

## L'année cardiologique

# Quoi de neuf en rythmologie ?



**F. EXTRAMIANA**  
Hôpital Bichat, PARIS.

Comme chaque année, notre article “Quoi de neuf en rythmologie ?” propose une sélection personnelle et forcément incomplète d’articles dans les domaines de la fibrillation atriale, des syncopes et arythmies ventriculaires, de la stimulation et défibrillation, sans oublier l’actualité de l’intelligence artificielle. Les commentaires sont de la seule responsabilité de l’auteur.

### Fibrillation atriale

#### 1. Dépistage

L’intérêt du dépistage de la fibrillation atriale (FA) asymptomatique est discuté depuis plusieurs années, notamment en raison du large développement de nouveaux outils d’enregistrement de l’ECG. Les résultats de l’étude **NOAH AFNET-6** étaient très attendus dans ce débat sur l’indication du traitement anticoagulant. Ils ont été communiqués à la Société européenne de cardiologie (ESC) et publiés simultanément dans la *New England Journal of Medicine* [1]. 2 536 patients porteurs d’un *pacemaker* ou défibrillateur retrouvant des épisodes de rythme atrial rapide de plus de 6 minutes (AHRE) ont été randomisés entre un traitement anticoagulant par edoxaban ou placebo. L’âge moyen des patients était de 78 ans et la durée médiane des AHRE de 2,8 heures. L’étude a été arrêtée prématurément après un suivi médian de 21 mois pour des raisons de sécurité d’une part et de futilité d’autre part. Le critère de jugement principal (mortalité, AVC ou embolie systémique) n’était pas significa-

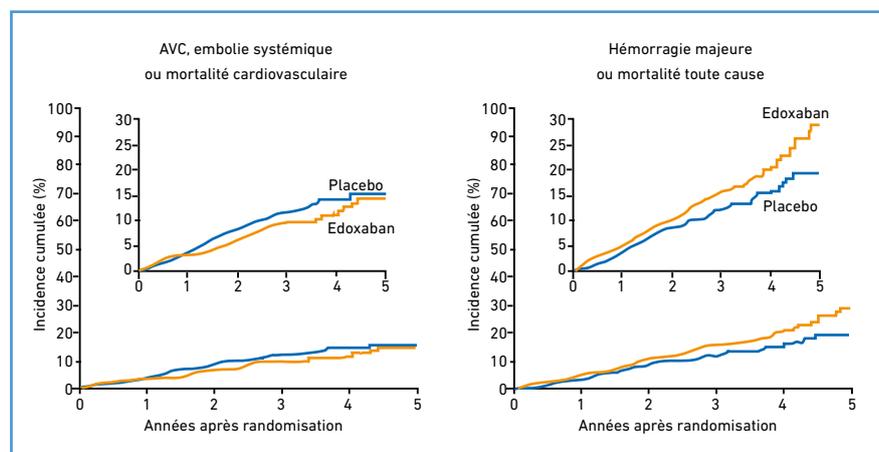
tivement différent entre les deux groupes (3,2 % patient-année dans groupe edoxaban et 4 % patient-année dans le groupe placebo, HR = 0,81 ; IC95 % : 0,60-1,08 ; p = 0,15). En revanche, le critère de sécurité (mortalité toute cause ou hémorragie majeure) était plus fréquemment observé dans le groupe edoxaban (5,9 % patient-année *versus* 4,5 % dans le groupe placebo, HR = 1,31 ; IC95 % : 1,02-1,67 ; p = 0,03) (**fig. 1**).

Cette étude montre, avec un niveau de preuve élevé, que ces patients âgés implantés ont un risque élevé d’évolution vers la FA (8,7 % par patient-année) et doivent donc être surveillés régulièrement. Mais avant la documentation classique de FA, le traitement anticoagulant a une balance bénéfice-risque défavorable. Nous verrons si l’étude **ARTESiA** retrouve le même résultat. Mais en attendant, et comme cela était suggéré par les résultats de l’étude **LOOP**, retenons que

les épisodes brefs (< 24 h) d’AHRE (ou de FA) ne sont pas associés à une majoration suffisante du risque d’AVC pour que le bénéfice de la réduction des AVC due à un traitement anticoagulant dépasse les effets secondaires du traitement. Cela doit également inciter à une grande prudence avant de prescrire un anticoagulant pour de rares épisodes de FA détecté par un “smart device”.

#### 2. Anticoagulation de la FA

Les avantages des anticoagulants oraux directs (AOD) en comparaison aux anti-vitamine K (AVK) ont fait quasiment disparaître ces derniers des ordonnances, qui ne restent prescrits



**Fig. 1 :** Effet du traitement sur les AVC, les événements thromboemboliques et la mortalité CV (gauche) et sur les hémorragies majeures et la mortalité totale (droite) dans l’étude NOAH AFNET (d’après [1]).

## L'année cardiologique

qu'en présence d'une contre-indication formelle aux AOD. Cela amène même nombre de prescripteurs à remplacer un traitement par AVK bien conduit et toléré par un AOD en prévention du risque thromboembolique associé à la FA.

Cette stratégie n'avait cependant pas été évaluée notamment chez les sujets "fragiles". L'étude **FRAIL-AF** a testé cette stratégie par une étude randomisée pragmatique [2]. 1 330 patients fragiles (âge moyen 83 ans, score médian de fragilité de Groningen à 4) ont été randomisés soit pour la poursuite du traitement par AVK, soit pour un *switch* par un AOD. Le critère de jugement principal était la survenue à 12 mois d'une hémorragie majeure ou non majeure mais cliniquement significative. Le critère de jugement principal est survenu plus fréquemment dans le groupe *switch* pour un AOD (HR = 1,69; IC95 % : 1,23-2,32). Et le risque d'événement thromboembolique montrait une tendance non significative à une majoration de risque dans le groupe *switch* pour un AOD (HR = 1,26; IC95 % : 0,60-2,61).

Les études de *switch* introduisent un biais en faveur du traitement initial (par définition bien toléré puisque poursuivi jusqu'à l'inclusion). Cependant, l'étude **FRAIL-AF** illustre d'une part que même ce qui paraît évident mérite d'être démontré, et d'autre part, que le mieux est parfois l'ennemi du bien.

### 3. Stratégie de prise en charge rythmique de la FA

#### >>> Impact d'une prise en charge différée par l'ablation

Le premier "E" de **EAST-AFNET** signifiant "early", cette étude a été souvent considérée comme suggérant l'intérêt d'une prise en charge la plus précoce possible de maintien en rythme sinusal. Cependant, **EAST-AFNET** comparait deux stratégies mais pas leur timing respectif. L'étude publiée par Jonathan M. Kalman et coll. [3] a évalué l'impact d'une prise en charge différée par l'abla-

tion. 100 patients avec une FA symptomatique (âge moyen 59 ± 13 ans, 29 % de femmes) ont été randomisés en 1:1 entre une ablation précoce (dans un délai de 1 mois après inclusion) ou retardée de 12 mois pendant lesquels le traitement médical était optimisé.

Un an après ablation, l'absence de récurrence d'arythmie était de 56,3 % dans le groupe ablation précoce et 58,6 % dans le groupe ablation retardée (HR = 1,12; IC95 % : 0,59-2,13; p = 0,7). Il n'y avait pas non plus de différence significative entre les deux groupes pour la charge en FA ou l'utilisation d'antiarythmique à 1 an.

Cette étude montre donc, que sauf cas particuliers (substrat évolué, insuffisance cardiaque, évolution rapide de la FA), il n'y a pas d'urgence à programmer une procédure d'ablation de la FA. L'étude **EARLY-AF long term** avait cependant montré qu'il ne fallait pas prolonger ce délai car cela était associé à une augmentation d'évolution de la FA paroxystique vers persistante.

À notre avis, ce délai d'une année peut être mis à profit pour mieux évaluer la fréquence des récurrences, l'efficacité du traitement, et surtout, pour mieux prendre en charge les facteurs d'inefficacité des traitements (obésité, diabète, HTA ou SAS).

#### >>> Électroporation pour l'ablation de FA

Les ablateurs attendaient depuis plusieurs années l'arrivée de l'électroporation, notamment pour l'ablation de FA. En effet, les premières études suggéraient une plus grande efficacité et une plus grande sécurité par rapport aux ablations thermiques (radiofréquence ou cryothérapie). Il nous manquait cependant une démonstration clinique de ces bénéfices.

**PULSED AF Pivotal Study** est une étude prospective, multicentrique, non randomisée, non contrôlée, évaluant l'ablation par électroporation propo-

sée par Medtronic chez 300 patients avec FA symptomatique résistante aux traitements (150 FA paroxystiques et 150 persistantes) [4]. L'efficacité à 1 an (absence d'échec de procédure, de récurrence ou de majoration de traitement) de l'ablation était de 66,2 % (IC95 % : 57,9-73,2) pour les FA paroxystiques et de 55,1 % (IC95 % : 46,7-62,7) pour les FA persistantes. Le taux de complication était de 0,7 % (IC95 % : 0,1-4,6). Ces taux de succès peuvent être qualifiés de satisfaisants mais ne semblent pas exceptionnels et difficiles à évaluer en l'absence de bras contrôle.

L'étude **ADVENT** présentée à l'ESC 2023 est la première étude randomisée contrôlée comparant l'électroporation proposée par Boston Scientific à l'ablation thermique (radiofréquence ou cryothérapie) [5]. Plus de 600 patients avec une FA paroxystique résistante aux antiarythmiques ont été randomisés. Les taux de succès (absence d'échec de procédure, de tachyarythmie au-delà de la période de *blanking*, d'utilisation d'antiarythmique, de cardioversion ou de nouvelle ablation) étaient de 73,3 % dans le groupe électroporation et 71,3 % dans le groupe ablation thermique (différence 2 points de %, intervalle Bayésien 95 % -5,2-9,2; p non-infériorité > 0,999). Les taux d'événements indésirables étaient de 2,1 % dans le groupe électroporation et 1,5 % dans le groupe ablation thermique (différence 0,6 point de %, intervalle Bayésien 95 % -1,5 - 2,8; p non-infériorité > 0,999). Cette étude montre donc la non-infériorité mais on peut être un peu déçu de l'absence de supériorité de l'ablation avec l'électroporation.

Cependant, cette nouvelle énergie est plus facile et rapide à délivrer, ce qui permet de diminuer significativement les temps de procédure. Tous les constructeurs développent leur solution. Gageons que l'amélioration du repérage anatomique permis par l'ajout de possibilité de cartographie anatomique permettra d'améliorer le positionnement et

## L'année cardiologique

le contact des cathéters avec le tissu myocardique et ainsi, d'améliorer l'efficacité de l'ablation avec cette énergie.

À efficacité équivalente, une diminution des complications représente déjà un progrès important. L'étude IRM bordelaise a bien montré que l'électroporation n'avait pas d'effet sur l'œsophage et pourrait éviter le risque de la redoutable fistule atrio-œsophagienne. Un registre international a colligé l'incidence de cette complication dans 214 centres qui ont pratiqué 553 729 procédures d'ablation (99 % avec énergie thermique) [6]. 138 patients ont eu un diagnostic de fistule atrio-œsophagienne après ablation (incidence de 0,025 % = 1/4 000 procédures ; 0,038 % avec la cryothérapie,  $p < 0,0001$ ). En cas de fistule, les premiers symptômes surviennent après une médiane de 18 jours (minimum 0, maximum 60 jours) et le diagnostic est fait après une médiane de 3 jours après les premiers symptômes. La mortalité globale était de 65,8 % mais était diminuée par la prise en charge chirurgicale (51,9 %) ou endoscopique (56,5 %) alors que le traitement conservateur (non interventionnel) était associé à une mortalité de 89,5 % (OR = 7,5 ; IC95 % : 2,5-23,1 ;  $p < 0,001$ ). Il est donc très important de penser à ce diagnostic (en cas de fièvre, choc, AVC, coma, hémorragie digestive haute...) après une procédure d'ablation et de référer alors le patient à un centre ayant la capacité chirurgicale et interventionnelle de prendre en charge cette pathologie. Espérons que l'électroporation tiendra ses promesses pour faire disparaître cette complication imprévisible et redoutable.

### >>> Ablation de la FA chez tous les insuffisants cardiaques ?

Alors que le bénéfice de l'ablation de la FA ne fait pas de doute en cas de cardiomyopathie induite par la FA, la transposition de ce bénéfice à l'ensemble des patients insuffisants cardiaques n'est pas clairement établie et avait été remise en cause par les résultats négatifs

de l'étude RAFT-AF discutée dans le "Quoi de neuf ?" 2022.

La discussion est enrichie cette année par l'étude **CASTLE HTx** qui a inclus des patients évalués pour un projet de transplantation ou d'assistance cardiaque et avec une FA symptomatique [7]. 194 patients (âge moyen 64 ans, FEVG 27 %, FA persistante ou persistante de longue durée 70 %) ont été randomisés entre ablation de FA + traitement médical optimal ou traitement médical optimal seul. L'étude a été arrêtée prématurément pour efficacité. En effet, après un suivi médian de 18 mois, le critère de jugement principal (mortalité toutes causes, implantation d'une assistance ventriculaire gauche ou transplantation en urgence) est survenu chez 8 % des patients du groupe ablation *versus* 30 % dans le groupe contrôle (HR = 0,24 ; IC95 % : 0,11-0,52 ;  $p < 0,001$ ). La mortalité totale était diminuée de 71 % (HR = 0,29 ; IC95 % : 0,12-0,72).

Ce résultat très spectaculaire fait un peu plus pencher la balance en faveur de l'ablation de la FA chez les patients avec une insuffisance cardiaque à FEVG altérée. Il ne faut cependant pas occulter certaines de ses limites : étude non aveugle, randomisation pas tout à fait homogène et en défaveur du groupe contrôle, patients pas tous très graves (30 % NYHA II). Mais surtout, il est impossible de savoir à la lecture de l'article quelle était la proportion de cardiomyopathie induite par la FA. Cette question principale reste ouverte et il est nécessaire d'y répondre afin de ne pas proposer une procédure d'ablation futile mais possiblement dangereuse chez les patients avec une altération sévère de la FEVG.

### >>> Ablation des FA persistantes

Le bénéfice clinique obtenu avec l'ablation chez les patients les plus sévères souligne l'importance de l'ablation des FA persistantes et persistantes de longue durée qui représentent la majorité des cas (70 % des patients dans CASTLE

HTx). Jusqu'à récemment, les études randomisées comparant différentes stratégies d'ablation de FA persistantes n'avaient pas démontré de supériorité d'ablations complémentaires au-delà de l'isolation des veines pulmonaires (IVP) seule. Deux nouvelles études randomisées récemment publiées challengent cette notion.

La première étude a randomisé 324 patients soit pour une IVP seule, soit une IVP + ablation de substrat défini par les zones de bas voltage enregistrées pendant la procédure et donc individualisée (groupe IVP + substrat) [8]. À 12 mois, le taux de récurrence d'arythmie atriale de plus de 30 secondes (après les 3 mois de *blanking*, surveillance par holter de 7 jours répétés) était de 50 % dans le groupe IVP seule et de 35 % dans le groupe IVP + substrat (HR = 0,62 ; IC95 % : 0,43-0,88 ;  $p = 0,006$ ) avec cependant plus d'événements indésirables dans le groupe IVP + substrat (3,7 % vs 1,8 %). Cette étude a été critiquée car les analyses des différents sous-groupes semblent montrer que l'ensemble du bénéfice observé dans le bras IVP + substrat ne serait pas la conséquence de l'ablation du substrat. Cependant, ces analyses en sous-groupes doivent être interprétées en gardant à l'esprit qu'ils n'ont pas "bénéficié" de la randomisation. L'hypothèse testée par la randomisation semble cependant vérifiée, renforçant en cela une approche ablatrice adaptée à l'étendue de la myopathie atriale.

La **deuxième étude, CAPLA** publiée dans *JAMA*, a quant à elle comparé l'IVP seule à IVP + isolation du mur postérieur de l'oreillette gauche (IVP + mur postérieur) dans l'ablation de la FA persistante chez 338 patients [9]. À 12 mois, l'absence de récurrence d'arythmie atriale de plus de 30 secondes était observée chez 52,4 % des patients dans le groupe IVP seule et 53,6 % dans le groupe IVP + mur postérieur (différence -1,2 % ; HR 0,99 ; IC95 % : 0,73-1,36 ;  $p = 0,98$ ). Le résultat

# L'année cardiologique

tat de cette étude est donc négatif. Mais deux éléments méritent d'être soulignés. Tout d'abord, et contrairement à l'étude précédente [8], la stratégie d'ablation n'était pas individualisée. Ainsi, tous les patients du groupe IVP + mur postérieur ont eu ce set d'ablation qu'ils aient ou pas de substrat au niveau du mur postérieur. On ne peut pas exclure que cette ablation supplémentaire ait été non seulement inutile mais aussi pro-arythmogène. D'autre part, chez les patients avec une FA persistante de longue durée (> 1 an), on observe une tendance non significative mais forte à une diminution des récidives dans le groupe IVP + mur postérieur (HR = 0,54; IC95 % : 0,28-1,07; p = 0,07). Les FA les plus anciennes étant caractérisées par un substrat plus extensif, ce résultat permet de faire l'hypothèse qu'une ablation du mur postérieur individualisée pourrait améliorer les taux de succès insuf-

fisants de l'IVP seule chez les patients avec une FA ancienne ou une myopathie atriale évoluée.

Cette question de la stratégie d'ablation des FA persistantes concerne la majorité des patients et ceux qui tirent le plus grand bénéfice de l'ablation. Elle restera forcément d'actualité dans les prochaines années.

## Syncope, arythmies ventriculaires et mort subite

### 1. Troubles conductifs sur le monitoring continu

Le moniteur cardiaque implantable est recommandé et souvent proposé en cas de syncope inexplicée. Et la mise en évidence de pauses ou épisodes de bloc atrio-ventriculaire (BAV) lors du suivi

avec le moniteur de bradycardies peut aboutir à proposer l'implantation d'un *pacemaker*. Cette attitude intuitivement logique et bien acceptée est cependant peu validée. Une **sous-analyse de l'étude LOOP** interroge cette attitude. L'étude LOOP cherchait à montrer le bénéfice du monitoring pour le diagnostic et la prise en charge de FA asymptomatiques et avait randomisé 6 004 patients de plus de 70 ans avec au moins un autre facteur de risque de FA en un bras avec implantation d'un moniteur cardiaque (MCI) et un bras contrôle. La stratégie de monitoring n'était pas associée à une diminution significative des événements liés à la FA. Dans la sous-étude *post hoc* publiée en 2023, les auteurs ont évalué la prévalence et l'impact pronostique des épisodes de bradycardie [10]. Des épisodes étaient diagnostiqués chez 3,8 % des patients du groupe contrôle et chez 20,8 % du groupe MCI (HR = 6,21 ;

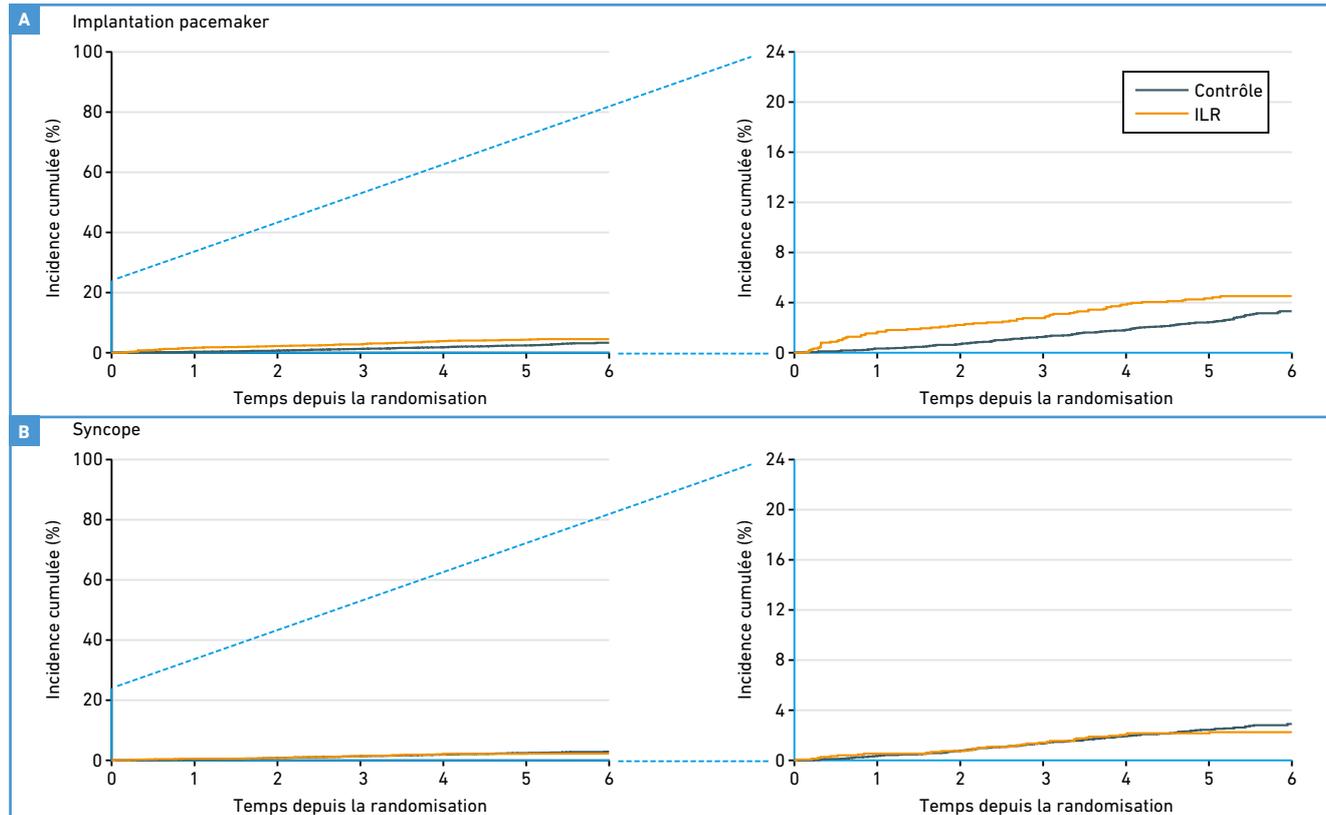


Fig. 2 : Incidence d'implantation de pacemaker (panel A) et de syncope (panel B) dans les groupes contrôle et surveillance par un moniteur cardiaque implantable (ILR) (d'après l'étude LOOP [10]).

## L'année cardiologique

IC95 % : 5,15-7,48 ;  $p < 0,001$ ). Ces épisodes étaient asymptomatiques dans 23,8 % des cas dans le groupe contrôle et dans 79,8 % dans le groupe MCI. Compte tenu de ces observations, un *pacemaker* a été implanté chez 2,9 % des patients dans le groupe contrôle et 4,5 % dans le groupe MCI (HR = 1,53 ; IC95 % : 1,14-2,06 ;  $p < 0,001$ ). En revanche, pendant le suivi, il n'y a pas eu de différence significative de survenue de syncope (2,7 % vs 2,2 % ; HR = 0,83 ; IC95 % : 0,56-1,22 ;  $p = 0,34$ ), ou de mort subite cardiovasculaire (1,1 % vs 1,2 % ; HR = 1,11 ; IC95 % : 0,64-1,90 ;  $p = 0,71$ ) respectivement dans le groupe contrôle et MCI (**fig. 2**).

Cette étude montre que chez ces patients de plus de 70 ans avec des facteurs de risque, l'implantation d'un MCI aboutira à un diagnostic d'épisodes de bradycardie chez environ 1 patient sur 5. Cela entraînera des implantations de *pacemaker* qui, de manière contre-intuitive, ne seront pas associées à une diminution des événements liés aux épisodes de bradycardie. Comme pour la FA, l'augmentation de la sensibilité de détection d'un phénomène intermittent modifie sa valeur pronostique et doit donc nous inciter à valider de nouveau nos indications d'interventions thérapeutiques.

### 2. Ablation des TV sur cardiopathie ischémique

L'ablation des tachycardies ventriculaires (TV) sur cardiopathie ischémique reste un sujet brûlant. Nous avons discuté l'année dernière des résultats des études PAUSE-SCD et PARTITA. L'étude **SURVIVE-VT** a comparé l'ablation (basée sur le substrat de TV) versus le traitement antiarythmique (amiodarone + bêtabloquant, amiodarone seule, ou sotalol ± bêtabloquant) chez 144 patients avec une cardiopathie ischémique, implantés d'un DAI et ayant reçu un choc approprié [11]. Après 2 ans de suivi, le critère de jugement principal composite (mortalité cardiovasculaire, choc approprié, hospitalisation non programmée pour insuffisance cardiaque, ou complica-

tion liée au traitement) est survenu chez 28,2 % des patients randomisés dans le groupe ablation et 46,6 % chez ceux du groupe antiarythmique (HR = 0,52 ; IC95 % : 0,30-0,90 ;  $p = 0,021$ ). Cette différence était essentiellement le résultat d'une diminution des complications du traitement dans le groupe ablation (HR = 0,30 ; IC95 % : 0,13-0,71 ;  $p = 0,006$ ). Il faut cependant souligner que les complications observées dans le groupe antiarythmique étaient numériquement plus fréquentes mais moins sévères (beaucoup de bradycardies et TV lentes) et plus tardives que celles du groupe ablation. Enfin et surtout, il n'y avait pas de différences significatives entre les deux groupes pour les chocs appropriés (HR = 0,88 ; IC95 % : 0,40-1,93 ;  $p = 0,749$ ) ou la mortalité cardiovasculaire (HR = 0,93 ; IC95 % : 0,19-4,61 ;  $p = 0,929$ ).

### 3. Ablation du substrat arythmique dans le syndrome de Brugada

Le mérite de la première démonstration de la possibilité d'ablater le substrat arythmique (à l'épicarde du ventricule droit) dans le syndrome de Brugada revient à Carlo Pappone. Les premiers résultats d'une étude randomisée ont été présentés lors du congrès de l'European Heart Rythm Association (EHRA). Cette étude a inclus jusqu'à présent 37 patients avec au moins un épisode d'arythmie ventriculaire soutenue (14 randomisés DAI seul et 23 DAI + ablation du substrat) avec un suivi de  $30 \pm 21$  mois. Le taux de récurrence de TV/FV était de 5 % dans le groupe DAI + ablation et de 43 % dans le groupe DAI seul,  $p < 0,001$ . Espérons que les résultats de l'étude complète avec un suivi prolongé et homogène entre groupes confirmeront ce résultat préliminaire très prometteur.

Il est toujours important de montrer qu'une technique est transposable dans d'autres centres et que le bénéfice est maintenu à long terme. À ce titre, les résultats du **registre multicentrique international BRAVO** sont particulièrement intéressants. 159 patients (âge

moyen 42 ans, 156 hommes) avec un syndrome de Brugada et au moins une FV spontanée (154 porteurs d'un DAI) ont eu une ablation du substrat épicaudique (abord percutané chez la plupart ou chirurgicale pour 8 patients) [12]. Plus d'1/3 des patients avait reçu au moins 10 chocs appropriés, soulignant la gravité du phénotype de cette cohorte. Après un suivi moyen de  $48 \pm 29$  mois (après la dernière ablation), le taux de succès (absence de récurrence de FV) était de 81 % pour la 1<sup>re</sup> ablation et 96 % après une éventuelle 2<sup>e</sup> procédure. La normalisation de l'ECG de base et sous ajmaline était le seul facteur prédictif de succès (HR = 0,078 ; IC95 % : 0,008-0,753 ;  $p = 0,0274$ ).

Ce résultat très impressionnant mérite cependant quelques commentaires. Les études avant/après sont toujours sujettes à caution dans la mesure où les patients ont été, par définition, sélectionnés parce qu'ils ont eu des événements avant le traitement ("sophisme du tireur d'élite texan"). Ces événements sont survenus depuis la naissance, donc avec une période d'exposition "avant" très supérieure à celle "après" traitement qui est plus courte et hétérogène (cf. écart-type de la durée de moyenne de suivi). Les complications potentielles à long terme (péricardites constrictives ? dysfonction ventriculaire droite ?) ne pourront être éliminées qu'avec un recul plus long. Enfin, il serait plus robuste de comparer l'intervention à un groupe contrôle, après randomisation et idéalement avec trois groupes (ablation, hydroquinidine, contrôle). Cette étude "idéale" serait cependant très difficile à réaliser compte tenu de la rareté de ce phénotype.

### 4. Radioablation stéréotaxique des TV

La radioablation stéréotaxique des TV a fait la preuve de concept de sa faisabilité mais son efficacité à long terme et sa place dans l'arsenal thérapeutiques restent à évaluer [13]. L'équipe de Saint-Louis (Missouri) a présenté des résultats à long terme lors du congrès HRS.

## L'année cardiologique

Entre 2016 et 2018, 19 patients (FEVG 25 %, NYHA 3 ou 4) avec soit des TV réfractaires, soit des ESV réfractaires responsables de cardiomyopathies, ont eu une radioablation de 25 gray ciblée sur des données d'imagerie anatomique et électrique. Après un suivi médian de 6 ans, la charge en TV était réduite (en comparaison à avant la radioablation) mais 87 % des patients ont eu au moins une récurrence de TV. Des complications graves liées à la radiothérapie (péricardites, fistules gastro-péricardiques, fuite mitrale sévère) sont observées chez 4 patients sur 19 (21 %). La médiane de survie était de 31 mois (25 % de survie à 5 ans). La mortalité était considérée comme due à l'insuffisance cardiaque dans 38 % des cas, non cardiaque dans 31 % des cas, rythmique dans 25 % des cas et de cause inconnue dans 6 % des cas.

Ces résultats soulignent la gravité des patients inclus mais montrent également des taux de succès rythmique peu satisfaisants malgré la survenue de complications graves chez 1 patient sur 5. Une étude randomisée semble donc indispensable avant de proposer cette technique en dehors des indications compassionnelles. Il faut donc attendre les résultats de RADIATE-VT.

### 5. FV réfractaires à la défibrillation

Un certain nombre de fibrillations ventriculaires (FV) restent réfractaires à la défibrillation, même avec les défibrillateurs biphasiques. Les Canadiens ont réalisé une étude randomisée en clusters comparant trois stratégies : la poursuite des chocs habituels, un changement de vecteur de choc et une séquence rapide de deux chocs. La **figure 3** montre la position des électrodes pour les trois stratégies [14]. 405 patients avec une FV réfractaire ont été inclus avant l'arrêt de l'étude en raison du covid-19. La survie à la sortie de l'hôpital était significativement améliorée dans le groupe double choc séquentiel (30,4 % vs 13,3 % dans le groupe contrôle, RR = 2,21 ; IC95 % : 1,33-3,67) et aussi dans le groupe changement

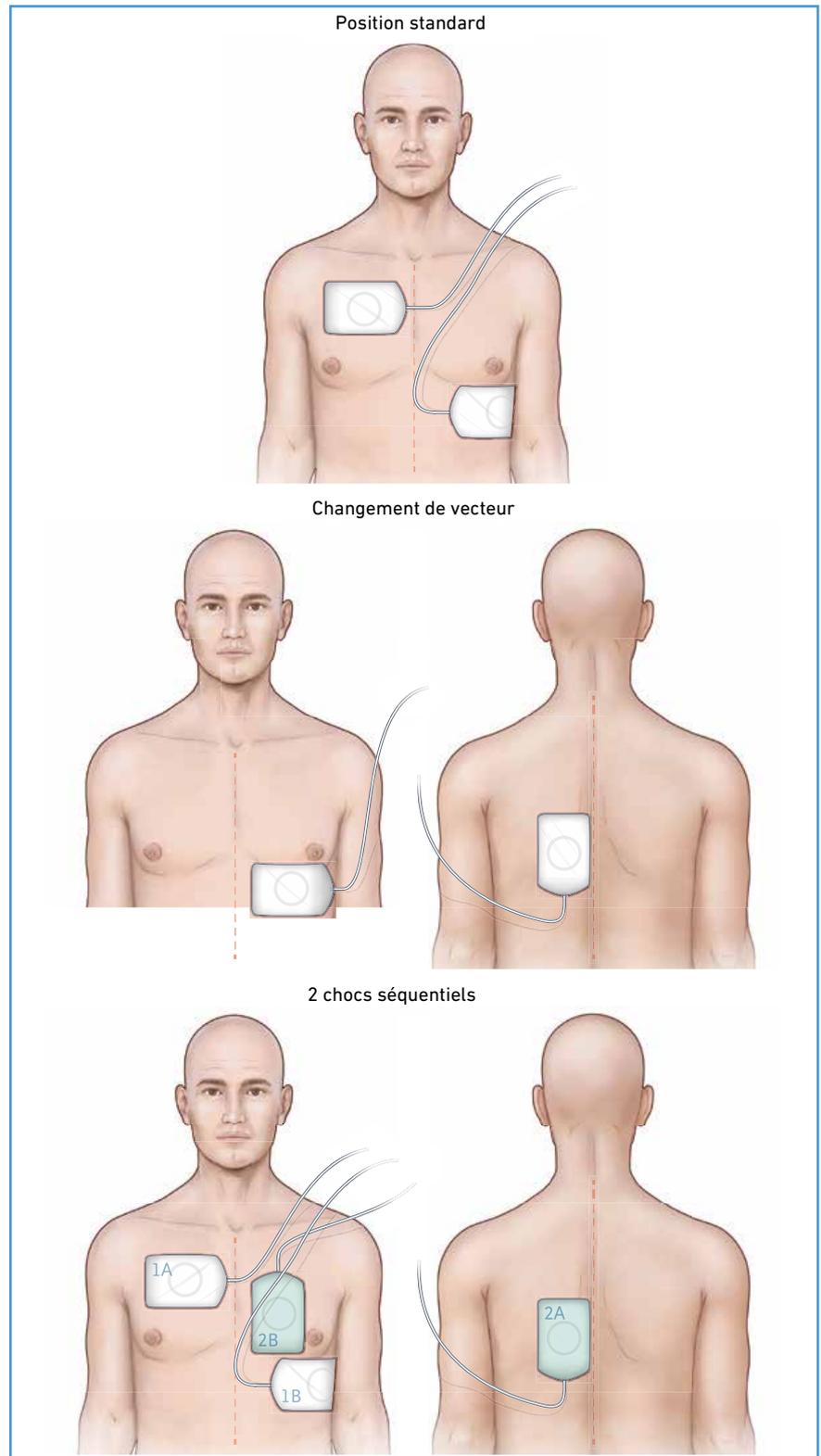


Fig. 3 : Position des électrodes pour les trois stratégies de défibrillation (d'après [14]).

## L'année cardiologique

de vecteur (21,7 % vs 13,3 % ; RR = 1,71 ; IC95 % : 1,01-2,88). Les patients du groupe double choc séquentiel avaient également une évolution neurologique plus favorable que le groupe contrôle (RR = 2,21 ; IC95 % : 1,26-3,88).

Cette étude remarquable, très difficile à réaliser, permet de valider une modification de pratique facile à mettre en œuvre qui permet une amélioration pronostique chez ces patients.

### Stimulation cardiaque et défibrillation

#### 1. Insuffisance chronotrope

L'insuffisance chronotrope, ou mauvaise adaptation de la fréquence cardiaque à l'effort, est souvent associée à une limitation de la capacité à l'effort, notamment en cas d'insuffisance cardiaque à fraction d'éjection préservée (ICFEp). Il est habituellement considéré et recommandé de proposer un *pacemaker* programmé avec une stimulation atriale asservie à l'effort dans ces situations. Cependant, cette stratégie "physiopathologique" n'avait pas été bien évaluée. Une équipe de la Mayo Clinic a inclus 32 patients (âge  $66 \pm 9,7$  ans, 45 % femmes) avec une ICFEp et une insuffisance chronotrope dans une étude randomisée en *cross over* (stimulation cardiaque simple chambre AAIR *versus* pas de stimulation) [15]. En l'absence de stimulation, le pic de  $VO_2$  et le seuil anaérobie étaient corrélés avec la fréquence maximale à l'effort (FCmax) renforçant l'hypothèse de départ. Comme attendu, la stimulation permettait d'augmenter la FC atteinte en milieu et au pic de l'exercice (16/min ; IC95 % ; CI ; 10-23 ;  $p < 0,001$ , et 14/min ; IC95 % : 7-21 ;  $p < 0,001$ ). Cependant, la stimulation n'entraînait pas de différence de seuil anaérobie (stimulation *off*:  $10,4 \pm 2,9$  mL/kg/min ; stimulation *on*:  $10,7 \pm 2,6$  mL/kg/min ; différence = 0,3 ; IC95 % -0,5-1,0 mL/kg/min ;  $p = 0,46$ ), du pic de  $VO_2$ , du score KCCQ-OSS ou du NT-proBNP. Sur un

plan physiopathologique, l'accélération de la FC n'avait pas d'effet significatif sur le débit cardiaque en raison d'une diminution du volume d'éjection systolique (-24 mL ; IC95 % : -43 à -5 mL ;  $p = 0,02$ ). Ainsi, le gain obtenu par l'accélération de la FC est "perdu" par la diminution du volume d'éjection systolique. Enfin, le taux de complication de l'implantation du *pacemaker* était de 21 % dans ce centre expert.

Cette étude remarquable sur le plan méthodologique répond à une question simple, et même si le nombre de patients inclus est très faible, constitue un niveau de preuve suffisant pour modifier les recommandations actuelles. Sa seule limite est peut-être la définition utilisée pour le diagnostic d'insuffisance chronotrope. Cette définition est bien acceptée mais, à notre avis, très large. L'expérience montre que les patients avec une insuffisance chronotrope très marquée (réserve d'accélération quasi nulle) bénéficient de la stimulation asservie. L'étude montre qu'il est important de ne pas programmer une FCmax trop élevée qui risquerait d'annuler les bénéfices du gain de FC.

#### 2. Resynchronisation cardiaque conventionnelle

La resynchronisation cardiaque conventionnelle (stimulation ventriculaire droite endocardique et ventriculaire

gauche épicaire *via* le sinus coronaire) a depuis longtemps clairement démontré son efficacité fonctionnelle et pronostique chez les patients avec une insuffisance cardiaque par altération de la FEVG et un bloc de branche gauche complet. En raison de cette efficacité, les indications ont été progressivement étendues, notamment aux patients dont la FEVG s'était altérée à la suite d'une stimulation ventriculaire droite exclusive. Cette dernière attitude n'était cependant pas validée.

**BUDAPEST-CRT** est une étude randomisée multicentrique qui a inclus 360 patients (âge moyen 73 ans) symptomatiques (NYHA II à IVa) avec une FEVG altérée (moyenne 25 %) et porteurs d'un *pacemaker* ou d'un défibrillateur avec une stimulation VD  $\geq 20$  % responsable de QRS  $\geq 150$  ms. En raison de la FEVG, les patients avaient une indication à un *up grade* vers un DAI et ils ont été randomisés (ratio 3:2) entre DAI avec (CRT-D) ou sans resynchronisation (DAI) [16]. Après 1 an de suivi, le critère primaire de jugement composite (mortalité globale, hospitalisation pour insuffisance cardiaque ou réduction  $< 15$  % du volume télésystolique VG) est survenu dans 32,4 % des cas dans le bras CRT-D et 78,9 % dans le bras DAI (HR = 0,11 ; IC95 % : 0,06-0,19 ;  $p < 0,001$ ). Ce bénéfice important est observé dans tous les sous-groupes de patients. Le critère secondaire (mortalité globale ou hospi-

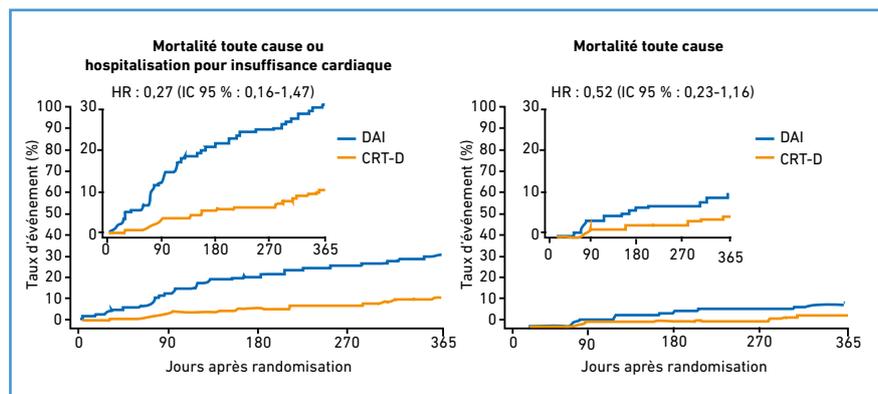


Fig. 4 : Mortalité globale ou hospitalisation pour insuffisance cardiaque (gauche) et mortalité globale (droite) en fonction du traitement (d'après [16]).

## L'année cardiologique

talisation pour insuffisance cardiaque) était également significativement diminué dans le groupe CRT-D (HR = 0,27 ; IC95 % 0,16-0,47 ;  $p < 0,001$ ) (fig. 4). Enfin, les taux de complication liés à la procédure ou au matériel avaient une tendance non statistiquement significative à une augmentation dans le groupe CRT-D (12,3 % *versus* 7,8 %).

Cette étude semble enfoncer une porte ouverte. Elle a pourtant le mérite de démontrer l'intérêt de l'*up grade* avec une resynchronisation. Ne pas le faire doit maintenant être considéré comme une perte de chance pour ce type de patients.

### 3. Optimisation continue et automatique de stimulation VG seule

Environ 1/3 des patients auxquels on implante un système de resynchronisation n'en bénéficiera pas. Pour diminuer ce taux de non-répondeurs, il est important de bien respecter les critères d'implantation mais on pense également qu'une optimisation des paramètres de stimulation pourrait améliorer ces patients. Les réglages sous échographie sont longs, laborieux et jusqu'à présent assez décevants. De plus, un réglage ponctuel a peu de chance de rester adapté pour différentes fréquences ou dans le temps.

L'étude **AdaptRespons** a testé l'effet d'une optimisation continue et automatique de stimulation VG seule permettant de fusionner l'activation VG à une activation VD physiologique [17]. Il s'agit d'une étude prospective, randomisée, multicentrique internationale qui a inclus 3 797 patients avec une insuffisance cardiaque (classe II-IV), une FEVG  $\leq 35$  %, un BBG (>140 ms hommes ou > 130 ms femmes) et un intervalle PR  $\leq 200$  ms. Le stimulateur ou défibrillateur était programmé en CRT soit conventionnel (groupe contrôle), soit avec activation de l'algorithme "adaptative CRT". L'étude a été arrêtée pour futilité après un suivi moyen de près de 5 ans. En effet, le critère primaire (mortalité globale ou interven-

tion pour décompensation cardiaque) n'était pas significativement différent entre le groupe Adaptative CRT (23,5 % ; IC95 % : 21,3-25,5) et contrôle (25,7 % ; IC95 % : 23,5-27,8) (HR = 0,89 ; IC95 % : 0,78-1,01 ;  $p = 0,077$ ).

Ce résultat négatif est possiblement la conséquence de taux d'événements plus faibles qu'anticipé et donc d'un défaut de puissance statistique. De plus, certains sous-groupes semblent avoir bénéficié de l'algorithme. Il faudra attendre de nouvelles études pour valider ces hypothèses. On peut cependant craindre que les industriels soient peu enthousiastes pour se lancer dans de nouvelles études similaires.

### 4. Stimulation de l'aire de la branche gauche

Le vent semble plutôt souffler actuellement en faveur de la stimulation de l'aire de la branche gauche (LBBAP) qui semble plus physiologique et plus facile à mettre en œuvre. Nous avons discuté l'année dernière du faible niveau de preuve avec seulement une seule étude randomisée qui n'avait inclus que 40 patients et avait des critères de jugement assez "mous". Nous attendons toujours les grandes études randomisées mais l'EHRA a tout de même proposé un document de consensus [18] introduisant des possibilités d'indications de la stimulation de la région de la branche gauche qui étaient exclues des dernières recommandations.

Dans ce contexte, les résultats de deux registres présentés lors du congrès de la HRS 2023 apportent des informations intéressantes.

Le groupe collaboratif international **LBBAP** (Left Bundle Branch Area Pacing) tient un **registre observationnel** de 1 778 patients consécutifs qui ont eu soit une CRT conventionnelle ( $n = 981$ ), soit une LBBAP ( $n = 797$ ) en raison d'une indication de resynchronisation de classe I ou II. En analyse multivariée, le critère primaire (mortalité ou hospi-

talisation pour insuffisance cardiaque) est survenu dans 20,8 % des cas dans le groupe LBBAP et de 28 % dans le groupe CRT conventionnelle (HR = 1,495 ; IC95 % : 1,213-1,842 ;  $p < 0,001$ ).

Le **registre du groupe collaboratif SYNCHRONY** a inclus 371 patients avec un suivi médian de près d'1 an. Ici encore, le critère primaire (mortalité ou hospitalisation pour insuffisance cardiaque) était moins souvent observé dans le groupe LBBAP (24,2 % *versus* 42,4 % ; HR = 0,621 ; IC95 % : 0,415-0,93 ;  $p = 0,02$ ).

Dans ces deux registres, la durée du QRS stimulé était de 15 à 25 ms plus courte avec la LBBAP.

Enfin, les auteurs des deux communications concluent qu'il est maintenant nécessaire de valider ces résultats par des essais contrôlés randomisés. En effet, seul ce type d'études, avec un suivi suffisant pour permettre de lever les questionnements autour de la longévité des sondes en position de stimulation de branche gauche, pourront modifier les recommandations actuelles. Il serait logique de les attendre avant d'étendre nos indications...

### 5. Nouveautés dans la stimulation et la défibrillation

Stimulation et défibrillation sont toujours sources de nouveautés technologiques. La société Abbott propose le premier *pacemaker* double chambre sans sonde. Il s'agit de deux capsules vissées l'une dans le VD (diamètre 6,5 mm, longueur 38 mm) et l'autre dans l'OD (diamètre 6,5 mm, longueur 32 mm) qui sont introduites de manière percutanée et qui communiquent par téléométrie pour la synchronisation atrio-ventriculaire (fig. 5). Les résultats de sécurité et de performance ont été présentés à l'ESC et publiés en même temps dans le *New England Journal of Medicine* [19]. 300 patients ont été inclus : 190 pour dysfonction sinusale et 33 % pour BAV. L'implantation a été couronnée de succès chez 295 patients (98,3 %). Le

## L'année cardiologique

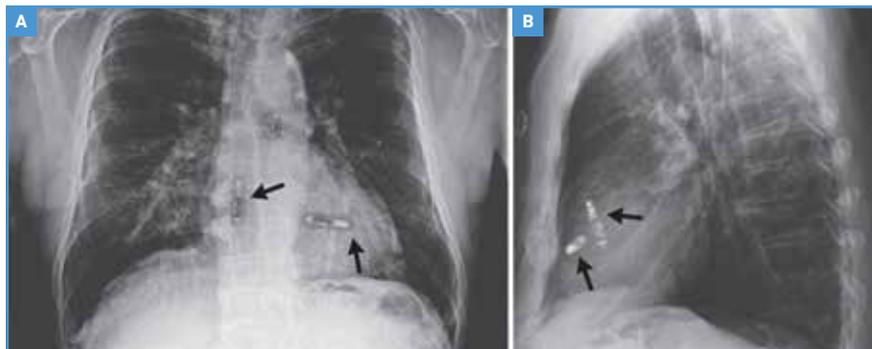


Fig. 5 : Pacemaker double chambre sans sonde. Aspect radiographique de face (A) et de profil (B) (d'après [19]).

critère de jugement de sécurité (absence de complication) est observé dans 90,3 % (IC95 % : 87,0-90,3) dépassant l'objectif de 78 % ( $p < 0,001$ ). Il y a eu 35 complications "sérieuses" (11 déplacements dont 5 après la procédure, 9 FA, 2 épanchements péricardiques, 3 hémorragies extra péricardiques) chez 29 patients. Le critère de performance était une combinaison d'un seuil de capture et de recueil atriaux adéquats à 3 mois. Cela a été observé chez 90,2 % des patients (IC95 % : 86,8-93,6) dépassant l'objectif fixé de 82,5 % ( $p < 0,001$ ). 97,3 % des patients avaient un synchronisme atrio-ventriculaire au moins 70 % du temps.

Les taux de succès d'implantation, de complications et de performance à 3 mois semblent satisfaisants. Il faudra s'assurer du maintien de ces performances à plus long terme et ensuite évaluer les patients qui pourraient bénéficier davantage de cette technologie que du *pacemaker* DDD conventionnel.

Nous avons présenté l'année dernière le défibrillateur extravasculaire (développé par Medtronic) qui a une électrode rétro-ternale (implantée en percutané) permettant de faire à la fois de la défibrillation et de la stimulation et donc de la stimulation cardiaque anti-tachycardique (ATP). Les résultats de ses performances à 18 mois ont été communiqués lors du congrès HRS. 37 patients sur 299 ont eu 80 épisodes arythmiques (TV ou FV) traités de manière appropriée (ATP  $n = 37$ ; ATP + choc  $n = 15$ ; choc seul  $n = 28$ ).

2/3 des ATP ont permis d'arrêter les arythmies ventriculaires et tous les chocs ont été efficaces. Il y a eu 11,7 % de chocs inappropriés (10,2 % à 1 an) et 8,1 % de complications majeures (dont 10 patients avec déplacement de sonde, 3 fractures de sondes et 2 infections tardives).

L'efficacité de ce dispositif semble donc très satisfaisante. En revanche, les taux de chocs inappropriés et de complications majeures semblent importants. Ce dispositif semble, pour le moment, plutôt à envisager en cas d'absence d'accès veineux et besoin d'ATP.

### 6. Télésurveillance des prothèses implantables

La télésurveillance des prothèses implantables a démontré son bénéfice clinique et est maintenant bien intégrée dans la pratique des centres planteurs. Elle fait cette année l'actualité avec un grand registre en vie réelle, la publication d'un consensus international d'experts (HRS/EHRA/APHRS/LAHRs) et d'une nouvelle modalité de prise en charge financière en France.

Le registre français présenté au congrès HRS a évalué l'effet de la télésurveillance, mise en place par les constructeurs ou par une plateforme "universelle" (Implicit), sur des critères de morbi-mortalité obtenus grâce au Système national des données de santé (SNDS). 68 787 patients porteurs d'un DAI (34 % CRT-D, âge  $68 \pm 13$  ans) ont été évalués

avec recueil de la mortalité totale et des hospitalisations sur une période de 10 ans. Après ajustement (âge, sexe, type de prothèse, année d'implantation), la télésurveillance (*versus* absence de télésurveillance) est associée à une diminution significative de la mortalité totale (HR = 0,96;  $p < 0,0001$ ) mais à un nombre plus élevé d'hospitalisations toute cause (HR = 1,09;  $p < 0,0001$ ). Chez les patients télésurveillés ( $n = 38\,375$ ), ceux qui l'étaient par la plateforme "universelle" ( $n = 2\,198$ ) avaient une mortalité et un nombre d'hospitalisations plus faibles (HR = 0,78;  $p < 0,0001$  et HR = 0,96,  $p < 0,0001$ , respectivement). L'effet du type de télésurveillance est difficile à comprendre mais, compte tenu de la faible proportion de patients avec la télésurveillance "universelle" et la probable sur-représentation des CHU, probablement plus sujet à des biais résiduels. En revanche, malgré les limites inhérentes à ce type d'étude non randomisée, ces données en vie réelle corroborent les données des études précédentes qui montraient le bénéfice de la télésurveillance des DAI.

Ce bénéfice de la télésurveillance est bien pris en compte dans le consensus sur le sujet publié cette année [20]. Il n'est pas possible de le détailler ici. Les messages principaux de ce consensus sont les suivants :

- 1) la télésurveillance fait partie de la prise en charge standard des patients porteurs de prothèses cardiaques implantables ;
- 2) elle doit être débutée à l'implantation et expliquée au patient afin de s'assurer de la continuité du télésuivi ;
- 3) elle doit être gérée par du personnel dédié en nombre adapté à la file active de patients suivis ;
- 4) ce personnel doit être correctement formé, validé et évalué régulièrement ;
- 5) la gestion des alertes doit être organisée en fonction de degrés de priorité selon la gravité potentielle ;
- 6) l'activité de télésurveillance doit être tracée et les informations transmises au dossier du patient et aux correspondants ;
- 7) l'équipe de télésurveillance et les fabricants de prothèse doivent commu-

## L'année cardiologique

niquer de manière bidirectionnelle pour les aspects d'organisation, d'éducation des patients et pour la gestion des problèmes de matériel (*recalls*);

8) cette organisation nécessite une valorisation financière et donc l'implication d'organisme de financement des soins; 9) et 10) la télésurveillance doit être envisagée également dans la population pédiatrique et pour les moniteurs cardiaques implantables;

11) une télésurveillance efficace et maintenue dans la durée permet d'espacer les contrôles présentiels des prothèses.

La télésurveillance peut être très utile mais elle nécessite une organisation rigoureuse et pérenne qui représente un coût. En France, la télésurveillance des prothèses était jusqu'à présent financée *via* le programme ÉTAPES (Expérimentations de télé-médecine pour l'amélioration des parcours en santé). Cette année 2023 voit la pérennisation de ce financement par l'assurance maladie grâce à son inscription dans le droit commun. Cela implique des changements des règles de prescription et de transmission pour obtenir le remboursement, ce qui va nécessiter une période d'adaptation pour les centres de télésurveillance. Cela représente tout de même un progrès.

### Intelligence artificielle

L'intelligence artificielle (IA), initialement sujet d'hyper-expert, est devenue ces dernières années un sujet des médias grand public et des conversations "de bistrot". Dans les publications médicales, l'annonce initiale de grande révolution a évolué vers l'utilisation d'algorithmes basés sur l'IA comme aide à la gestion de problèmes spécifiques. Deux exemples dans notre discipline...

#### 1. Smart devices pour le diagnostic automatique de FA

Les *smart devices* utilisés pour la détection et le diagnostic automatique de FA à partir d'enregistrement ECG mono-

dérivation annoncent tous de bonnes performances. Mais les comparaisons entre marques ne sont pas fréquentes. Une étude a comparé les performances diagnostiques pour la FA de cinq constructeurs de *smart devices* (Apple, Fitbit, AliveCor, Samsung et Withings) et d'une solution propriétaire basée sur un *deep neural network* (DNN, réseau de neurones profond) [21]. Les sensibilités et spécificités (calculées en utilisant comme référence l'analyse de ECG par un médecin) obtenues avec les six solutions étaient comparables et comprises entre 93 et 100 %. Cependant, ces taux pouvant être considérés comme très satisfaisants étaient calculés uniquement sur les ECG considérés comme "analysables" par les différents systèmes. La proportion d'ECG analysables est comprise entre 74 % et 84 % parmi les cinq constructeurs. Cette proportion est significativement plus importante avec le DNN (96 % à 99 % selon les comparaisons deux à deux).

Le DNN permet donc de diminuer significativement la proportion des enregistrements ECG qui devraient être revus par le cardiologue. Ce type d'amélioration est indispensable compte tenu de l'augmentation rapide des tracés ECG enregistrés.

#### 2. Prédiction de la survenue de TV

Laurent Fiorina et Cardiologs ont présenté au congrès HRS l'utilisation de l'IA pour prédire la survenue de TV à court terme à partir d'enregistrements ECG ambulatoires. À partir d'enregistrements continus de 14 jours, l'analyse des premières 24 heures (sans TV) ont été utilisées pour prédire la survenue de TV soutenue (30 secondes ou plus) au cours des 13 jours suivants. Les épisodes de TV ont été adjudiqués de manière centralisée. 78 294 enregistrements ECG ambulatoires de longue durée ont été utilisés. Au moins 1 TV était présente sur 222 enregistrements. La sensibilité et la spécificité du modèle étaient de 83,3 % et 88,7 % respectivement (AUC = 0,939)

dans la cohorte de validation interne et de 78,9 % et 81,4 % dans la cohorte externe (AUC = 0,911). Ces résultats montrent que la difficulté de prédiction persiste même à court terme. Mais ils restent intéressants et méritent une validation prospective.

#### 3. Problèmes liés à l'IA

Les articles de synthèse sur l'IA sont nombreux. Ces revues soulignent toujours les multiples potentiels de cette méthode pour aider les médecins dans leurs différentes missions [22]. Mais il existe aussi des problèmes avérés et potentiels liés à son utilisation. Gill et coll. tentent de définir un cadre méthodologique qui permettrait d'améliorer la transparence et l'application des méthodes basées sur l'IA [23]. D'après eux, cela passe par une définition claire de l'hypothèse de départ, une analyse des données pré-spécifiée, et une évaluation objective de sa performance. Les auteurs soulignent également la nécessité d'améliorer la compréhension du fonctionnement de l'IA et de résoudre les problématiques induites en termes d'accès, de partage et de sécurité des données. Ce cadre méthodologique est celui d'une recherche rigoureuse et éthique. Cela devrait aller sans dire, mais il semble cependant bien nécessaire de le rappeler.

### Conclusions

Cette année encore, l'actualité scientifique en rythmologie a été riche d'enseignements. Certains résultats peuvent être appliqués immédiatement au bénéfice de nos patients : défibrillation des FV réfractaires, *up grade* vers la resynchronisation en cas de cardiomyopathie induite par la stimulation VD seule, financement de la télésurveillance des *pacemakers* et défibrillateurs automatiques implantables. D'autres études peuvent un peu décevoir, comme l'absence d'amélioration des taux de succès de l'ablation avec l'électroporation.

# L'année cardiologique

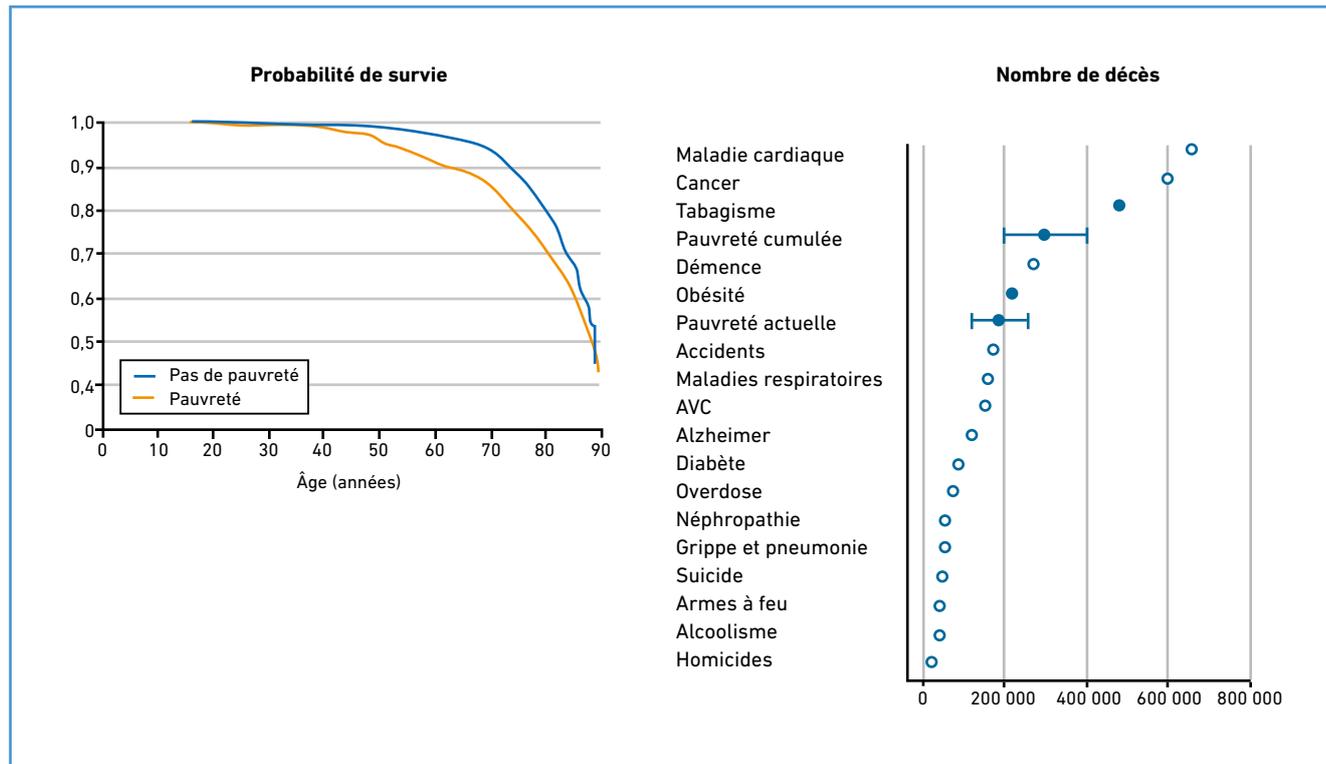


Fig. 6 : Probabilité de survie (gauche) et nombre de décès par an liés à la pauvreté aux États-Unis (d'après [24]).

Nous avons aussi parfois la chance de pouvoir remettre en cause des idées reçues. C'est le cas avec les études NOAH et LOOP qui démontrent que la découverte de FA ou de bradycardie lors de surveillances ECG très prolongées n'a pas forcément les mêmes conséquences que lorsque le diagnostic est obtenu avec des outils diagnostiques conventionnels validés. Ces études "négatives" nous permettent d'éviter d'exposer nos patients aux complications des traitements. Elles soulignent encore une fois le caractère indispensable de l'évaluation rigoureuse et de la validation des traitements et de nos pratiques. Cela est vrai pour toute innovation et donc pour l'utilisation de l'IA en médecine.

Enfin, notons que la grande innovation technique de notre discipline ne doit pas faire perdre de vue que les déterminants de santé les plus puissants ne sont pas dans le champ étroit de la rythmologie (fig. 6) [24].

## BIBLIOGRAPHIE

1. KIRCHHOF P, TOENNIS T, GOETTE A *et al.* NOAH-AFNET 6 Investigators. Anticoagulation with Edoxaban in Patients with Atrial High-Rate Episodes. *N Engl J Med*, 2023;389:1167-1179.
2. JOOSTEN LPT, VAN DOORN S, VAN DE VEN PM *et al.* Safety of Switching from a Vitamin K Antagonist to a Non-Vitamin K Antagonist Oral Anticoagulant in Frail Older Patients with Atrial Fibrillation: Results of the FRAIL-AF Randomized Controlled Trial. *Circulation*, 2023 Aug 27. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.123.066485. Online ahead of print.
3. KALMAN JM, AL-KAISEY AM, PARAMESWARAN R *et al.* Impact of early vs. delayed atrial fibrillation catheter ablation on atrial arrhythmia recurrences. *Eur Heart J*, 2023;44:2447-2454.
4. VERMA A, HAINES DE, BOERSMA LV *et al.* PULSED AF Investigators. Pulsed Field Ablation for the Treatment of Atrial Fibrillation: PULSED AF Pivotal Trial. *Circulation*, 2023;147:1422-1432.
5. REDDY VY, GERSTENFELD EP, NATALE A *et al.* ADVENT Investigators. Pulsed Field

- or Conventional Thermal Ablation for Paroxysmal Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*, 2023 Aug 27. doi: 10.1056/NEJMoa2307291. Online ahead of print.
6. TILZ RR, SCHMIDT V, PÜRERFELLNER H *et al.* A worldwide survey on incidence, management, and prognosis of oesophageal fistula formation following atrial fibrillation catheter ablation: the POTTER-AF study. *Eur Heart J*, 2023;44:2458-2469.
7. SOHNS C, FOX H, MARROUCHE NF *et al.* CASTLE HTx Investigators. Catheter Ablation in End-Stage Heart Failure with Atrial Fibrillation. *N Engl J Med*, 2023 Aug 27. doi: 10.1056/NEJMoa2306037. Online ahead of print.
8. HUO Y, GASPAR T, SCHONBAUER R *et al.* Low-Voltage Myocardium-Guided Ablation Trial of Persistent Atrial Fibrillation. *NEJM Evidence*, 2022. Published October 19. DOI: 10.1056/EVIDoa2200141
9. KISTLER PM, CHIENG D, SUGUMAR H *et al.* Effect of Catheter Ablation Using Pulmonary Vein Isolation With vs Without Posterior Left Atrial Wall Isolation on Atrial Arrhythmia Recurrence in Patients With Persistent

## L'année cardiologique

- Atrial Fibrillation: The CAPLA Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2023;329:127-135.
10. DIEDERICHSEN SZ, XING LY, FRODI DM *et al.* Prevalence and Prognostic Significance of Bradyarrhythmias in Patients Screened for Atrial Fibrillation vs Usual Care: Post Hoc Analysis of the LOOP Randomized Clinical Trial. *JAMA Cardiol*, 2023;8:326-334.
  11. ARENAL Á, ÁVILA P, JIMÉNEZ-CANDIL J *et al.* Substrate ablation vs antiarrhythmic drug therapy for symptomatic ventricular tachycardia. *J Am Coll Cardiol*, 2022;79:1441-1453.
  12. NADEMANEE K, CHUNG FP, SACHER F *et al.* Long-Term Outcomes of Brugada Substrate Ablation: A Report from BRAVO (Brugada Ablation of VF Substrate Ongoing Multicenter Registry). *Circulation*, 2023;147:1568-1578.
  13. KOVACS B, MAYINGER M, ANDRATSCHKE N *et al.* Stereotactic arrhythmia radioablation: competitor or adjunct to catheter ablation? *Eur Heart J*, 2022;43:3279-3281.
  14. CHESKES S, VERBEEK PR, DRENNAN IR *et al.* Defibrillation Strategies for Refractory Ventricular Fibrillation. *N Engl J Med*, 2022;387:1947-1956.
  15. REDDY YNV, KOEPP KE, CARTER R *et al.* Rate-Adaptive Atrial Pacing for Heart Failure With Preserved Ejection Fraction: The RAPID-HF Randomized Clinical Trial. *JAMA*, 2023;329:801-809.
  16. MERKELY B, HATALA R, WRANICZ JK *et al.* Upgrade of right ventricular pacing to cardiac resynchronization therapy in heart failure: a randomised trial. *Eur Heart J*, 2023 Aug 26;ehad591. doi: 10.1093/eurheartj/ehad591. Online ahead of print. PMID: 37632437
  17. WILKOFF BL, FILIPPATOS G, LECLERCQ C *et al.* Adapt Response investigators. Adaptive versus conventional cardiac resynchronization therapy in patients with heart failure (AdaptResponse): a global, prospective, randomised controlled trial. *Lancet*, 2023;402:1147-1157.
  18. BURRI H, JASTRZEBSKI M, CANO Ó *et al.* EHRA clinical consensus statement on conduction system pacing implantation: executive summary. Endorsed by the Asia-Pacific Heart Rhythm Society (APHRs), Canadian Heart Rhythm Society (CHRS) and Latin-American Heart Rhythm Society (LAHRS). *Europace*, 2023;25:1237-1248.
  19. KNOPS RE, REDDY VY, IP JE *et al.* Aveir DR i2i Study Investigators. A Dual-Chamber Leadless Pacemaker. *N Engl J Med*, 2023;388:2360-2370.
  20. FERRICK AM, RAJ SR, DENEKE T *et al.* 2023 HRS/EHRA/APHRs/LAHRs Expert Consensus Statement on Practical Management of the Remote Device Clinic. *Europace*, 2023;25:euaad123. doi: 10.1093/europace/euaad123.
  21. MANNHAR D, LEFEBVRE B, GARDELLA C *et al.* Clinical validation of an artificial intelligence algorithm offering cross-platform detection of atrial fibrillation using smart device electrocardiograms. *Arch Cardiovasc Dis*, 2023;116:249-257. doi: 10.1016/j.acvd.2023.04.003. Epub 2023 Apr 29.
  22. HAUG CJ, DRAZEN JM. Artificial Intelligence and Machine Learning in Clinical Medicine, 2023. *N Engl J Med*, 2023;388:1201-1208.
  23. GILL SK, KARWATH A, UH HW *et al.* BigData@Heart Consortium and the cardAIc group. Artificial intelligence to enhance clinical value across the spectrum of cardiovascular healthcare. *Eur Heart J*, 2023;44:713-725. doi: 10.1093/eurheartj/ehac758.
  24. BRADY D, KOHLER U, ZHENG H. Novel Estimates of Mortality Associated With Poverty in the US. *JAMA Intern Med*, 2023;183:618-619. doi: 10.1001/jamainternmed.2023.0276. PMID: 37067817

---

L'auteur a déclaré avoir reçu des honoraires de sociétés commercialisant du matériel d'ablation endocavitaire.