Base De L'électrocardiogramme

I. Définitions et Généralités

Définition : C'est l'**enregistrement** depuis la **surface du corps** de **l'activité électrique du cœur**.

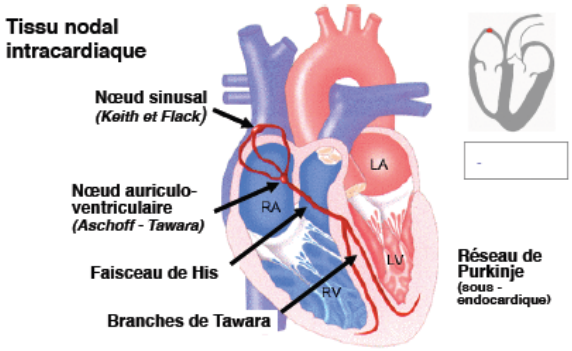
C'est l'examen complémentaire le plus réalisé. Pour retranscrire cet enregistrement on utilise un **papier millimétré calibré,** possédant les caractéristiques suivantes :

- En ordonnée (**amplitude**) : **1cm = 1mv** (1carreau=1mm=0,1mV=1/10ème de mV)
- En abscisse (**temps)** : **1cm = 0,2s** (1carreau=0,04s=40ms)
- Vitesse du déroulement : **V=25mm/s**

II. Propriétés de l'Activité Electrique du cœur

1. L'Automatisme

Cet **automatisme** est assuré par les ¢ du **tissu nodal**, se **dépolarisant périodiquement** (72bpm) **sans excitation extrinsèque**.
→ C'est le **nœud sinusal** (automatisme le plus rapide) qui **impose sont rythme** au système.



Localisation :
- **Nœud sinusal** (Keith & Flack) : jonction VCS/AD
- **Nœud auriculo-ventriculaire** (Aschoff & Tawara) : base septum inter-ventriculaire.
- **Faisceau de His** donne les **Branches de Tawara** (une Gche & une Dte)
- **Réseau de Purkinje** (sous l'endocarde)

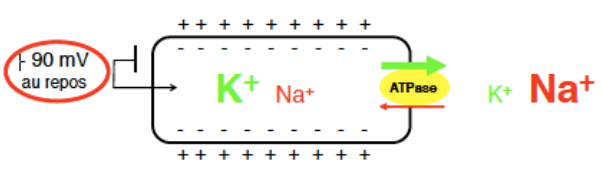
*Le **nœud de Aschoff & Tawara** possède son **propre automatisme** (environ 50bpm), il **peut prendre le relais** si le nœud sinusal est défaillant → il imposera alors un **rythme nodal***

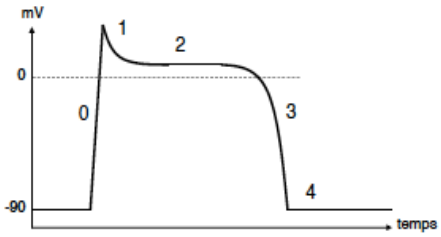
2. La Synchronisation : Oreillettes/Ventricules & Ventricule/Ventricule.

La propagation de la **dépolarisation** se fait selon des **directions privilégiées** :
- les voies de conduction du **tissu nodal**
- le **grand axe** des ¢ myocardiques → **Gap Junction**

III. Electrophysiologie de la cellule cardiaque

1. Potentiel de membrane et PA

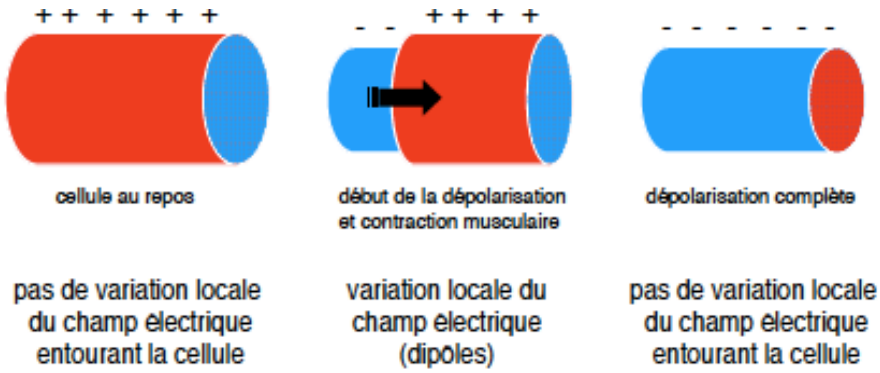


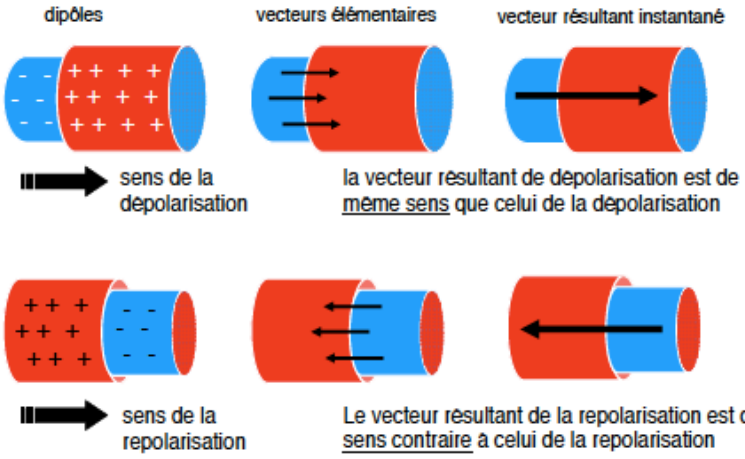


Potentiel de membrane = -90mV : **Ddp entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule**. Il est différent selon les types de cellules.	**Potentiel d'Action :** **Réponse électrique** d'une **cellule excitable** à une **stimulation** quelconque. Il est aussi différent selon le type de cellules (muscle strié, cardiaque, cellule nodale, nerveuse)
3 mécanismes permettent son maintient : - la **pompe Na+/K+** (2K+ rentrent pour 3Na+ qui sortent) - la **perméabilité permanente au K+** → canaux de fuite K+ - présence de protéines et **phosphates organiques** chargés **négativement dans la cellule** (potentiel de Donnan) **ex** : la ouabaïne bloque la pompe Na/K. Une fois que les concentrations intraC et extraC de Na et K seront égales (grâce à la diffusion ionique), les échanges s'arrêteront puisque la pompe ne fonctionne plus. Ainsi le potentiel de membrane vaudra -5mV en raison du potentiel de Donnan.	**0.** Dépolarisation : entrée de Na+ (canaux rapide) **1.** Repolarisation initiale : ouverture des canaux K+ précoces **2.** Plateau : ouverture des canaux Ca++ et des canaux à la rhianodine ainsi que les canaux Ca++ du RS et les canaux Na+ lent → **contraction** **3.** Repolarisation : sortie du Ca++ par échangeur Na/Ca et entrée ds le RS par pompe Ca++ ATPase, et toujours sortie du K+. **4.** Potentiel de repos : pompe Na/K rétablie le potentiel de repos

2. Progression du front de dépolarisation dans la cellule cardiaque

Au **repos** la cellule est chargée **négativement à l'intérieur par rapport à l'extérieur**, qui lui est donc chargé positivement.
Puis la **cellule se dépolarise** (diamètre plus faible car la cellule est contractée) et cette ddp s'inverse : **l'int devient positif et l'ext négatif** → c'est ce que l'on mesure à l'ECG.
Enfin la cellule s'est **totalement dépolarisée : l'int est chargé positivement et l'ext négativement**.





Notion de dipôles :
Un **dipôle** est un système formé par **deux charges ponctuelles opposées** créant ainsi un **potentiel mesurable**.
→ Le **vecteur électrique instantané élémentaire** (=vecteur résultant) **est dirigé du – vers le +**

- **Dépolarisation :**

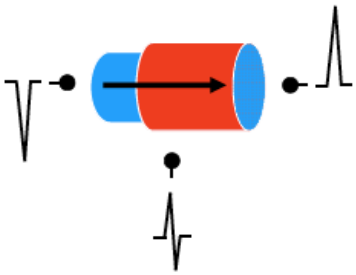
Le vecteur de **dépolarisation** est dans le **même sens** que le **vecteur résultant**

- **Repolarisation :**

Les 2 **vecteurs** sont cette fois-ci de **sens opposés**.

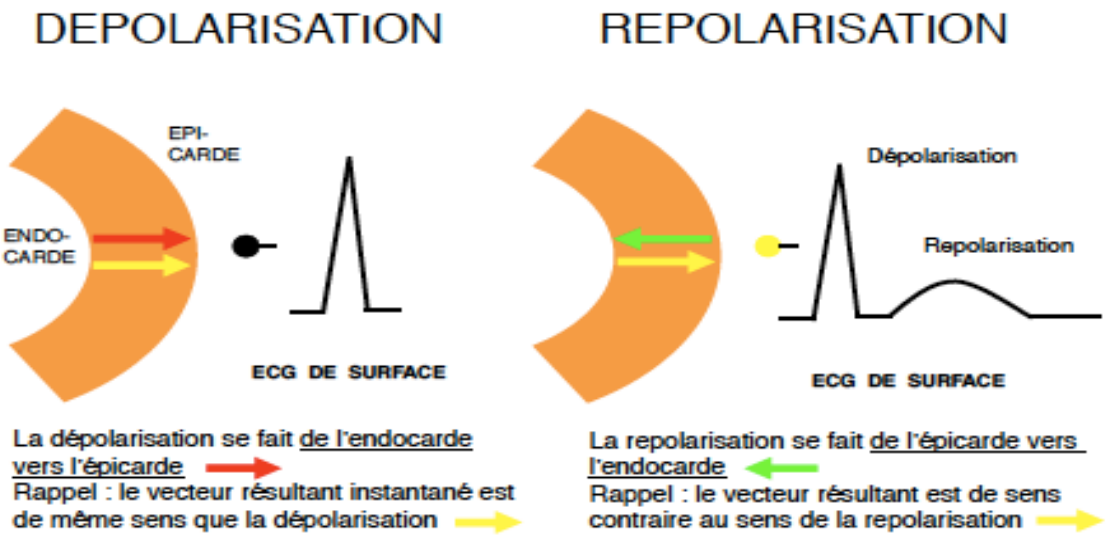
Enregistrement graphique :

Attention : on mesure le potentiel extracellulaire à l'ECG ≠ potentiel transmembranaire (= ddp entre int et ext) !!!



- Si le vecteur résultant **s'éloigne** de l'électrode → **déflexion négative**
  Ex : lors de la repolarisation, le vecteur s'éloigne : déflexion négative
- Si le vecteur résultant **s'en rapproche** → **déflexion positive**
  Ex : lors de la dépolarisation, le vecteur s'approche : déflexion positive
- Si **l'électrode est au centre** on obtiendra une **onde biphasique**

3. Progression du front de dépolarisation au niveau tissulaire



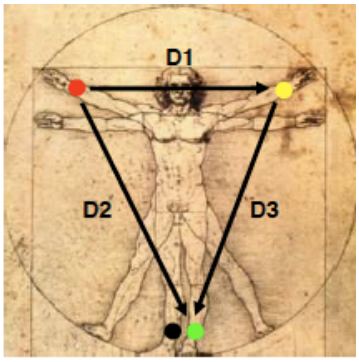
(je ne pense pas qu'il y ait plus à dire si vous avez compris juste au dessus)

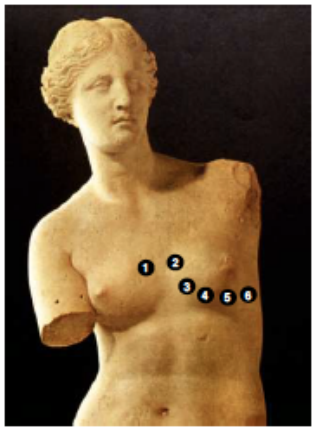
IV. L'Electrocardiogramme

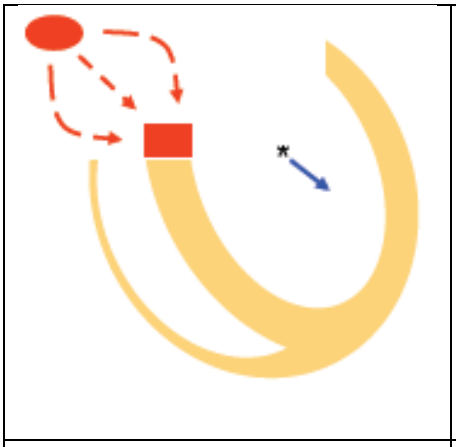
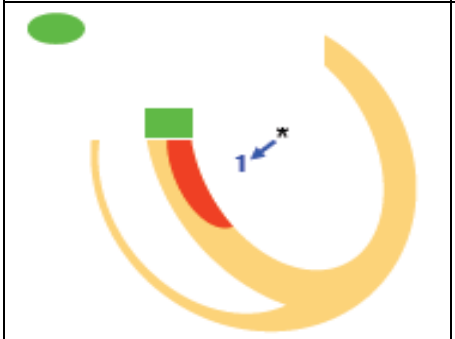
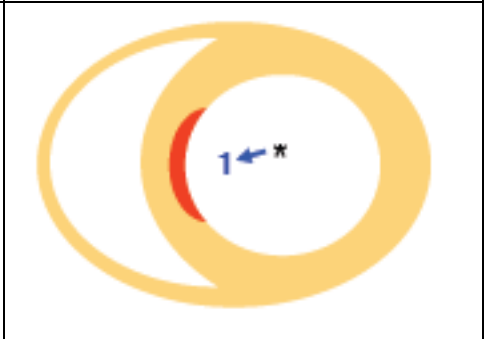
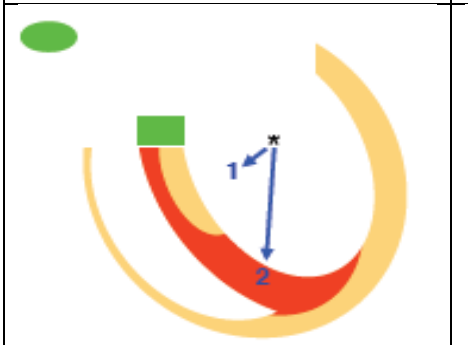
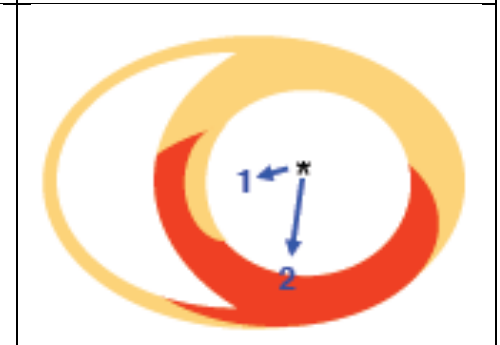
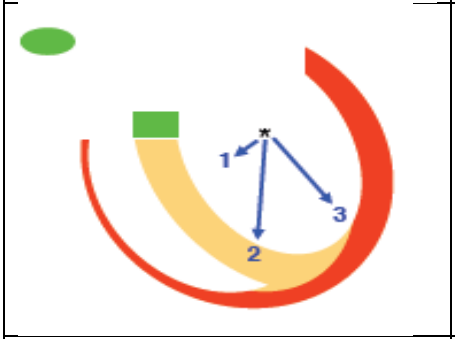
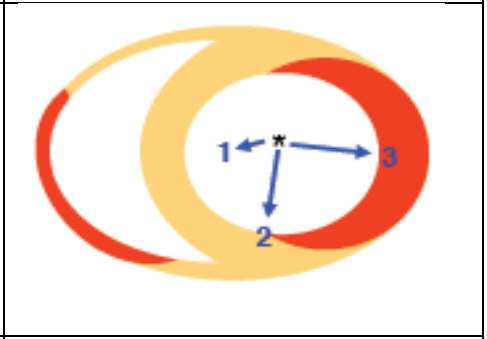
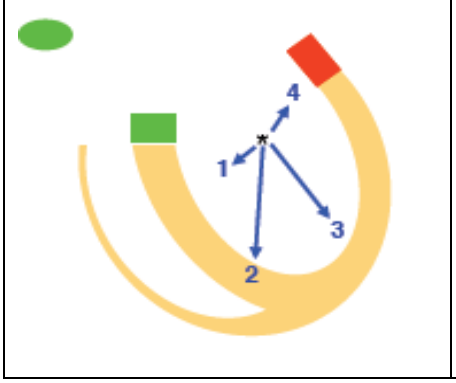
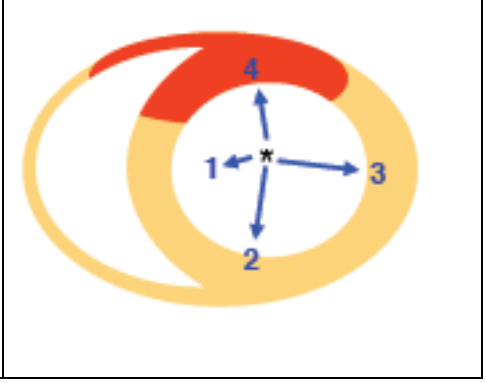
1. L'enregistrement

L'enregistrement de l'ECG se fait selon **2 plans** :

- ✓ **Frontal** (par les électrodes périphériques)
- ✓ **Horizontal** (par les électrodes précordiales)





Plan Frontal	Plan horizontal
	
	
	
	
	

➢ **L'impulsion part du Nœud sinusal,** entrainant la **dépolarisation de l'oreillette droite** puis **gauche** (qques ms plus tard). Le cheminement de **l'influx** dans l'oreillette se fait donc du **haut vers le bas** & de la **droite vers la gauche.**

➢ La **dépolarisation** se poursuit au **niveau des ventricules**. Elle se fait dans un **premier temps** au niveau de la **partie gauche du septum inter-ventriculaire**. Le **vecteur 1** aura une **taille proportionnelle à la masse cellulaire**.

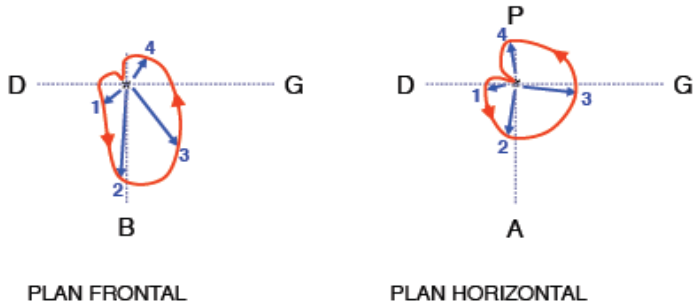
➢ Dans un **second temps**, c'est **tt le septum I-V qui se dépolarise** et le **vecteur 2** aura une **taille plus importante que le 1** car la **masse cellulaire** et nettement **supérieure.**

➢ La **dépolarisation** se propage ensuite au niveau de la partie contractile **des ventricules,** droit puis gauche. La **direction du vecteur** résultant dépend de la **masse relative de C à gauche par rapport à droite** (chez les gens « normaux » le vecteur est **dirigé vers la gauche** car le **myocarde y est plus épais qu'à droite**)

➢ Enfin il y a **dépolarisation de la base** du cœur et de **l'extrémité du ventricule gauche.**

Boucles vectorielles de la dépolarisation ventriculaire de l'Homme :

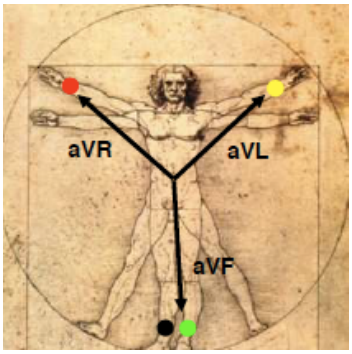
On trace donc sur un repère les vecteurs relevés ci-dessus, puis on relie leurs sommets afin de former une boucle : la **boucle de dépolarisation** ou **boucle vectorielle.**
Il faut aussi avoir en tête que ici on ne prend que quatre vecteurs parmi une infinité car la **dépolarisation se fait de façon continue et progressive**, dans **le sens antihoraire**.



PLAN FRONTAL PLAN HORIZONTAL

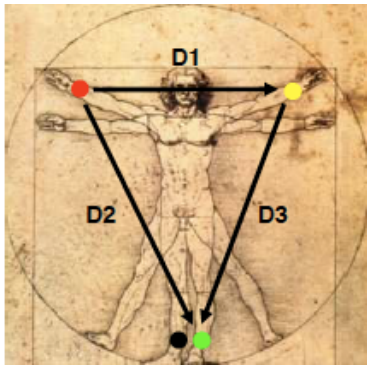
1. Les différentes dérivations

A) Les dérivations périphériques : plan frontal (calcul des boucles vectorielles de la dépo des ventricules)



- **La Terre :** membre inférieur Droit
- **aVR** : membre supérieur Droit
- aVL : membre supérieur Gauche
- **aVF :** membre inférieur Gauche

- **D1** : entre **aVR** / aVL
- **D2 :** entre **aVR** / **aVF**
- **D3 :** entre aVL / **aVF**

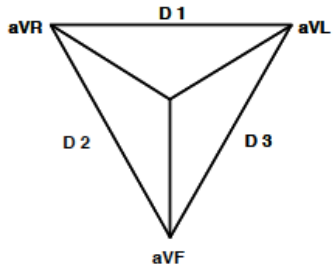


Unipolaires **Bipolaires**

Triangle d'Einthoven & Triaxe de Bailey :

En **superposant ces 6 dérivations** on obtient le **triangle de Einthoven** (*qui découvrit il y a plus de 100 ans l'ECG)*, très **peu utilisé.**

Triangle d'Einthoven

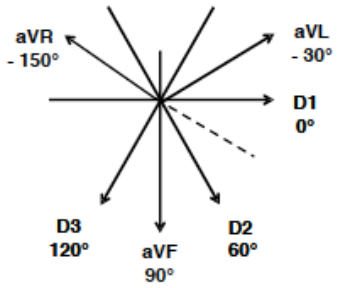


On met en place les axes que l'on fait coïncider avec le centre du cœur et de sorte qu'ils se croisent.

Valeur d'angle A SAVOIR :

- **D1 = 0°**
- **D2 = 60°**
- **aVF = 90°**
- **D3 = 120°**
- **aVR = -150°**
- **aVL = -30°**

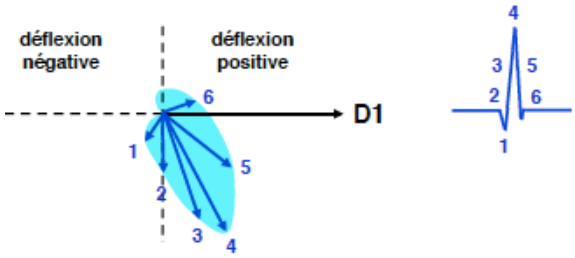
Triaxe de Bailey



Exemple d'enregistrement dans le plan frontal : D1

- On **reporte tous nos vecteurs** correspondants aux différentes phases de dépolarisation **dans notre repère avec le vecteur correspondant à D1**. Puis on **trace la boucle vectorielle** de dépolarisation (on obtient alors le schéma de gauche).

- Ensuite on sait que si :
  - le vecteur **s'éloigne** de D1 → la **déflexion sera négative**
  - le vecteur se **rapproche** → la **déflexion sera positive**

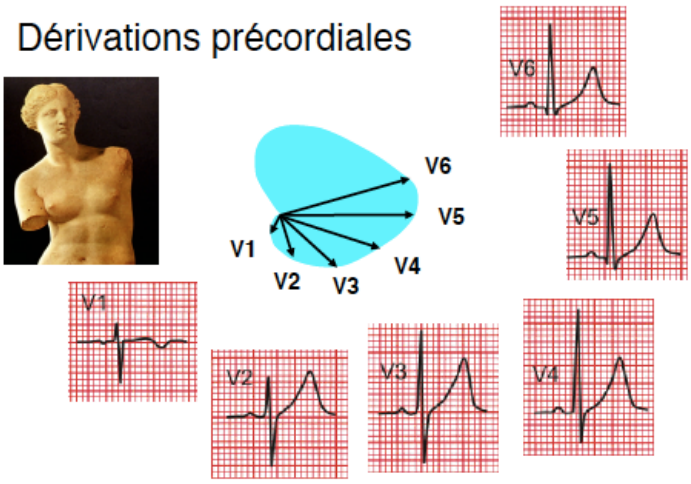


- Donc ici vecteur par vecteur ça donne :
  - v1 : s'éloigne de D1 → négatif.
  - v2 : perpendiculaire à D1 → nul = 0.
  - v3 : se rapproche → positif.
  - v4 : se rapproche et est plus grand que V3 → positif et déflexion supérieure en taille à celle de V3.
  - v5 : se rapproche et est plus petit que V4 → positif mais redescend car déflexion plus faible que V4.
  - v6 : idem que V5.
  - La déflexion négative est due à la partie s'éloignant de D1 après V6.

On peut aussi faire l'inverse : avoir le tracé d'ECG et retrouvé à partir de ça la boucle vectorielle.

B) Les dérivations précordiales : plan horizontal.

- **V1** : **4ème EIC** en **parasternal droit**
- **V2** : **4ème EIC** en **parasternal gauche**
- **V3** : **entre V2 & V4**
- **V4** : **5ème EIC** sur la **ligne médioclaviculaire**
- **V5** : **même hauteur que V4** sur **ligne axillaire antérieure**
- **V6** : **même hauteur que V4** sur **ligne axillaire moyenne**

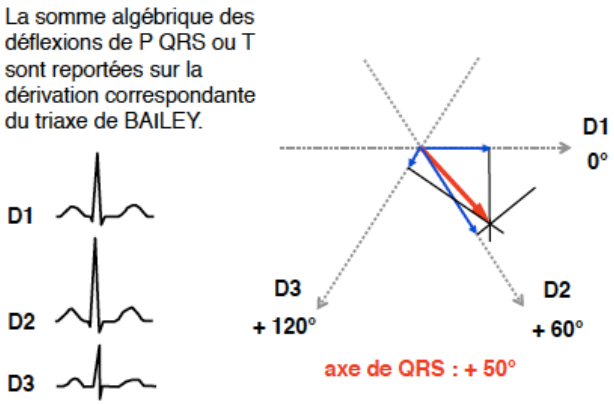


Pour le tracé de leur enregistrement c'est la même chose on reporte l'axe de la dérivation voulue dans le repère puis en fonction des déflexion positive ou négative et de leur taille on peut obtenir la boucle vectorielle. Il faut savoir le faire : donc S'ENTRAINER !

V. Calcul de l'axe électrique du Cœur.

1. Axe de QRS dans le plan frontal.

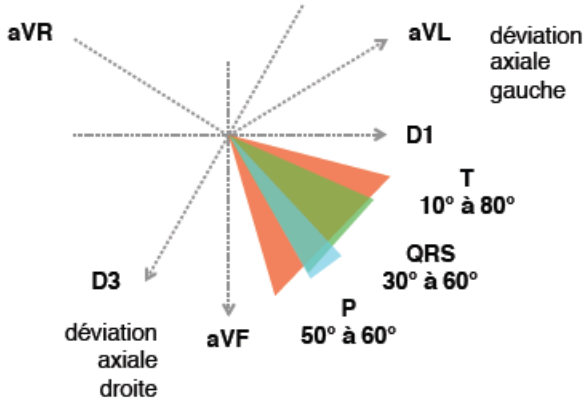
Pour tracer l'axe du cœur il suffit de faire **la somme algébrique de toutes les déflexions de l'onde** (ici Q+R+S) que l'on **reporte sur le Triaxe de Bailey** au niveau du vecteur étudié (par ex si on étudie QRS en D1 on reportera la somme algébrique sur le vecteur de D1). Et on fait de même pour toutes les autres dérivations (ici pour D2 et D3).
Une fois la somme algébrique faite et reportée sur le Triaxe, on **trace la perpendiculaire de chaque vecteur**. Le **vecteur résultant** des perpendiculaires **définira l'axe du cœur**.



NB : **2 vecteurs suffisent** pour déterminer l'axe du cœur mais un **troisième permet la vérification**. De plus, si la **somme algébrique est nulle** cela signifie que **l'axe du cœur est perpendiculaire à l'axe de la dérivation**, une deuxième dérivation permettra de déterminer si l'axe est orienté vers le haut ou le bas.

2. Axe normal des ondes dans le plan frontal.

- Onde **P** : **50° à 60°**
- Onde **QRS** : **30° à 60°** → on **tolère entre 0° et 90°**
- Onde **T** : **10 à 80°**



Déviation axiale (phénomène pathologique) :

Elles traduisent un **phénomène de prédominance d'un des ventricules** (gauche ou droit).

- **Déviation axiale gauche** si axe du cœur **< 0°**
- **Déviation axiale droite** si axe du cœur **> 90°**

VI. Terminologie

ONDE P	SEGMENT PR	COMPLEXE QRS
-**Dépolarisation des oreillettes** -Durée = **0,08s** -Amplitude = **2mm** **Pathologie** -**Hypertrophie atrium droit** ampl>2mm ; problème tricuspide ; onde Pulmonaire -**Hypertrophie oreillette gauche** durée>0,08s ; problème mitral ; onde Mitrale -**Fibrillation auriculaire** → absence d'onde P	- **Temps de conduction auriculo-ventriculaire** - Durée = **0,12s à 0,2s** - Se mesure du **début de P** au **début de QRS** **Pathologie :** -**Bloc auriculo-ventriculaire** PR>0,2s.	-**Dépolarisation des ventricules** -Durée = **0,08s** -Amplitude = pas à connaître **Q** = première déflexion négative **R** = première déflexion positive **S** = déflexion négative suivant R **Pathologie :** -**Séquelles d'infarctus du myocarde** : Q>0,04s

SEGMENT ST ONDE T	ONDE U
-**Repolarisation des ventricules** -**Durée QT** = **0,36s** (pour rythme=75bpm) - **Onde T : asymétrique → même sens que QRS sauf en V1** **Pathologie :** **Onde T patho** = surcharge VG, ischémie myocardique, médoc…	**On s'en fou**

Le complexe P QRS T U

