

Mémoire de Maîtrise en médecine N° 5803

Algorithme de prise en charge des nouveaux blocs de branche gauche post-TAVI

(Management of new-onset left bundle-branch block post-TAVI)

Soborun Nisha

Prof. Muller Olivier

Service de Cardiologie, CHUV

Dr. Fournier Stéphane

Service de Cardiologie, CHUV

Dr. Achdari Chahin

Service de Gynécologie, CHUV

Lausanne, le 10 janvier 2019

Remerciements

Mes sincères remerciements à toutes les personnes qui ont participé, de près ou de loin, à la réalisation ainsi qu'à la rédaction de mon mémoire et sans qui ce travail de recherche n'aurait été possible.

Je remercie mon tuteur, le Professeur Muller Oliver, Professeur ordinaire de l'Université de Lausanne et Chef du Service de Cardiologie du Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV), pour la confiance qu'il m'a accordée en acceptant d'encadrer mon mémoire ainsi que pour les outils méthodologiques fournis, indispensables au déroulement de ce travail.

J'exprime ma profonde gratitude au cotuteur de cette étude, le Docteur Fournier Stéphane, Chef de clinique dans le Service de Cardiologie du CHUV, pour sa grande disponibilité, ses conseils quant à l'utilisation de ma base de données, pour ses remarques et ses encouragements ainsi que pour l'aide précieuse qu'il m'a apportée pour la rédaction de ce travail.

Je remercie également, le Docteur Ahtari Chahin, Médecin chef du Service de Gynécologie du CHUV, expert de mon mémoire, pour le temps accordé à la lecture et à l'évaluation de mon travail.

Je tiens à exprimer mes immenses remerciements à ma sœur, Soborun Yanisha pour ses judicieux conseils ainsi que pour le temps consacré à la relecture et à la correction de ce document.

Enfin, je souhaiterais adresser mes sincères remerciements à ma famille et mes amis pour leur soutien constant et leurs encouragements tout au long de ce travail.

Table des matières

Remerciements2

Abstract.....4

1. Introduction.....5

2. Méthode.....10

3. Résultats.....11

4. Discussion.....23

5. Conclusion25

Bibliographie.....26

Abstract

Introduction : L'implantation de la valve aortique par voie percutanée (TAVI, Transcatheter Aortic Valve Implantation) est l'intervention de choix pour le traitement de la sténose aortique sévère et symptomatique chez le patient non éligible à la chirurgie ou à haut risque opératoire. Ce nouveau procédé thérapeutique permet une meilleure prise en charge de ces patients avec une diminution du taux de mortalité et des symptômes cardiaques. Néanmoins, cette technique comporte des inconvénients tels que l'apparition de nouveaux blocs de branche gauche (NBBG) les 24 premières heures post-TAVI. Ce trouble entraîne une hausse de bloc atrio-ventriculaire (BAV) complet ainsi qu'une recrudescence du nombre de pacemaker permanent (PMP) implanté. En absence de recommandations claires sur la surveillance de ce désordre électrique et du manque de directives strictes sur le sujet, l'étude Auffret et al. publiée en 2017 propose un algorithme de prise en charge des NBBG que nous avons transposé, dans cette présente étude, aux patients opérés à notre Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV) dans le but de vérifier sa faisabilité et sa sécurité.

Méthode : Les patients opérés au CHUV entre janvier 2013 et septembre 2016, non porteurs de pacemaker et sans bloc de branche gauche (BBG) au bilan pré-TAVI ont été rétrospectivement investigués. Les ECG à 12 dérivations pré- et post-TAVI ont été analysés afin de suivre le devenir de ce trouble les 3 jours suivant l'intervention, puis, les informations obtenues ont été intégrées dans l'algorithme de prise en charge des NBBG.

Résultats : Parmi les 147 patients inclus dans l'étude, 35 (23.8% ; 66% de sexe féminin) ont développé un NBBG 24 heures post-TAVI dont 22 (63%) ont persisté 72 heures après l'intervention. Au total, 13 des NBBG (37%) ont nécessité un PMP pendant l'hospitalisation, dont 54% pour avoir développé un BAV complet. La majorité des PMP (n = 11 ; 85%) ont été implantés les 8 premiers jours post-TAVI. L'ensemble des NBBG résolus en 24 heures n'a pas nécessité de PMP et 75% des BAV complets survenus en 48 heures ont été pacés la semaine même. La totalité des BBG persistants à 72 heures avec un QRS \geq 160 ms a requis un PMP. Concernant les BBG à QRS < 160 ms avec ou sans BAV de 1^{er} degré, aucun PMP n'a été implanté plus de 8 jours post-TAVI et ceci indépendamment du monitoring ambulatoire recommandé par l'algorithme.

Conclusion :

Le modèle proposé par l'étude Auffret et al. est adéquat pour les NBBG persistant à 72 heures de l'intervention avec un QRS \geq 160 ms et chez qui il est vivement conseillé de cardiostimuler au risque de développer un BAV complet. Cependant, un monitoring ambulatoire semble nécessaire seulement chez les NBBG persistant à QRS < 160 ms associés à un autre trouble du rythme.

Mots-clés : TAVI, Conduction disturbance, New-onset left-bundle branch block, Pacemaker

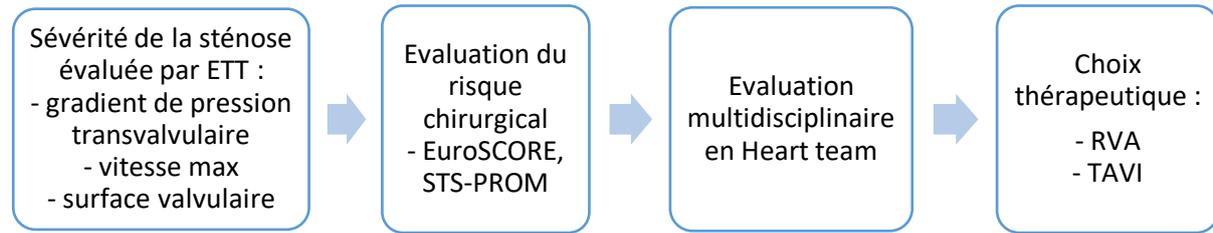
1. Introduction

En Europe, les maladies cardiovasculaires sont responsables de la mort de plus de 4 millions de personnes par année, soit près de 45% de toutes les causes de mortalité confondues (1). Parmi les décès d'origine cardiovasculaire, 20% sont attribuables aux maladies coronariennes et 11% aux accidents vasculaires cérébraux (AVC). Dans les pays industrialisés, les maladies valvulaires touchent près de 2.5% de la population et sont principalement d'origine dégénérative (2). Elles concernent essentiellement la personne âgée de plus de 65 ans avec une prévalence qui augmente de $\leq 2\%$ avant 65 ans à $> 13\%$ après 75 ans (3–5). La sténose aortique (SA) représente la valvulopathie la plus observée en Europe, suivie de l'insuffisance mitrale (IM) (SA = 43.1%, IM = 31.5%) (2,6). Elle affecte plus de 12% de la population âgée de plus de 75 ans, parmi laquelle 3% souffrent d'une atteinte sévère (3,7), caractérisée échocardiographiquement par une aire valvulaire de $< 1\text{cm}^2$, un gradient de pression transvalvulaire moyen ≥ 40 mmHg et une vitesse maximale du jet transvalvulaire $\geq 4\text{m/s}$ (8).

La sténose dégénérative résulte d'une accumulation de cellules lipidiques et d'un processus chronique d'inflammation et de calcification lié à la sénescence cellulaire. Elle signe l'aboutissement du spectre d'évolution de la sclérose aortique qui se traduit par un épaissement et une calcification de la membrane valvulaire menant à une dégénérescence des feuillets valvulaires qui se rigidifient et compliquent le passage du flux sanguin (4). Pour contrer cet obstacle et dans le but de maintenir un débit cardiaque adéquat, le ventricule gauche exerce chroniquement une plus grande force de contraction, augmente sa masse musculaire et s'hypertrophie au fil du temps. Ce phénomène explique l'apparition des symptômes d'insuffisance cardiaque qui peuvent être associés à cette valvulopathie (9). L'âge est un facteur de risque, certes, important de SA mais n'est pas le seul facteur responsable de la dégénérescence de cette valve (10). En effet, il existe une association étroite entre la calcification de la valve aortique et l'installation de plaques d'athérome dans les vaisseaux (11,12). Ainsi, les facteurs de risque du développement de la SA sont similaires à ceux qui favorisent l'athérosclérose et comprennent le sexe masculin, le tabagisme, l'hypertension artérielle et l'hypercholestérolémie (13).

Longtemps asymptomatique, la sténose aortique sévère se manifeste par la triade classique de l'angor, la syncope et la dyspnée d'effort. L'apparition de ces symptômes est signe de mauvais pronostic avec un risque élevé de mort subite (9.2% chez les symptomatiques vs 7.2 % chez les asymptomatiques) ainsi qu'un taux de mortalité atteignant près de 50% en 2 ans (14,15). Lorsque le rétrécissement de la valve devient sévère et symptomatique, le traitement thérapeutique de choix est le remplacement chirurgical de la valve aortique (RVA) (16). Historiquement, suite à l'implantation de la première valve aortique par voie percutanée (TAVI, Transcatheter Aortic Valve Implantation) en 2002, cette technique d'intervention a été étudiée comme alternative chez les patients qui ont été jugés contre-indiqués au

remplacement de valve par voie chirurgicale. Dans l'étude PARTNER, cohorte B (17), qui a comparé l'intervention TAVI au traitement médicamenteux chez les patients inopérables, une diminution de 20% du taux de mortalité (30.7% avec TAVI vs. 50.7% avec thérapie médicamenteuse) a été observée dans le groupe TAVI de même qu'une diminution des symptômes d'insuffisance cardiaque (New York Heart Association de classe III ou IV) après 1 an (25.2% avec TAVI vs. 58.0%) (17–19). Par la suite, le TAVI a été étudié chez les patients opérables mais à haut risque chirurgical (20–22). La cohorte A de l'étude PARTNER (20) démontre un taux de mortalité à 1 an post-TAVI inférieur au taux post-RVA mais statistiquement non-significatif (TAVI - 24.2% vs. RVA - 26.8%) avec une diminution significative du taux de mortalité à 30 jours de l'intervention (TAVI - 3.4% vs. RVA - 6.5%). Et finalement, chez les patients à risque intermédiaire, certaines études ont démontré une non-infériorité de la procédure TAVI au RVA (23–25). Actuellement, les nouvelles recommandations de la Société Européenne de Cardiologie (ESC, 2017) (8) ainsi que la Société Américaine de Cardiologie (AHA/ACC, 2014) (26) préconisent un TAVI chez les patients non éligibles à la chirurgie ou à haut risque opératoire. La procédure TAVI est préconisée chez les patients âgés ≥ 75 ans, fragiles (définis par des scores de fragilité), ceux avec des comorbidités sévères, une restriction à la mobilité, la présence d'évènements qui affecteraient le processus de rétablissement après la procédure, la présence d'un accès fémoral sain, une aorte porcelaine, un pontage coronarien fragile à la sternotomie, une déformation sévère du thorax ou une scoliose sévère et d'autres aspects anatomiques et techniques en rapport avec le patient (8). Le traitement chirurgical est, quant à lui, recommandé chez les patients à sténose aortique sévère et symptomatiques, les asymptomatiques à fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG) $< 50\%$, les asymptomatiques avec un test d'effort symptomatique ou accompagné d'une baisse de tension et les patients asymptomatiques à risque opératoire faible ou intermédiaire. Ce type de traitement est également favorisé s'il y a une suspicion d'endocardite, un accès fémoral défavorable à un TAVI, une courte distance entre ostium coronarien et l'anneau de la valve aortique, une morphologie valvulaire particulière (bicuspidé, degré de calcification, pattern de calcification) défavorable à un TAVI ou encore la présence de thrombus dans l'aorte ou dans le ventricule gauche (8,26). L'évaluation du risque opératoire peut être estimée par différents scores cliniques, tels que le STS-PROM (Society of Thoracic Surgeons predicted risk of mortality), l'EuroSCORE I ou II (european system for cardiac operative risk evaluation). Les patients sont estimés à « haut risque opératoire » si l'EuroSCORE I $\geq 20\%$, EuroSCORE II $> 7\%$ ou STS score $> 10\%$ (27). Après avoir établi la sévérité de la sténose et évalué le risque opératoire, le choix du traitement est discuté lors du colloque « Heart Team » qui réunit cardiologues interventionnistes, cardiologues, chirurgiens, anesthésistes, gériatres et plusieurs autres professionnels de la santé soucieux d'adopter l'approche thérapeutique la mieux adaptée au patient et à son histoire médicale (**figure 1**).

Figure 1. Prise en charge d'une sténose aortique.

ETT : échocardiographie transthoracique ; EuroSCORE : european system for cardiac operative risk evaluation ; STS-PROM : Society of Thoracic Surgeons predicted risk of mortality ; RVA : remplacement chirurgical de la valve aortique ; TAVI : Transcatheter Aortic Valve Implantation

Malgré les résultats très encourageant et l'aspect moins invasif du TAVI, ce nouveau procédé thérapeutique possède des inconvénients tels que l'apparition de troubles de la conduction, plus particulièrement les nouveaux blocs de branche gauche (BBG) et des blocs atrio-ventriculaire de haut degré (BAVHD), qui nécessitent la mise en place de pacemaker permanent (PMP) (28,29). Selon l'étude multicentrique américaine de Fadahunsi Opeyemi O. et al. publiée en novembre 2016 (29) regroupant plus de 9000 patients, le TAVI a abouti à l'implantation de PMP chez ~7% des patients les 30 jours suivants l'intervention, dont 90% la première semaine post-TAVI. Ce taux d'implantation peut s'étendre entre 2-51% selon les études avec une médiane à 28% pour les valves auto-expansives Medtronic CoreValve Revalving System (MCRS) et à 6% pour les valves expansible par ballonnet Edwards SAPIEN (VES) (30) alors qu'il varie de 3-6% lors de RVA (32–34). Le BAV complet est la première cause d'implantation de pacemaker après le TAVI (35). Le risque d'implantation de PMP post-TAVI est augmenté chez les patients de sexe masculin (RR: 1.23; $p < 0.01$), ceux avec un bloc de premier degré (BAV 1) (RR: 1.52; $p < 0.01$), un héli-bloc antérieur gauche (HBAG) (RR: 1.62; $p < 0.01$) ou un bloc de branche droit (BBD) (RR: 2.89; $p < 0.01$) à l'électrocardiogramme (ECG) pré-TAVI ou un bloc atrio-ventriculaire (BAV) pendant la procédure (RR: 3.49; $p < 0.01$) (30) (**figure 2**). D'autres facteurs visibles à l'ECG tels que la largeur du QRS pré-TAVI (36) ou anatomiques comme la présence d'une aorte « porcelaine », la petite taille de l'anneau aortique, ainsi que les facteurs procéduraux tels que les traumatismes mécaniques engendrés au cours de la procédure ou la hauteur de l'implantation de la valve (30,37–39) sont des facteurs de risque à l'implantation de PMP. Différentes études multicentriques (37,40–42) ont mis en évidence un taux de pacemaker post-TAVI supérieur avec la CoreValve qu'avec la valve Edwards (24.4% vs. 7.4% respectivement; $p < 0.0001$) (28). Ceci s'explique par une implantation plus profonde de la CoreValve et par conséquent un risque plus élevé d'induire un bloc de branche gauche (43). En effet, la valve aortique fait partie d'un complexe étroitement en

contact avec les voies de conduction. Le faisceau de His, qui fait suite au nœud atrio-ventriculaire, pénètre le septum membranaire et donne naissance aux branches atrio-ventriculaires. La branche gauche passe à proximité des sinus coronaires et non coronaire de la valve aortique. Ainsi, un positionnement bas situé de la prothèse valvulaire peut parfois entraîner la compression de la branche gauche contre un septum hypertrophié et donc engendrer un BBG (44). Par conséquent, la présence d'un BBD en préopératoire constitue un facteur prédictif important d'apparition d'un bloc auriculoventriculaire (BAV) complet (45,46). Le développement d'un nouveau BBG (NBBG) dans les 48h suivant l'intervention est le trouble le plus généralement observé en post-TAVI (10.5 - 35% des patients TAVI) (30 – 32) avec une augmentation du taux de BBG de ~40% après la procédure (15% pré-TAVI à 55% post-TAVI ($p = 0.001$)) (48). Ce trouble mène à la hausse du taux de mortalité (toutes causes confondues) à court et long terme qui s'élève de 6.1% à 30 jours et 20.8% à 1 an chez les patients avec un nouveau BBG à 3.3% à 30 jours et 13% à 1 an chez les autres (49). En effet, ils sont associés à une diminution de la fonction ventriculaire gauche, facteur de mauvais pronostic (50). Ce nouveau trouble peut persister et faciliter le développement de blocs de haut degré, des syncopes, une intolérance à l'effort, plus tragiquement des morts subites (35) et ainsi, davantage de pacemaker implanté (14.2% chez les BBG persistants vs 9.4% chez les patients sans BBG) (36,49).

Figure 2. Facteurs de risque à l'implantation d'un pacemaker.

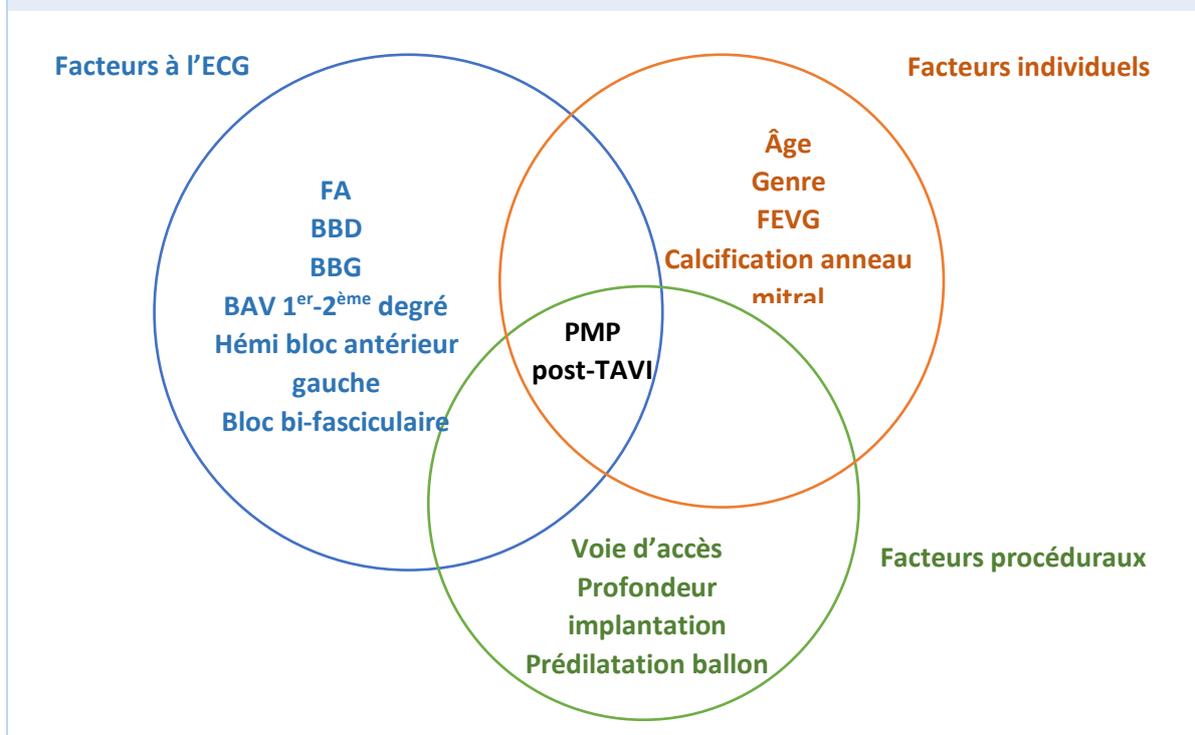


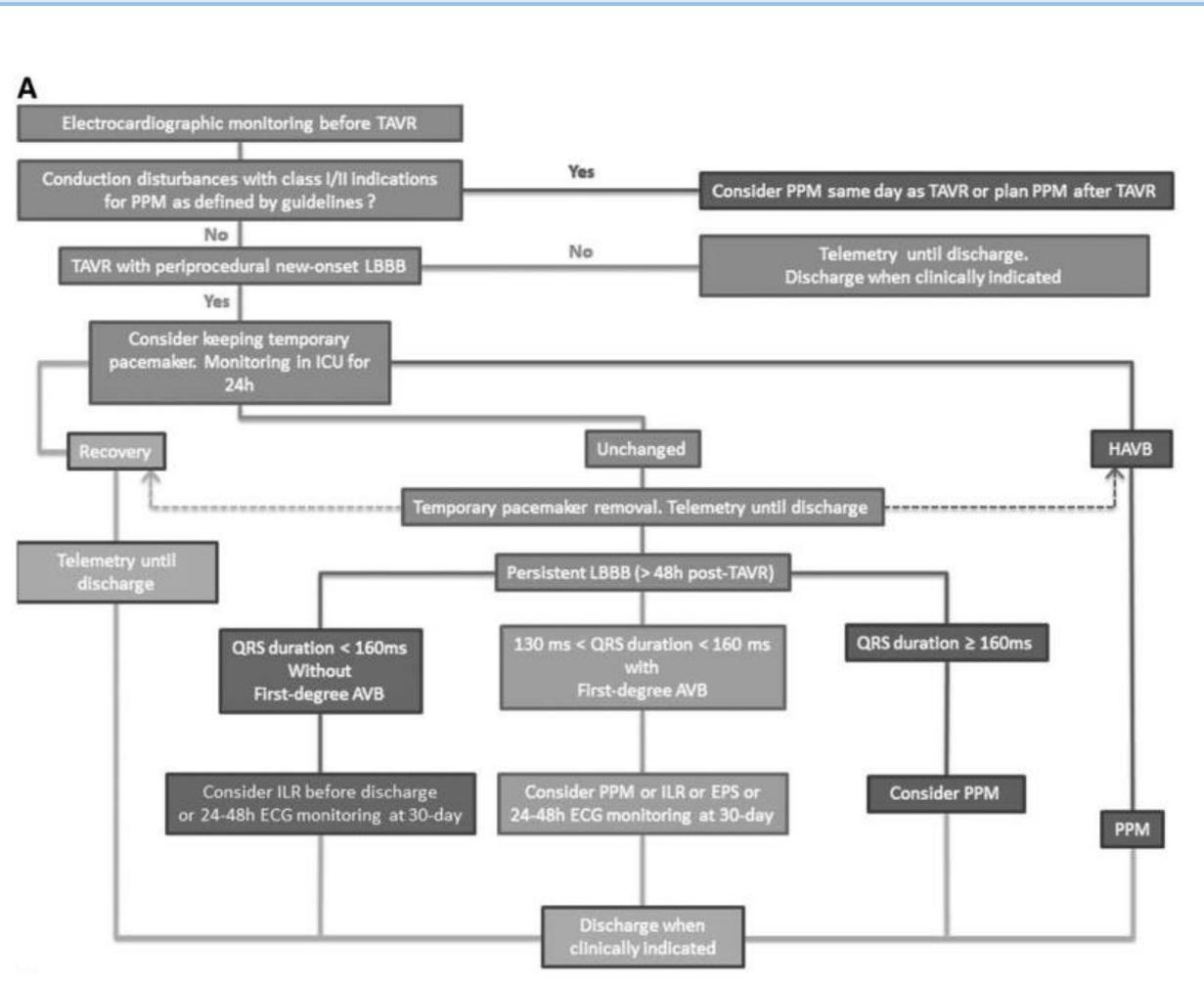
Diagramme adapté selon l'étude de Siontis et al. (30).

ECG : électrocardiogramme ; FA : fibrillation auriculaire ; BBD : bloc de branche droit ; BBG : bloc de branche gauche ; BAV : bloc atrio-ventriculaire ; PMP : pacemaker permanent ; FEVG : fraction d'éjection du ventricule gauche.

Malgré leurs hautes incidences, les troubles du rythme apparaissant au cours de la procédure ou après celle-ci ne sont pas pour autant tous immuables ; il est parfois possible de poser un pacemaker différent de celui qui est implanté en définitif, en recourant au pacemaker provisoire externe. Cependant, au vu du nombre élevé de TAVI réalisés et en raison l'importance des troubles du rythme qui nécessitent la pose d'un pacemaker définitif, il serait particulièrement utile de pouvoir prédire quel patient aura besoin d'un pacemaker définitif et de savoir quelle est la conduite à adopter pour les autres troubles du rythme. Il existe peu de recommandation sur la surveillance de ces évènements post-TAVI ainsi que sur leur prise en charge. En absence de directives strictes sur le sujet, le modèle de prise en charge de ces patients diffère d'un centre hospitalier à l'autre. Dans ce contexte, les quelques algorithmes proposés sont peu nombreux et n'ont été que rarement reproduits. En Suisse, l'étude multicentrique de Toggweiler et al., publiée en 2016, a été menée auprès de 1064 patients sujets à l'intervention TAVI (51). L'analyse d'électrocardiogrammes obtenus en pré- et post-TAVI a abouti à la conclusion suivante : les patients ayant un ECG normal en post-TAVI (rythme sinusal sans trouble de la conduction) ainsi que les patients avec fibrillation seule, ne développent pas de bloc AV de haut degré par la suite. La pose d'une télémétrie dans ces cas n'est alors pas nécessaire. Cependant, si une anomalie à l'ECG se présente (autre que la fibrillation auriculaire), il est utile de monitorer les patients pendant 2 jours minimum afin d'évaluer leur risque de développer un bloc AV de haut degré. Une récente étude canadienne publiée par Auffret et al. publiée en septembre 2017 (52) propose un algorithme de prise en charge des nouveaux BBG survenus moins de 24 heures après l'intervention (**algorithme 1**). L'étude suggère de monitorer ces patients les 3 premiers jours de l'intervention, période sensible à l'apparition de BAV complets. Les BBG persistant à 72 heures de l'intervention sont classés en 3 groupes : ceux à QRS < 160 ms seuls pour lesquels un contrôle du rythme avant la sortie ou à 30 jours de l'intervention est recommandé, ceux à QRS < 160 ms associé à un BAV de 1^{er} degré pour lesquels un PMP ou un monitoring ambulatoire est à considérer et ceux à QRS > 160 ms pour lesquels un PMP.

Le but de cette présente étude est d'étudier cet algorithme avec la population opérée du CHUV afin de vérifier sa faisabilité et sa sécurité.

Algorithme 1. Prise en charge proposée suite à l'apparition d'un BBG de novo.



Algorithme de prise en charge des BBG proposé par l'étude Auffret et al.(52).

2. Méthode

Il s'agit d'une étude rétrospective dans laquelle nous avons inclus les patients symptomatiques d'une sténose aortique sévère, pour qui une intervention chirurgicale a été jugée contre-indiquée ou jugée à très haut risque et pour lesquels un TAVI a été décidé en colloque multidisciplinaire. Ces patients ont été opérés entre janvier 2013 et septembre 2016 au Centre Hospitalier Universitaire Vaudois (CHUV), à Lausanne. La base de données que nous avons utilisée a été extraite du registre TAVI du CHUV et élaborée en accord avec la commission éthique.

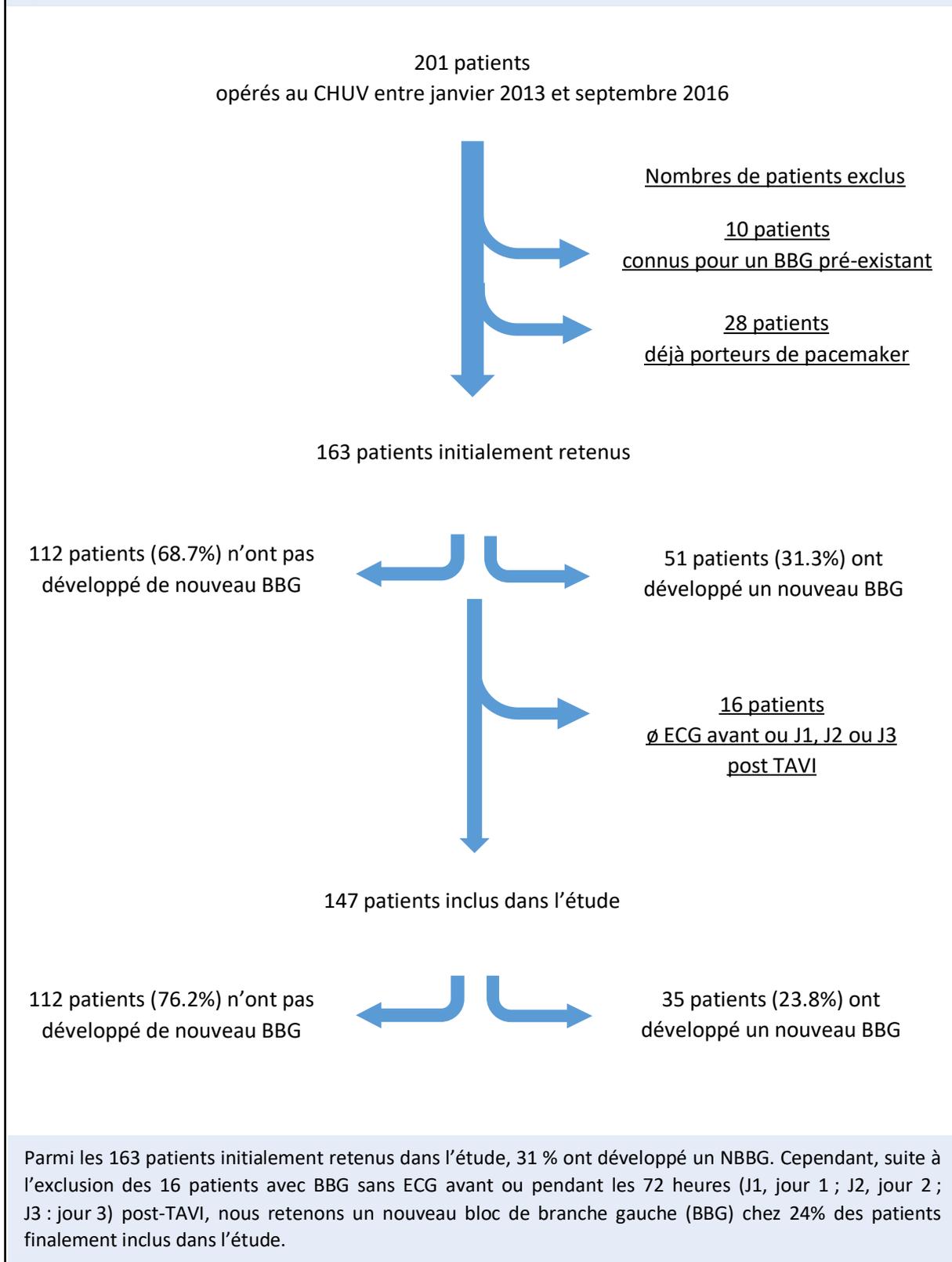
Nous nous sommes ensuite focalisés sur les patients ayant développé un NBBG péri-procédural, défini comme ceux apparaissant à < 24 heures de la procédure TAVI. Les ECG à 12 dérivations de chaque patient, réalisés avant l'intervention, 1, 2 et 3 jours (J1, J2, J3) après ont été extraits de leur dossier électronique et étudiés. Les différents intervalles, la présence ou non de BAV, BBG, BBD, bloc atrio-ventriculaire de haut degré (BAVHD) ont ensuite été relevés dans une seule base de données. Les rapports d'échocardiographie transthoracique ou transoesophagienne faits au bilan pré-TAVI ont permis d'obtenir les informations sur la fraction d'éjection du ventricule gauche (FEVG), celles nécessaires à la caractérisation de la valve aortique (surface, diamètre valvulaire) et la mesure du gradient de pression transaortique de chaque patient avant l'intervention. Le rapport d'intervention ainsi que les lettres de sortie ont permis de connaître le type de valve et la voie d'accès utilisés, la présence ou non d'un PMP après l'intervention et si un examen ou bilan supplémentaire a été proposé en externe, afin d'évaluer les éventuels troubles persistants de la conduction. Nous avons exclus de l'étude les patients initialement porteurs d'un PMP, ceux avec un BBG préexistant et les patients chez qui nous n'avons pas retrouvé de tracés sur les 3 jours qui ont suivi le TAVI. Durant la période de l'étude, les pacemakers ont été implantés conformément aux recommandations en vigueur, à savoir lors de BAV de haut degré (BAV Mobitz II ou BAV complet), d'une maladie du sinus ou d'une bradycardie symptomatique, tels que décrits par les guidelines européennes de stimulation cardiaque (53).

Pour finir, nous avons introduit chacune de nos données dans l'algorithme de prise en charge des NBBG proposé par l'étude canadienne d'Auffret et al. décrite précédemment (52). Les résultats ont finalement été analysés afin de déterminer si l'algorithme est transposable et réalisable aux patients TAVI du CHUV.

3. Résultats

Entre janvier 2013 et septembre 2016, 201 patients ont bénéficié d'une intervention TAVI. En excluant les patients connus pour un BBG (10 patients) et ceux qui sont déjà porteurs d'un pacemaker (28 patients), 163 patients ont initialement été retenus. Parmi eux, 51 patients (31%) présentaient un BBG 24 heures post-TAVI. Cependant, le but de notre étude étant de surveiller la présence de troubles électriques les 3 jours suivant l'intervention, 16 patients avec un NBBG ont été exclus en absence de tracés électrocardiographiques avant l'intervention ou durant les 72 premières heures post-TAVI. Au total, 147 patients (73%) ont finalement été inclus dans l'étude parmi lesquels 35 (66% de sexe féminin, Euroscore II $6,17 \pm 6$) de 82 ± 7 ans d'âge moyen ont développé un NBBG (24%) (**figure 3**).

Figure 3. Patients inclus et exclus de l'étude.



La moitié d'entre eux ont bénéficié de la valve auto-expansive Corevalve (n = 17, 49%; Corevalve: n = 9, 26%; CoreValve Evolut R: n = 8, 23%) et l'autre moitié de valve Edwards SAPIEN expansive par ballonnet de première ou de nouvelles générations (n = 17, 49%; SAPIEN XT: n = 2, 6%; SAPIEN 3 : n = 13, 37%; SAPIEN 4: n = 1, 3%; SAPIEN 5: n = 1, 3%). Un patient bénéficiera de la valve Direct Flow, une bioprothèse. Les TAVI ont été installés en accédant à la valve aortique par voie transfémorale (n = 33, 94%), radiale (n = 1, 3%) ou carotidienne (n = 1, 3%).

Le **tableau 1** résume les caractéristiques de la population qui a développé un BBG les 24 premières heures post-TAVI (n = 35) et celles des patients qui ont ou pas bénéficié de pacemaker (n = 14, 40% vs. n = 21, 60% respectivement) suite à l'intervention. Les NBBG sont principalement survenus chez des patients coronariens (n = 21, 60%), en surpoids (IMC 27 ± 6 kg/m²) avec de multiples facteurs de risques cardiovasculaires tels que le diabète (34%), la dyslipidémie (71%), et l'hypertension artérielle (86%). Les autres comorbidités regroupent l'insuffisance rénale avec une estimation du taux de filtration glomérulaire (eGFR) <60ml/min (77%), les antécédents d'angioplastie (29%), d'infarctus (23%), de chirurgie cardiaque (20%), de pontage (20%), de maladie vasculaire (20%) et de fibrillation auriculaire (17%). Tous ces patients présentaient une sténose aortique sévère avec en moyenne une aire valvulaire de 0.7 ± 0.2 cm², un gradient transvalvulaire moyen de 40.5 ± 17.0 mmHg et une fraction d'éjection ventriculaire gauche conservée (56.3 ± 14.2 %). Parmi les NBBG, 14 (40%) ont finalement bénéficié de la pose d'un PMP.

La majorité des patients n'ont pas développé de NBBG (n = 112, 76%). Parmi les 35 NBBG, 2 patients sont décédés moins d'un mois après l'intervention ; un au 2^{ème} jour suite à un AVC sylvien gauche post-intervention compliqué d'une hémorragie sous-arachnoïdienne massive et l'autre patient 25 jours après l'intervention, soit 3 jours après l'implantation d'un pacemaker indiqué pour une maladie du sinus associée à des troubles de conduction atrio-ventriculaire. Une intervention TAVI s'est compliquée au moment de la procédure avec rupture du ballon lors de son expansion impliquant un remplacement chirurgical en urgence.

Tableau 1. Caractéristiques de la population avec développement de BBG < 24h post-TAVI

	n (%) n = 35	No PPM post- TAVI n = 21	PPM post-TAVI n = 14
Âge (ans)	81.5 ± 6.7	81.2 ± 8.4	82.0 ± 3.2
Sexe féminin	23 (65.7%)	15 (71.4%)	8 (57.1%)
IMC (kg/m ²)	27.2 ± 5.9	27.6 ± 6.43	26.5 ± 5.2
Diabète	12 (34.3%)	7 (33.3%)	5 (35.7%)
HTA	30 (85.7%)	18 (85.6%)	12 (85.7%)
Dyslipidémie	25 (71.4%)	16 (76.2%)	9 (64.3%)
BPCO	5 (14.3%)	3 (14.3%)	2 (0.14%)
Insuffisance rénale	27 (77.1%)	15 (71.4%)	12 (0.86%)
Patients coronariens	21 (60.0%)	12 (57.1%)	9 (64.3%)
Antécédent angioplastie	10 (28.6%)	8 (38.1%)	2 (14.3%)
Antécédent infarctus	8 (22.9%)	6 (28.6%)	2 (14.3%)
Antécédents chirurgie cardiaque	7 (20.0%)	5 (23.9%)	3 (21.4%)
Antécédents pontage	7 (20.0%)	2 (9.5%)	5 (35.7%)
Maladie vasculaire	7 (20.0%)	5 (23.8%)	2 (14.3%)
Syncope	5 (14.3%)	2 (9.5%)	3 (21.4%)
Euro SCORE II	6.17 ± 6	6.31 ± 6.29	6.0 ± 5.69
FEVG (%)	56.3 ± 14.2	58.2 ± 14.1	53.6 ± 14.4
Aire aortique (cm ²)	0.7 ± 0.2	0.71 ±	0.7 ± 0.2
Gradient TVM (mmHg)	40.5 ± 17.0	41.9 ± 17.8	38.5 ± 16.1
Diamètre anneau aortique (mm)	22.5 ± 2.3	22.1 ± 2.2	23.4 ± 2.4
Fibrillation auriculaire	6 (17.1%)	2 (9.5%)	4 (28.6%)
Fréquence cardiaque (bpm)	74.9 ± 17.6	70.1 ± 14.0	82.1 ± 20.4
Intervalle PR (ms)	182.1 ± 29.4	181.1 ± 29.4	184.0 ± 31.0
Intervalle QRS (ms)	90.9 ± 16.5	91.0 ± 14.8	90.7 ± 19.4
BAV 1 ^{er} degré	4 (11.4%)	2 (9.5%)	2 (14.3%)
BBD	2 (5.7%)	1 (4.8%)	1 (7.1%)
Type de valve utilisé	17 Edwards (48.6%) 17 CoreValve (48.6%)	11 (52.4%) 9 (42.9%)	6 (42.9%) 8 (57.1%)
Nombre de jour d'hospitalisation	13 ± 10	11 ± 11	15 ± 7
Nombre de jour après l'intervention	-	-	6.7 ± 5.2

Valeurs moyennes ± dérivation standard (DS) ou n (%)
 IMC : indice de masse corporelle ; HTA : hypertension artérielle ; BPCO : bronchopneumopathie chronique obstructive ; EuroSCORE : European System for Cardiac Operative Risk Evaluation ; FEVG : fraction d'éjection du ventricule gauche ; gradient TVM : gradient transvalvulaire moyen ; BAV : bloc atrio-ventriculaire ; BBD : bloc de branche droit.

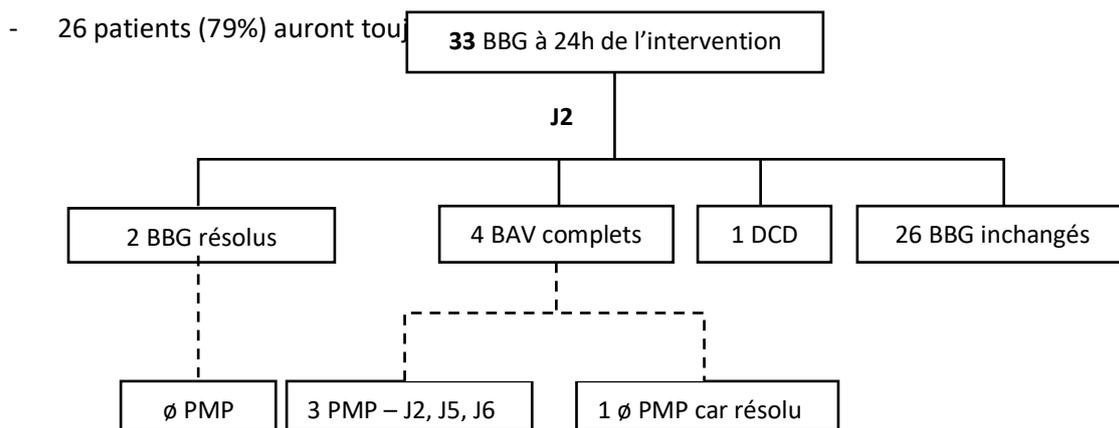
Après avoir introduit tous les patients dans l'algorithme proposé, nous obtenons ci-dessous (**algorithme 2**) un aperçu des différents troubles de la conduction, leur évolution pendant les 3 premiers jours et leur prise en charge lors de leur hospitalisation. Au bilan pré-TAVI, aucun patient n'a présenté d'indication à poser un pacemaker au moment de l'intervention.

En 24 heures (Jour 1, J1), 1 patient (3%) sera pacé pour avoir développé un BAV de 3^{ème} degré alors qu'un autre patient subira un remplacement de valve par voie chirurgicale suite à l'échec de la procédure TAVI.

À J2, entre 24 et 48 heures après l'intervention, parmi les 33 patients qui ont développé un BBG péri-procédural (**figure 4, graphique 1**) :

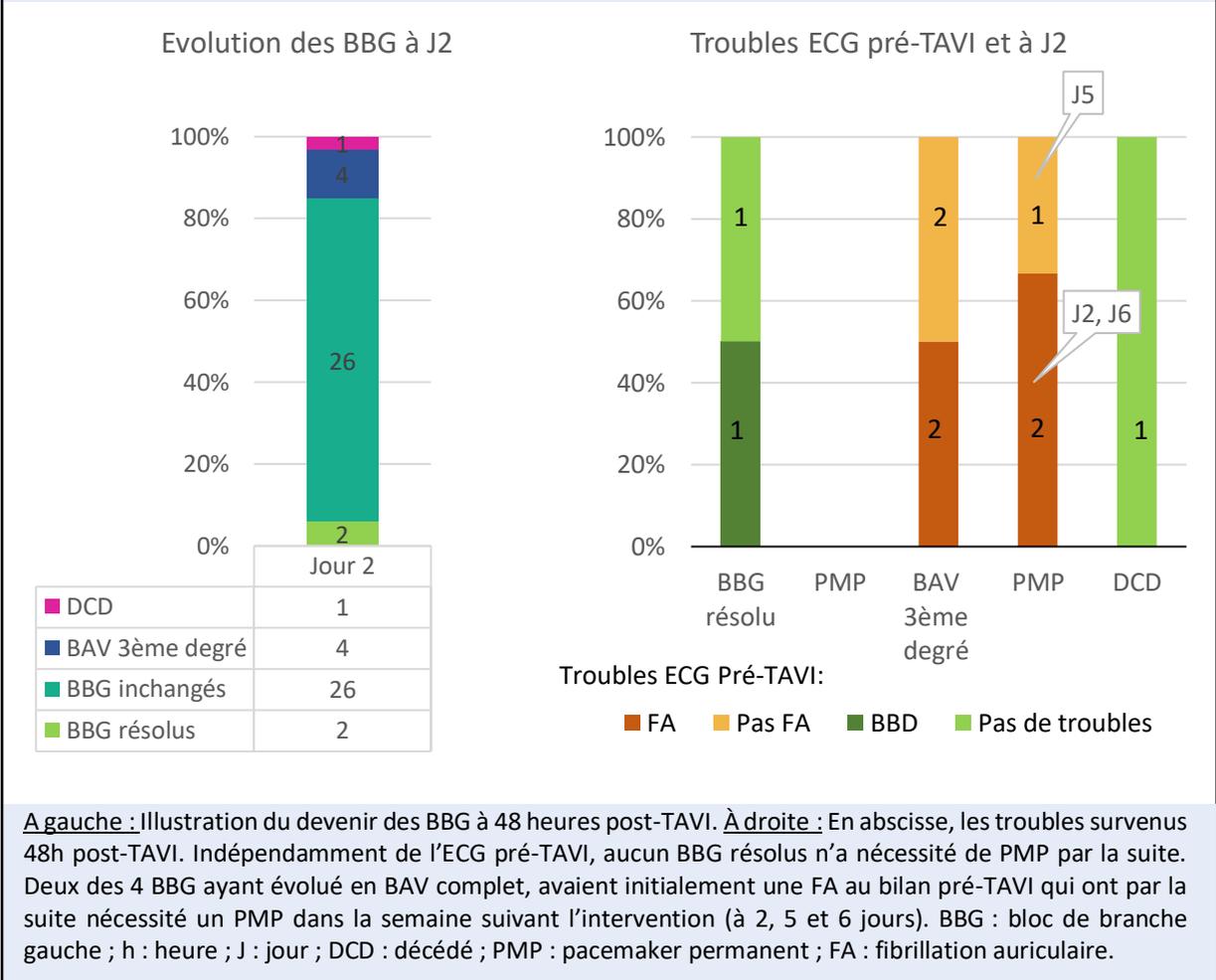
- 2 patients (6%) ont résolu leur BBG ; parmi eux, 1 patient présentait un BBD en pré-TAVI.
- 4 patients (12%) avec BAV 3^{ème} degré :
 - 2 patients en FA en pré-TAVI : 2 pacemakers implantés à J2 et J6 pour BAV 3^{ème} degré
 - 2 patients avec rythme sinusal en pré-TAVI :
 - 1 PMP implanté à J5 pour BAV 3^{ème} degré
 - 1 héli-bloc antérieur gauche (HBAG) à J3 sans indication de PMP
- 1 patient (3%) décèdera suite à une hémorragie sous-arachnoïdienne secondaire à un AVC post-TAVI à J2 sans aucun trouble de la conduction présent en pré-TAVI.

Figure 4. Evolution des 33 nouveaux BBG à 48 heures post-TAVI et le nombre de pacemaker implanté par la suite.



Les patients (n = 2 ; 6%) avec BBG résolu à 48 heures post-TAVI n'ont pas nécessité de PMP par la suite. Parmi les BAV complets à 48 heures (n = 4 ; 12%), 1 BAV était transitoire et n'a pas nécessité de PMP. La majorité des nouveaux BBG (26 sur 33 ; 79%) sont restés inchangés à 48 heures. BBG : bloc de branche gauche ; h : heures ; J : jour post-TAVI, BAV : bloc atrio-ventriculaire ; DCD : décédé ; PMP : pacemaker permanent.

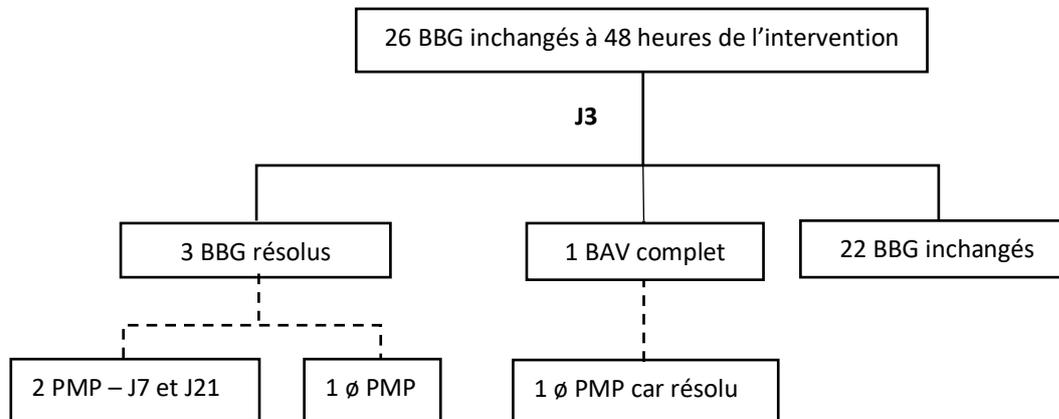
Graphique 1 : Evolution des NBBG à 48 heures post-TAVI et leur relation avec les troubles objectivés à l'ECG pré-TAVI.



À J3, entre 48 et 72 heures après l'intervention (**figure 5, graphique 2**), parmi les 26 BBG à J2 :

- 3 patients (11%) auront récupéré dont 2 seront stimulés par un pacemaker à 7 et 21 jours de l'intervention, pendant leur hospitalisation, pour une FA bradycarde associée à une maladie du sinus.
- 1 patient (4%) développera un bloc de haut degré, non pacé car résolu. Aucun trouble à l'ECG pré-TAVI détecté.
- 22 patients (85%) ont un BBG persistant > 48 heures post-TAVI.

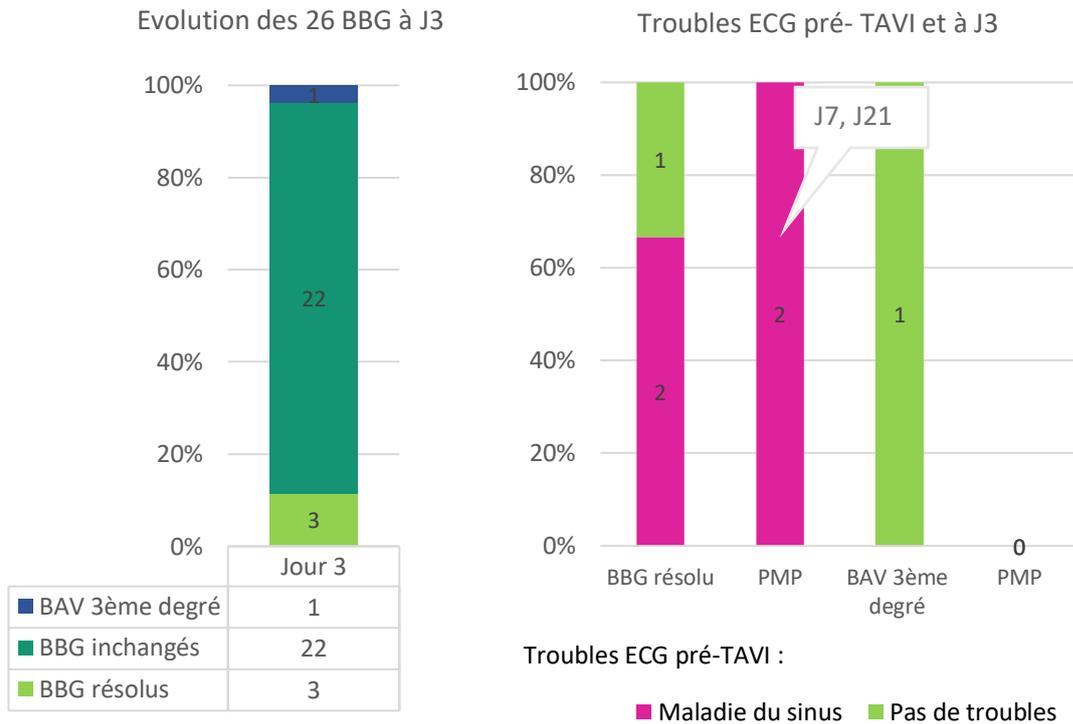
Figure 5. Evolution des 26 patients à BBG inchangés à J2 entre 48 et 72 heures après l'intervention et le nombre de pacemaker implanté par la suite.



Les patients (n = 3 ; 12%) avec BBG résolu à 72 heures post-TAVI n'ont pas totalement récupéré et ont nécessité un PMP par la suite. Le BAV complet survenu était transitoire et n'a pas nécessité de PMP. La majorité des nouveaux BBG (22 sur 26 ; 85%) persistent 48 heures après l'intervention.

BBG : bloc de branche gauche ; h : heures ; J : jour post-TAVI, BAV : bloc atrio-ventriculaire ; DCD : décédé ; PMP : pacemaker permanent.

Graphique 2 : Evolution des NBBG 48 à 72 heures après le TAVI et leur relation avec les troubles objectivés à l'ECG pré-TAVI.



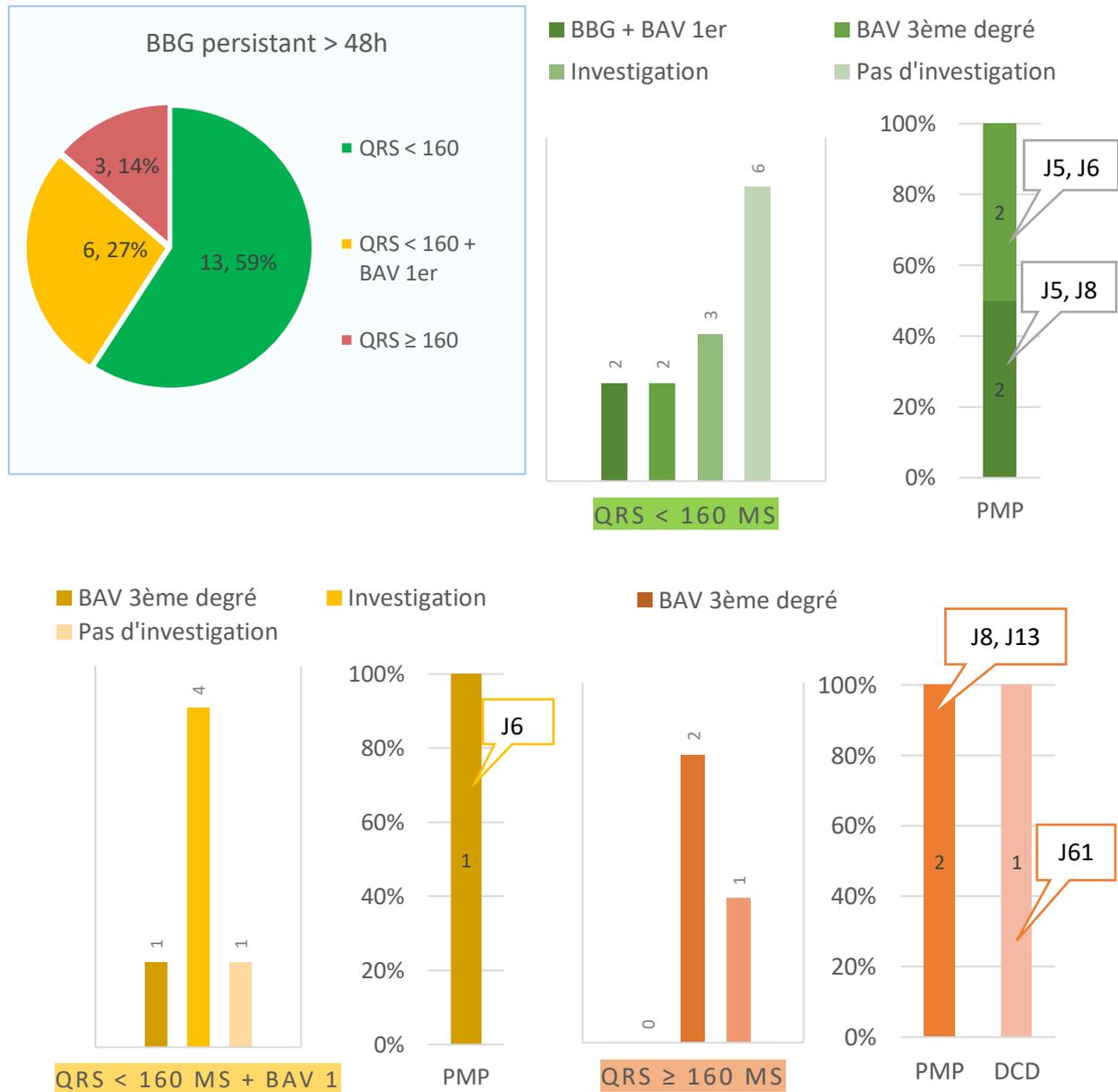
A gauche : Illustration du devenir des BBG à 72 heures post-TAVI. **À droite :** En abscisse, les troubles survenus 72h post-TAVI. Parmi les 3 BBG résolus, 2 étaient connus pour une maladie du sinus et ont tous les 2 nécessité un pacemaker par la suite (à 7 et 21 jours de l'hospitalisation). Parmi les BAV complets survenus à J3, aucun n'avait initialement de troubles de la conduction au bilan pré-TAVI et aucun d'un n'a nécessité de PMP par la suite. BBG : bloc de branche gauche ; h : heure ; J : jour ; DCD : décédé ; PMP : pacemaker permanent ; FA : fibrillation auriculaire.

Parmi les 22 BBG persistant à > 48 heures (**figure 6**) :

- 13 patients (59%) ont un QRS < 160 ms non-associé à un BAV 1.
- 6 patients (27%) ont un QRS < 160ms associé à un BAV de 1^{er} degré.
- 3 patients (14%) ont un QRS large à ≥ 160 ms.
 - Parmi les 13 patients (59%) à QRS < 160 ms non-associé à un BAV 1 :
 - 2 patients (15%) ont eu un PMP implanté à J5 et à J8 pour avoir développé ensuite des BBG + BAV de 1^{er} degré alors qu'aucun d'eux n'avait présenté de BAV 1^{er} degré ni d'autre trouble de la conduction au bilan pré-TAVI.
 - 2 patients (15%) ont eu un PMP implanté à J5 et J6 pour un BAV complet. Parmi eux, 1 avait un BAV de 1^{er} degré et l'autre n'avait aucun trouble au bilan pré-TAVI.

- 3 patients (23%) ont bénéficié d'une étude électrophysiologique avant de sortir de l'hôpital ou quelques jours après et aucun d'entre eux n'a nécessité de PMP par la suite.
 - 6 patients (46%) n'ont pas eu d'avantage d'examen et aucun PMP n'a été implanté par la suite.
- Parmi les 6 patients (27%) à QRS < 160ms associé à un BAV de 1^{er} degré :
- 1 patient (17%) a eu un PMP implanté à J6 pour BAV 3^{ème} degré chez un patient sans trouble de la conduction initialement.
 - 4 patients (67%), dont les évènements cardiaques ont été analysés par des études électrophysiologique pendant l'hospitalisation ou en externe avec un Holter ou R-test n'ont pas eu besoin de PMP par la suite.
 - 1 patient (17%) n'a pas eu d'avantage d'examen et aucun PMP n'a été implanté par la suite.
- 3 patients (14%) ont un QRS large à ≥ 160 ms dont :
- 2 patients (67%) seront pacés à J8 et J13 pour avoir développé un BAV II Möbitz 2.
 - 1 patient (33%) connu pour une FA permanente, sera aussi pacé mais après l'hospitalisation, à 61 jours de l'intervention pour FA rapide et rebelle. L'étude électrophysiologique réalisée avant la sortie du patient démontrait une absence d'indication au cardiostimulateur. Ce patient décèdera 73 jours après l'intervention soit, 12 jours après la pose du pacemaker suite à l'aggravation de la fonction rénale associée à une décompensation cardiaque réfractaire.

Figure 6. Illustrations graphiques du devenir des BBG persistants > 48h post-TAVI.



La majorité des BBG persistant à > 48 heures post-TAVI ont un **QRS < 160 seul**. Parmi eux, les pacemakers ont été implantés dans les 8 jours suivants l'intervention. Les surveillances avant ou à 30 jours de la sortie de l'hôpital n'ont pas entraîné l'implantation de PMP. Il en est de même pour les BBG à **QRS < 160 ms associé à un BAV 1**. En ce qui concerne les **QRS ≥ 160 ms**, tous les patients ont nécessité d'un PMP.
 BAV : bloc atrio-ventriculaire ; MS : milliseconde ; PMP : pacemaker permanent ; J : jour post-TAVI ; DCD : décédé.

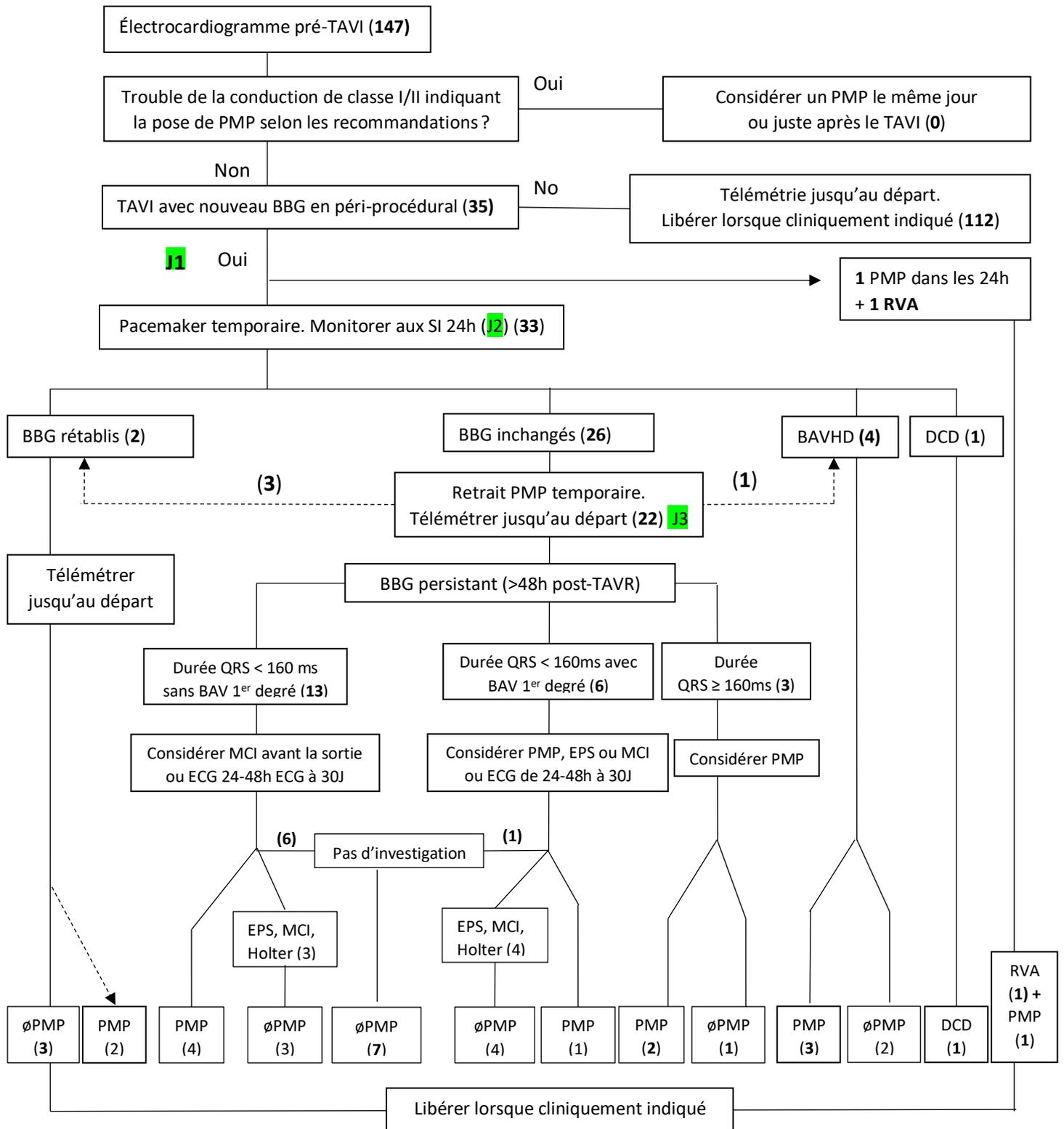
Selon **l'algorithme 2**, les 2 patients chez qui le NBBG n'a pas duré plus de 24h (2 sur 35 NBBG, 6%) n'ont pas présenté d'évènement indiquant la pose de pacemaker, ni pendant l'hospitalisation, ni après. Les deux patients sur les 26 (8%) qui n'avaient plus de BBG à J3 seront pacé moins d'un mois après l'intervention pour une fibrillation auriculaire associée à une maladie du sinus. Parmi les 3 patients avec un BBG persistant à QRS \geq 160ms, 72 heures après l'intervention, aucun n'avait initialement de trouble de la conduction à l'ECG pré-TAVI, et le seul patient des 3 (33%) qui ne sera pas pacé aura un PMP moins de 2 mois après le TAVI et décèdera quelques jours après. A J3, plus de 48 heures après l'intervention, la majorité des patients (9 patients sur 13 (69%)) avec un BBG seul à QRS $<$ 160ms n'ont pas eu besoin de pacemaker ni pendant l'hospitalisation ni ensuite. Un contrôle du trouble de la conduction par Holter, Remler ou moniteur cardiaque implantable (MCI) au moment de la sortie ou à 1 mois de l'intervention n'a pas été réalisé chez 2/3 d'entre eux. Le tiers qui a été investigué n'a pas pour autant mis en évidence un trouble indiquant l'implantation de PMP. Les 4 autres patients (31%) ont développé des BAV complets moins de 1 semaine post-TAVI. Concernant les patients avec BBG à QRS $<$ 160 ms associé à un BAV de 1^{er} degré, la majorité (5 sur 6 patients, 83.3%) ne requerra pas de PMP. Dans cette étude, plus de PMP a été implanté dans le groupe BBG à QRS $<$ 160 ms seul que BBG $<$ 160 ms associé à BAV 1^{er} degré (31% vs 17%).

Au total, 13 patients, soit 37% des patients à NBBG, seront pacés pendant l'hospitalisation (1 lors d'une seconde hospitalisation), essentiellement pour avoir développé des BAV complets (n = 7 ; 54%) (**figure 7**).

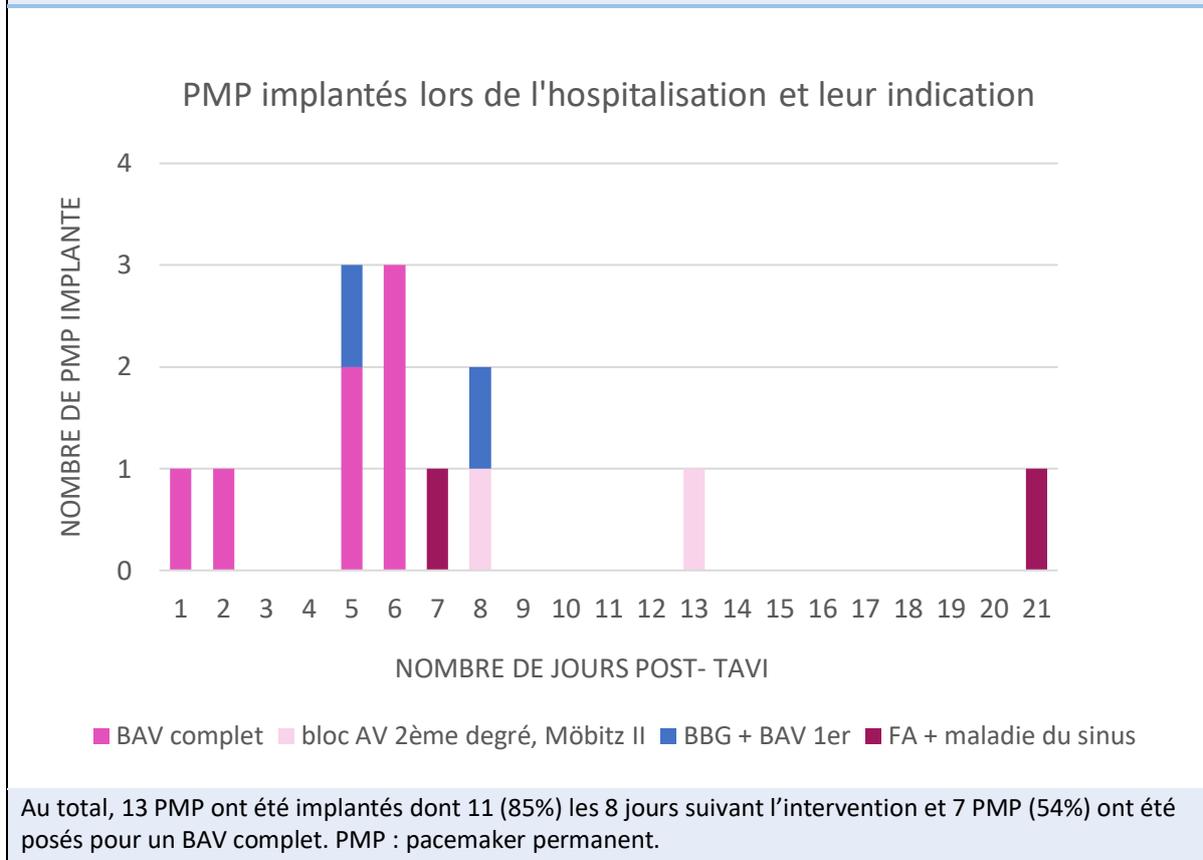
- 1 BAV complet pacé 24 heures post-TAVI
- 3 BAV complets, pacés à J2, J5 et J6, développés entre 24 et 48 heures post-TAVI,
- 2 FA bradycarde associées à une maladie du sinus pacés à 7 et 21 jours post-TAVI alors qu'il n'y avait plus de BBG entre 48 à 72 heures post-TAVI (J3)
- 2 BAV 2^{ème} degré Möbitz II, pacés à J13 et J8 chez des BBG à un QRS \geq 160ms à J3
- 2 BAV complets pacés à J5 et J6 chez des BBG seuls à QRS $<$ 160 ms persistants à 72 heures
- 2 BBG + BAV de 1^{er} degré pacés à J5 et J8 chez des BBG à QRS $<$ 160 ms persistants à 72 heures.
- 1 BAV complet pacé à J6 chez BBG à QRS $<$ 160 ms + BAV de 1^{er} degré

Après 8 jours de l'intervention, plus de la moitié, soit 11 des 13 pacemakers (85%) ont été implantés (**figure 7**).

Algorithme 2. Transposition de l'algorithme proposé aux patients opérés au CHUV



PMP : pacemaker permanent ; BBG : bloc de branche gauche ; BAVHD : bloc atrio-ventriculaire de haut degré ; BAV : bloc atrio-ventriculaire ; EPS : étude électrophysiologique ; MCI : moniteur cardiaque implantable ; DCD : décédé.

Figure 7. Nombre de pacemaker implanté en post-TAVI par jour.

4. Discussion

L'étude canadienne d'Urena Marina & al. publiée en 2012 (36) a étudié le devenir du BBG, persistant hors hôpital, sur le court et long terme (suivi sur 6 à 12mois). Près de 50% des blocs se sont résolus spontanément la première année alors que 1/3 ont persisté. Chez ces derniers, les facteurs prédictifs majeurs associés sont la profondeur d'implantation de la valve et la durée du QRS avant la procédure qui serait le signe d'une anomalie de conduction avant l'intervention. Cependant, la pose de pacemaker ne modifie pas le taux de mortalité et de réhospitalisation au long terme (35,45,50,54,55).

L'étude canadienne Auffret et al. sur laquelle s'est basée notre étude propose un algorithme de prise en charge des NBBG ainsi que des BAVHD en considérant les résultats de grandes méta-analyses. Les patients avec des troubles électriques à l'ECG de base, tels que la FA, BBD ou maladie du sinus, avant l'intervention, sont à plus haut risque de développer des blocs de branches gauches puis des blocs complets après le TAVI. Les premiers jours suivant l'intervention composent la période critique du

développement de ces troubles. C'est pourquoi, un monitoring les 3 premiers jours est conseillé. En transposant l'algorithme aux patients du CHUV ayant bénéficié d'un TAVI, on remarque que tous les patients avec un BBG persistant à 72h associé à un QRS ≥ 160 ms devraient systématiquement être pacés car le risque de développer un bloc AV complet est clairement majoré (2 patients sur 3 (66%) qui ont un BBG à QRS ≥ 160 ms vs 5 patients sur 19 (26%) patients avec BBG à QRS < 160 ms). En effet, le seul patient chez qui un pacemaker a été posé tardivement, soit 61 jours après l'intervention est décédé quelques jours après l'implantation du cardiostimulateur. Puis, pour résumer, 40% des patients chez qui le BBG s'est résolu à J2 (2 patients sur les 5 à BBG résolu) ont tout de même développé des troubles de la conduction impliquant la pose de pacemaker, ce qui n'avait pas été prévu par l'algorithme et 1 patient sur les 35 (3%) NBBG péri-procédural qui n'a pas respecté l'algorithme est décédé. Sans troubles de la conduction autres que le BBG, les patients avec un BBG à QRS < 160 ms combiné ou non à un BAV 1 investigués ou non avant leur sortie de l'hôpital ou à quelques semaines de l'intervention, n'ont pas développé d'évènement nécessitant la pose de pacemaker pendant et hors hospitalisation. Les patients connus pour une maladie du sinus, plus à risque de développer des blocs complets, ont cependant besoin d'une plus grande vigilance. En effet, les 2 patients concernés ont développé un bloc complet.

L'algorithme proposé par l'étude Auffret et al. s'adapte en partie à la réalité. En ce qui concerne les BBG persistants > 48 heures post-TAVI, il est en effet primordial de monitorer les BBG à QRS ≥ 160 ms, qui sont à haut risque de développer des blocs complets. Cependant, pour les BBG seuls à QRS < 160 ms persistant à 72h, l'algorithme semble plutôt strict car parmi les patients non-monitorés avant leur sortie ou 30 jours après, aucun n'a développé de bloc complet ou d'indication à être pacés. Il ne serait alors pas nécessaire de faire appel à un monitoring externe type Holter, moniteur cardiaque implantable (MCI), R-test après la sortie. Pour les patients avec BBG à QRS < 160 ms associés à un BAV de 1^{er} degré, persistant à 72h post-TAVI, moins de pacemakers ont été implantés malgré une plus grande surveillance des troubles de la conduction après la sortie (80% vs 33% d'examens supplémentaires effectués après la sortie des patients avec BBG à QRS < 160 ms seul et associés à un BAV 1 respectivement). Par ailleurs, l'algorithme ne considère pas les variations électriques des ECG avant l'intervention, ce qui néglige les troubles majorant le risque de développer des blocs de haut degré, tels que la FA, la maladie du sinus, le BBD. Il serait dès lors intéressant d'inclure ces évènements ECG pré-TAVI dans l'algorithme.

Limitations de l'étude

Cette étude concerne une petite population de 201 patients dont 54 patients ont été exclus et parmi lesquels 16 patients avec un NBBG ont été rejetés par l'absence d'ECG à J1, J2 et J3 de l'intervention ce qui surestime le pourcentage de pacemaker implanté. Il existe également un biais de sélection des patients. En effet, les ECG retrouvés et analysés concernent des patients, jugés initialement plus à risque de développer des troubles du rythme et chez qui les ECG ont été réalisés à plusieurs reprises dans un intervalle de temps plus rapproché.

Les ECG ont été analysés par une étudiante de Master en Médecine avec la supervision d'un cardiologue du centre pour les ECG complexes. L'analyse d'ECG étant « lecteur-dépendant », il n'est pas impossible que les mesures de certains intervalles d'ECG diffèrent d'une personne à l'autre. Ainsi, une marge d'erreur pour les résultats serait à considérer. Plusieurs patients ont également été transférés puis suivis vers d'autres hôpitaux. Nous ne savons dès lors pas si ces patients ont bénéficié ultérieurement de pacemaker. Une étude similaire pourrait dès lors se faire en impliquant, par exemple, les informations des patients répertoriés dans le registre Swiss TAVI dans lequel sont regroupées les données relatives à chaque intervention avant, pendant et après le traitement ou en travaillant avec une base de donnée regroupant les ECG à précisément J1, J2 et J3 de chaque patient.

5. Conclusion

Dans cette étude, nous avons observé que parmi les 35 NBBG, 22 patients (63%) ont un BBG persistant à 72 heures de l'intervention, 13 NBBG (37%) nécessiteront un PMP pendant l'hospitalisation dont 54% pour avoir évolué en BAV complet. Les PMP (n = 11 ; 85%) seront majoritairement implantés les 8 premiers jours post-TAVI. Le monitoring des patients pendant les 48 premières heures post-TAVI permet d'aiguiser notre surveillance en fonction de l'évolution des BBG. En effet, la résolution des NBBG pendant cette période prédit en général une bonne évolution du BBG sans nécessiter de PMP alors que l'évolution en bloc complet précoce peut également être perçue pendant cette période. Le modèle de prise en charge proposé par l'étude Auffret et al. est adéquat pour les patients qui développent un BBG persistant à 72 heures avec un QRS \geq 160 ms et chez qui il est vivement conseillé de pacer au risque de développer un BAV complet. Cependant, pour les NBBG à QRS < 160 ms, l'algorithme semble plutôt strict. Chez les BBG seuls ou associé à un BAV de 1^{er} degré, aucun pacemaker n'a été implanté au-delà des 8 jours post-TAVI, indépendamment du contrôle ambulatoire proposé à la sortie de l'hôpital. Pour finir, une surveillance accrue serait à concevoir chez les patients connus pour une maladie du sinus, également plus à risque de requérir un pacemaker post-TAVI.

Bibliographie

1. Townsend N, Wilson L, Bhatnagar P, Wickramasinghe K, Rayner M, Nichols M. Cardiovascular disease in Europe: epidemiological update 2016. *Eur Heart J*. 7 nov 2016;37(42):3232-45.
2. Iung B, Baron G, Tornos P, Gohlke-Bärwolf C, Butchart EG, Vahanian A. Valvular Heart Disease in the Community: A European Experience. *Current Problems in Cardiology*. nov 2007;32(11):609-61.
3. Nkomo VT, Gardin JM, Skelton TN, Gottdiener JS, Scott CG, Enriquez-Sarano M. Burden of valvular heart diseases: a population-based study. *The Lancet*. 16 sept 2006;368(9540):1005-11.
4. Thaden JJ, Nkomo VT, Enriquez-Sarano M. The Global Burden of Aortic Stenosis. *Progress in Cardiovascular Diseases*. 1 mai 2014;56(6):565-71.
5. Iung B, Vahanian A. Epidemiology of Acquired Valvular Heart Disease. *Canadian Journal of Cardiology*. 1 sept 2014;30(9):962-70.
6. Iung B. A prospective survey of patients with valvular heart disease in Europe: The Euro Heart Survey on Valvular Heart Disease. *European Heart Journal*. 24(13):1231-43.
7. Osnabrugge RLJ, Mylotte D, Head SJ, Van Mieghem NM, Nkomo VT, LeReun CM, et al. Aortic Stenosis in the Elderly: Disease Prevalence and Number of Candidates for Transcatheter Aortic Valve Replacement: A Meta-Analysis and Modeling Study. *Journal of the American College of Cardiology*. 10 sept 2013;62(11):1002-12.
8. Falk V, Holm PJ, Iung B, Lancellotti P, Lansac E, Muñoz DR, et al. 2017 ESC/EACTS Guidelines for the management of valvular heart disease. :53.
9. Left Ventricular Hypertrophy in Valvular Aortic Stenosis: Mechanisms and Clinical Implications. *The American Journal of Medicine*. 1 avr 2015;128(4):344-52.
10. Stewart BF, Siscovick D, Lind BK, Gardin JM, Gottdiener JS, Smith VE, et al. Clinical Factors Associated With Calcific Aortic Valve Disease. This study was supported in part by Contracts NO1-HC85079 through HC-850086 from the National Heart, Lung, and Blood Institute, National Institutes of Health, Bethesda, Maryland. *Journal of the American College of Cardiology*. 1 mars 1997;29(3):630-4.
11. Adler Y, Vaturi M, Wisner I, Shapira Y, Herz I, Weisenberg D, et al. Nonobstructive aortic valve calcium as a window to atherosclerosis of the aorta. *The American Journal of Cardiology*. 1 juill 2000;86(1):68-71.
12. Weisenberg D, Sahar Y, Sahar G, Shapira Y, Iakobishvili Z, Vidne BA, et al. Atherosclerosis of the aorta is common in patients with severe aortic stenosis: An intraoperative transesophageal echocardiographic study. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1 juill 2005;130(1):29-32.
13. Faggiano P, Antonini-Canterin F, Baldessin F, Lorusso R, D'Aloia A, Cas LD. Epidemiology and cardiovascular risk factors of aortic stenosis. *Cardiovasc Ultrasound*. 1 juill 2006;4:27.

14. Taniguchi T, Morimoto T, Shiomi H, Ando K, Kanamori N, Murata K, et al. Sudden Death in Patients With Severe Aortic Stenosis: Observations From the CURRENT AS Registry. *Journal of the American Heart Association*. 1 juin 2018;7(11):e008397.
15. Netgen. Evaluation gériatrique des patients âgés candidats à un remplacement valvulaire aortique percutané [Internet]. *Revue Médicale Suisse*. [cité 28 févr 2017]. Disponible sur: <https://www.revmed.ch/RMS/2013/RMS-N-405/Evaluation-geriatrique-des-patients-ages-candidats-a-un-remplacement-valvulaire-aortique-percutane>
16. Schwarz F, Baumann P, Manthey J, Hoffmann M, Schuler G, Mehmel HC, et al. The effect of aortic valve replacement on survival. *Circulation*. nov 1982;66(5):1105-10.
17. Leon MB, Smith CR, Mack M, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter Aortic-Valve Implantation for Aortic Stenosis in Patients Who Cannot Undergo Surgery. *New England Journal of Medicine*. 21 oct 2010;363(17):1597-607.
18. Makkar RR, Fontana GP, Jilaihawi H, Kapadia S, Pichard AD, Douglas PS, et al. Transcatheter Aortic-Valve Replacement for Inoperable Severe Aortic Stenosis. *New England Journal of Medicine*. 3 mai 2012;366(18):1696-704.
19. Kapadia SR, Leon MB, Makkar RR, Tuzcu EM, Svensson LG, Kodali S, et al. 5-year outcomes of transcatheter aortic valve replacement compared with standard treatment for patients with inoperable aortic stenosis (PARTNER 1): a randomised controlled trial. *The Lancet*. 20 juin 2015;385(9986):2485-91.
20. Smith CR, Leon MB, Mack MJ, Miller DC, Moses JW, Svensson LG, et al. Transcatheter versus Surgical Aortic-Valve Replacement in High-Risk Patients. *New England Journal of Medicine*. 9 juin 2011;364(23):2187-98.
21. Vahanian A, Otto CM. Risk stratification of patients with aortic stenosis. *Eur Heart J*. 1 févr 2010;31(4):416-23.
22. Rodés-Cabau J, Webb JG, Cheung A, Ye J, Dumont E, Feindel CM, et al. Transcatheter Aortic Valve Implantation for the Treatment of Severe Symptomatic Aortic Stenosis in Patients at Very High or Prohibitive Surgical Risk: Acute and Late Outcomes of the Multicenter Canadian Experience. *Journal of the American College of Cardiology*. 16 mars 2010;55(11):1080-90.
23. Leon MB, Smith CR, Mack MJ, Makkar RR, Svensson LG, Kodali SK, et al. Transcatheter or Surgical Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *New England Journal of Medicine*. 28 avr 2016;374(17):1609-20.
24. Reardon MJ, Van Mieghem NM, Popma JJ, Kleiman NS, Søndergaard L, Mumtaz M, et al. Surgical or Transcatheter Aortic-Valve Replacement in Intermediate-Risk Patients. *New England Journal of Medicine*. 6 avr 2017;376(14):1321-31.
25. Piazza N, Kalesan B, van Mieghem N, Head S, Wenaweser P, Carrel TP, et al. A 3-Center Comparison of 1-Year Mortality Outcomes Between Transcatheter Aortic Valve Implantation and Surgical Aortic Valve Replacement on the Basis of Propensity Score Matching Among Intermediate-Risk Surgical Patients. *JACC: Cardiovascular Interventions*. mai 2013;6(5):443-51.

26. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP, Guyton RA, et al. 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Practice Guidelines. *Journal of the American College of Cardiology*. 10 juin 2014;63(22):e57-185.
27. Dewey TM, Brown D, Ryan WH, Herbert MA, Prince SL, Mack MJ. Reliability of risk algorithms in predicting early and late operative outcomes in high-risk patients undergoing aortic valve replacement. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1 janv 2008;135(1):180-7.
28. Moat NE, Ludman P, Belder MA de, Bridgewater B, Cunningham AD, Young CP, et al. Long-Term Outcomes After Transcatheter Aortic Valve Implantation in High-Risk Patients With Severe Aortic Stenosis: The U.K. TAVI (United Kingdom Transcatheter Aortic Valve Implantation) Registry. *Journal of the American College of Cardiology*. 8 nov 2011;58(20):2130-8.
29. Fadahunsi OO, Olowoyeye A, Ukaigwe A, Li Z, Vora AN, Vemulapalli S, et al. Incidence, Predictors, and Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation Following Transcatheter Aortic Valve Replacement: Analysis From the U.S. Society of Thoracic Surgeons/American College of Cardiology TVT Registry. *JACC: Cardiovascular Interventions*. 14 nov 2016;9(21):2189-99.
30. Siontis GCM, Jüni P, Pilgrim T, Stortecky S, Büllsfeld L, Meier B, et al. Predictors of Permanent Pacemaker Implantation in Patients With Severe Aortic Stenosis Undergoing TAVR. *Journal of the American College of Cardiology*. 15 juill 2014;64(2):129-40.
31. Nazif TM, Williams MR, Hahn RT, Kapadia S, Babaliaros V, Rodés-Cabau J, et al. Clinical implications of new-onset left bundle branch block after transcatheter aortic valve replacement: analysis of the PARTNER experience. *Eur Heart J*. 21 juin 2014;35(24):1599-607.
32. Kolh P, Lahaye L, Gerard P, Limet R. Aortic valve replacement in the octogenarians: perioperative outcome and clinical follow-up. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1 juill 1999;16(1):68-73.
33. Limongelli G, Ducceschi V, D'Andrea A, Renzulli A, Sarubbi B, De Feo M, et al. Risk factors for pacemaker implantation following aortic valve replacement: a single centre experience. *Heart*. août 2003;89(8):901-4.
34. Lewis JW, Webb CR, Pickard SD, Lehman J, Jacobsen G. The increased need for a permanent pacemaker after reoperative cardiac surgery. *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*. 1 juill 1998;116(1):74-81.
35. Regueiro Ander, Abdul-Jawad Altisent Omar, Del Trigo María, Campelo-Parada Francisco, Puri Rishi, Urena Marina, et al. Impact of New-Onset Left Bundle Branch Block and Periprocedural Permanent Pacemaker Implantation on Clinical Outcomes in Patients Undergoing Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Circulation: Cardiovascular Interventions*. 1 mai 2016;9(5):e003635.
36. Urena M, Mok M, Serra V, Dumont E, Nombela-Franco L, DeLarochellière R, et al. Predictive Factors and Long-Term Clinical Consequences of Persistent Left Bundle Branch Block Following Transcatheter Aortic Valve Implantation With a Balloon-Expandable Valve. *Journal of the American College of Cardiology*. 30 oct 2012;60(18):1743-52.
37. Steinberg BA, Harrison JK, Frazier-Mills C, Hughes GC, Piccini JP. Cardiac conduction system disease after transcatheter aortic valve replacement. *Am Heart J*. nov 2012;164(5):664-71.

38. Becker M, Blangy H, Folliguet T, Villemin T, Freysz L, Luc A, et al. Incidence, indications and predicting factors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation: A retrospective study. *Archives of Cardiovascular Diseases* [Internet]. 21 juin 2017; Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213617301146>
39. Akin I, Kische S, Paranskaya L, Schneider H, Rehders TC, Trautwein U, et al. Predictive factors for pacemaker requirement after transcatheter aortic valve implantation. *BMC Cardiovasc Disord.* 4 oct 2012;12:87.
40. Becker M, Blangy H, Folliguet T, Villemin T, Freysz L, Luc A, et al. Incidence, indications and predicting factors of permanent pacemaker implantation after transcatheter aortic valve implantation: A retrospective study. *Archives of Cardiovascular Diseases* [Internet]. 21 juin 2017; Disponible sur: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1875213617301146>
41. Kogan A, Sternik L, Beinart R, Shalabi A, Glikson M, Spiegelstein D, et al. Permanent Pacemaker Insertion Following Isolated Aortic Valve Replacement before and after the Introduction of TAVI. *Pacing and Clinical Electrophysiology.* 1 avr 2015;38(4):424-30.
42. Risk for Permanent Pacemaker After Transcatheter Aortic Valve Implantation: A Comprehensive Analysis of the Literature - ERKAPIC - 2012 - *Journal of Cardiovascular Electrophysiology* - Wiley Online Library [Internet]. [cité 26 juill 2018]. Disponible sur: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1540-8167.2011.02211.x>
43. Franzoni I, Latib A, Maisano F, Costopoulos C, Testa L, Figini F, et al. Comparison of Incidence and Predictors of Left Bundle Branch Block After Transcatheter Aortic Valve Implantation Using the CoreValve Versus the Edwards Valve. *The American Journal of Cardiology.* 15 août 2013;112(4):554-9.
44. Piazza N, Jaegere P de, Schultz C, Becker AE, Serruys PW, Anderson RH. Anatomy of the Aortic Valvar Complex and Its Implications for Transcatheter Implantation of the Aortic Valve. *Circulation: Cardiovascular Interventions.* 1 août 2008;1(1):74-81.
45. Nazif TM, Dizon JM, Hahn RT, Xu K, Babaliaros V, Douglas PS, et al. Predictors and Clinical Outcomes of Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Replacement: The PARTNER (Placement of AoRtic TraNscathetER Valves) Trial and Registry. *JACC: Cardiovascular Interventions.* 1 janv 2015;8(1 Part A):60-9.
46. van Gils Lennart, Tchetché Didier, Lhermusier Thibault, Abawi Masieh, Dumonteil Nicolas, Rodriguez Olivares Ramón, et al. Transcatheter Heart Valve Selection and Permanent Pacemaker Implantation in Patients With Pre-Existent Right Bundle Branch Block. *Journal of the American Heart Association.* 6(3):e005028.
47. Aktug Ö, Dohmen G, Brehmer K, Koos R, Altioek E, Deserno V, et al. Incidence and predictors of left bundle branch block after transcatheter aortic valve implantation. *International Journal of Cardiology.* 20 sept 2012;160(1):26-30.
48. Piazza N, Onuma Y, Jesserun E, Kint PP, Maugenest A-M, Anderson RH, et al. Early and Persistent Intraventricular Conduction Abnormalities and Requirements for Pacemaking After Percutaneous Replacement of the Aortic Valve. *JACC: Cardiovascular Interventions.* 1 juin 2008;1(3):310-6.

49. Schymik G, Tzamalís P, Bramlage P, Heimeshoff M, Würth A, Wondraschek R, et al. Clinical impact of a new left bundle branch block following TAVI implantation: 1-year results of the TAVIK cohort. *Clin Res Cardiol.* 1 avr 2015;104(4):351-62.
50. Urena M, Webb JG, Cheema A, Serra V, Toggweiler S, Barbanti M, et al. Impact of new-onset persistent left bundle branch block on late clinical outcomes in patients undergoing transcatheter aortic valve implantation with a balloon-expandable valve. *JACC Cardiovasc Interv.* févr 2014;7(2):128-36.
51. Toggweiler S, Stortecky S, Holy E, Zuk K, Cuculi F, Nietlispach F, et al. The Electrocardiogram After Transcatheter Aortic Valve Replacement Determines the Risk for Post-Procedural High-Degree AV Block and the Need for Telemetry Monitoring. *JACC: Cardiovascular Interventions.* 27 juin 2016;9(12):1269-76.
52. Auffret V, Puri R, Urena M, Chamandi C, Rodriguez-Gabella T, Philippon F, et al. Conduction Disturbances After Transcatheter Aortic Valve Replacement: Current Status and Future Perspectives. *Circulation.* 12 sept 2017;136(11):1049-69.
53. 2013 ESC Guidelines on cardiac pacing and cardiac resynchronization therapy: The Task Force on cardiac pacing and resynchronization therapy of the European Society of Cardiology (ESC). Developed in collaboration with the European Heart Rhythm Association (EHRA). *European Heart Journal.* 1 août 2013;34(29):2281-329.
54. Urena Marina, Webb John G., Tamburino Corrado, Muñoz-García Antonio J., Cheema Asim, Dager Antonio E., et al. Permanent Pacemaker Implantation After Transcatheter Aortic Valve Implantation. *Circulation.* 18 mars 2014;129(11):1233-43.
55. Ando T, Takagi H. The Prognostic Impact of New-Onset Persistent Left Bundle Branch Block Following Transcatheter Aortic Valve Implantation: A Meta-analysis. *Clinical Cardiology.* 1 sept 2016;39(9):544-50.