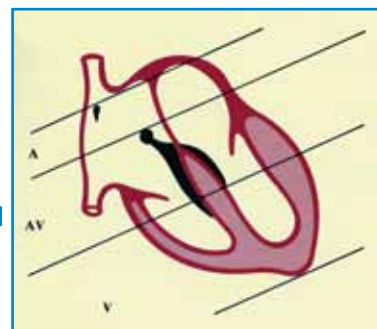


L'E.C.G. pour les nuls

Yannick GOTTWALLES



6 - Conduction, quand tu nous tiens

Les troubles de la conduction cardiaque concernent par définition le tissu nodal cardiaque. Il peut être défini comme l'ensemble du système électrique du cœur, comportant un générateur d'influx auquel est fixé un ensemble de structures conductrices permettant l'acheminement du courant électrique aux cellules myocardiques. La comparaison avec une pile accrochée à quelques fils électriques est aisée, et ce rapprochement permet de souvent comprendre la physiopathologie des troubles conductifs.

Les troubles conductifs sont à distinguer des troubles du rythme, bien qu'un trouble de la conduction interfère forcément sur le rythme cardiaque. Le rythme cardiaque découle de la conduction mais également de l'ensemble de l'automatisme spontané des composants du cœur. Les troubles du rythme ont été analysés dans le 5^e module (*Urg Prat 2008 ; 91 : 53-59*). Un élément essentiel reste l'onde P : toute onde P doit être suivie d'un QRS, et chaque QRS doit être suivie d'une onde P. Dans le cas inverse, il y a très fréquemment un trouble de la conduction.

DE QUOI RÉSULTE UN TROUBLE DE LA CONDUCTION ?

- Chaque cellule composant un tissu est douée de propriétés conductrices, qu'il s'agisse d'un tissu, d'un nœud, d'un faisceau, d'une fibre, ou d'une cellule isolée ;
- Chaque déflexion du QRS est la caractéristique projetée en surface du tissu sous-jacent qu'elle représente ;
- Chaque déflexion du QRS est donc le reflet des caractéristiques conductrices des cellules sous-jacentes, ce qui peut

être mesuré par la durée de la déflexion. Par conséquent, tout allongement d'une durée est le signe d'une pathologie de la conduction, que celle-ci soit organique ou fonctionnelle ;

- Une pathologie de la conduction va soit ralentir l'influx nerveux dans une structure donnée, soit bloquer son passage ;
- Chaque étage du tissu nodal peut être atteint d'un trouble de la conduction et peut donner une pathologie de la conduction propre ;
- Le fait de connaître l'origine de la vascularisation des structures permet d'expliquer que les troubles conductifs sont plus fréquents lors des infarctus de localisation inférieure (*sur occlusion de la coronaire droite*), ou de localisation latérale (*sur occlusion de la circonflexe*), et ne surviennent qu'exceptionnellement voire jamais sur les infarctus antérieurs (*sur occlusion de l'interventriculaire antérieur* ; cette dernière ne participe pas dans les conditions anatomiques habituelles à la vascularisation de ces structures).

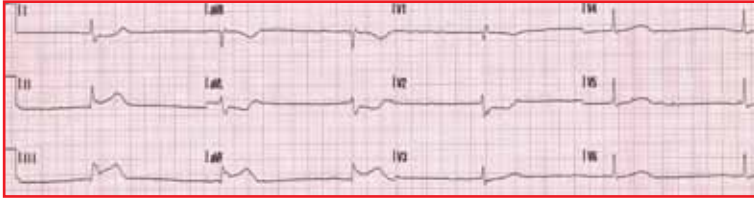
Les différents constituants du tissu nodal sont décrits dans le tableau 1.

Tableau 1.

Système de production et de conduction de l'excitation		
Tissu nodal	Fonction	Remarques
Nœud sinusal (NS) ou sino-auriculaire ou de Keith et Flack	Centre physiologique de formation de l'excitation ou pace maker naturel	Vascularisation : Artère du nœud sinusal provenant dans 50% des cas de coronaire droite, dans 20% de la circonflexe, dans 30% des deux
Nœud auriculo-ventriculaire (NAV) ou d'Aschoff-Tawara	Transmission de l'influx de l'oreillette vers le faisceau de His	Vascularisation : Artère du nœud auriculo-ventriculaire provenant dans 90% des cas de la coronaire droite, dans 10% de la circonflexe.
Faisceau de His	Transmission de l'excitation du NAV vers les branches de Tawara	
Branches de Tawara ou branches du faisceau de His	Conduction de l'influx jusque dans le myocarde	Se subdivisent : - en branche droite et - en branche gauche, elle-même donnant une branche postéro-inférieure et une branche antéro-supérieure
Réseau de fibres de Purkinjé	Conduction de l'influx de cellules à cellules	

LES DIFFÉRENTS TROUBLES DE LA CONDUCTION

En cas de ralentissement de l'influx, les mesures des durées seront allongées. En cas de blocage, le tissu nodal de l'étage sous-jacent pourra prendre le relais si nécessaire afin de préserver une activité hémodynamique suffisante (*schéma et article Urg Prat 2008 ; 91 : 53 – 59*).



Échappement ventriculaire sur SCA ST+ inférieur avec miroir latéral haut.

Le tableau 2 indique les différentes pathologies possibles en fonction des étages concernés.

	Blocage	Ralentissement
NS	Échappement atrial	BAV du 1 ^e degré, BAV du 2 ^e degré, BAV du 3 ^e degré
NAV	Échappement jonctionnel	
His	Échappement ventriculaire	
Branches	Blocs de branche droit, gauche, hémiblocs,	

Tableau 2.

1. LES BLOCS SINO-ATRIAUX (BSA) :

Ils sont souvent difficiles à diagnostiquer sur des enregistrements automatisés. Un enregistrement long, de 20 à 30 secondes voire plus est nécessaire. La principale caractéristique ECG reste une pause sans onde P. Cette pause peut être irrégulière (*BSA type Wenckebach*), ou régulière (*BSA type Mobitz*) avec une durée de la pause équivalente exactement à 2 fois l'intervalle PP normal.

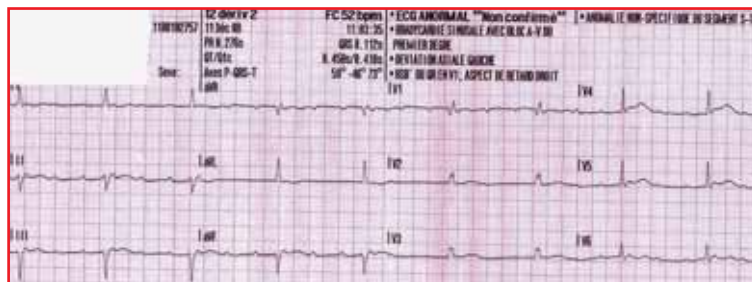
2. LES BLOCS AURICULO-VENTRICULAIRES (BAV) :

A. Le BAV du 1^{er} degré

Il y a un retard de la conduction auriculo-ventriculaire. L'espace PR est allongé, au-delà de 0,20 seconde soit plus d'un grand carreau.



Rythme sinusal, BAV du 1^{er} degré avec PR de l'ordre de 0,30 seconde.



Le tracé est trop court pour pouvoir affirmer avec certitude le diagnostic ; les ondes P sont visibles, bien sur-nu-mériques par rapport aux QRS, avec au moins 2 ondes P entre chaque QRS ; on peut supposer qu'il s'agisse d'un BAV de type 2/1 avec PR allongé, mais en mesurant plus finement, on s'aperçoit que les intervalles RR ne sont pas fixes, ce qui par définition est contradictoire ; donc il doit y avoir une onde P supplémentaire, non visible, incluse dans les QRS, et dans ce cas, les espaces RR sont constants ; il s'agit donc soit d'un BAV du 2e degré de type 3/1 avec un PR allongé lorsque l'onde P conduit, soit d'un BAV du 3e degré, dont la fréquence auriculaire est proche de trois fois la fréquence ventriculaire – il est amusant de noter l'interprétation automatique de l'enregistreur, car si l'hémibloc antérieur est bien reconnu, pour le rythme sinusal, on repassera ...

B. Les BAV du 2^e degré

Il y a une interruption intermittente de la conduction au niveau du NAV, certaines ondes P ne sont pas suivies de QRS.

On distingue :

- Le BAV du 2^e degré de type Mobitz I ou de Lucciani-Wenckebach
 - allongement progressif de l'espace PR jusqu'à l'obtention d'une onde P bloquée, puis reprise d'une séquence identique
- type Mobitz II
 - survenue inopinée d'une onde P bloquée
- BAV II de type 2/1 (ou 3/1, ...)
- Seule une contraction atriale sur 2 (ou 3) sera transmise aux ventricules, c'est le rapport entre les ondes P et les QRS qui dénomme le type de BAV

C. Le BAV du 3^e degré

La liaison entre oreillettes et ventricules a totalement disparu, aucune onde P ne peut être relié à un complexe QRS de façon logique. On distingue un rythme auriculaire propre et un rythme ventriculaire. La forme des QRS peut varier en fonction de la localisation et du siège du nouveau pace maker ventriculaire ; plus ce dernier sera bas situé, plus le QRS sera élargi et lent, mais toujours régulier.

D. Comment reconnaître et comprendre les BAV ?

Il suffit de s'imaginer deux piles A et V reliées par un fil électrique. Progressivement, nous allons penser à un ralentissement croissant de la conduction dans le fil électrique.

1. le fil électrique est « étiré », la conduction est ralentie, mais constante, le PR s'est allongé, c'est le BAV du 1^{er} degré ;
2. le fil électrique « s'épuise au fur et à mesure qu'il chauffe » en conduisant l'électricité, le PR s'allonge progressivement pour se bloquer après une certaine séquence, et le système, pour refroidir, se remet à zéro avant de repartir dans la même séquence, c'est le BAV du 2^e degré de type Mobitz I ou Lucciani-Wenckebach ;
3. le fil électrique est saturé par moments et bloque, l'onde P n'est plus suivie d'un QRS, c'est le BAV du 2^e degré de type Mobitz II ;
4. la saturation progresse, les blocages également, une fois sur deux, voire plus, c'est le BAV du 2^e degré de type 2/1 ou plus ;
5. enfin, le fil entre les deux piles « est grillé », et chaque pile fonctionne séparément, c'est le BAV du 3^e degré.

La présence d'une onde P, la régularité de celle-ci, le rapport entre le nombre d'ondes P et le nombre d'ondes QRS permet de progresser dans l'approche simplifiée de l'électrocardiogramme.

Toute onde P devant être suivie d'un QRS, P = QRS est la situation normale. Le rythme est alors soit sinusal, soit avec un allongement du PR, donc en BAV du 1^{er} degré.

S'il y a plus de QRS que d'ondes P visibles, il ne peut s'agir que d'un échappement dont le niveau reste à déterminer.

S'il existe des ondes P en surnombre par rapport aux QRS, nous sommes forcément dans les BAV des 2^e ou 3^e degrés.

L'absence d'onde P fera rechercher la régularité du rythme. En cas de rythme régulier sans onde P, ce sera un BAV du 3^e degré (ou un rythme d'échappement ventriculaire). En cas de rythme irrégulier, nous serons en présence d'un trouble du rythme type fibrillation auriculaire, flutter, tachycardie atriale, ...

Le tableau ci-dessous résume ces éléments.

Onde P	Rapport P / QRS	Diagnostic possibles
Présente	P = QRS	Rythme sinusal normal BAV du 1 ^{er} degré
	P < QRS	Échappement
	P > QRS	BAV du 2 ^e degré, Mobitz I, Mobitz II, de type 2/1, BAV du 3 ^e degré
Absente	Pouls régulier	BAV du 3 ^e degré

3. LES BLOCS DE BRANCHE :

Ils ont été analysés dans le 3^e volume de l'ECG pour les nuls (Urg Prat 2008 ; 88 : 53-56). Pour mémoire, on distingue ;

- le bloc de branche droit : aspect typique de VI en M, ou en oreilles de lapin, avec diagnostic possible d'infarctus, d'hypertrophie ventriculaire, ..
- le bloc de branche gauche : QRS élargi, pas d'onde R en VI, aspect M en V5-V6 ;
- l'hémibloc antérieur gauche ou antéro-supérieur (HBAG) : DII négatif ;
- l'hémibloc postérieur gauche ou postéro-inférieur (HBPG) : DI négatif ;
- les associations ;
- BBD + HBAG : M en VI et DII négatif, 5% évolueront vers un BAV III ;
- BBD + HBPG : M en VI et DI négatif : 70% évolueront vers un BAV III ;

Bien entendu, BAV et Blocs de branche peuvent s'associer.

LES TRAITEMENTS DES TROUBLES CONDUCTIFS

Le traitement étiologique reste essentiel, mais l'évolution naturelle du tissu nodal et son vieillissement impliquent l'utilisation de stimulateurs cardiaques de suppléance. Après avoir traitées les causes métaboliques, et les causes iatrogènes de troubles conductifs, l'implantation de pace makers artificiels est nécessaire.

LES CARACTÉRISTIQUES D'UN STIMULATEUR CARDIAQUE

Ils sont une nomenclature internationale comportant 3 lettres + 1 lettre qui les définissent. Les 3 premières lettres caractérisent le stimulateur, la quatrième et dernière lettre indique son mode de programmation. La 1^{ère} lettre correspond à la chambre stimulée, la 2^e lettre correspond la chambre écoutée, la 3^e lettre indique la réponse à l'écoute. Il s'agit de A pour auriculaire, V pour ventriculaire, et D pour double cavité. La 4^e et dernière lettre est utilisée pour qualifier les modes de programmation, avec I lorsqu'il s'agit d'une inhibition, et R (*rate modulation*) pour une programmation respectant les accélérations de la fréquence cardiaque notamment nécessaire lors des efforts physiques.

CES STIMULATEURS PEUVENT ÊTRE SOIT :

- **Monochambre** : une seule chambre est écoutée (*oreillette ou ventricule*), la même est stimulée en cas de défaut constaté ; exemple d'un AAI qui écoute et stimule l'oreillette lorsqu'il n'est pas inhibé par une fréquence de base spontanée

suffisante ; exemple aussi d'un VVI qui écoute et stimule le ventricule sauf inhibition ;

- **Double chambre** : les 2 étages sont écoutés, oreillette et ventricule, les 2 étages peuvent être stimulés oreillette et/ou ventricule en cas de non activité spontanée ; exemple pour un DDD-R qui écoute, stimule, l'un ou les deux cavités, et s'adapte aux efforts physiques ;

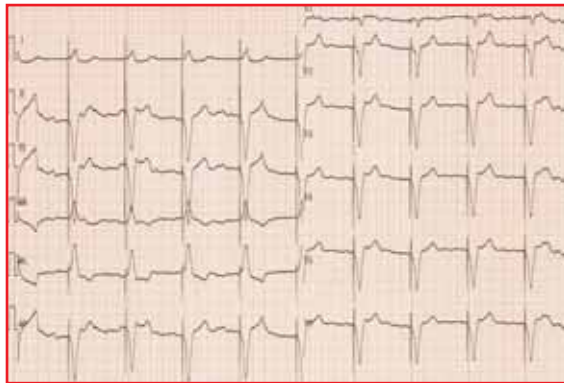
- **Triple chambre** : mêmes caractéristiques qu'un double chambre, avec de plus une troisième sonde permettant de resynchroniser les ventricules, un troisième spike étant visible au milieu du QRS stimulé.

La traduction électrique des stimulateurs est la présence de spikes de stimulation. Lorsqu'un spike est présent en auriculaire, il s'agit soit d'un stimulateur AAI (*je n'écoute que l'oreillette, je ne stimule que l'oreillette lorsqu'elle en a besoin*), soit d'un stimulateur DDD (*j'écoute les 2 cavités, je stimule l'oreillette car elle ne vient pas, je ne stimule pas le ventricule car l'onde P artificielle provoquée suit le cheminement normal et déclenche un QRS normal*). L'implantation d'un stimulateur AAI est rare, car elle sous-entend une intégrité parfaite de la conduction auriculo-ventriculaire et sa stabilité dans le temps.

Lorsqu'un spike est présent en ventriculaire, il s'agit soit d'un stimulateur VVI (*je n'écoute que le ventricule, je ne stimule que le ventricule s'il n'y a pas de complexes QRS spontanés, et en ne tenant pas compte de l'activité éventuelle des oreillettes*), ou un stimulateur DDD (*j'écoute les deux cavités, il existe une onde P naturelle, mais la conduction auriculo-ventriculaire est bloquée, et je stimule le ventricule si nécessaire*).

Lorsque 2 spikes sont présents, en auriculaire et en ventriculaire, il ne peut s'agir que d'un stimulateur DDD, ou d'un triple chambre.

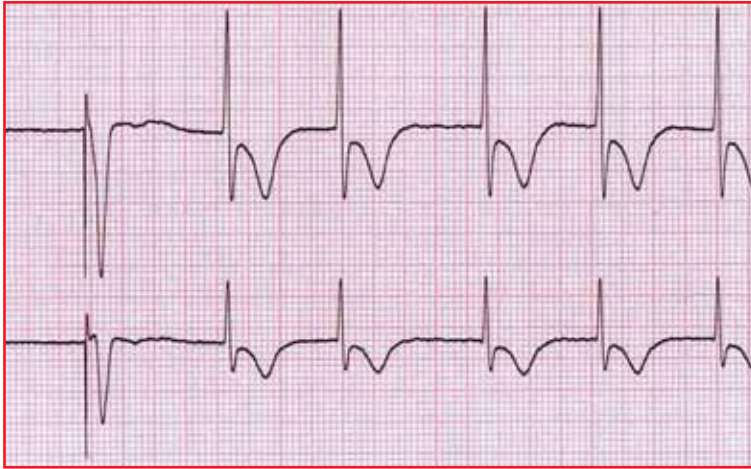
Enfin, la repolarisation n'est plus interprétable lors du port d'un stimulateur cardiaque, sauf dans les cas rares de stimulation auriculaire stricte avec respect du cheminement de la conduction en aval (*exemple AAI*).



Rythme électrostimulé en mode VVI sur fond de fibrillation auriculaire, le second complexe étant malgré tout précédé d'une onde P.



Rythme électrostimulé en permanence, en mode DDD ; il ne peut s'agir que d'un double chambre, car le stimulateur écoute l'oreillette, et stimule le ventricule ; un VVI n'écouterait pas l'oreillette et stimulerait à sa fréquence propre.



Rythme électrostimulé par intermittence en mode VVI, sur fond de fibrillation auriculaire, le rythme restant en l'absence de nécessité de stimulation, totalement irrégulier ; remarquez les troubles de la repolarisation existant pour les complexes non stimulés.



Rythme électrostimulé en permanence en mode DDD avec stimulation auriculaire et ventriculaire permanentes.

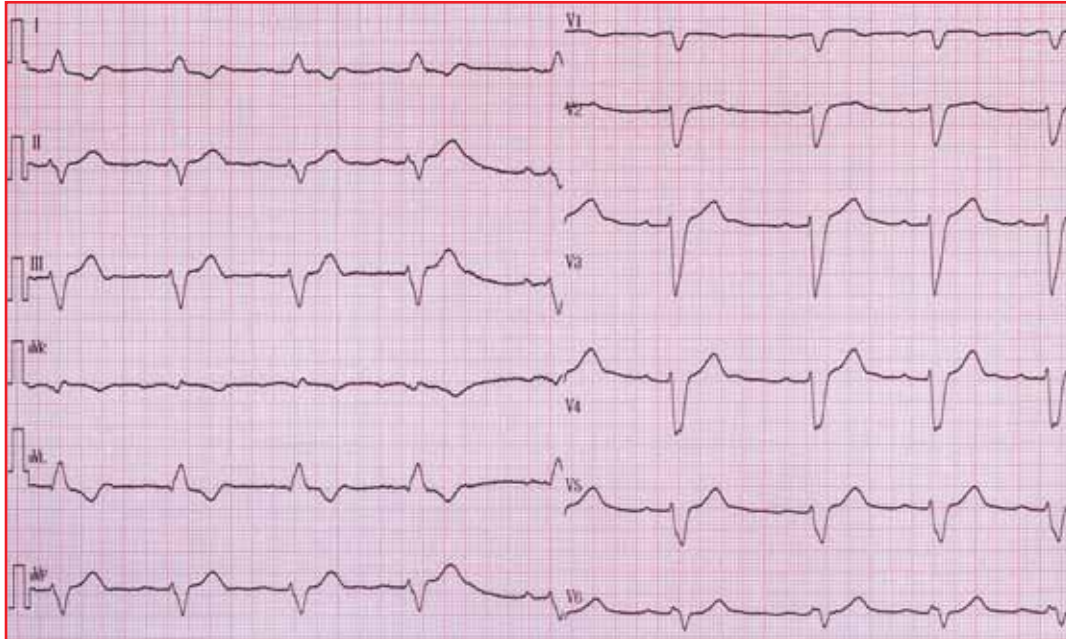
CE QU'IL FAUT RETENIR

1. Toute onde P doit être suivie d'un QRS, et chaque QRS doit être suivie d'une onde P ;
2. Tout allongement d'une durée est le signe d'une pathologie de la conduction, que celle-ci soit organique ou fonctionnelle ;
3. Une pathologie de la conduction va soit ralentir l'influx nerveux dans une structure donnée, soit bloquer son passage ;
4. Chaque étage du tissu nodal peut être atteint d'un trouble de la conduction et peut donner une pathologie de la conduction propre ;
5. La gravité croissante du BAV donne le nom et la classification du BAV
 - a. PR allongé = BAV 1^e degré ;
 - b. PR s'allongeant pour se bloquer = BAV 2^e degré Mobitz I ;
 - c. P bloquée de temps à autre = BAV 2^e degré Mobitz II ;
 - d. P bloquée régulièrement = BAV 2^e degré de type 2/1 ;
 - e. P et QRS indépendants = BAV 3^e degré ;
6. Le traitement des troubles conductifs fait appel aux stimulateurs cardiaques, en dehors du traitement étiologique s'il existe ;
7. Les stimulateurs sont caractérisés par 3 lettres indiquant la cavité écoutée, la cavité stimulée, le type de réponse fournie, une dernière lettre qualifiant le mode de stimulation ;
8. L'interprétation des troubles de la repolarisation reste possible dans les troubles conductifs sauf dans les cas de bloc de branche gauche ou de stimulation cardiaque ventriculaire.

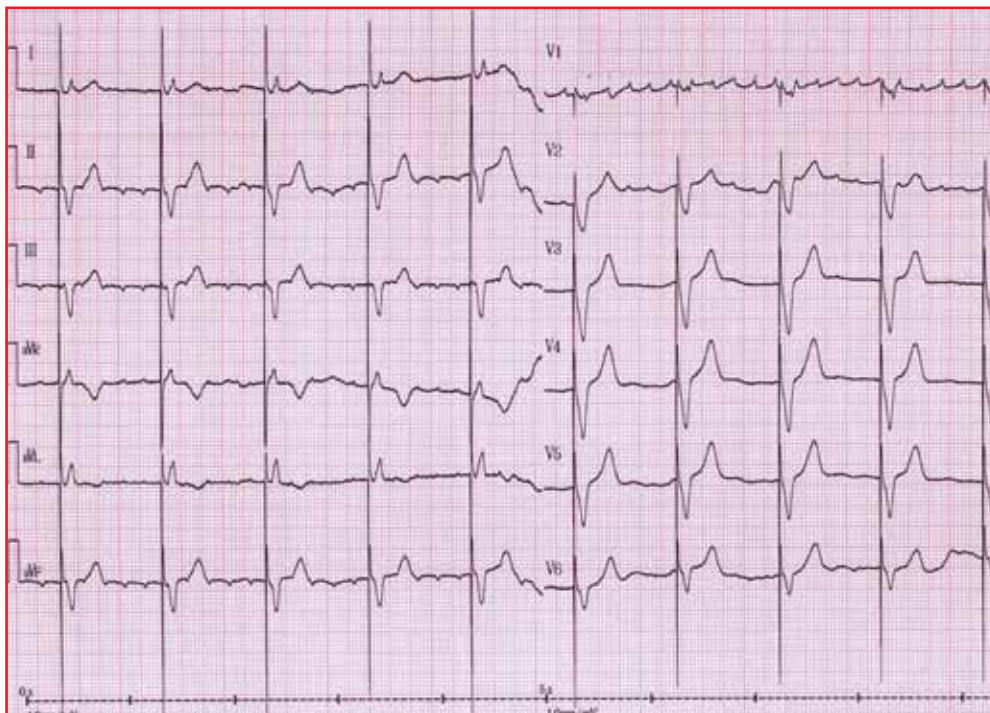
Exercices avec interprétation selon « L'ECG pour les nuls »



Interprétation selon « L'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Onde P visible, fréquence régulière, lente	Rythme sinusal régulier
Fréquence moyenne à 38 cycles/mn	à 38 cycles/mn
PR supérieur à 1 grand carreau	BAV du 1 ^{er} degré à 0,28 seconde
QRS fins, sans oreille de lapin en V1	Pas de bloc de branche
ST ascendant dans les dérivation visualisées	Pas de lésion
T positive dans les dérivation visualisées	Pas d'ischémie
Conclusion : Bradycardie sinusale à 38 cycles / mn, avec BAV du 1 ^{er} degré, sans trouble de la repolarisation – il pourrait s'agir d'un BSA de type Mobitz (1 onde P absente sur 2) mais le tracé est trop court pour être affirmatif, pour cela il faudrait un tracé avec des complexes à 76 cycles / mn, puis la bradycardie enregistrée	



Interprétation selon « l'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Onde P présente, chacune suivie d'un QRS, intervalle PQ identique d'un complexe à l'autre	Rythme sinusal régulier
Fréquence à 58 cycles/mn	à 58 cycles/mn
PR supérieur à 1 grand carreau	BAV du 1 ^{er} degré
QRS larges, pas d'onde R en V1	Bloc de branche gauche
ST non interprétable du fait du bloc gauche	BBG
Conclusion : Rythme sinusal régulier à 58 cycles /mn, avec BAV du 1^{er} degré et bloc de branche gauche	



Interprétation selon « l'ECG pour les nuls »	Traduction classique
Onde P absente, remplacée par de multiples ondes encore organisées, à 350 cycles/mn	Tachycardie atriale
Fréquence ventriculaire à 65 cycles/mn	à 65 cycles/mn
QRS larges, précédés d'un spike ventriculaire	Électrostimulation permanente en mode VVI
ST non interprétable du fait de l'électrostimulation	
Conclusion : Rythme électrostimulé en permanence en mode VVI, à 65 cycles/mn sur fond de tachycardie atriale	