

METHODES PRATIQUES POUR ANALYSER UN HOLTER

par Yves Faisandier v.1.1.A

pour Quick Reader version 2.00 et supérieure.

Poser un Holter est de plus en plus facile : appareils plus ergonomiques, moins d'électrodes, fiabilité élevée.. Il faut toutefois rester attentif au bon contact de la peau avec les électrodes qui seront choisies pour répondre aux exigences du Holter et informer le patient de ce qu'il ne peut et doit faire..

En revanche, la lecture du Holter reste un exercice délicat du fait qu'il existe de nombreux pièges. On peut bien entendu se contenter d'une analyse automatique avec impression d'un rapport. Cela marche honorablement quelques fois, mais s'avère le plus souvent insuffisant : nombre important de faux positifs, existence éventuelle de faux négatifs, documentation imprécise ou insuffisante sur les événements importants. L'arrivée des holter longue durée complique encore un peu la tâche. On assiste heureusement à l'émergence de logiciels plus efficaces pour traiter intelligemment cette immense masse de données.

Le but de cet article est de guider le holteriste souhaitant produire un compte rendu pertinent de son Holter sur les troubles du rythme et les troubles de conduction, avec un enregistrement classique 2 voies. Etant donné que l'on abordera le longue durée, il s'appliquera spécifiquement au logiciel Quick Reader® de Holter Supplies qui est capable de traiter jusqu'à 30 jours en une seule passe. La longue durée oblige en effet à gérer différemment la classification des formes de QRS. Les programmes classiques (1 à quelques jours) se retrouvent **saturés par la multitude de formes** liée aux aléas de l'enregistrement en particulier les artefacts simulant des QRS : un enregistrement de qualité honnête présente 100 à 400 artefacts de ce type par 24h, soit 2 à 8000 pour 20 jours, une quantité rédhitoire pour effectuer une reclassification unitaire manuelle.

Cet article ne cherche pas à remplacer pas le manuel présent dans Quick Reader (icône « ? ») qui reste la référence pour connaître toutes ses fonctionnalités. Nous vous invitons donc à le lire si nécessaire.

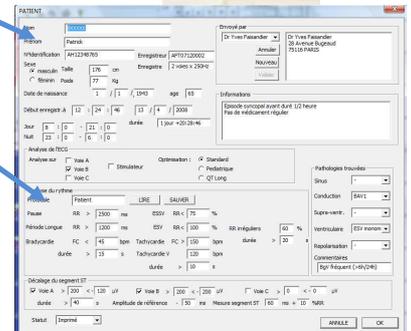
Le **terme METHODES est mis au pluriel** car on doit choisir la méthode la plus adaptée aux différents cas : selon la qualité (excellente à ... franchement mauvaise) ou selon la durée (24h à 20 jours), ou encore selon la recherche effectuée : on utilise ainsi beaucoup le longue durée pour chercher de la FA ou du flutter, et certains passages obligés pour le Holter complet seront éventuellement omis pour satisfaire une exigence de rentabilité.

ETAPES

Après l'enregistrement, on arrête l'enregistreur et on le branche sur le PC par l'USB. On transfère alors les fichiers sur celui-ci, après avoir complété les données administratives du patient, les références du correspondant éventuel ainsi que les indications du Holter. Si le firmware de votre enregistreur est =>1.3A, vous pourrez retrouver le nom du patient introduit lors de la pose.



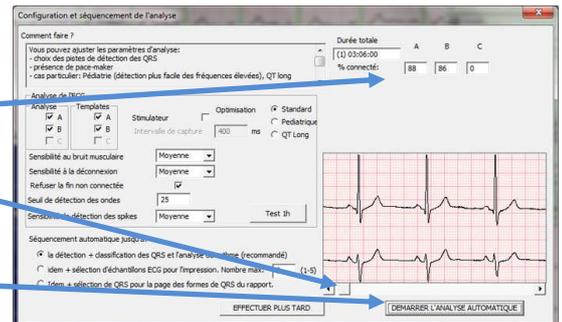
Les paramètres généraux d'analyse et de rythme peuvent être présélectionnés dans certain cas (pédiatrie, QT long...) mais pourront être corrigés ensuite en fonction des résultats. On arrive alors à une boîte de dialogue qui définit les conditions d'analyse.



ANALYSE D'UN HOLTER D'EXCELLENTE QUALITE

Un Holter ayant un bon signal sur les 2 pistes s'obtient seulement lorsqu'on a bien posé les électrodes.

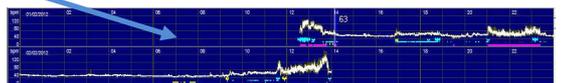
Le pourcentage de connexion des pistes A et B est proche de 100%.



On apprécie la qualité en faisant défiler rapidement l'ECG dans la boîte d'affichage.

On peut alors lancer l'**analyse automatique** avec les valeurs par défaut.

On obtient rapidement le tracé des **courbes de tendance** de la Fréquence Cardiaque et les icônes relatives aux pathologies. Le faible nombre d'artefacts est mis en évidence par la quasi absence de faux positifs dans la **liste d'échantillons** placés à droite, que l'on fait défiler 10/10 <<x10 10x>>, avec ou sans sélection de pathologie.



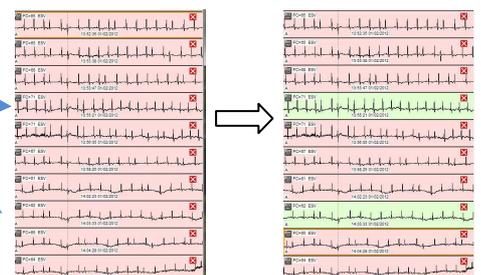
Courbes de tendances de la fréquence cardiaque. Chaque bande horizontale représente une journée de 0h à 24h L'échelle 0-200bpm est ajustable.

En sélectionnant une pathologie, on obtient des échantillons homogènes et les faux positifs sont facilement détectés et éliminés.



La liste des pathologies donne le nombre de cas détectés pour chaque trouble du rythme. Une étoile rappelle que la pathologie existe. Si on sélectionne une pathologie, la liste d'échantillons est immédiatement mise à jour avec cette pathologie et seules ses icônes restent colorées et actives sur les tendances.

On profite de cette liste pour sélectionner les échantillons les plus pertinents pour le rapport en cliquant sur l'icône . Le fond des échantillons sélectionnés pour l'impression est vert.



Visualisation des échantillons selon une pathologie sélectionnée (ici ESSV). Insertions des plus pertinents dans le rapport en cliquant sur l'icône imprimante.

Les faux positifs seront effacés en cliquant sur la croix rouge de l'échantillon. On peut aussi cliquer sur les icones et vérifier leur vraisemblance. La définition des icones est donnée dans le guide accessible en cliquant sur « ? » au chapitre Exploiter les résultats :

Icones:

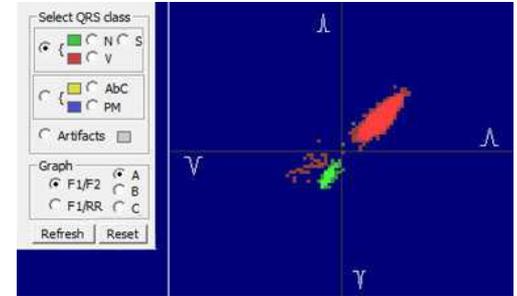
Événements non soutenus:

- ESSV Doublet SV Salve SV (3 QRS ou plus)
- ESV Doublet V Salve V (3 QRS ou plus)
- Période longue Pause

Événements soutenus (3 lignes distinctes):

- Bradycardie Tachycardie SV Tachycardie V
- Bigéminisme et trigéminisme SV Bigéminisme et trigéminisme V
- Instabilité des RR Événement créé par l'opérateur

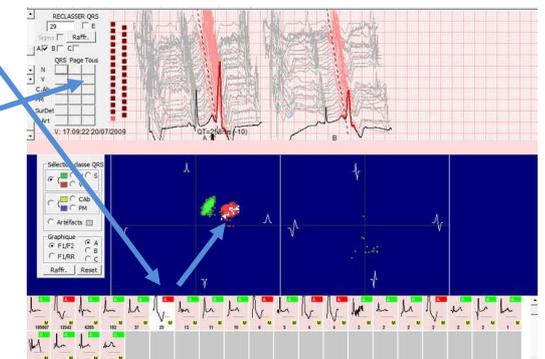
Un coup d'œil aux **formes de QRS** (icône ) permet de vérifier la propreté du tracé, avec des nuages de points aux contours nets et peu de points éparpillés. On vérifie alors que les nuages correspondent à la classification souhaitée avec en vert les QRS supra ventriculaires (SV), en rouge les QRS ventriculaires (V).



Nuages de points : chaque point représente un QRS dont la position est définie selon sa finesse. Les QRS fins se rapprochent de l'axe vertical, les QRS larges de l'axe horizontal. Leur amplitude est d'autant plus élevée qu'ils s'éloignent du centre.

On peut être amené à corriger certains cas : par exemple nuage mal différencié du nuage principal et conduisant alors à une classification en SV.

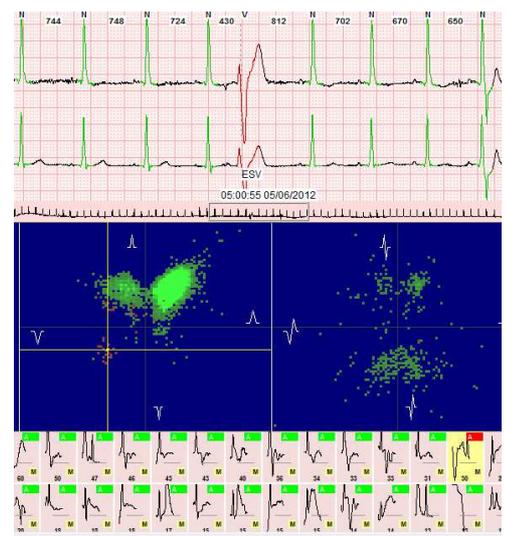
On peut alors soit cliquer sur la ou les familles, ce qui fait surluminer les points correspondant sur le nuage de point et permet une reclassification à l'aide du panneau de reclassification (Tous/N ou V), soit afficher les nuages de points sur la piste B (bouton radio « B » dans le panneau de gauche) qui permettent alors de mieux différencier le nuage en question. En draguant ce nuage avec la souris, on récupère tous les QRS en 3D et on les **reclasse** en 1 seule fois. Le cas échéant, on peut être amené à reclasser des QRS en « Conduction aberrante ». Ils seront alors traités comme des SV au niveau rythme mais seront quantifiés dans la page des formes de QRS.



En cliquant sur une famille, on voit les points relatifs à ses QRS s'illuminer dans le nuage de points. Ces QRS apparaissent également en ECG 3D. On peut ainsi reclasser globalement une famille (colonne « Tous ») ou certains qui seraient mal classés (colonne QRS).

Accès à un QRS mal classé à partir de l'ECG 25mm/s.

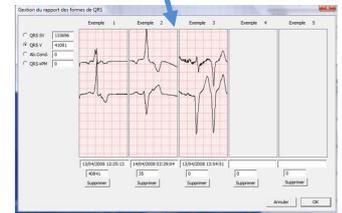
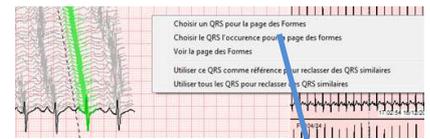
Lorsqu'on tombe sur un QRS mal classé dans l'ECG, on peut bien entendu le reclasser localement... mais on risque d'avoir à répéter l'opération des dizaines de fois si d'autres QRS de formes voisines existent. Il est plus intéressant de demander « Voir classification » dans le menu contextuel des labels. On se retrouve alors dans l'écran de classification avec une indication de la position du point représentant le QRS. Il est facile alors de trouver autour de ce points d'autres cas, de les draguer (avec éventuellement la fonction sigma) et de les reclasser tous d'un coup.



Après avoir demandé « Voir classification » sur le QRS ventriculaire, on retrouve les nuages de points avec un viseur (lignes jaunes) sur le point correspondant (sur B le cas échéant). On retrouve donc les QRS de formes voisines, ce qui permet, si c'est nécessaire, de les reclasser en une seule fois. Ici, le QRS appartient à une famille qui est surluminée en jaune.

On peut utiliser cette écran pour effacer les (rares) artefacts qui apparaissent sous forme de points éparpillés : on drague ces points par zone (pour en recueillir quelques dizaines à chaque fois), on vérifie l'absence de complexes QRS critiques (comme *un V présent dans une salve qu'il ne faut surtout pas effacer*), et l'on classe tout en artefact.

On profite de cette étape pour **sélectionner les formes de QRS** les plus typiques à mettre dans le rapport : SV, V et autre (bouton droit dans l'ECG 3D, « Choisir un QRS pour la page de forme ». Le nombre de QRS de chaque type est imprimé ce qui permet d'apprécier leur répartition globale.



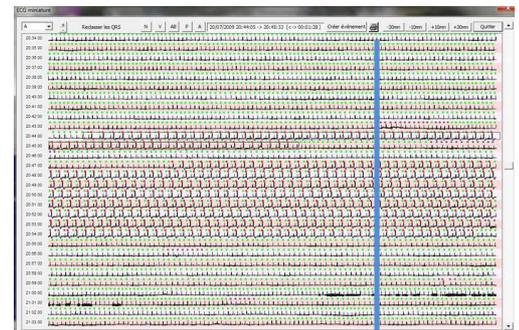
Sélectionner les QRS les plus typiques pour remplir la page de formes de QRS du rapport.

Retour sur les **courbes de tendances** :  afin de vérifier la détection des pathologies. On peut être amené à corriger les paramètres de rythme dans la boîte d'identification patient. Sensibilité aux prématurités SV (en % avec une valeur de temps de couplage maximum), seuil de tachy ou bradycardie (sportif qui bat la nuit à 30 bpm), etc...

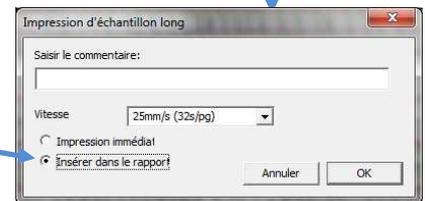
Le **zoom**  de la courbe de tendance de fréquence cardiaque permet d'explorer précisément des passages, autour du temps du curseur (rafraîchi en cliquant avec le bouton gauche sur la courbe de FC ou une icône).

Deux échantillons sont sélectionnés automatiquement par le programme : la fréquence maximum et la fréquence cardiaque minimum. On les voit en les sélectionnant en bas de la liste des pathologies. Si le passage a été mal détecté (artefact), on peut le refuser en appuyant sur la touche Supprimer. Le programme cherche alors un autre passage de fréquence maximum ou minimum.

Si une crise importante durant quelques minutes doit être intégrée au rapport, il faut aller dans le miniature , draguer largement la période de la crise et cliquer sur l'icône imprimante. Le choix d'une vitesse réduite (6,25mm/s) permet d'imprimer une crise de 8 minutes de durée.

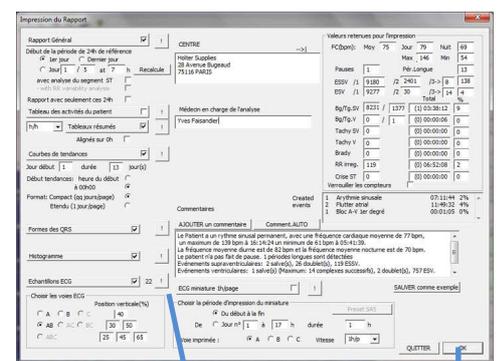


Intégrer une crise de plusieurs minutes dans le rapport final.



On accède enfin à la boîte de sélection du **rapport** :

- on choisit la **période de 24h de référence**, qui s'affiche dans la 1^{ère} page et sert au calcul des histogrammes de RR.
- on sélectionne les items que l'on veut imprimer : **Rapport général**, **Tableau des activités du patient**, **Tableaux résumés h/h ou 24h/24h**, **courbes de tendances** (plusieurs formats possibles), **Formes des QRS**, **Histogramme des RR**, **Echantillons ECG** et **ECG miniature**. Bien entendu, il ne faut pas oublier de mettre des données dans les cas des Pages de formes des QRS ou Activités du patient, Echantillons....



Impression sélective

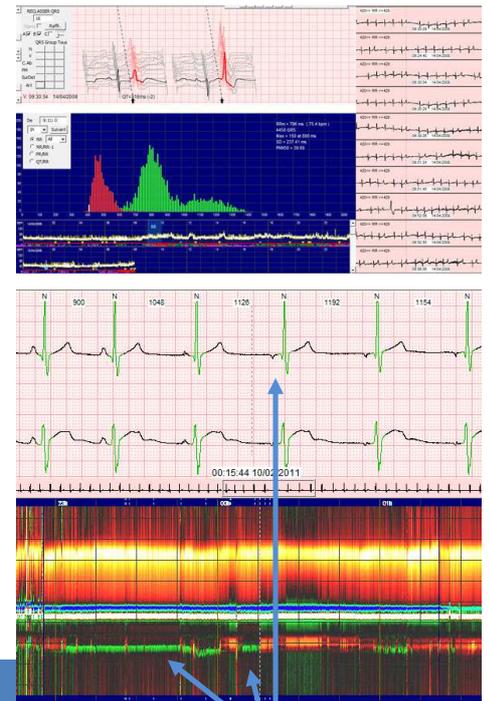
Impression globale

- On appelle le **commentaire automatique**, qui remplit le cadre destiné aux commentaires. On corrige et complète ce texte brut afin de rendre une conclusion personnalisée.
- On lance l'impression globale (OK) ou d'une page particulière (bouton « ! » situé au niveau de chaque item).

On pourra bien entendu compléter ces étapes par une exploration de :

- **l'histogramme des RR**, avec, par exemple, la mise en évidence du RR minimum et du RR maximum.
- **Le contourogramme** pour découvrir les variations de forme du QRS, les variations de l'intervalle PR, les changements de la repolarisation ou du segment ST, des inversions de l'onde P.

.. et de bien d'autres analyses en fonction du cas clinique étudié : variabilité sinusale, intervalles PR et QT...



Contourogramme montrant quelques inversions d'ondes P.

ANALYSE D'UN HOLTER DE QUALITE MOYENNE

Plusieurs éléments peuvent altérer la qualité d'un holter :

- Le patient : un micro-voltage, une peau grasse ou une forte sudation qui gêne l'adhérence des électrodes, des muscles hypertrophiés à proximité des électrodes...
- Des sources de parasites : téléphone portable porté à proximité des électrodes, un appareil ménager mal antiparasité, un tricot de corps créant des décharges électrostatiques, un pull over de laine par temps sec...
- Des électrodes de qualité médiocre, produisant des signaux sous l'effet de la moindre pression.
- Des défauts de connexion liés à des ruptures de câbles ou des connexions oxydées, ou sales.



Plus le signal est petit et parasité, plus l'algorithme de détection des QRS peine à s'y retrouver, amenant un risque de sur ou sous détection important.

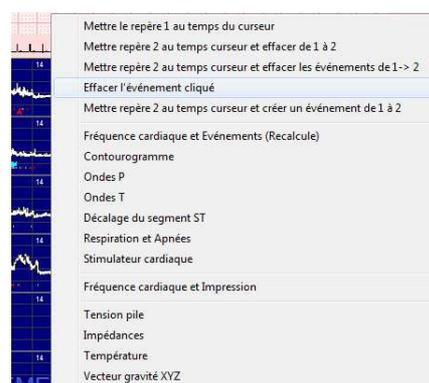
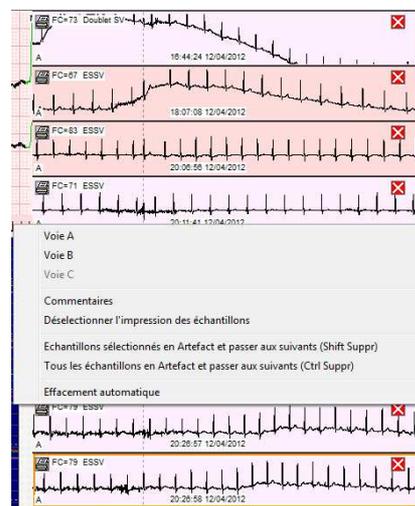


Les courbes d'impédance permettent d'apprécier l'observance et mettent en évidence les périodes de déconnexions d'une ou plusieurs électrodes. Les valeurs doivent rester en dessous du seuil (pointillés) pour que les signaux soient pris en compte dans l'analyse. Ce seuil est réglable.

En final, malgré une recherche soignée pour placer le mieux possible les électrodes, on se retrouve avec un fichier de qualité moyenne, présentant un mauvais rapport signal bruit qui oblige à passer par une étape de « **nettoyage** »

Quick Reader propose de nombreux moyens pour effectuer le nettoyage :

- Soit en **effaçant les échantillons** représentant des faux positifs. La liste des échantillons propose pour cela des moyens de sélectionner rapidement ceux-ci parmi les 10 présentés et de les effacer en une seule commande (click droit -> menu contextuel -> Echantillons sélectionnés en artefact et passer aux suivants + le raccourci <Shift Supprime>) puis de voir les 10 suivants, ou aussi Effacer tous les échantillons et passer aux suivants + raccourci <CTRL Supprime>. Cette technique permet de vérifier que l'on efface rien d'important... mais n'est pas très rapide puis qu'on n'efface au maximum que 10 échantillons à la fois.
- On peut procéder de même après une **sélection par pathologie**. Certaines comme les doublets SV sont très souvent associées à des artefacts et cette sélection permet d'aller plus vite.
- Dans les courbes de tendances, on peut effacer toutes ou certains événements d'une heure donnée à une autre. On met le curseur de temps au début de la période à effacer (clic gauche sur courbes de tendances), on met à jour le repère 1 par la commande clic droit et « Mettre le repère 1 au temps du curseur », puis on met le curseur sur la fin de la période à effacer (clic gauche) puis clic droit et « Mettre repère 2 au temps du curseur et **effacer les événements de 1-> 2** ». Si une pathologie est sélectionnée dans la liste des pathologies, seule cette pathologie sera effacée.
- Il existe un outil d'« **effacement automatique** » basé sur l'analyse des périodes. Il est proposé dans le menu contextuel des échantillons (voir ci-dessus). On peut effacer toutes les PL ou toutes les pauses, celles qui sont comprises dans un intervalle de temps donné et effacer des QRS de type interpolés, dont le total des 2 périodes associés est égal à la période moyenne.
- **L'histogramme des RR** propose de draguer les périodes de faible valeurs... et de les effacer.



- **Les nuages de points** sont probablement le moyen le plus efficace de faire un ménage de bonne qualité assez rapidement. Comme les artefacts sont le plus souvent des formes aléatoires, la position des points les représentant est dispersée. En draguant ces zones de « ciel étoilé » et en vérifiant l'absence de QRS critiques sur l'ECG 3D, on reclassé ceux d'une « page » de 30 complexe ou « Tous » en artefact. Si l'on est près de vrai nuages, il peut être nécessaire d'utiliser la fonction Sigma » (rassemble les QRS trouvés jusqu'à un maximum de 30 formes) pour rassembler les bons QRS dans des familles et éviter de les effacer.

Ne pas oublier que certains artefacts et vrai QRS peuvent n'être détectés que **sur la piste B** et qu'un nettoyage après avoir sélectionné « B » s'avère souvent nécessaire.

Enfin l'usage du masque des familles validées peut faciliter ce nettoyage (voir chapitre suivant).

Chacun définira sa méthode de nettoyage, mais le plus rapide et le plus sûr est en général d'utiliser les nuages de points (A et B) puis finir en effaçant les échantillons sur détectés.

Après cette étape, on peut finaliser l'analyse Holter comme dans le cas d'un signal excellent.



ANALYSE D'UN HOLTER DE MAUVAISE QUALITE

On se trouve parfois devant des situations inextricables avec des artefacts 30 à 50% du temps.

Le nettoyage tel que présenté dans le chapitre précédent est inapplicable car les nuages sont entourés d'un « ciel étoilé » presque aussi dense qu'eux.

Dans ce cas, il reste une solution rapide et en général efficace : le **masquage des familles**.

Principe : les familles de QRS sont créées lorsqu'une nouvelle forme apparaît. Si le nombre de formes différentes devient important, Quick Reader applique régulièrement un « nettoyage » de ses familles en éliminant celle dont l'occurrence est la plus faible (1 en général) et les plus anciennes. Eliminer ne veut pas dire dans ce cas effacer : les QRS restent mais ne sont plus classés dans une famille. On se retrouve donc avec des familles de QRS correspondant à des formes de QRS répétitives et Quick Reader les affiche par occurrence décroissante.

La première étape est de **valider ces familles** car on peut y trouver des artefacts répétitifs capables de fonder une famille... On passe donc en revue ces familles en cliquant dessus, en regardant l'ECG 3D, et en les reclassant « Tous » en Artefact si c'est le cas. On obtient alors des lignes de familles validées.

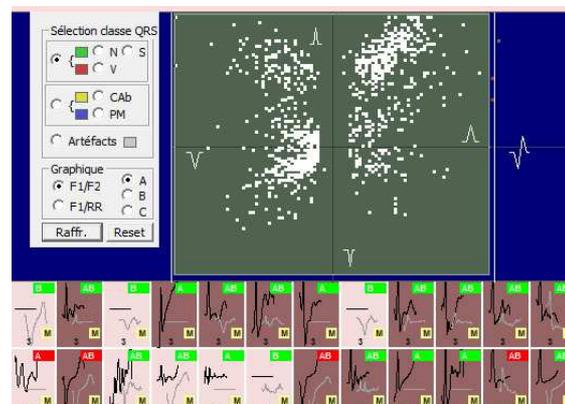
Le nettoyage consiste alors à supprimer tous (ou presque) les QRS qui ne sont pas dans les familles.

Pour cela, on commence par « **Masquer** » les familles validées : on clique sur le « M » de la première, puis on appuie sur la touche Shift pendant qu'on clique sur le « M » de la dernière : toutes les familles deviennent marron et les nuages de points sont délestés de tous les points correspondants.

On drague alors les points qui restent dans le graphique de points et on les reclasse en Artefacts. On peut bien sûr essayer de sauver que milliers de bons QRS à ce moment en évitant les nuages très denses, mais ce qui compte surtout, c'est d'éviter de jeter des complexes appartenant à un événement grave...

En finale, on démasque toutes les familles (bouton RESET dans le panneau de gauche) et on retourne aux courbes de tendances qui sont devenues, en principe, très propres.

On retourne alors au premier chapitre pour terminer le travail.



On masque toutes les familles valides (en marron), puis on drague tous les points restants dans le graphique pour les reclasser « tous » en artefact.



Les QRS restant permettent de récupérer une courbe de fréquence très propre malgré la qualité déplorable du signal.

RECHERCHE D'UNE PATHOLOGIE PARTICULIERE

Si l'on recherche une pathologie particulière, comme de la FA, il n'est pas utile d'effectuer une analyse de Holter classique.

On recherche simplement sur la courbe de tendance des **passages en FA** en général très caractéristiques et reconnus par l'analyseur sous forme de lignes mauves. On peut également les retrouver à l'aide du contourgramme qui montre des passages où la ligne rouge correspondant à l'oreillette est remplacée par un tapis multicolore.

On se contente alors de **valider ces crises** et de sélectionner des échantillons ECG pour les documenter au mieux.

Bien entendu, si une autre pathologie est découverte par la même occasion, il est bon de le signaler !