

# PLACE DU HOLTER ET DES ENREGISTREURS D'ÉVÉNEMENTS EN CARDIOLOGIE AUJOURD'HUI

Dr. Robert Frank\* et Dr. Yves Faisandier\*\*.

\* : Institut de cardiologie, Hôpital Pitié Salpêtrière, PARIS, \*\* Holter Supplies

Le Holter et les enregistreurs d'événements sont des techniques de suivi ambulatoire de l'ECG couramment utilisées aujourd'hui.

Les premiers enregistreurs Holter (du nom du biophysicien Norman Holter 1914-1983) sont apparus dans les années 70. Fonctionnant avec des bandes magnétiques puis des cassettes, ils étaient lourds, encombrants, avaient une autonomie limitée à 24 ou 48h, revenaient cher en piles et ne donnaient pas toujours de bons résultats. Heureusement, bon nombre de nos confrères se sont investis dans cette technique passionnante, ont pu se procurer des lecteurs à l'époque très coûteux, et ont passé beaucoup de temps à suivre le signal ECG qui défilait à 60 ou 120 fois le temps réel sur l'écran. C'est à ce prix que l'on a pu mettre en évidence tout l'intérêt d'enregistrer l'ECG en ambulatoire.

## AUJOURD'HUI

Les progrès de l'électronique (miniaturisation, réduction de la consommation, mémoires de grandes capacités..) et des logiciels ont considérablement changé les capacités des systèmes Holter : petits, légers, plus grande autonomie, plus économiques, affichage des données et signaux sur un petit écran de contrôle (pour la plupart) ; stockage des signaux sur des mémoires flash... l'analyse du signal ECG a également beaucoup progressé grâce à l'emploi des micro-ordinateurs du commerce, qui peuvent de nos jours utiliser des logiciels sophistiqués. Si l'édition d'un rapport Holter juste et précis est relativement facile aujourd'hui, elle était quasiment inaccessible avant la fin des années 80. Enfin l'accès à des transferts rapides par internet a remplacé les envois de cassettes au centre de lecture par la poste.

Les enregistreurs d'événements (EE) ne servent qu'à enregistrer des segments d'ECG lors d'un symptôme, et sont alors activés par le patient, ou, pour les appareils à boucle de mémoire branchés en continu, lorsqu'ils détectent un trouble du rythme correspondant à leur programmation.

## 1/ INDICATIONS DU HOLTER :

Le Holter est posé principalement dans 5 cas :

- Recherche de troubles du rythme suspectés suite à des symptômes, d'un ECG de repos évocateur, de l'héritage possible d'une maladie génétique ou pour un simple check-up de contrôle.
- Recherche de troubles de la repolarisation, comme un Printzmetal ou un Brugada. Les insuffisances coronaires avec décalage du segment ST sont d'abord recherchées par un test d'effort, une étude isotopique ou une coronographie. Le Holter est passé au second plan avec l'efficacité des autres méthodes d'investigation.
- Bilan et suivi d'un patient après mise en œuvre d'une thérapeutique rythmologique (pharmacologique, ablation, repos, rééducation, stent ou pontage, pace maker ou défibrillateur implantable, cardioversion...)

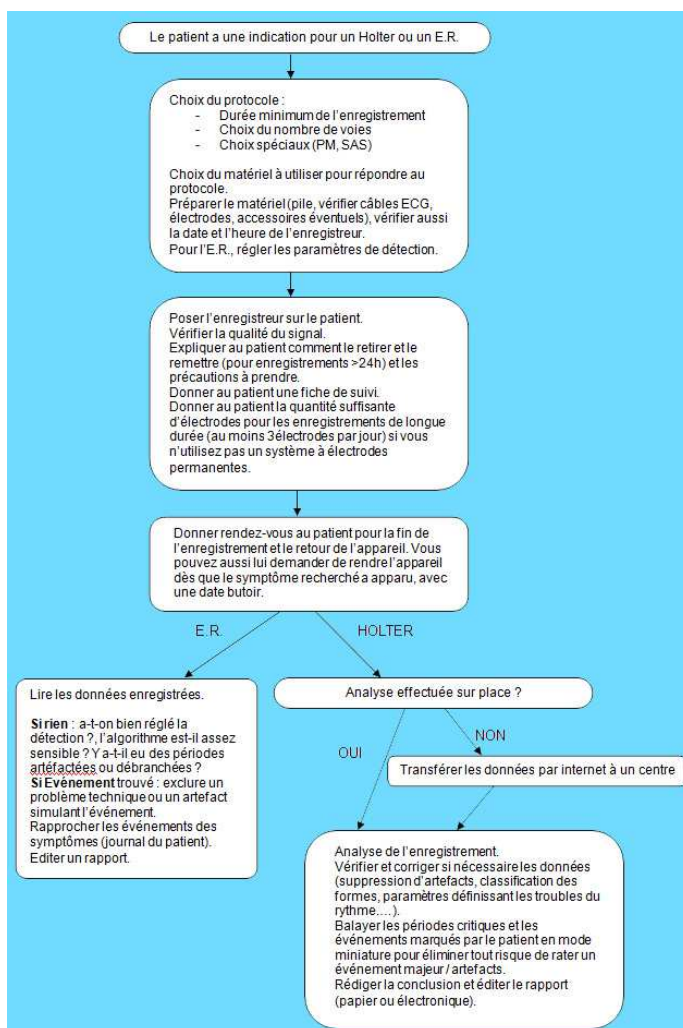
- Etudes pharmacologiques, pour quantifier l'effet d'un antiarythmique, ou vérifier l'absence d'effet arythmogène..
- Recherche de facteurs de risque de mort subite à partir du signal ECG, bien que les différents protocoles proposés ne soient pas entrés en pratique courante

•

Il existe bien d'autres indications dans le cadre de la recherche, de la médecine sportive, de la médecine du travail.. mais qui ne concernent pas les pathologies à proprement parler.

## 2/ MARCHÉ À SUIVRE POUR LA POSE D'UN HOLTER OU D'UN ENREGISTREUR D'ÉVÉNEMENTS

Le marché à suivre est identique pour le Holter comme pour les enregistreurs à boucle mémoire..



Le choix de la durée d'enregistrement et du nombre de voies est fonction de ce que l'on recherche. Pour un bilan ordinaire, deux voies et 24h sont suffisantes. Pour une recherche plus fine de l'origine d'une crise ou pour rechercher des signes d'ischémie (décalage de ST), il est préférable de disposer de 3 voies pour la localiser et de prévoir une durée d'enregistrement suffisante pour voir apparaître la crise. Le 12D est proposé sur certains enregistreurs soit à l'aide d'une vraie acquisition 12D (10 électrodes) soit en enregistrant 3 voies (de préférence en XYZ pour obtenir un vectocardiogramme) et en utilisant une décomposition redonnant sensiblement les 12 voies standard.

Soigner toujours la pose des électrodes afin d'obtenir un bon signal. Il est conseillé de choisir de bonnes électrodes et d'abraser légèrement la peau pour éliminer les cellules mortes superficielles qui conduisent mal. Le temps passé à cette opération sera largement récupéré lors de la lecture. Au retour, l'analyse est très simple sur l'E.E., puisqu'on a « juste » à lire les passages enregistrés, mais on peut parfois se retrouver bredouille sans comprendre pourquoi (mauvaise manipulation du patient, absence de symptôme) ou être perdu dans des milliers de faux positifs déclenchés par des artefacts qui trompent facilement le programme d'analyse automatique de l'enregistreur (figure 3 : fausse TV due à des artefacts). En Holter, et vu l'importance du diagnostic pour le patient (positif ou non), il est conseillé de procéder à une lecture soignée de l'enregistrement.

En dehors des corrections habituelles (retirer les faux positifs, vérifier la classification des formes de QRS, ajuster les seuils de détection des troubles du rythme..) il est important de

Un autre point important est de survoler les variations de formes du complexe QRST sur toute la durée de l'enregistrement. Si la lecture en mode de défilement superposé sur l'écran offre bien cette possibilité, elle demande beaucoup de temps. Une autre méthode rapide est celle du contourogramme : il attribue à chaque point du complexe une couleur fonction de son amplitude, avec tons chauds si positif, et tons froids si négatif. Toute anomalie de la repolarisation, de la conduction, de l'onde P... est mise en évidence. Une crise de FA, détectée généralement par l'algorithme de mesure d'instabilité des RR (Figure 1) apparaît ainsi comme un passage dans lequel les ondes P « s'éparpillent » (Figure 2).

En omettant les pièges propres aux cassettes, on retrouve toujours :

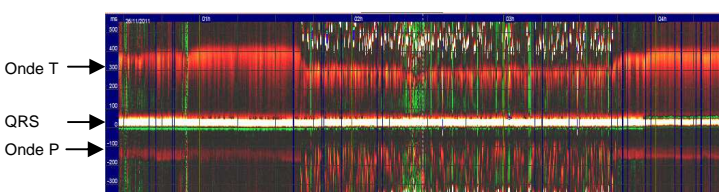
### 3/ LES PIEGES A EVITER

En omettant les pièges propres aux cassettes, on retrouve toujours :

- Les artefacts mimant des QRS, reconnus par l'utilisation des 2 pistes car ils n'apparaissent généralement que sur l'une d'entre elle. Pour les enregistrements effectués avec des électrodes combinées (3 électrodes pour 2 pistes par exemple), on peut voir un artefact identique sur les 2 pistes s'il provient de l'électrode commune : ceci permet de le distinguer d'un vrai QRS qui se projette différemment sur les 2 pistes. Comme exemple, nous donnons le cas d'une fausse FV (figure 3) créée par un artefact, dans lequel on devine l'existence de QRS.
- Les déconnexions (électrode ou rupture intermittente d'un câble ECG) qui simulent de fausses pauses (figure 4). Un examen attentif permet en général de déjouer ces cas, mais le mieux est d'observer la courbe des impédances des câbles ECG (si l'enregistreur le fait) qui accuse des valeurs élevées par moment (figure 5).
- Erreur d'heure ou de date, suite à une négligence de contrôle au départ.
- Inversion dans le sens de branchement des électrodes, donnant des QRS et des ondes P et T inversées ou du moins différentes.



**Figure 1 :** Découverte d'une première crise de FA paroxystique nocturne au 8<sup>ème</sup> jour d'enregistrement, bien visible sur les courbes de fréquence. L'algorithme de détection ajoute une ligne mauve pendant la crise (Holter Supplies). La prise en charge de cette FA méconnue – alors que cette patiente présentait des symptômes évocateurs – a été immédiate.



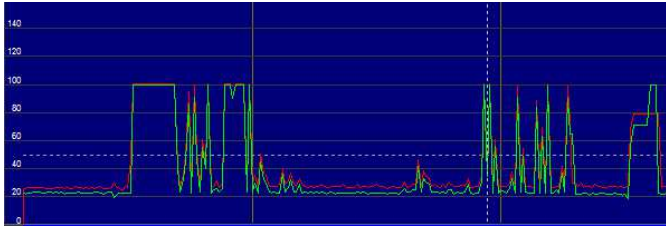
**Figure 2 :** Crise de FA mise en évidence avec le contourogramme: la petite bande rouge correspondant aux ondes P se transforme en un tapis multicolore pendant la crise. L'intervalle QT se raccourci et un petit décalage de ST (en vert) apparaît au maximum de fréquence.



**Figure 3 :** Signal artéfacté pouvant faire croire à la présence d'une fibrillation ventriculaire. Les labels placés à la partie supérieure indiquent la position des QRS dans ce bruit.



**Figure 4 :** Fausse pause causée par un mauvais contact d'électrode ou de câble.



**Figure 5 :** Mesure des impédances des connexions patient: pendant cette période montrant une grande instabilité. Lorsque le contact est bon, les courbes d'impédance (Rouge = voie A, verte = voie B) restent en dessous des pointillés.

#### 4/ HOLTER OU ENREGISTREUR D'ÉVÉNEMENTS ?

Vu globalement, les deux techniques paraissent identiques : les deux partent du signal ECG et extraient des échantillons correspondants aux passages anormaux.

En pratique, on doit distinguer les enregistreurs d'événements (E.E.) déclenchés par le patient (généralement en pressant un bouton) des E.E. à détection automatique.

Les premiers sont parfaits pour comprendre pourquoi le patient se plaint de symptômes rares : il appuie sur le bouton lorsqu'il ressent son symptôme et les quelques minutes précédant et suivant l'événement (avec une boucle mémoire) sont enregistrées. On note toutefois qu'on ne peut pas faire un bilan des événements asymptomatiques (non ressentis ou pendant le sommeil) et que l'événement enregistré n'est qu'un indicateur permettant d'orienter les recherches. Il est parfois suffisant pour prendre une décision thérapeutique.

Les seconds sont en principe bien plus intéressants car ils doivent détecter tous les événements, symptomatiques ou non. En pratique, on obtient un résultat semblable à celui d'un Holter enregistré sur la même durée et analysé automatiquement avec un algorithme plutôt simple, mais avec : beaucoup de faux positifs, des erreurs systématiques... et en final une lecture beaucoup plus longue qu'on pouvait espérer. A ce problème viennent s'ajouter plusieurs points qui vont frustrer le cardiologue averti :

- Prévoir à priori le nombre maximum d'événements à enregistrer par heure ou par jour : ainsi, en mettant 5 salves de TV/h, vous pourrez trouver 5 faux positifs dus aux artefacts lors d'un début d'effort... et risquez de rater une vraie TV qui apparaît ensuite !
- Régler à priori les seuils de déclenchement des troubles du rythme. Les valeurs par défaut ne sont pas toujours adaptées au patient concerné.
- Impossible de relancer une analyse en changeant les paramètres. Tout ce qui n'est pas détecté le restera.
- Impossible de détecter ou visualiser des données non traitées par l'enregistreur : anomalie de la repolarisation, QT allongé, décalage de ST, intervalle PR, bloc de branche...
- En cas de décollement partiel d'électrode, les artefacts peuvent conduire à saturer les mémoires, ou simplement inhiber l'analyse alors qu'un signal ECG reste visible : on aura alors des « zones aveugles » pendant lesquelles aucune pathologie ne sera détectée et donc enregistrée.
- Documentation souvent trop limitée sur une crise qui dure longtemps : on retrouve un échantillon au démarrage, un échantillon à la fin...parfois un peu plus... mais que s'est-il passé pendant l'heure où le patient a fait un Bouveret avec une FC à 230bpm ?

Malgré ces limitations, les E.E. à détection automatique se sont révélés très efficaces pour découvrir des pauses, symptomatiques ou non (bonne sensibilité et bonne spécificité).

Les E.E. implantables ont les mêmes limitations que les E.E. externes, avec l'avantage de ne pas être soumis aux aléas des électrodes, mais comme ils ne traitent qu'une seule voie ECG, les défauts de détection sont fréquents (par exemple

ESV à axe perpendiculaire à l'axe de mesure conduisant à une fausse pause) et la documentation ECG succincte.

L'enregistreur Holter stocke tout l'ECG sur sa mémoire. Le logiciel d'analyse fonctionne en général sur un ordinateur puissant, ce qui lui permet d'utiliser des algorithmes nettement plus performants que ceux d'un E.E., (limité du fait qu'il fonctionne en temps réel et qu'il ne doit pas occuper trop le processeur pour consommer peu).

L'accès aux Holter longues durées est possible aujourd'hui grâce à l'utilisation de mémoires de bonne taille, qui sont devenues d'usage courant.

La détection des événements est alors bien plus fiable et sans limitation, et le cardiologue pourra tout à loisir vérifier tout ce qu'il désire et lancer des compléments d'analyse (ST, PR, QT, contourogramme...) sur l'ensemble de l'enregistrement.

#### 5/ UN PEU DE TECHNIQUE

Comme tout le matériel médical, les systèmes Holter et enregistreurs d'événements doivent respecter de nombreuses normes afin d'obtenir le marquage CE qui assure une certaine qualité au niveau des performances, de la sécurité, dans les documents et les indications fournis à l'utilisateur.

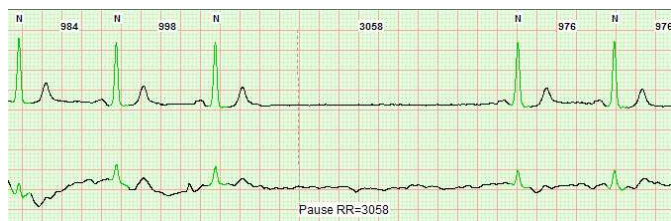
Les points importants dans le choix d'un appareil :

- La fréquence d'échantillonnage donne le nombre de points par seconde. 200 à 300Hz est suffisant pour assurer une bonne qualité. Une fréquence plus basse (128Hz) n'assurera pas une représentation fidèle du signal ECG. Lorsque le patient est porteur d'un stimulateur cardiaque, il est important d'en bien reconnaître les spikes afin de ne pas les confondre avec des QRS fins. Ce sont des impulsions de 0,3 à 1ms. On a deux façons de les reconnaître : soit un système placé dans l'enregistreur, soit en augmentant la fréquence d'échantillonnage pour une reconnaissance à postériori. La première solution pose le problème de vérification car, le plus souvent, le stimulateur sentinelle n'émet rien pendant la pose (???) et l'on ne peut ajuster la sensibilité du détecteur. Dans le deuxième cas, on enregistre tout le signal et le programme d'analyse, à la lecture, pourra reconnaître efficacement les spikes avec une sensibilité optimisée.
- La résolution en amplitude doit être élevée afin de ne pas gommer les petites ondes. Une résolution de 20 $\mu$ V à 30 $\mu$ V est imposée par les normes, mais une valeur plus faible assure une meilleure fidélité de restitution, en particulier pour l'onde P.
- La capacité mémoire fixe la durée maximale de l'enregistrement. Si le signal est comprimé, cette durée peut varier en fonction de la richesse du signal, ce qu'il vaut mieux éviter. Avec une fréquence d'échantillonnage de 250Hz et 2 voies, on obtient 43,2 Mégaoctets/jour avec 1 octet par échantillon. Dans le cas d'un Holter longue durée (>20 jours), on voit qu'on arrive rapidement à des tailles de l'ordre d'un Gigaoctet.
- Les enregistreurs sont autonomes et fonctionnent donc sur pile ou batterie. Une consommation réduite permet d'obtenir une longue autonomie, donc de faire des enregistrements longue durée, ou d'utiliser plusieurs dizaines de fois la même pile pour des enregistrements de 24h, ce qui réduit beaucoup votre budget pile !
- Un petit poids et une petite taille permettent de porter l'appareil en « médaillon » avec un tour du cou, plutôt qu'à la ceinture. Plus discret et plus facile à porter (jour et nuit), il permet aussi de réduire la longueur des câbles ECG et de diminuer certains parasites.
- La présence d'un écran de contrôle n'est pas imposée par les normes, mais est extrêmement pratique pour vérifier au départ la capacité de la pile, l'heure interne, la qualité du

recueil du signal ECG et ne pas pouvoir « rater » un enregistrement.

- La mesure de l'impédance des électrodes et des câbles n'est pas imposé par les normes, mais est pourtant d'une utilité majeure : en dehors du fait qu'elle permet de voir quand l'appareil a été porté et si les électrodes restent bien collées (et les câbles ne sont pas coupés de manière intermittente) elle renseigne le programme d'analyse pour qu'il évite de prendre en charge des artefacts créés par une électrode en l'air, ce qui permet de réduire considérablement les faux positifs.

Le logiciel de lecture doit présenter bien entendu le maximum de qualités avec une bonne ergonomie et des capacités à traiter au mieux le signal ECG pour des utilisateurs plus ou moins exigeants. Le fait de pouvoir traiter un Holter longue durée (quelques semaines) est un atout important, même si l'on en fait que rarement.



Vraie pause sinusale



Bradycardie physiologique chez un grand sportif : la fréquence cardiaque tombe à 32 bpm la nuit...



Démarrage d'une Tachycardie ventriculaire chez un jeune.

## 6/ TEMPS D'ANALYSE

On dit que le Holter est chronophage... En fait, si le signal est de bonne qualité (bonnes électrodes, bonne préparation de la peau, bon matériel et bon logiciel) une analyse de routine de 24h peut s'effectuer, pour un cardiologue ayant une bonne expérience, en environ 10 minutes. Ce temps s'allongera considérablement si le signal est de mauvaise qualité, et bien entendu si l'on trouve un événement majeur qui engage le pronostic vital du patient !

L'enregistrement de longue durée n'est pas encore considéré comme tel par la sécurité sociale, même s'il est dans les guide lines de dépistage de la FA. On peut toutefois l'assimiler à un (super) E.E. à 13€ environ par jour, ou admettre que l'on fait quelques holter de 24h. L'analyse d'un Holter longue durée est plus longue, en comptant environ 1 minute pour vérifier chaque jour supplémentaire.

Lorsqu'on souhaite dépister un événement particulier, on peut simplifier la recherche et gagner beaucoup de temps. Dans le

cas d'un dépistage de *fibrillation atriale paroxystique* ou de flutter, suite à un AVC, on peut simplement balayer les courbes de tendances pour chercher un tel épisode, et regarder les échantillons détectés par le programme d'analyse. Le contourogramme est aussi un excellent moyen de mettre en évidence la désynchronisation de l'onde P lors des crises de FA.

Les Neurologues commencent aujourd'hui à mettre en place de tels moyens d'investigation chez leur patients post AVC pour éviter au mieux les récurrences. Dès qu'une FA est détectée chez un patient, il est envoyé au cardiologue pour une prise charge complète.

## 7/ COMPLEMENTS

On peut compléter l'enregistreur par divers accessoires.

Le suivi de la pression artérielle (MAPA) peut se faire au cours d'un enregistrement Holter. Certains constructeurs proposent des systèmes combinés, mais cela n'apporte pas d'avantage essentiel autre que d'effectuer la récupération des données en une seule fois. L'inconvénient est que lorsqu'on est amené à faire juste le Holter ou la MAPA, ce qui est le cas le plus fréquent, on ne tient pas à utiliser ces combinés, plus encombrants que des appareils spécifiques.

La mesure du flux respiratoire permet de détecter un SAS. Si le capteur peut être ajouté facilement à l'enregistreur, c'est un atout très utile pour pouvoir décider si votre patient doit être pris en charge pour ses apnées du sommeil.

La mesure de la position de l'enregistreur, et donc du patient si il lui est fixé, permet de comprendre l'origine d'une syncope liée à une insuffisance vaso-sympathique (passage de la position couchée à la position debout). Elle permet aussi de voir dans quelle position le patient fait des apnées, le cas échéant : si cela n'arrive que lorsqu'il est couché sur le dos, on peut tout de suite proposer des moyens thérapeutiques très simples.

Les potentiels tardifs peuvent être extraits d'un Holter, à condition d'avoir choisi un câble 3 voies (XYZ) et une fréquence d'acquisition de 1000Hz. Même s'ils sont un peu « passé de mode », leur découverte garde une valeur pronostique majeure.

## 8/ QUE CHOISIR ?

Si vous devez vous équiper ou renouveler votre parc Holter, réfléchissez d'abord à ce que vous désirez faire :

- enregistrer juste quelques événements avec un E.R. en connaissant bien les limitations de cette technique,
- Holter 24h classique,
- mais peut-être aussi du Holter longue durée pour détecter les événements survenant rarement chez certains de vos patients.

Etudiez ensuite votre budget en sachant que les prix des enregistreurs sont dans une gamme de 1500 à 2000€ et les logiciels de lecture autour de 2500 à 3000€. On trouve des promos pour un kit comprenant 2 enregistreurs et un lecteur, configuration courante pour un cardiologue qui pose une dizaine de Holter par semaine. Cet investissement est amorti en 1 ou 2 ans.

Pour faire des Holter de 24h, le choix est très vaste (tous les fabricants), mais si vous désirez pouvoir poser de temps en temps un longue durée, le choix est bien plus réduit. Le plus performant est aujourd'hui Holter Supplies, présentant un enregistreur atteignant 22 jours, avec divers accessoires, et un logiciel pouvant gérer parfaitement les holter standard comme les longues durées, dans une gamme de prix habituelle.