

TD

## Interprétation d'un ECG

### Introduction

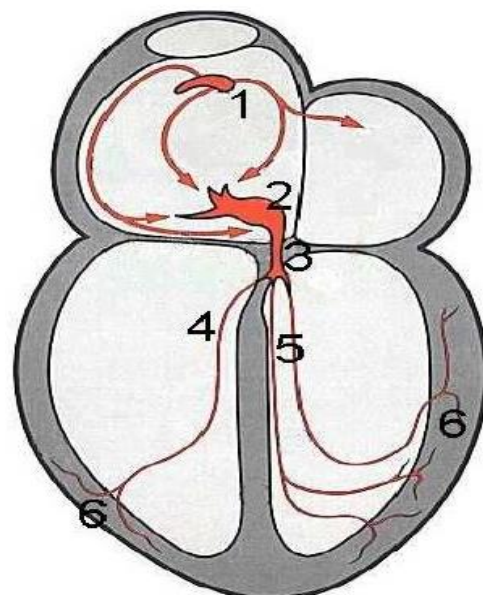
- L'électrocardiographie est la technique d'enregistrement des courants électriques accompagnants les contractions du cœur
- Elle est réalisée grâce à un électrocardiographe relié au patient par des électrodes.
- Un électrocardiogramme est une représentation graphique sur papier de l'activité électrique du cœur.

### Intérêt

- Examen rapide indolore et non invasif, dénué de tout danger.
- Il peut être fait en cabinet de médecin, à l'hôpital, voire à domicile.
- Interprétation +/- complexe.
- Il permet de mettre en évidence diverses anomalies cardiaques et a une place importante dans les examens diagnostiques en cardiologie, comme pour la maladie coronarienne.

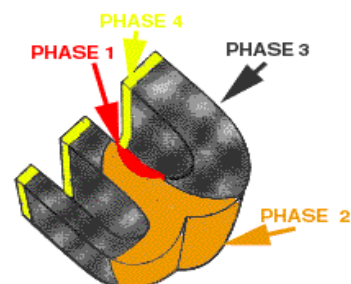
### Rappel physiologique

- La stimulation électrique d'une cellule musculaire détermine l'apparition d'une activité électrique et mécanique.
  - Phase de dépolarisation rapide : entraîne la contraction
  - Phase de repolarisation : plus lente, état électrique initial de la membrane cellulaire
- Cette activité électrique est liée aux variations de potentiel électrique des cellules spécialisées dans la contraction (myocytes) et des cellules spécialisées dans l'automatisme et la conduction des influx
- Elle est recueillie par des électrodes à la surface de la peau
- L'onde d'activation naît dans l'oreillette droite, dans le nœud sinusal et parcourt le trajet suivant :
  - Oreillettes
  - Nœud auriculo-ventriculaire d'Aschoff-Tawara
  - Tronc du faisceau de His : se bifurque en :
    - branche droite
    - branche gauche : se divise en deux
      - ✓ faisceau antérieur
      - ✓ faisceau postérieur.
  - Réseau de Purkinje : s'étend en toile d'araignée sous l'endocarde des deux ventricules.
- Myocarde : se dépolarise de l'endocarde vers l'épicarde



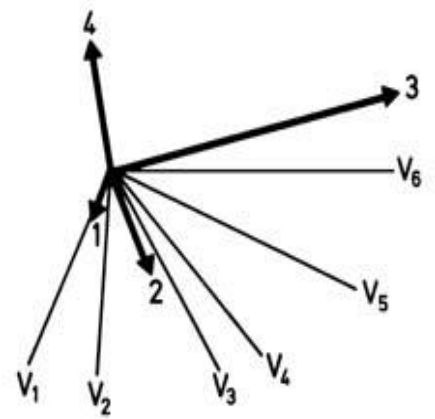
### Dépolarisation ventriculaire

- **Septum inter-ventriculaire** : produit un vecteur septal I dirigé en avant et à droite, et suivant la position du cœur, vers le haut ou le bas
- **Régions para-septales et apicales** : produit un vecteur II dirigé en bas, en avant et légèrement vers la gauche
- **Paroi libre des ventricules** : donne un vecteur III de grande amplitude dirigé en arrière, à gauche et vers le bas
- **Parties postéro-basales** : des deux ventricules et du septum donne le dernier vecteur IV, plus petit, dirigé en arrière, à gauche ou légèrement à droite et vers le haut.



La connaissance de l'orientation spatiale de ces 4 vecteurs successifs permet de comprendre la morphologie du complexe QRS tant dans le plan frontal (dérivations périphériques) que dans le plan horizontal (dérivations précordiales)

VECTEURS D'ACTIVATION VENTRICULAIRE DANS LE PLAN HORIZONTAL



## Technique d'enregistrement de l'ECG

### • Enregistrement

- Papier millimétré : carrés de 5 mm x 5 mm → carrés plus petits d'1 mm, Vitesse : 25 mm/s
  - 1 mm = 0,04 seconde
  - 5 mm = 0,20 seconde
- Voltage : en ordonnée une déflexion de 10 mm pour un voltage de 1 mV

### • Mise en place des électrodes : les électrodes sont appliquées sur la peau, préalablement enduites d'une pâte conductrice.

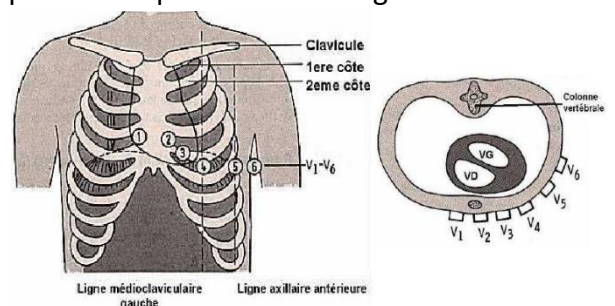
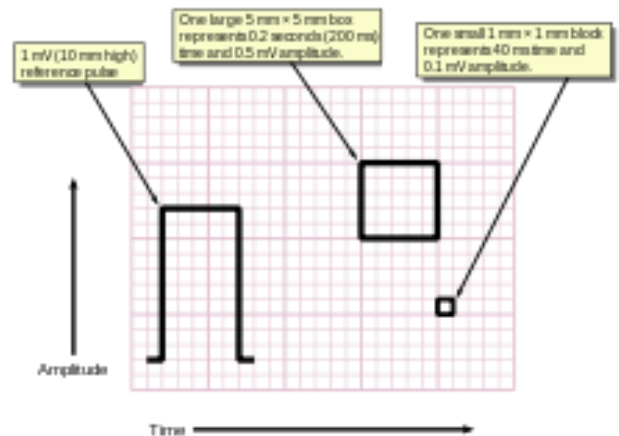
- 4 électrodes sur les membres :
  - à la face interne des avant-bras et
  - à la face externe des jambes.
- 6 électrodes sur le thorax (dérivations dites précordiales)

### • Dérivations précordiales systématiques :

- **V1** = 4<sup>e</sup> espace intercostal droit au bord du sternum
- **V2** = 4<sup>e</sup> espace intercostal gauche au bord du sternum
- **V3** = mi-distance entre V2 et V4
- **V4** = intersection de la ligne horizontale passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal gauche et de la ligne médio-claviculaire
- **V5** = intersection de la même ligne horizontale avec la ligne axillaire antérieure
- **V6** = intersection de la même ligne horizontale avec la ligne axillaire moyenne

### • Dérivations précordiales non-systématiques :

- **V7** = intersection de la ligne horizontale passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal gauche et de la ligne axillaire postérieure
- **V8** = intersection de la même horizontale et de la verticale passant par la pointe de l'omoplate
- **V9** = intersection de cette même horizontale avec le bord gauche du rachis
- **V4R** = intersection de la ligne horizontale passant par le 5<sup>e</sup> espace intercostal droit et la ligne médio-claviculaire (symétrique de V4)
- **V3R** = à droite du sternum, à mi-distance entre V1 et V4R
- **VE** (épigastrique) = électrode placée sous le xiphoïde, côté gauche



### • Dérivations frontales : Au nombre de 6 :

- **DI** : mesure bipolaire entre bras droit(-) et bras gauche(+)
- **DII** : mesure bipolaire entre bras droit(-) et jambe gauche(+)
- **DIII** : mesure bipolaire entre bras gauche(-) et jambe gauche(+)
- **aVR** : mesure unipolaire sur le bras droit
- **aVL** : mesure unipolaire sur le bras gauche
- **aVF** : mesure unipolaire sur la jambe

## Lecture d'un ECG standard

Elle ne peut être valide que si l'appareil est correctement étalonné et les électrodes correctement positionnées, l'analyse de l'ECG doit tenir compte de l'âge du patient

### Qu'est-ce qu'un bon ECG ?

- Les 12 dérivations comportant quelques complexes → Fréquence Cardiaque
- Tracé plus long → rythme cardiaque
- L'identité du patient, la date et l'heure du tracé
- Les circonstances de ce dernier (systématique, douleur, palpitations...)
- Un calibrage correct : voltage et vitesse
  - L'unité Ashmann est définie par 0,1 mV égale 0,04 s, qui correspond à un carré de 1 mm de côté.
- Tracé indemne le plus possible de parasites électriques avec une ligne de base rectiligne.
- Recherche d'une malposition des électrodes doit être effectué.
- L'onde P doit être négative en aVR et positive en DI, DII et V6.
- Complexes QRS de morphologie et d'amplitude progressant de façon harmonieuse dans les dérivations précordiales.

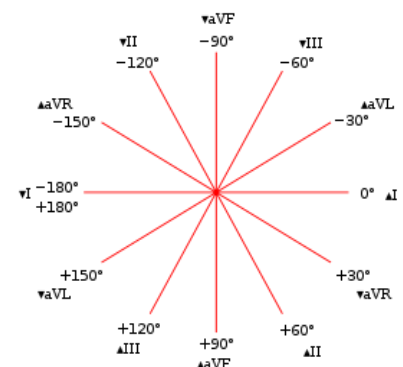
### Bases de l'interprétation d'un ECG

- Pratique régulière par le médecin
- Un ECG normal n'élimine en aucun cas une maladie du cœur
- Un ECG anormal peut être également tout à fait anodin
- Contrôle de l'interprétabilité du tracé
- L'analyse de l'ECG se poursuit par l'étude du rythme et de la fréquence cardiaque (nombre de QRS par unité de temps)

### Paramètres à analyser

#### • Axe du cœur :

- C'est l'angle du champ électrique généré par les cellules cardiaques lors de l'activation ventriculaire. On assimile ce champ à un vecteur unique dans le plan frontal.
- **Mesure** : La plus grande positivité du QRS (onde R) donne une bonne idée de l'axe du cœur
- L'axe moyen du cœur est situé entre 30 et 60° mais il peut être normal entre -30° et +100°.



- **déviations axiales** :
  - déviation axiale gauche au-delà de -30°
  - déviation axiale droite au-delà de +100°
- **Axe droit** : Axe du cœur entre +90 et +120° (surface du QRS en D3 > D2, en VF comparable à D3, négative en VR).
  - ✓ **Angulation physiologique** : enfant, sujet longiligne
  - ✓ **Axe anormal** : surcharge ventriculaire droite.
- **Axe gauche** : Axe du cœur entre +30 et -30° (surface du QRS en D1 > D2, en VL comparable à D2, presque isoélectrique en VF).
  - ✓ **Angulation physiologique** : adulte de plus de 50 ans, obèse
  - ✓ **Axe pathologique** : surcharge ventriculaire gauche : HTA, IM, valvulopathie aortique
- **Axe hyper-droit** : Axe du cœur > 120° (surface du QRS en D3 > D2, négative en D1 et positive en VR).
  - ✓ **Angulation toujours pathologique** : cardiopathie congénitale, héli-bloc postérieur gauche au-delà de 100° ou une surcharge ventriculaire droite.
- **Axe hyper-gauche** : Axe du cœur < -30° (surface du QRS positive en D1 et négative en D2-D3)
  - ✓ **Angulation pathologique** : surcharge ventriculaire gauche ou un héli-bloc antérieur gauche au-delà de -45°.

- **Axe indifférent** : Axe du cœur moyen, entre +30 et +60° (surface du QRS en D2 > D1 > D3, positive en VL, en D1 comparable à VF) → physiologique
  - **Axe situé dans le no man's land** : 180-270°, s'il n'y a pas erreur dans la position des électrodes : tachycardie ventriculaire. Il traduit une activation de la pointe du cœur vers la base et donc le contraire de ce qui se produit en cas d'activation via le faisceau de His
  - **Axe perpendiculaire** : Axe du cœur incalculable car perpendiculaire au plan frontal (tous les QRS ont sensiblement la même amplitude et la même morphologie), secondaire à une bascule du cœur vers le plan sagittal.
  - **Axe vertical** : Axe du cœur entre 60 et 90° (surface du QRS en D2 > D3 > D1, négative en VL, et en D2 comparable à VF), physiologique chez l'adolescent ou le sujet longiligne. Chez le patient plus âgé ou obèse, il peut évoquer une surcharge cardiaque droite
- **Rythme cardiaque et Fréquence cardiaque** :
  - Un rythme dit « sinusal » : l'activité cardiaque sous contrôle du nœud sinusal se caractérise par :
    - Un rythme régulier avec un espace R-R constant
    - La présence d'une onde P avant chaque QRS et d'un QRS après chaque onde P
    - Des ondes P d'axe et de morphologie normales
    - Un intervalle PR constant.
  - Si rythme régulier → fréquence cardiaque :
    - En pratique, on peut la déterminer en divisant 300 par le nombre de petits carrés de 5 mm séparant deux complexes QRS : la mémorisation de la séquence « 300, 150, 100, 75, 60, 50 »
- **Onde P** :
  - Dépolarisation des oreillettes.
  - **Morphologie** : positive ou diphasique en V1 voire V2 et monophasique dans toutes les autres dérivations
  - **Durée** : qui est de 0,08 à 0,1 seconde
  - **Amplitude** : inférieure à 2,5 mm en D2 et 2 mm en V et V2
  - **Axe** : déterminé de la même façon que pour l'axe des QRS, normalement situé entre 0 et 90°, généralement vers 60°
- **Espace PR** :
  - Temps entre le début de P et le début du QRS
  - Conduction auriculo-ventriculaire
  - **Durée** : normale 0,12 à 0,20 seconde (diminue lorsque la fréquence cardiaque augmente)
  - Isoélectrique
- **Complexes QRS** :
  - Dépolarisation ventriculaire
    - L'onde Q est la première composante négative du complexe
    - L'onde R est la première composante positive du complexe
    - L'onde S est la deuxième composante négative du complexe
  - **Forme** : on parle ainsi d'aspect « QS », « RS » voire « RSR' » (pour une forme en M avec deux positivités)
  - **Amplitude du QRS** : varient selon les dérivations et selon l'éventuelle pathologie du muscle cardiaque sous-jacent. Le complexe QRS a une
  - **Durée normale** : < 0,1 seconde, le plus souvent < à 0,08 s
  - **Axe** : compris entre 0 et 90°
  - **Zone de transition** : dérivation précordiale dans laquelle les QRS sont isoélectriques V3 ou V4
- **Point J** :
  - Correspond au point de transition entre le complexe QRS et le segment ST
  - Il est normalement isoélectrique

- **Segment ST :**
  - Temps séparant le début de la dépolarisation ventriculaire représentée par le complexe QRS et le début de l'onde T
  - Le segment ST normal est isoélectrique du point J au début de l'onde T
- **Espace QT :**
  - Début du QRS à la fin de l'onde T : ensemble de la dépolarisation et de la repolarisation ventriculaire (temps de systole électrique).
  - **Durée :** varie en fonction de :
    - la fréquence cardiaque
    - le rythme cardiaque
    - l'hypoxie cardiaque
    - les dyscalcémies
    - l'âge et du sexe
  - **L'intervalle QT corrigé :** formule de Bazett  $QT = K \sqrt{RR}$  :
    - ✓ K = 0.37 hommes et enfants
    - ✓ K = 0.40 femmes
    - La limite supérieure de la normale est de 0,39 à 0,40 seconde chez l'homme et 0,41 à 0,44 seconde chez la femme.
- **Onde T :**
  - Repolarisation des ventricules
  - **Durée :** de 0,20 à 0,25 secondes
  - **Axe :** calculé de la même façon que l'axe des QRS, compris entre - 10 et 70°, souvent autour de 40°.
  - **Forme :** pointue, asymétrique et ample dans la plupart des dérivations. Elle peut être négative en V1 voire en D3 et aVF
  - **Amplitude :** dépend généralement celle de l'onde R qui la précède (entre 1/8 et 2/3 de celle de l'onde R, ne dépasse pas le plus souvent 10 mm)
- **Onde T atriale :**
  - masquée par l'onde QRS
  - Repolarisation (la relaxation) des oreillettes
  - Négative
- **Onde U :**
  - Petite déflexion parfois observée après l'onde T dans les dérivations précordiales V à V4.
  - Positive dans toutes les dérivations sauf en aVR

### Caractéristiques d'un ECG dit normal

- **Rythme :** sinusal (la majorité des complexes QRS sont commandées par une onde P issue du sinus de Keith et Flack)
- **Onde P :** durée < 0,12 s ; Amplitude < 0,25 mV ; Positive et monophasique dans toutes les dérivations sauf aVR (où elle est négative) et V1 (où elle est biphasique) ; Axe entre 0 et 90°
- **Espace PR :** isoélectrique ; entre 0,12 et 0,20 s
- **Complexes QRS :** Durée < 0,11 s ; Délai d'apparition de la déflexion intrinsèque < 0,04 s en V1 et 0,06 s en V6 ; Axe entre 0 et 90° ; Zone de transition en V3 ou V4
- **Repolarisation :** Point J et segment ST isoélectriques ; ondes T positives, asymétriques, d'axe proche de celui des QRS. Ondes U absentes ou inférieures aux ondes T. Intervalle QT prévu par la fréquence cardiaque.

### **Variantes de l'ECG normal :**

Entre l'électrocardiogramme strictement normal et les anomalies évidentes (hypertrophie ventriculaire, bloc de branche, infarctus myocardique...) existent des aspects intermédiaires, des cas limites et des variantes de la normale qui compliquent singulièrement la vie de l'électrocardiographe débutant : L'aspect RSR' en V1, La repolarisation précoce, La mauvaise progression des ondes R dans les précordiales droites, L'absence des ondes Q « septales », Les ondes T de grande amplitude...