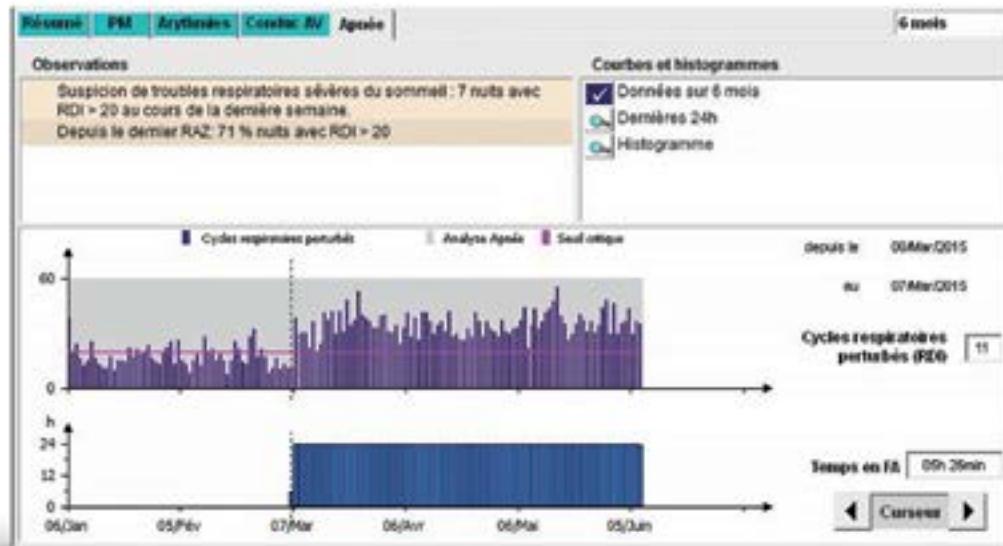
Patient

Femme de 66 ans implantée d'un stimulateur double chambre KORA 100 DR dans le cadre d'une myocardopathie ischémique et d'une maladie de l'oreillette; enregistrement dans les mémoires d'épisodes d'arythmie atriale et suspicion de troubles respiratoires sévères du sommeil chez une patiente non connue pour faire des troubles respiratoires nocturnes;

Quizz

Quelle(s) est(sont) la(les) réponse(s) vraie(s)?

- A. la prévalence des apnées du sommeil est augmentée chez les patients présentant une HTA
- B. la prévalence des apnées du sommeil est augmentée chez les patients présentant une insuffisance cardiaque
- C. la prévalence des apnées du sommeil est augmentée chez les patients présentant une FA
- D. la prévalence des apnées du sommeil est augmentée chez les patients présentant une dysfonction sinusale
- E. la prévalence des apnées du sommeil est augmentée chez les patients présentant une maladie de l'oreillette



TRACÉ

Les mémoires AIDA révèlent une augmentation brutale de la charge en FA (diagnostic confirmé par les EGM enregistrés montrant une FA devenant persistante) associée à une baisse de la stimulation atriale et une augmentation en parallèle de l'index d'apnée qui devient en permanence supérieur à 20 faisant suspecter la présence d'un trouble respiratoire sévère du sommeil;

COMMENTAIRES

Le syndrome d'apnée du sommeil représente clairement un enjeu majeur de santé publique de par sa fréquence et ses conséquences délétères. La polysomnographie demeure l'examen de référence pour diagnostiquer le syndrome d'apnée du sommeil mais est trop peu utilisée en pratique clinique; l'apnée du sommeil reste donc une pathologie souvent sous-diagnostiquée et donc non traitée. La prévalence est particulièrement élevée dans le domaine des pathologies cardio-vasculaires avec un rapport direct et bilatéral entre apnée et insuffisance cardiaque, troubles de conduction et arythmie atriale. Il paraît donc évident que la population des patients porteurs d'un stimulateur cardiaque est directement concernée par ce syndrome, ce qui a été confirmé par des études montrant une prévalence pouvant dépasser 50% des patients implantés.

Les stimulateurs MicroPort™ présentent la particularité de disposer de 2 capteurs d'asservissement: un accéléromètre et un capteur de ventilation minute basé sur la mesure de l'impédance transthoracique qui comprend 2 composantes distinctes: 1) l'impédance statique en relation avec les tissus traversés, qui est mesurée au repos et en l'absence de toute respiration et de tout battement cardiaque; sa valeur est constante au cours du rythme respiratoire; cette composante n'est pas utilisée pour le calcul de la ventilation minute et est éliminée par filtrage; 2) l'impédance dynamique directement reliée à la dynamique des mouvements respiratoires; les variations de cette impédance reproduisent les variations dynamiques du volume pulmonaire au niveau thoracique; l'analyse des variations de la période et de l'amplitude de ce signal permet le calcul de la ventilation minute qui va être utilisée pour dépister la présence de troubles de la ventilation nocturne et quantifier le nombre d'apnées et d'hypopnées.

Une évaluation périodique de l'impédance transthoracique est réalisée avec une mesure répétée toutes les 125 ms (échantillonnage de 8 Hz). Pour chaque cycle respiratoire (inspiration/expiration), l'amplitude de cette mesure varie avec les mouvements thoraciques avec enregistrement d'une valeur maximale et d'une valeur minimale ce qui permet de déterminer une période (en rapport avec la durée du cycle respiratoire) et une amplitude (différence entre valeur minimale et valeur maximale). Ces valeurs sont

moynnées sur 8 cycles respiratoires. Seuls les cycles respiratoires considérés valides donc sans détection d'artéfacts ou de perturbations sont pris en compte pour le suivi des troubles respiratoires.

Un arrêt respiratoire (apnée) correspond à une période pendant le sommeil de plus de 10 secondes et de moins de 60 secondes sans cycle respiratoire. Une réduction de la ventilation (hypopnée) est caractérisée par une réduction de l'amplitude (baisse de 50% de la différence entre amplitude minimale et amplitude maximale ou baisse de 50% de la fréquence respiratoire) pendant une durée d'au moins 10 secondes. Le dispositif établit un index des événements respiratoires perturbés (RDI) qui est défini par la somme des arrêts respiratoires et des réductions de la ventilation par heures de suivi (apnées + hypopnées/heure). Un seuil de RDI supérieur à 20 suggère l'existence d'un syndrome d'apnée du sommeil sévère qui doit être confirmé par une polysomnographie. Cet index est mesuré pendant les heures définies comme les heures de sommeil (fenêtre de 5 heures consécutives avec en nominal 00h00-05h00). Quand durant la nuit, trop de cycles sont considérés comme non valides et sont exclus, l'index n'est pas mesuré (apparaît en blanc sur le graphe). Le stimulateur fournit les résultats du RDI nuit par nuit sur les derniers 6 mois. Le suivi des apnées du sommeil n'est disponible que si la ventilation minute est activée; cela suppose que la fonction d'asservissement est programmée à minima sur "apprentissage" (asservissement sur ventilation minute + accéléromètre (VM+G) ou ventilation minute seule (VM)).

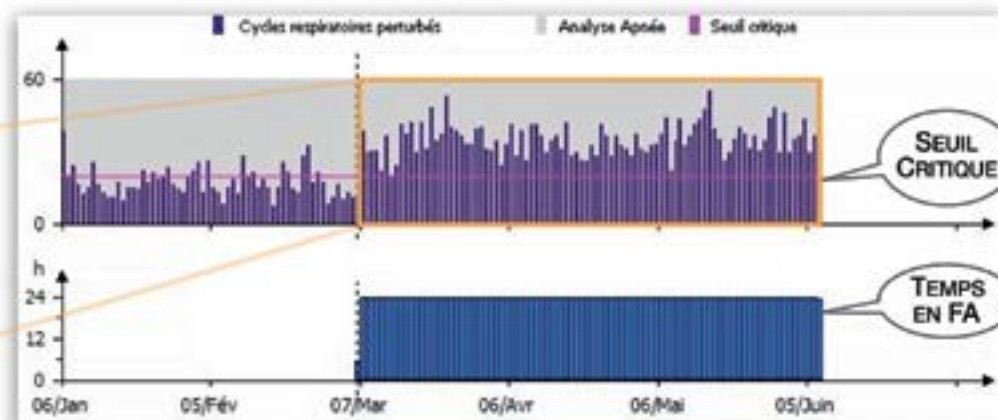


Chez cette patiente, l'analyse des données du stimulateur a permis de suspecter un syndrome d'apnée du sommeil confirmé par une polysomnographie et de montrer la relation directe entre FA et augmentation de la sévérité des troubles du sommeil.

AUGMENTATION DES
RDI AU-DESSUS DU SEUIL
CRITIQUE PENDANT LA FA

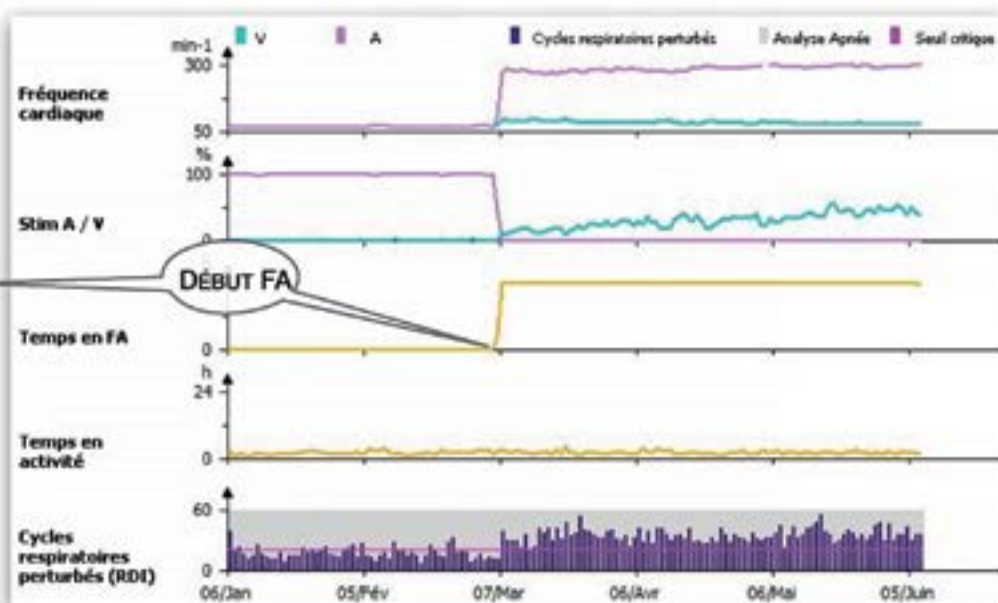
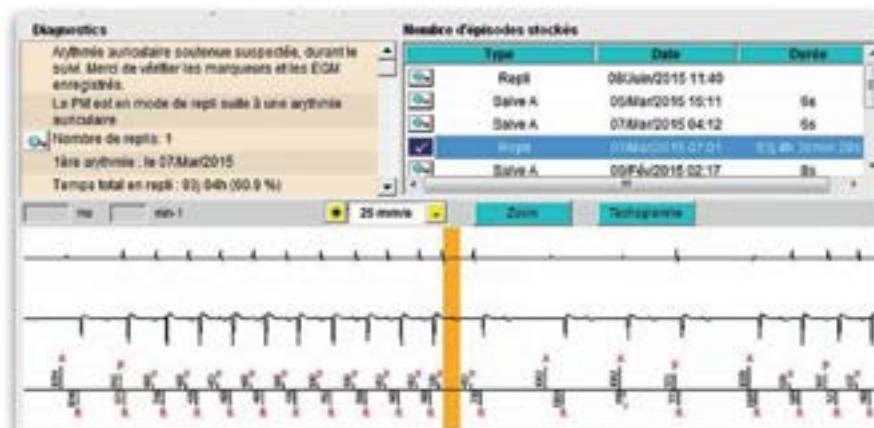


SEUIL
CRITIQUE DE 20
CYCLES RESPIRATOIRES
PERTURBÉS



SEUIL
CRITIQUE

TEMPS
EN FA



DÉBUT FA

Stimulateur Cardiaque Implantable - **chapitre 8**

Le Lissage, le DAV et la TRE

LE LISSAGE

Cet algorithme agit comme un parachute de fréquence quand celle-ci diminue brutalement en agissant sur l'oreillette dans les modes double chambre, ou le ventricule en VVI ou en DDD pendant un repli. Cette action évite les variations brutales de fréquence sinusale qui peuvent être à l'origine de troubles du rythme atrial chez les patients brady-tachycardie par exemple. Les variations de fréquence peuvent également provoquer des sensations de palpitations, amorties par l'action du lissage.

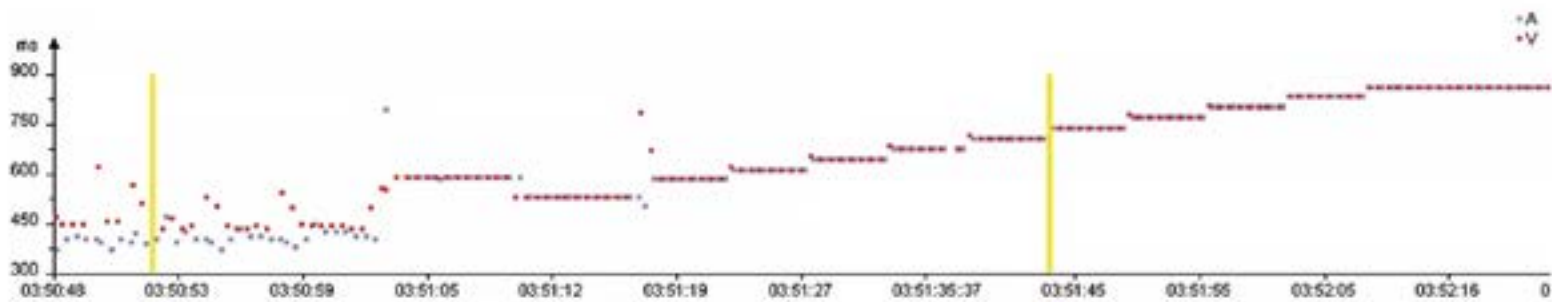
Le système calcule en continu la moyenne de la fréquence en cours sur 8 cycles glissants. Quand une variation brutale de fréquence apparaît, l'appareil commence à stimuler à partir de l'intervalle moyen calculé plus un intervalle programmé (de 4 à 32 ms correspondant à 4 réglages de lissage : très lent, lent, moyen, rapide). Tous les 8 cycles, cet intervalle supplémentaire sera appliqué pour les 8 cycles suivants, et ainsi de suite jusqu'à la fréquence de base programmée tant qu'aucun cycle spontané n'apparaît. Dans ce cas, la fréquence de lissage repartira à partir de la nouvelle fréquence moyenne calculée.

The screenshot displays the programming interface of a medical device, specifically the 'Lissage' (Smoothing) function. The interface is organized into several sections:

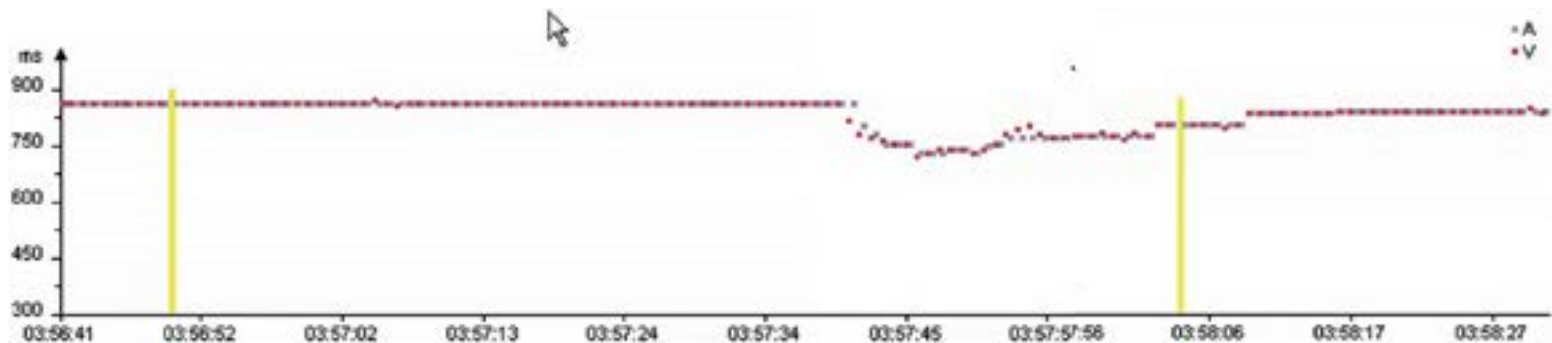
- Paramètres de base:** Includes Mode (SafeR (AAI/DDD)), Fréq. de base (70 min-1), Fréquence max (120 min-1), Hysteresis (0 %), DAV repos / effort (155 ms / 80 ms), and Extension du DAV (65 ms).
- Fonction de base:** The 'Lissage' function is highlighted with a red circle and set to 'Lent'. Other options include 'Régul. fréq. de repli' (Cut / 70 min-1) and 'Arb. TRE' (Reprog).
- Paramètres Avancés:** Includes Prévention des Arythmies A, Prévention des Arythmies V, Paramètres d'asservissement, SafeR : Critères AAI/DDD, Détection A et V, and Fonctionnement en bruit.
- Stimulation Detection:** Includes Sensibilité A (0.4 mV), Ampl. / Larg. A (2.0 V / 0.35 ms), Sensibilité V (0.4 mV), and Ampl. / Larg. V (2.5 V / 0.35 ms).
- Modes pré-programmés:** Includes a table for 'Nom' and 'Début de visite' (20/08/2019 14:53).
- Paramètres Post-Check:** Includes Mode / Durée (DDD / 1 min), Fréq. de base (70 min-1), Ampl. / Larg. A (3.5 V / 0.35 ms), and Ampl. / Larg. V (6.0 V / 1.00 ms).

The interface also features a bottom navigation bar with buttons for 'Infos', 'Résumé', 'Param. de base', 'Diagnos. AIDA', 'Param.', 'Tests EGM', 'Rapport', 'Patient', 'Prog.', and 'Fin'.

Dans notre exemple, le lissage est programmé sur « Lent », avec une fréquence de base de 70 bpm.



Cet algorithme agit comme un parachute de fréquence quand celle-ci diminue brutalement en agissant sur l'oreillette dans les modes double chambre, ou le ventricule en VVI ou en DDD pendant un repli. Cette action évite les variations brutales de fréquence sinusale qui peuvent être à l'origine de troubles du rythme atrial chez les patients brady-tachycardie par exemple. Les variations de fréquence peuvent également provoquer des sensations de palpitations, amorties par l'action du lissage.



Le système calcule en continu la moyenne de la fréquence en cours sur 8 cycles glissants. Quand une variation brutale de fréquence apparaît, l'appareil commence à stimuler à partir de l'intervalle moyen calculé plus un intervalle programmé (de 4 à 32 ms correspondant à 4 réglages de lissage : très lent, lent, moyen, rapide). Tous les 8 cycles, cet intervalle supplémentaire sera appliqué pour les 8 cycles suivants, et ainsi de suite jusqu'à la fréquence de base programmée tant qu'aucun cycle spontané n'apparaît. Dans ce cas, la fréquence de lissage repartira à partir de la nouvelle fréquence moyenne calculée.

LE DAV AUTOMATIQUE

Le DAV à l'effort

Cette fonction mime le comportement physiologique de l'intervalle PR. En moyenne, l'intervalle PR se raccourcit de 4 ms par 10 battements d'accélération de la fréquence sinusale à l'effort, même si, individuellement, de grandes variantes sont observables.

Le raccourcissement de l'intervalle PR repose sur un impératif mécanique : l'onde A de remplissage rapide se raccourcit à l'effort du fait de l'augmentation de la vitesse de contraction, ce qui explique le raccourcissement concomitant de l'intervalle PR pour continuer de bénéficier d'un remplissage ventriculaire le plus long possible sans régurgitation mitrale télé-diastolique. Le raccourcissement du DAV d'un stimulateur va donc tenter de mimer et de respecter cette loi physiologique mécanique.

Sur un plan électrophysiologique, le DAV étant une période réfractaire atriale, la diminution du DAV permet de raccourcir la période réfractaire atriale totale (DAV + période réfractaire atriale post-ventriculaire) quand la fréquence atriale s'accélère, ce qui favorise le diagnostic des arythmies atriales en mode DDD. Chez MicroPort, il est vrai, la période réfractaire atriale totale est déjà très courte puisqu'il n'y pas de PRAPV en rythme sinusal ni en repli, mais simplement un blanking atrial post-ventriculaire (qui est en général de 150 ms pour coiffer une éventuelle écoute atriale du far-field ventriculaire). Néanmoins, au plus cette période réfractaire atriale totale est courte, au plus l'appareil est capable de diagnostiquer des troubles du rythme atrial rapides.

On rappelle que chez MicroPort, il n'y a de véritable PRAPV qu'après une extrasystole ventriculaire ou en sortie d'un test de sonde, d'un mode magnétique, d'une séquence d'électrophysiologie, d'une interruption de TRE.

Brady Tachy **Suivi à distance**

Paramètres de base

Mode: SafeR (AAI<=>DDD)

Fréq. de base: 70 min-1

Fréquence max: 120 min-1

Hysteresis: 6 s

DAV repos / effort: 155 ms / 80 ms

Extension du DAV: 65 ms

Fonctions de base

Lissage: Lent

Repli/Fréq. de repli: Oui 70 min-1

Anti-TRE: Reprog

Stimulation/Détection

Sensibilité A: 0.4 mV

Ampl. / Larg. A: 2.0 V / 0.35 ms

Sensibilité V: 0.4 mV

Ampl. / Larg. V: 2.5 V / 0.35 ms

Paramètres Avancés

Prévention des Arythmies A: >>

Prévention des Arythmies V: >>

Paramètres d'asservissement: >>

SafeR: Critères AAI<=>DDD: >>

Détection A et V: >>

Fonctionnement en bruit: >>

Paramètres Post-Choc

Mode / Durée: DDD / 1 min

Fréq. de base: 70 min-1

Ampl. / Larg. A: 3.5 V / 0.35 ms

Ampl. / Larg. V: 6.0 V / 1.00 ms

Modes pré-programmés

2019-08-20 14:53

Nom:

Début de visite: 20/Août/2019 14:53

Interro. Résumé Assistance au patient Diagnos. AIDA Param. Tests EGM Rapport Patient Prog. Fin

Dans notre exemple, le mode programmé est SafeR, mais un DAV de repos et un DAV d'effort sont programmés, respectivement à 155 et 80 ms appliqués à la fréquence de base et la fréquence maximale programmées quand le stimulateur fonctionne en mode DDD. Entre les deux, la valeur de DAV appliquée est interpolée par pas de 8 ms. Les valeurs programmées le sont pour les DAV après onde P spontanée. Après onde P stimulée, une « Extension du DAV » est ajoutée.



Dans notre exemple, la valeur du DAV s'allonge avec la décélération de la fréquence de stimulation atriale jusqu'à talonner à la valeur DAVrepos + extension quand la fréquence de stimulation atriale rejoint la fréquence de base.

L'Extension du DAV

Elle est destinée à maintenir la même séquence mécanique atrio-ventriculaire que l'oreillette soit détectée ou stimulée, et est donc ajoutée quand l'oreillette est stimulée au DAV sur onde P spontanée qui aurait été appliquée à la même fréquence.

Sa détermination est assez simple. En cas de conduction AV respectée, il suffit d'enregistrer l'EKG quand le rythme AV est totalement spontané, et de mesurer l'intervalle PR grâce aux curseurs placés sur les marqueurs A et V. Ensuite on enregistre l'EKG quand l'oreillette est stimulée à une fréquence juste supérieure à la fréquence sinusale et on mesure l'intervalle AR. La différence $AR - PR$ donne la valeur de l'« Extension du DAV » à programmer.

En cas de bloc AV, la mesure de référence est échographique entre le sommet de l'onde A de remplissage télé-diastolique ventriculaire gauche et le spike ventriculaire ou la fermeture mitrale, des événements parfaitement identifiables limitant les erreurs de mesure intra- et inter-observateur.

L'ALGORITHME ANTI-TACHYCARDIE RÉENTRANTE ÉLECTRONIQUE (ANTI-TRE)

Phase de détection

Elle dure 8 cycles. Il y a suspicion de TRE si les intervalles V-P' sont stables à 15 ms près et inférieurs à 453 ms.

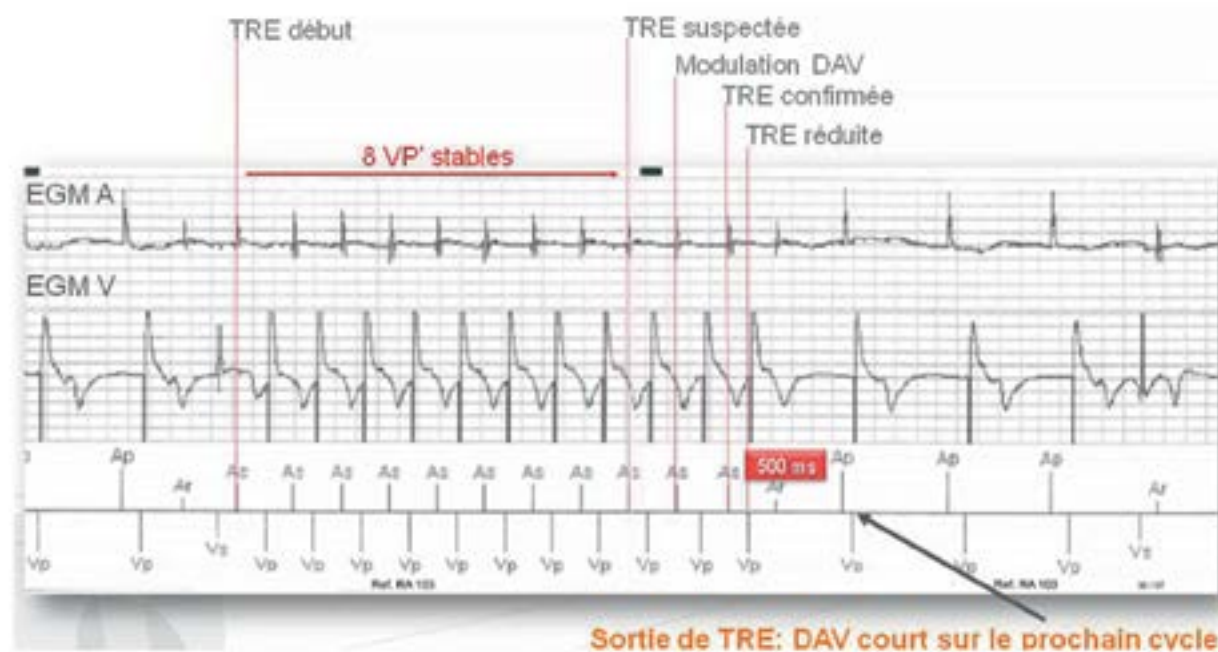
Phase de confirmation

Elle dure 2 cycles

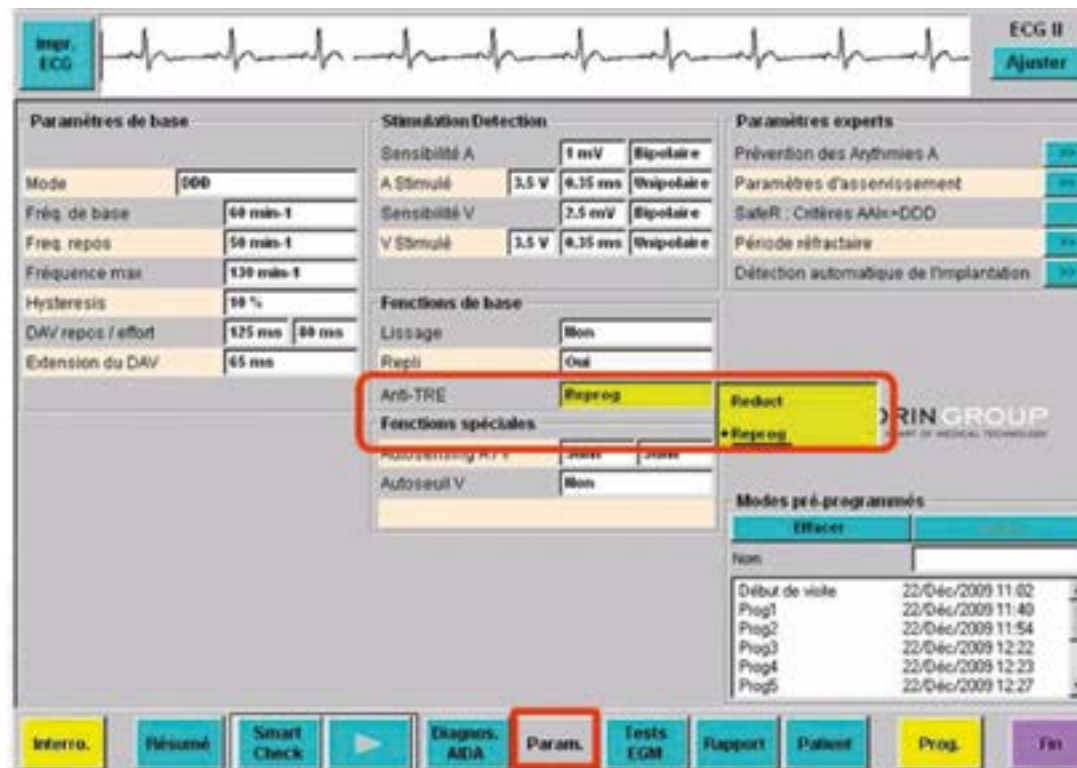
Une modulation du DAV est appliquée sur un cycle : si l'intervalle V-P' est restée stable à 15 ms près, une modulation de DAV de 50 ms est déclenchée, et si l'intervalle V-P' reste stable à 30 ms près, une PRAPV de 500 ms est appliquée sur le cycle suivant qui stoppe la TRE en couvrant l'onde P' suivante. Si l'intervalle V-P' est resté stable entre 15 et 31 ms pendant la TRE, la modulation sera de 65 ms.

Un DAV court est appliqué sur le cycle normal suivant.

L'épisode de TRE est ensuite comptabilisé dans les mémoires statistiques.



Dans cet exemple, une TRE est initiée car une extrasystole atriale tombe dans la DARA et n'initie pas de DAV. La conduction spontanée survient avec un intervalle ESA (Ar) – R long ce qui favorise une conduction rétrograde qui est vue hors DARA (As), avec déclenchement d'une TRE stable sur 8 cycles. En effet, les voies de conduction nodales ont récupéré pendant le PR long, ce qui autorise une conduction rétrograde après la stimulation ventriculaire. Après 8 cycles de ce mécanisme, une modulation du DAV sur un cycle allonge l'intervalle VV, et la TRE est confirmée car l'onde P rétrograde survient dans un intervalle V-P' qui est identique et stable par rapport à celui mesuré pendant la TRE à 15 ms près. Une PRAPV de 500 ms est appliquée sur le cycle suivant qui casse la TRE. Un DAV court est déclenché sur le cycle suivant. S'il s'était agi d'un rythme atrial autonome, la modulation du DAV aurait induit un raccourcissement du temps V-P, et la confirmation de TRE n'aurait pas été remplie.



Le DAV long est la cause la plus fréquente de déclenchement d'une TRE. De sorte que la parade est de le raccourcir jusqu'au constat de la disparition des TRE (Dans notre exemple, le raccourcissement permanent du DAV n'aurait eu aucune influence puisque le PR long qui déclenche les conditions de la TRE suivent l'apparition d'une extrasystole atriale avec conduction spontanée et P'R long).

Si l'option de programmation anti-TRE est « Reprog » (valeur par défaut), alors les DAV de repos et d'effort seront raccourcis pas par pas si plus de 10 TRE par jour sont observées, jusqu'aux limites de 125 et 80 ms respectivement. Dans ce cas, à l'interrogation, le message « Le DAV a été reprogrammé automatiquement par l'implant » est affiché à l'écran du programmeur.

Le constat de TRE dans les statistiques de l'appareil doit faire rechercher une cause corrigable : défaut de détection atriale, de stimulation atriale, bruit sur une sonde, extrasystolie ventriculaire, extrasystolie atriale, etc..., toute cause de dissociation AV autorisant les voies de conduction nodales à sortir de leur période réfractaire, ce qui autorise ainsi la conduction rétrograde et donc la TRE.

Stimulateur Cardiaque Implantable - chapitre 9

Les stimulateurs MicroPortTM en 20 points

1

Volume des boîtiers

Simple chambre Kora 100 SR: 7.5 cm³
 Double chambre Kora 100 DR: 8 cm³
 Simple chambre Kora 250 SR: 7,5 cm³
 Double chambre Kora 250 DR: 8 cm³
 Simple chambre Reply 200 SR: 7,5 cm³
 Double chambre Reply 200 DR: 8 cm³

2

Type de pile

GB8711 Lithium Iode (2,8 V, 0,81 Ah)



3

Critères d'usure et longévité

Valeurs exprimées:



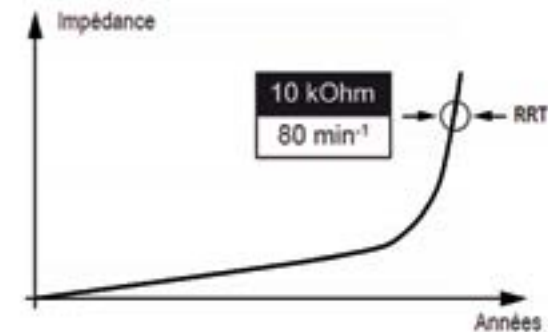
- Fréquence magnétique ou impédance de pile (jauge ou courbe de pile en cliquant sur le bouton >>)
- Temps résiduel

a) Fréquence magnétique ou impédance de pile (indicateur d'usure)

Jauge colorée:



Courbe de pile : aspect exponentiel



Il est impératif de remplacer le stimulateur cardiaque dès que le RRT (anciennement IRE) est atteint.

BOS (Beginning Of Service): **96 min⁻¹**

RRT (Recommended Replacement Time): **80 min⁻¹** ou **10 kOhm**

EOS (End Of Service): 70 min⁻¹

Du RRT à l'EOS (épuisement complet) le stimulateur se règle automatiquement en mode VVI, fréquence à 70 min⁻¹, paramètres de stimulation et de détection programmés, arrêt asservissement et lissage, et hystérésis à 0.

La reprogrammation est possible mais à la prochaine mesure quotidienne de l'impédance de pile rebascule avec les paramètres sus décrits.

b) Temps résiduel (indicateur de longévité résiduelle estimée)

Le Temps résiduel est la longévité estimée de l'appareil jusqu'au RRT (Date Recommandée de Remplacement). Cette estimation est calculée à partir de l'impédance interne de la pile, des mesures sur sondes, des statistiques et paramètres programmés. La longévité résiduelle est recalculée lors des modifications des paramètres programmés.

Le temps résiduel typique de l'appareil est affiché comme suit :

- Si le temps résiduel typique* est > 3 ans, "le temps résiduel typique*" est affiché et le champ de texte correspondant est gris:



- Si le temps résiduel typique * et minimal** sont entre 3 mois et 3 ans, "le temps résiduel typique* (temps résiduel minimal**)" sont affichés et:

a) le champ de texte correspondant est gris, si l'estimation du temps résiduel minimal est > 12 mois.



b) le champ de texte correspondant est jaune, si l'estimation du temps résiduel minimal est ≤ 12 mois. Un avertissement sera affiché : "Dans les conditions d'utilisation actuelles, longévité résiduelle minimum ≤ 12 mois".



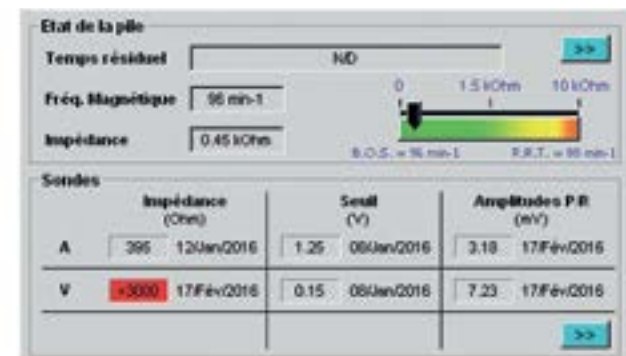
- Si le temps résiduel typique* est < 3 mois, "< 3 mois" est affiché et le champ de texte correspondant est orange.



- Si la RTT est atteinte "La RRT a été atteint" est affiché et le champ de texte correspondant est rouge.



"N/D" est affiché dans le champ, dont l'arrière-plan est gris si moins de 5 minutes de statistiques sont disponibles (i.e. première interrogation à l'implantation, réinitialisation de l'appareil), ou si l'impédance de la sonde est anormale (<200 et ≥ 3000 Ω).



*Le temps résiduel typique est une estimation prenant en compte des profils de décharges de batteries typiques.

**Le temps résiduel minimal est une estimation prenant en compte les profils de décharges de batteries les moins bons.

4

Fréquence à l'aimant

Début de vie: 96 min-1

RRT (Temps de Remplacement Recommandé): 80 min-1

Fin de vie: 70 min-1

Spécificités programmation réponse à l'aimant:

Phase 1: application de l'aimant (tant que l'aimant est appliqué)

- Fréquence = Fréquence magnétique
- Mode : DOO ou VOO
- Paramètres de stimulation : 5 V / 0,5 ms / DAV de repos

Phase 2 (Retrait de l'aimant): test de Capture (6 cycles)

- Fréquence = Fréquence magnétique
- Mode : DOO ou VOO
- Paramètres de stimulation : amplitude et durée d'impulsion programmées / DAV = 95 ms

Phase 3 (Retrait de l'aimant suite): test de Fréquence (2 cycles)

- Fréquence = Fréquence de base programmée
- Mode : DOO ou VOO
- Paramètres de stimulation : amplitude et durée d'impulsion programmées / DAV programmé

5

Tous les modes traditionnels sont disponibles.

6

Mode spécifique favorisant la conduction spontanée: mode SafeR

Critères de commutation ADI(R)/DDDR) : différents critères induisent une commutation en mode DDD : pause (durée programmable sans VS), BAV III (2 cycles auriculaires consécutifs sans VS), BAV II (3 cycles sur 12 sans VS), BAV I (PR patient > PR long programmé, 6 fois de suite; possibilité de programmation à l'effort ou effort ou effort + repos).

Critères de commutation DDD(R)/ADI(R) : quand le stimulateur fonctionne en mode DDD, il recherche la présence d'un rythme propre sous jacent. Le stimulateur re-commute en ADI dans 3 circonstances : après 12 évènements ventriculaires détectés consécutifs, systématiquement après 100 cycles ventriculaires stimulés ou après la période de commutation durable qui s'arrête tous les matins à 8 heures. Le stimulateur commute durablement en mode DDD (jusqu'au lendemain à 8 heures du matin) en cas de BAV persistant : plus de 45 épisodes ADI(R)/DDD(R) par jour, plus de 15 épisodes ADI(R)/DDD(R) par jour pendant 3 jours consécutifs, plus de 50% du temps passé en DDD depuis une heure.

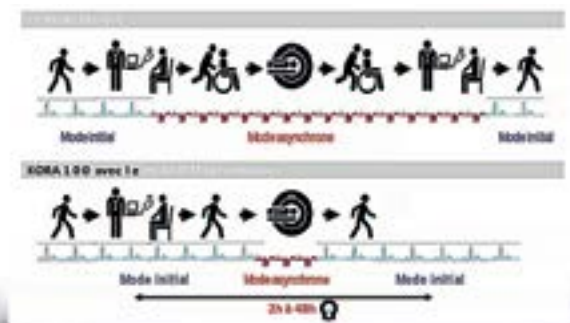


7

Mode IRM

Principe

Le mode IRM est un mode [DOO, VOO ou OOO] qui est déclenché manuellement ou en cas de détection automatique d'un champ magnétique puissant. La période de fonctionnement du mode IRM peut aller de 2 à 48 heures selon la programmation pour la série Kora. Pour la gamme ENO, on peut aussi programmer jusqu'à 10 jours.. Si le réglage est sur AUTO, l'appareil reconnaît le champ magnétique lors du passage dans l'IRM et bascule automatiquement en mode IRM. Les modes de stimulation IRM disponibles sont : DOO, VOO, OOO. Après l'IRM, le stimulateur rebasculé en paramètres programmés 5 min après l'arrêt de l'exposition au champ magnétique.



8

Stimulation ventriculaire: Autoseuil V

Autoseuil V sur Auto: mesures régulières du seuil de stimulation ventriculaire + adaptation de la programmation; Autoseuil V sur Suivi: mesures régulières du seuil de stimulation ventriculaire mais sans adaptation de la programmation.

Seuil réalisé systématiquement toutes les 6 heures; contrôle de capture basé sur l'analyse de la réponse évoquée; 4 mesures de seuil par jour avec adaptation pour les 6 heures suivantes; adaptation automatique de l'amplitude au double de la valeur de seuil (marge de sécurité de 100%) dans la limite d'une valeur minimale programmable (1.5, 2, 2.5, 3 ou 3.5 V)

9

Stimulation atriale: Autoseuil A

L'Autoseuil atrial est disponible sur les dernières plateformes de stimulateurs MicroPort™.

Seuil réalisé systématiquement à 1 heure du matin; la présence d'une capture atriale effective est suggérée devant la disparition de l'activation atriale spontanée ou par rapport à l'existence d'une conduction ventriculaire en 1/1; 1 mesure réalisée une fois par jour, la nuit avec adaptation pour les 24 heures suivantes; adaptation automatique de l'amplitude à une valeur supérieure de 1 V par rapport au seuil mesuré ou à la valeur de la stimulation atriale programmée (valeur la plus élevée entre les 2).

10

Détection et sensibilité

La détection atriale et ventriculaire peut être programmée sur fixe ou sur autosensing.

Il est possible de programmer l'autosensing sur 1) Suivi qui permet de mesurer les amplitudes des ondes P et des ondes R sans adaptation des réglages de la sensibilité qui reste fixe 2) Auto qui permet la mesure des ondes P et des ondes R avec ajustement automatique des sensibilités: l'amplitude des signaux est moyennée sur 8 cycles consécutifs et la sensibilité est programmée à un tiers de cette valeur moyenne.

11

Périodes réfractaires

Suite à une stimulation atriale, une période réfractaire non programmable de 30 ms est déclenchée à l'étage ventriculaire. Si une détection ventriculaire a lieu entre la fin de cette période réfractaire et la fin de la fenêtre de sécurité (95 ms après le stimulus atrial), une stimulation ventriculaire est délivrée en fin de fenêtre de sécurité.

Suite à une détection ou une stimulation atriale, une autre période réfractaire relative non programmable est déclenchée à l'étage atrial. Sa durée est dynamique et est calculée en fonction du rythme atrial. Elle a pour but de détecter l'accélération du rythme atrial (d'où son nom : fenêtre de DARA). Il n'y a pas de PRAPV sur les stimulateurs Sorin. Suite à une détection ventriculaire considérée comme ESV une période réfractaire relative (la RetroPwatch) est déclenchée à l'étage atrial. Sa durée est de 500 ms.

12

Diagnostic et interruption des tachycardies par réentrée électronique

L'algorithme «Anti-TRE» est toujours actif en mode de suivi atrial (non déprogrammable).

Phase initiale de détection sur 8 cycles : le dispositif mesure le temps de conduction rétrograde (VP) et suspecte une TRE si les intervalles VP sont stables (à 30 ms près) et courts (< 470 ms). Phase de confirmation sur 2 à 4 cycles : le dispositif module le délai AV pour vérifier la stabilité de l'intervalle VP.

Arrêt de la TRE par allongement de la période réfractaire atriale relative. Si l'option anti-TRE est programmée sur « Reprog », les délais AV de repos et d'effort sont automatiquement raccourcis.

13

Asservissement

Les stimulateurs Sorin sont équipés de 2 capteurs pouvant fonctionner ensemble ou séparément: un accéléromètre et un capteur de ventilation minute (mesure de l'impédance transthoracique). Quand ils sont utilisés simultanément, la fréquence de stimulation est d'abord guidée par l'accéléromètre (meilleure réactivité en début d'effort) puis par la ventilation minute en milieu et fin d'effort.

14

Fonctionnement du repli sur arythmies atriales

La fonction de repli comprend trois phases distinctes: 1) une phase de suspicion : dès qu'un cycle ventriculaire avec suspicion d'arythmie atriale est détecté, l'algorithme de repli commence une analyse sur 32 cycles ventriculaires. L'arythmie auriculaire est confirmée si 28 cycles ventriculaires ou plus sont en suspicion au cours des 32 derniers cycles ventriculaires (critère primaire) ou si 18 cycles ventriculaires ou plus sont en suspicion au cours des deux derniers blocs de 32 cycles ventriculaires (critère secondaire); 2) une phase de dissociation : une fois un des critères de repli atteint, le mode de stimulation commute d'un mode synchrone vers un mode asynchrone (DDI); 3) phase de réassociation : dès que l'arythmie auriculaire cesse et que le rythme sinusal reprend, la fréquence de stimulation ventriculaire est progressivement adaptée pour atteindre le rythme sinusal. La réassociation A-V n'a lieu qu'une fois si les fréquences auriculaire et ventriculaire sont plus lentes que 110 min⁻¹.

15

Gestion flutter 2/1

Pas d'algorithme spécifique; quand un flutter 2/1 survient, il est nécessaire de raccourcir la durée du blanking atrial post-stimulation ventriculaire.

16

Prévention des arythmies atriales

3 algorithmes sont disponibles

Overdrive du rythme sinusal : augmentation de la fréquence de stimulation pour «overdriver» l'activation spontanée atriale. Suppression de pause sur ESA et Accélération de fréquence sur ESA : augmentation de la fréquence de stimulation à la suite d'une d'ESA afin d'éviter la succession cycle court, cycle long.

17

Communication sans fil

Technologie non disponible sur les plateformes actuelles

18

Durée des mémoires

Durée maximale d'enregistrement des EGMs: environ 11 minutes avec fréquence d'échantillonnage A et V de 512 Hz, 22 épisodes stockés, avec marqueurs annotés, synchronisés à l'EGM endocavitaire.

19

Suivi par télémédecine

Le système SMARTVIEW Hotspot est basé sur le principe d'une interrogation à distance des stimulateurs à l'aide d'un appareil de télémétrie (à placer en regard du stimulateur) relié à un transmetteur connecté à internet par le réseau téléphonique GSM.

Le système de télésurveillance MicroPort™ est compatible pour les stimulateurs simple et double chambre à partir de la gamme Reply deuxième génération ainsi que pour les Kora.



La logistique est simplifiée grâce à l'envoi des transmetteurs entièrement géré par l'assistance technique. Cette assistance téléphonique est disponible pour les patients et les médecins.

Le site Web Smartview unique est intuitif et permet de visualiser les transmissions des rapports Brady (et Tachy). Les rapports sont optimisés pour une lecture simplifiée sans surcharge de notifications.



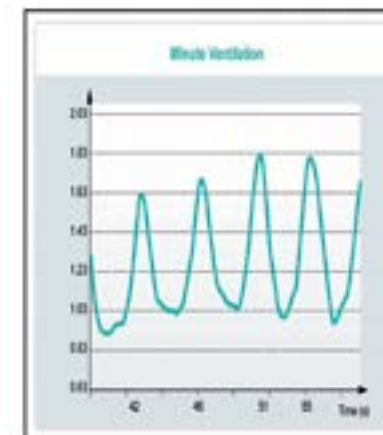
20

Autres spécificités

Le Suivi de l'apnée du sommeil: les données d'impédance intrathoracique sont mesurées à l'aide du capteur MV

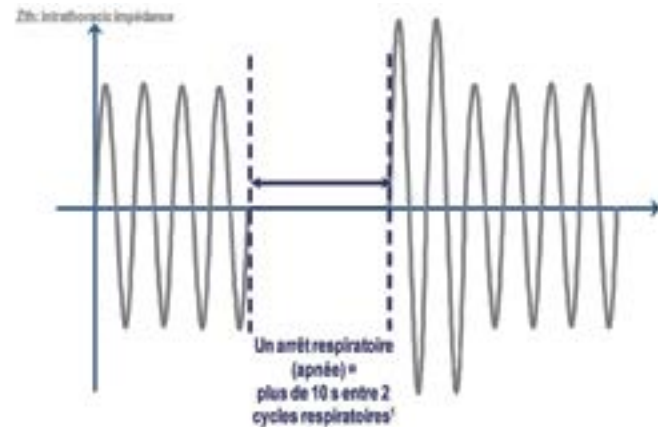


Les séquences des cycles respiratoires sont analysées pour repérer, compter et afficher les événements respiratoires perturbés pendant la nuit (période de suivi programmable, entre 22h et 6h du matin.). Deux types d'événements respiratoires sont mesurés :

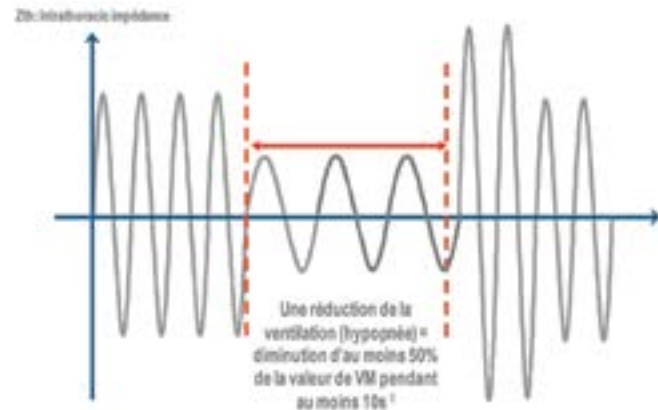


Deux types d'événements respiratoires sont mémorisés :

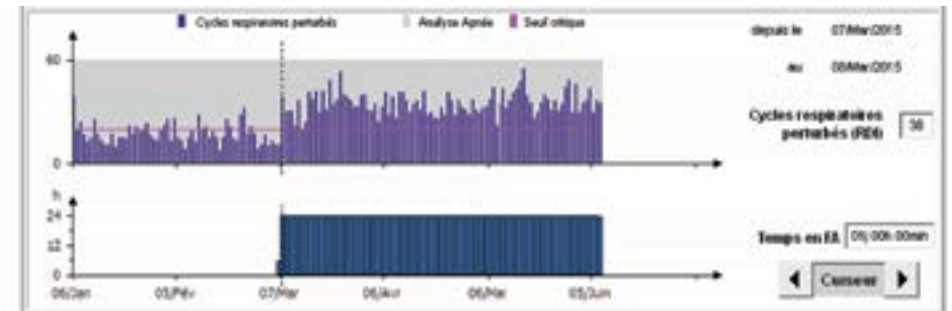
- Les pauses respiratoires : lorsque l'intervalle entre deux cycles respiratoires est supérieur à 10 secondes et inférieur à 60 secondes



- Les réductions de respiration : lorsque la Ventilation (VE, définie comme l'amplitude d'un cycle respiratoire divisé par sa période) est réduite de 50 % ou d'avantage par rapport à la VE moyenne pour les 8 cycles précédents, pendant plus de 10 secondes et moins de 60 secondes.



Un index des événements respiratoires perturbés (RDI) est calculé en divisant le nombre d'événements respiratoires par le nombre d'heures de suivi (5 heures). Un seuil critique (RDI = 20) est utilisé pour indiquer une suspicion de troubles respiratoires sévères du sommeil chez le patient.



Le Suivi de l'apnée du sommeil est automatiquement activé lors de la première interrogation du stimulateur (après la détection automatique de l'implantation).

Première édition de cet ouvrage réalisée le 1/10/2019

Printer
Façon Puzzle
4 avenue Neil Armstrong
33700 Mérignac - France

Stimuprat Editions France, 2019
Imprimé en France

Cet ouvrage est soumis au copyright. La loi française sur le copyright du 9 septembre 1965 dans la version en vigueur n'autorise une reproduction intégrale ou partielle que dans certains cas, et en principe moyennant le paiement des droits. Ce logo a pour objet d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, le développement massif du photocopiage.

978-2-36920
Stimuprat Editions
4 avenue Neil Armstrong
Bâtiment Le Mermoz
33700 Mérignac - France
Email : contact@stimuprat.com



www.cardiocases.com
www.epcases.com
www.pacingdefibrillation.com
www.rhythmopedia.com
www.ecgforum.com



