

II. OBJECTIFS EXPERIMENTAUX

- 1) Enregistrer l'ECG à partir des Dérivations I et III dans les cas suivants: allongé sur le dos, assis, et assis en respirant profondément.
- 2) Comparer la Dérivation II calculée et affichée de l'ECG aux Dérivations I et III enregistrées et utiliser les amplitudes de l'onde R pour confirmer la loi de Einthoven.
- 3) Donner une approximation de l'axe moyen électrique ventriculaire sur le plan frontal en utilisant des vecteurs dérivés de l'amplitude et de la polarité des complexes QRS des Dérivations I et III de l'ECG.
- 4) Donner une approximation du potentiel moyen électrique ventriculaire sur le plan frontal en utilisant le vecteur résultant dérivé des vecteurs des Dérivations I et III.

III. MATERIELS

- Deux câbles d'électrodes BIOPAC (SS2L)
- Electrodes jetables en vinyle BIOPAC (EL503), 6 électrodes par sujet
- Gel pour électrode BIOPAC (GEL1) et compresses abrasives (ELPAD) *ou* Lotion nettoyante pour la peau ou préparation alcoolisée
- Matelas ou table avec oreiller pour position couchée
- Rapporteur
- Stylos ou crayons de deux couleurs différentes
- Biopac Student Lab System: logiciel BSL 4, MP36, MP35 ou MP45
- Ordinateur (Windows 8, 7, Vista, XP, Mac OS X 10.5 – 10.8)

IV. METHODES EXPERIMENTALES

A. INSTALLATION

NOTE RAPIDE

1. **Allumer** l'ordinateur.
 - Si utilisation d'un MP36/35, le mettre sur **OFF**.
 - Pour un MP45, vérifier que le câble USB est connecté et que le voyant "Ready" est sur **ON**.
2. Brancher le matériel comme suit:
Câble d'électrodes (SS2L) — CH 1
Câble d'électrodes (SS2L) — CH 2
3. **Allumer** l'unité Biopac MP3X.

Suite de l'Installation...

EXPLICATION DÉTAILLÉE



Fig. 6.7 Connexion des équipements MP3X (en haut) et MP45 (en bas)

4. Nettoyer et abraser la peau.
5. Placer six électrodes sur le **Sujet** comme suit:
 - Une au-dessus du poignet droit
 - Deux au-dessus du poignet gauche
 - Deux au-dessus de la cheville droite
 - Une au-dessus de la cheville gauche

Placer six électrodes à des endroits plats au niveau des poignets et des chevilles comme indiqué sur la Fig. 6.8.

Si la peau est grasse, nettoyer l'emplacement des électrodes avec de l'eau savonneuse ou de l'alcool avant d'abraser la peau.

Si l'électrode est sèche, appliquer une goutte de gel.

Enlever les bijoux à proximité des électrodes.

Pour une adhésion optimale des électrodes, les placer sur la peau au moins 5 minutes avant le début de la calibration.



Fig. 6.8 Positionnement des Electrodes

Suivre le code de couleur pour le positionnement des électrodes.

6. Fixer les câbles d'électrodes (SS2L) du canal 1 aux électrodes, suivant la Dérivation I de la Fig. 6.9.
 - ROUGE = poignet GAUCHE
 - BLANC = poignet DROIT
 - NOIR = cheville DROITE
7. Fixer le deuxième câble d'électrodes (SS2L) du canal 2 aux électrodes, suivant la Dérivation III de la Fig. 6.9.
 - BLANC = poignet GAUCHE
 - ROUGE = cheville GAUCHE
 - NOIR = cheville DROITE

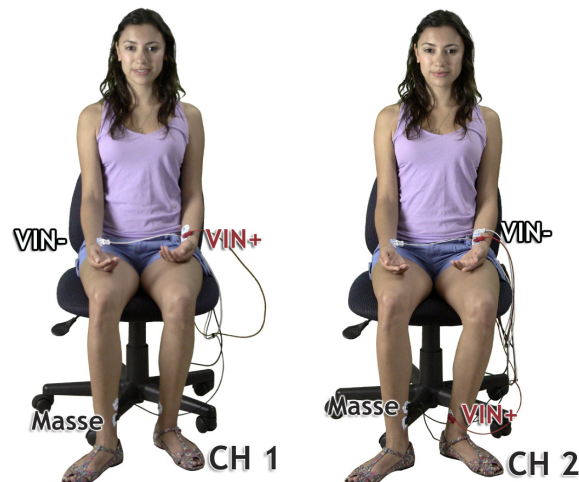


Fig. 6.9 Branchements de la Dérivation I et Dérivation III

Les connecteurs fonctionnent comme de petites pinces à linge, mais elles ne s'accrochent qu'à partir d'un côté du connecteur.

Suite de l'Installation...

8. Le **Sujet** est en position allongée sur le dos et se détend (Fig. 6.10).

Ajuster les câbles des électrodes de façon à limiter les tensions sur les électrodes.

Fixer le clip des câbles d'électrodes sur les habits du **Sujet**.



Fig. 6.10

9. Lancer le programme Biopac Student Lab.
10. Choisir la “**L06 – Electrocardiographie (ECG) II**” et cliquer sur **OK**.
11. Taper un **nom de fichier** unique et cliquer sur **OK**.

Démarrer Biopac Student Lab en double-cliquant sur le raccourci du bureau.



Deux personnes ne peuvent avoir le même nom de fichier. Utiliser un identifiant unique, comme le surnom du **Sujet** ou le numéro d'identité de l'étudiant.

Un dossier sera créé avec le nom du fichier. Ce même nom peut être utilisé dans d'autres leçons pour mettre toutes les données du **Sujet** dans un même dossier.

12. **En option:** Paramétrer Préférences.
- Choisir Fichier > **Préférences Leçon**.
 - Sélectionner une option.
 - Sélectionner le paramétrage choisi et cliquer sur OK.

Cette leçon a des Préférences en option pour les données et l'affichage pendant l'enregistrement. Vous pouvez paramétrer:

Grille: Afficher ou supprimer grille.

Filtre ECG: Paramétrer largeur de bande.

Données Fréq Card: Calculer et afficher la Fréq Card.

Echelle de temps: Paramétrer à l'aide des options l'échelle de temps de tout l'écran pendant 10 à 20 secondes.

Enregistrements Leçon: Des enregistrements spécifiques peuvent avoir été omis en fonction des préférences de l'Enseignant.

Tous les changements de paramétrage seront sauvegardés.

FIN DE L'INSTALLATION

B. CALIBRATION

La procédure de Calibration établit les paramètres internes des périphériques (tel que le gain, le zéro et l'échelle) et est critique pour une performance optimale. **Compléter cette procédure de calibration avec soin.**

NOTE RAPIDE

1. Le **Sujet** est allongé sur le dos et détendu, les yeux fermés.
2. Cliquer sur **Calibrer**.
 - Le **Sujet** reste détendu, les yeux fermés.
 - **Attendre** l'arrêt de la calibration.
3. Vérifier que l'enregistrement ressemble à l'exemple des données.
 - Si identique, cliquer sur Continuer et procéder à l'Enregistrement des Données.
 - Si nécessaire, cliquer sur **Recalibrer**.

FIN DE CALIBRATION

EXPLICATION DÉTAILLÉE

Le Sujet doit rester détendu et immobile pendant toute la calibration pour minimiser les variations de la ligne de base et les artéfacts d'EMG.

La calibration dure 8 secondes.

Les canaux devraient afficher des courbes d'ECG reconnaissables avec une ligne de base à, ou proche, de 0 mV, peu d'artéfact EMG et pas de variations majeures de la ligne de base.

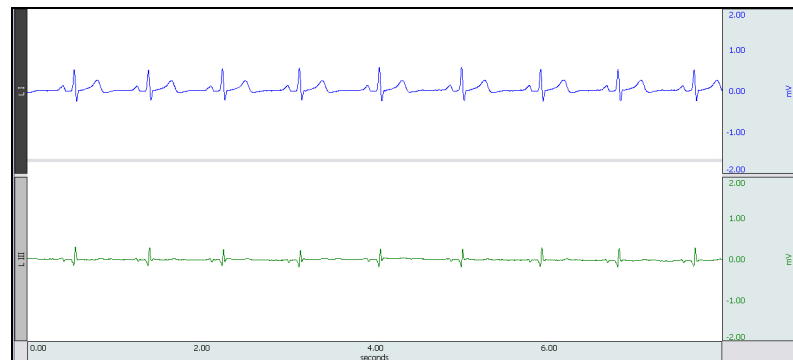


Fig. 6.11 Exemple de calibration des données

Si l'enregistrement ne ressemble pas à l'exemple de données...

- Si les données sont bruitées ou plates, vérifier les connexions au MP.
- Si les signaux paraissent inversés, vérifier que les capteurs sont connectés aux canaux correspondants. (CH 1 pour la Dérivation I et CH 2 pour la Dérivation III.)
- Si l'ECG affiche des variations excessives de la ligne de base ou des artéfacts d'EMG:
 - Vérifier que les électrodes font un bon contact avec la peau et que les câbles ne tirent pas sur les électrodes.
 - S'assurer que le **Sujet** est détendu.

C. ENREGISTREMENT DES DONNEES

NOTE RAPIDE

1. Se préparer à l'enregistrement.
 - Le **Sujet** doit rester allongé et détendu, les yeux fermés.
 - **Revoir** les étapes de l'enregistrement.

Suite de l'Enregistrement...

EXPLICATION DÉTAILLÉE

Deux conditions expérimentales seront enregistrées*, un avec un **Sujet** allongé sur le dos et un autre assis.

***IMPORTANT**

Cette procédure implique que pour tous les enregistrements les Préférences des leçons sont activées, ce qui peut ne pas être le cas dans votre laboratoire. Vérifier toujours que le titre de l'enregistrement et les références de l'enregistrement dans le journal correspondent et supprimer les références des enregistrements exclus.

Conseils pour obtenir des données optimales

Pour minimiser les artéfacts EMG et une dérive de la dérivation de base:

- Les bras et jambes du **Sujet** doivent être détendus.
- Le **Sujet** doit rester immobile et ne doit pas parler durant tous les enregistrements.
- S'assurer que les électrodes ne se décollent pas et que les câbles ne tirent pas sur les électrodes.

Allongé sur le dos

2. Cliquer sur **Enregistrer**.
3. Enregistrer pendant 30 secondes.
4. Cliquer sur **Pause**.
5. Vérifier que l'enregistrement ressemble à l'exemple des données.
 - Si identique, cliquer sur **Continuer** et procéder à l'enregistrement suivant.

- Si nécessaire, cliquer sur Refaire.
- Si tous les enregistrements requis ont été réalisés, cliquer sur **Terminé**.

Le **Sujet** doit rester allongé et détendu, les yeux fermés.

Les canaux devraient afficher une ligne de base à, ou proche, de 0 mV, peu d'artéfact EMG et pas de variations majeures de la ligne de base.

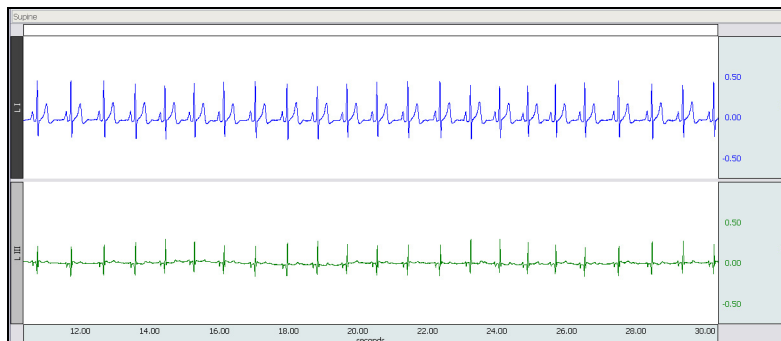


Fig. 6.12 Exemple de données: Allongé sur le dos

Si l'enregistrement ne ressemble pas à l'exemple de données...

- Si les données sont bruitées ou plates, vérifier les connexions au MP.
- Si l'ECG affiche des variations excessives de la ligne de base ou des artéfacts d'EMG:
 - Vérifier que les électrodes font un bon contact avec la peau et que les câbles ne tirent pas sur les électrodes.
 - S'assurer que le **Sujet** est détendu.

Cliquer sur **Refaire** et recommencer les étapes 2 à 5 si nécessaire. Noter qu'après avoir pressé sur **Refaire**, l'enregistrement le plus récent sera effacé.

Assis

- **Revoir** les étapes de l'enregistrement.
6. Le **Sujet** se lève rapidement et se met en position assise (Fig. 6.13).

Le **Sujet** devra s'asseoir avec les bras détendus le long du corps et les mains sur les genoux, les jambes fléchies au niveau du genou et un support sous les pieds.



Fig. 6.13 Position correcte pour un enregistrement "Assis"

7. Une fois le **Sujet** assis et immobile, cliquer sur **Enregistrer**.

Suite de l'Enregistrement...

Pour détecter les variations de la fréquence cardiaque, cliquer sur **Enregistrer** aussi vite que possible dès que le **Sujet** est assis et détendu.

8. Le **Sujet** doit rester assis et détendu.
 - Enregistrer pendant 10 secondes et demander au **Sujet** de respirer plus profondément.
 - Le **Sujet** inspire de façon audible, l'**Opérateur** presse sur F4 à l'inspiration.
 - Le **Sujet** expire de façon audible, l'**Opérateur** presse sur F5 à l'expiration.
9. Enregistrer pendant 5 secondes supplémentaires.
10. Cliquer sur **Pause**.
11. Vérifier que l'enregistrement ressemble à l'exemple des données.
 - Si identique, cliquer sur **Continuer** pour réaliser les enregistrements optionnels, ou **Terminé** pour finir la leçon.

Note: Le **Sujet** ne doit pas respirer trop profondément afin de ne pas provoquer d'artéfacts EMG ou de perturbations de la ligne de base.

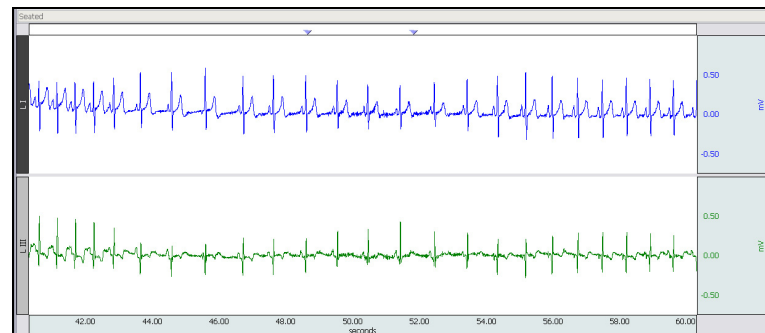


Fig. 6.14 Exemple de données: Assis

La description des données est la même que celle figurant Etape 5 à l'exception suivante:

- L'ECG peut montrer une variation de la ligne de base durant la respiration profonde, ce qui est normal et, à moins d'être excessive, ne nécessite pas de **Refaire** l'enregistrement.

Cliquer sur **Refaire** si nécessaire. Noter que le **Sujet** doit revenir à une position debout pendant au moins 5 minutes avant de repeater les Etapes 6 – 11. Noter qu'après avoir pressé sur **Refaire**, l'enregistrement le plus récent sera effacé.

Avec cette leçon, on peut enregistrer d'autres données additionnelles en cliquant sur **Continuer** après le dernier enregistrement. Concevoir une expérience pour tester ou vérifier un principe scientifique relié aux sujets traités dans cette leçon. Bien qu'on soit limité par l'assignation des canaux de cette leçon, la position des électrodes sur le **Sujet** peut être changée.

Concevoir votre expérience

Utiliser une feuille séparée pour détailler votre expérience et être sûr de valider les principaux points:

A. Hypothèse

Décrire le principe scientifique à tester ou vérifier.

B. Matériels

Lister le matériel nécessaire pour réaliser l'expérience.

C. Méthode

Décrire la procédure expérimentale—numéroter chaque étape les rend plus faciles à suivre durant l'expérience.

Réaliser votre expérience

D. Paramétrage

Paramétrer l'équipement et préparer le sujet pour l'expérience.

OPTION APPRENTISSAGE ACTIF

Suite de l'Enregistrement...

12. Après avoir cliqué sur **Terminé**, choisir une option et cliquer sur **OK**.
13. Enlever les électrodes.

FIN DE L'ENREGISTREMENT

V. ANALYSE DES DONNEES

NOTE RAPIDE

1. Initialiser le mode **Revoir données sauvées**.
 - Noter les titres des canaux numérotés (CH):

<i>Canal</i>	<i>Courbe</i>
CH 1	Dérivation I
CH 2	Dérivation III
CH 40	Dérivation II (calculé)
 - Noter les paramètres des boîtes de mesures:

<i>Canal</i>	<i>Mesure</i>
CH 1	Delta
CH 2	Delta
CH 40	Delta

Suite de l'Analyse...

E. Enregistrement

Utiliser les boutons **Continuer**, **Enregistrer**, et **Pause** pour enregistrer autant de données que nécessaires pour votre expérience. Cliquer sur **Terminé** après avoir fini les enregistrements nécessaires à votre expérience.

Analyser votre expérience

F. Paramétrer les mesures nécessaires à votre expérience et enregistrer les résultats dans Rapport expérimental.

Si vous avez choisi l'option **Enregistrer un autre Sujet**:

- Recommencer les étapes 6 à 9 puis réaliser la Calibration.

Débrancher les câbles d'électrodes et enlever les électrodes autocollantes. Jeter les électrodes (les électrodes BIOPAC ne sont pas réutilisables). Nettoyer la peau avec de l'eau et du savon pour faire disparaître les résidus de gel pour électrodes. Il est possible que les électrodes laissent une légère trace ronde sur la peau pendant quelques heures, ce qui n'a rien d'anormal.

EXPLICATION DÉTAILLÉE

En passant en mode **Revoir Données Sauvées** à partir du dialogue de démarrage ou du menu des leçons, s'assurer de choisir le bon fichier.

Note: Suite à la sélection du bouton **Terminé** dans la dernière section d'enregistrement, le logiciel a utilisé la loi d'Einthoven pour calculer automatiquement la Dérivation II à partir des Dérivations I et III et a ajouté un canal pour la dérivation II aux 2 canaux initiaux de l'enregistrement (Fig. 6.15).

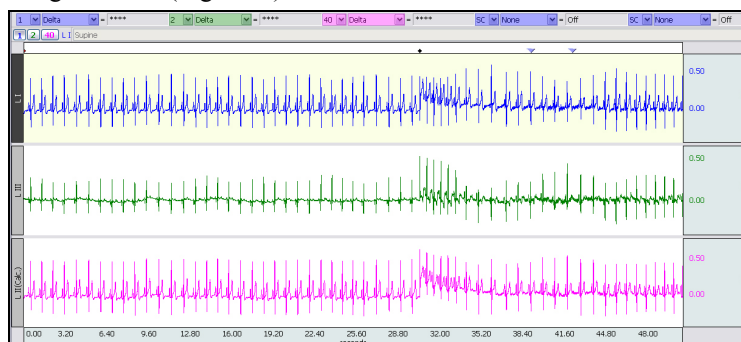


Fig. 6.15 Exemple de données


Les mesures se trouvent dans la fenêtre résultat, au-dessus des marqueurs. Chaque mesure comprend trois sections: le numéro du canal, le type de mesure et le résultat de la mesure. Les deux premières sections se trouvent sous la forme de menu-tiroirs qui sont activés en cliquant dessus.

Brève description des mesures:

Calcule la différence en amplitude entre les bornes de l'intervalle sélectionné. Cette mesure est très pratique lors de la mesure l'ECG car il n'est pas nécessaire que la dérivation de base soit à zéro pour obtenir une mesure rapide et précise.

La "zone sélectionnée" est la région sélectionnée par le curseur I (points extrêmes inclus).

- Adapter votre fenêtre pour une visualisation optimale du 1^{er} enregistrement de données.

Note: Les marqueurs d'événement liés  indiquent le début de chaque enregistrement. Cliquer sur le marqueur d'événement pour afficher son titre.

Outils utiles pour changer de vue:

Menu affichage: Echelle Horiz. Automatique, Echelle Automatique, Zoom Arrière, Zoom Avant

Barre de défilement: Temps (Horizontal); Amplitude (Verticale)

Outils curseur: Outil zoom

Boutons: Superposer, Séparer, Afficher grille, Supprimer grille, +, -

Afficher/Masquer canaux: “Alt + click” (Windows) ou “Option + click” (Mac) sur la boîte du numéro du canal pour activer ou non l’affichage.

The data window should resemble Fig. 6.16.

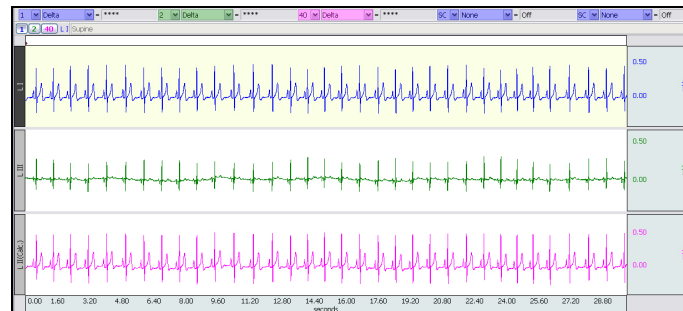


Fig. 6.16 Données “Allongé sur le dos”

- Zoomer** pour choisir 2 cycles cardiaques consécutifs “propres” dans l’enregistrement “Allongé sur le dos”.
- Placer un **marqueur d'événement** au-dessus de la seconde onde R pour indiquer le cycle cardiaque sur lequel seront faites les mesures.

Un cycle cardiaque “propre” permet de reconnaître facilement les composantes de l’ECG (Fig. 6.17).

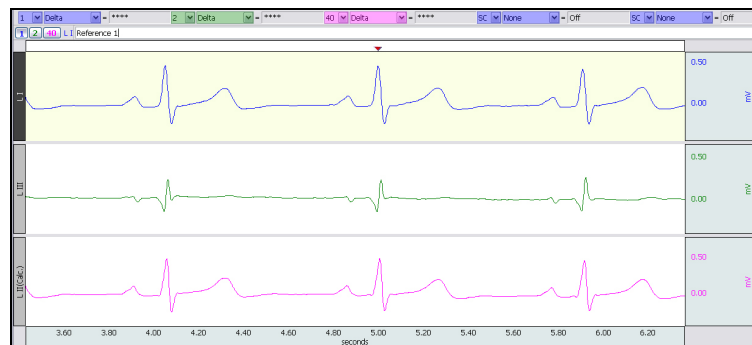


Fig. 6.17 Zoom sur les données “Allongé sur le dos”

Insérer un marqueur d'événement au-dessus de l'onde R du second cycle cardiaque affiché.

Pour insérer un marqueur d'événement (triangle inversé) faire un click droit avec le curseur au niveau du marqueur d'événements et choisir dans le menu l'option “Insérer nouvel événement”. Vous pouvez faire bouger le marqueur en pressant sur la touche “Alt” pendant que vous cliquez et le déplacez.

Taper “Référence 1” pour identifier ce marqueur.

- Utiliser le **curseur I** pour sélectionner la surface à partir du milieu entre les cycles (ligne de base) et l'onde R du second cycle.

 A, B

Positionner le curseur au milieu entre l'onde T du cycle cardiaque 1 (gauche) et l'onde P du cycle cardiaque 2. Presser et maintenir la souris pour sélectionner la surface désirée jusqu'au pic de l'onde choisie - surveiller la mesure du Delta pour déterminer le moment où le pic est atteint; de petits mouvements vers la droite ou la gauche peuvent être nécessaires.

Suite de l'Analyse...

6. Aller à l'enregistrement "**Assis**", choisir 2 cycles cardiaques consécutifs et répéter la procédure comme décrite dans les Etapes 4 et 5.



7. Aller à la section "**début de l'inspiration**" et choisir 2 cycles cardiaques consécutifs et répéter la procédure comme décrite dans les Etapes 4 et 5.



8. Aller à la section "**début de l'expiration**" et choisir 2 cycles cardiaques consécutifs et répéter la procédure comme décrite dans les Etapes 4 et 5.



9. Revenir au marqueur "**Référence 1**" créé à l'étape 4.

10. Mesurer les ondes des complexes **QRS** et enregistrer les amplitudes pour les **Dérivations I et III**.



Suite de l'Analyse...

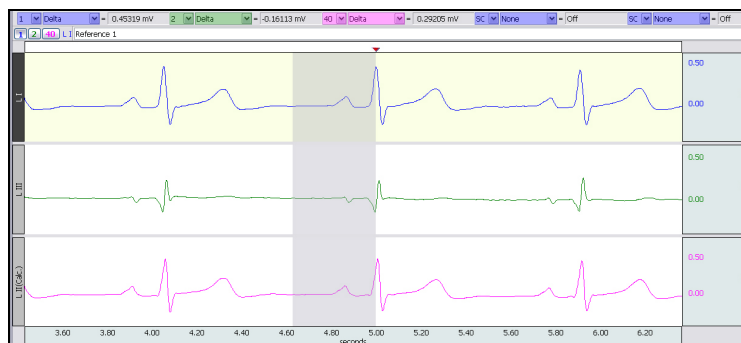


Fig. 6.18 Sélection entre la ligne de base et le pic de l'onde R

Note Les ondes R peuvent être inversées sur certaines dérivations; inclure la polarité au résultat de Delta dans les tableaux du rapport de données.

Ne pas utiliser une section entre les marqueurs d'événement "**début de l'inspiration**" et "**début de l'expiration**".

Note Toutes les mesures restant à faire sont seulement sur les Dérivations I et III, vous pouvez masquer la Dérivation II (CH 40).

Taper "**Référence 2**" pour identifier ce marqueur.

Taper "**Référence 3**" pour identifier ce marqueur.

Utiliser les flèches gauche et droite du marqueur d'événement pour se déplacer vers d'autres marqueurs.

Pour mesurer une onde, sélectionner la surface allant de la ligne de base (Ligne isoélectrique) jusqu'au pic de l'onde.



Fig. 6.19 Exemple de mesure de l'onde Q

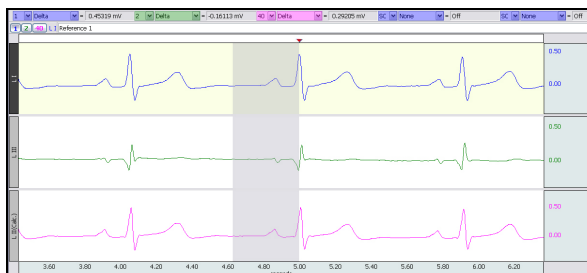


Fig. 6.20 Exemple de mesure de l'onde R



Fig. 6.21 Exemple de mesure de l'onde S

11. Remplir les vectogrammes.
12. Répondre aux questions à la fin du Rapport expérimental.
13. **Sauver** ou **imprimer** le Rapport expérimental.
14. **Quitter** le programme.

FIN DE L'ANALYSE

- Les Vectogrammes L06 figurent dans le manuel imprimé, ou peuvent être directement imprimés à partir du menu Aide.
- Un **Rapport expérimental**, électronique éditable, est situé à la fin du journal (après le résumé de la leçon) ou sinon immédiatement après cette partie d'Analyse de données. Votre enseignant vous indiquera le format à utiliser dans votre laboratoire.

FIN DE LA LEÇON 6

Compléter le Rapport Expérimental de la Leçon 6 qui suit.

ELECTROCARDIOGRAPHIE II

- *Dérivations Bipolaires (Dérivations I, II, III), Loi d'Einthoven, et*
- *Axe Electrique Moyen sur le Plan Frontal*

Rapport Expérimental

Nom de l'étudiant: _____

Groupe de labo: _____

Date: _____

I. Données et Graphes

Profil du Sujet

Nom _____

Taille _____

Age _____

Sexe: Masculin / Féminin

Poids _____

A. Loi d'Einthoven—Confirmation simulée: Dérivation I + Dérivation III = Dérivation II

Tableau 6.1 Allongé sur le dos

Dérivation	Même Cycle Cardiaque unique	mV*	*Inclure la polarité (+ ou -) au résultat de Delta car des ondes R peuvent être inversées dans certaines dérivations.
Dérivation I	1 Delta		
Dérivation III	2 Delta		
Dérivation II	40 Delta		

B. Axe électrique moyen ventriculaire (axe QRS) et potentiel moyen ventriculaire—Estimation Graphique

Utilisez le Tableau 6.2 pour consigner les mesures de la section Analyse des Résultats:

Tableau 6.2

CONDITION	QRS	
	Dérivation I 1 Delta	Dérivation III 2 Delta
Allongé sur le dos		
Assis		
Début de l'inspiration		
Début de l'expiration		

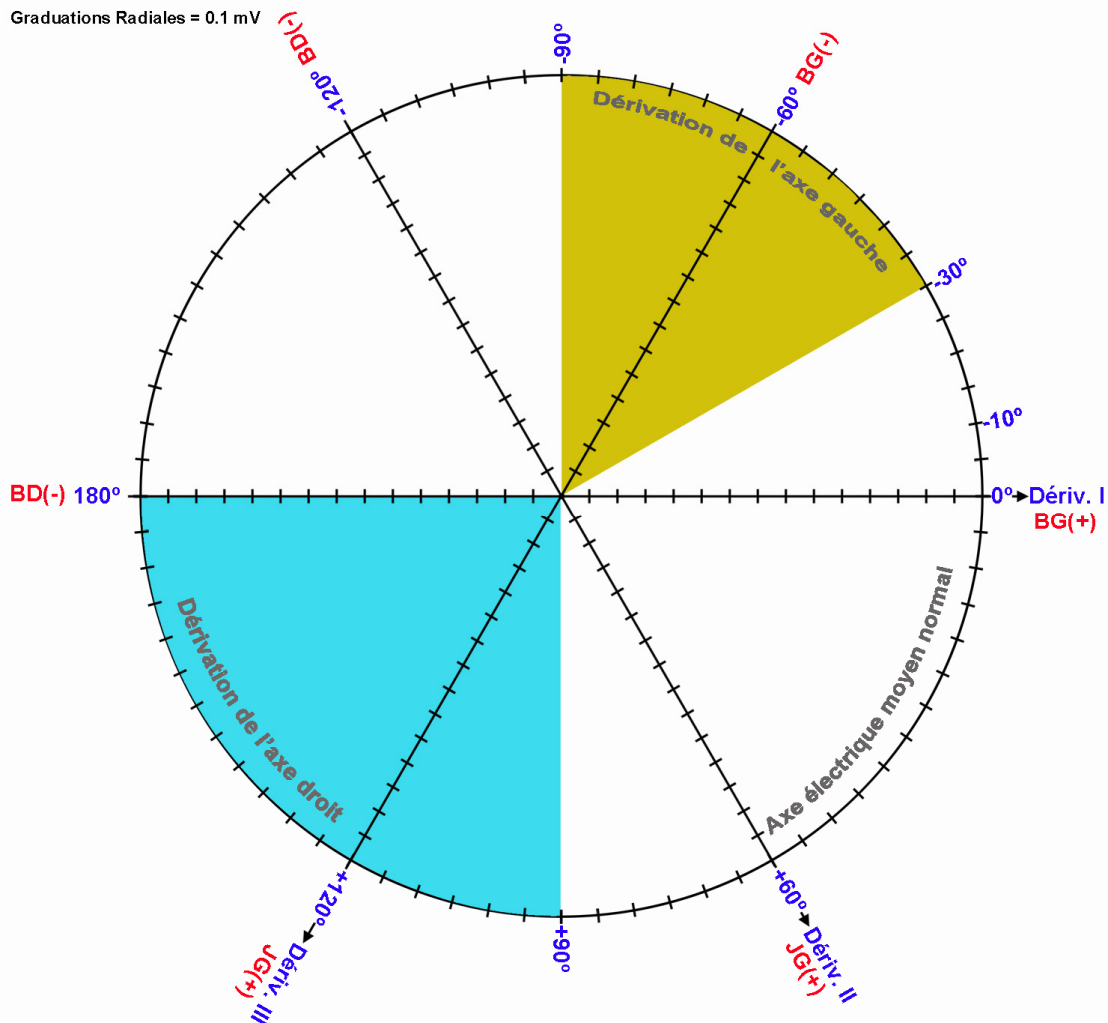
Une manière d'approcher l'axe électrique moyen du plan frontal est de tracer la différence de potentiel de l'onde R à partir de la Dérivation I et de la Dérivation III, comme indiqué dans l'Introduction (Fig. 6.4).

1. Tracer une droite perpendiculaire à partir des extrémités des vecteurs à l'aide d'un rapporteur ou d'une équerre.
2. Déterminer le point d'intersection de ces deux droites perpendiculaires.
3. Tracer un nouveau vecteur allant de l'origine au point d'intersection.

La direction de ce vecteur résultant donne une approximation de l'axe électrique moyen ventriculaire (axe QRS). La longueur de ce vecteur estime le potentiel moyen ventriculaire.

Créez deux tracés sur chacun de ces graphiques, à l'aide des résultats du tableau 6.2. Utilisez une couleur différente pour chaque tracé.

Graphique 1: Allongé sur le dos et Assis



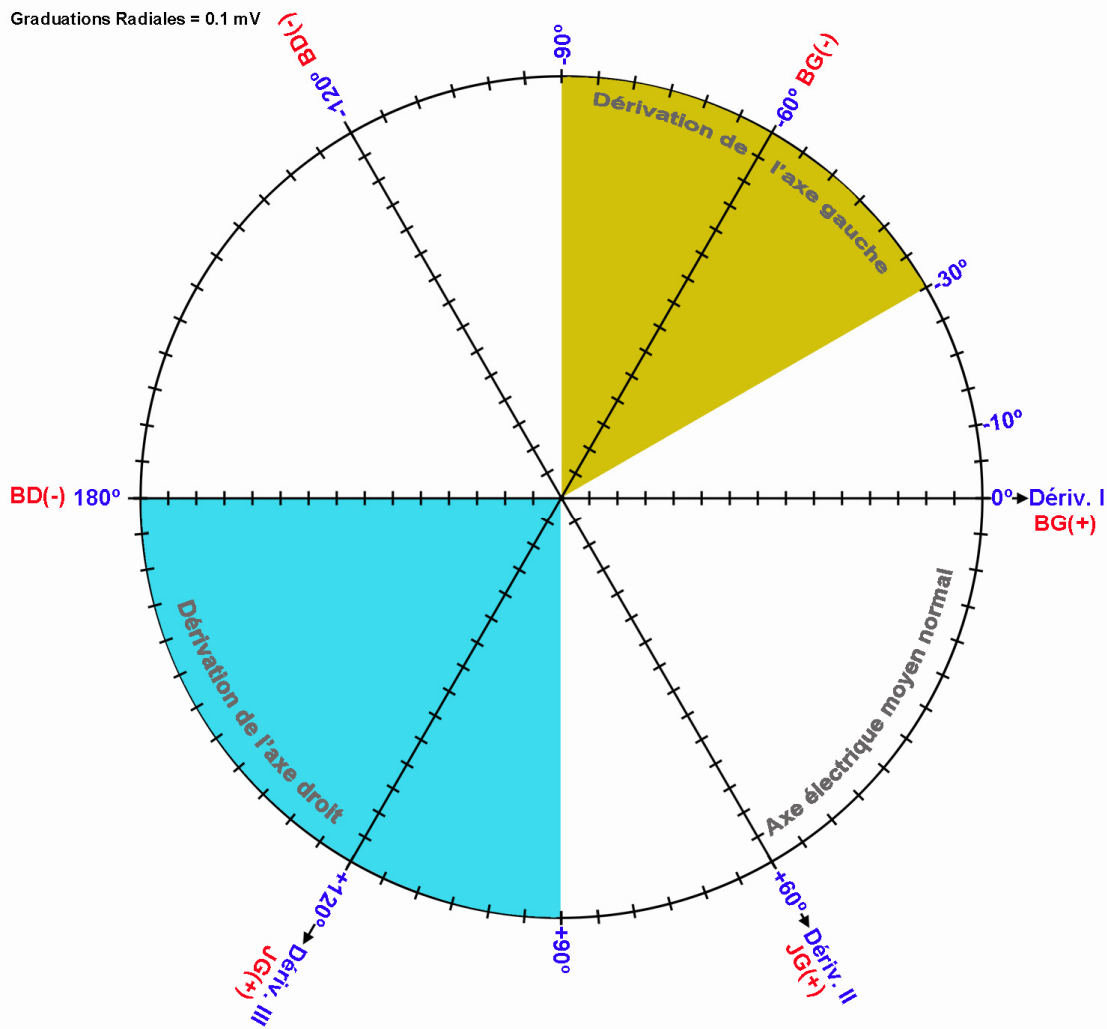
Remplissez le tableau à partir du graphique ci-dessus:

Condition	Potentiel moyen Ventriculaire	Axe moyen Ventriculaire (QRS)
Allongé sur le dos	_____	_____
Assis	_____	_____

Expliquez la différence (si il y en a) entre le Potentiel moyen Ventriculaire et l'axe dans les 2 conditions:

Graphique 2: Inspiration/Expiration

Graduations Radiales = 0.1 mV



Remplissez le tableau à partir du graphique ci-dessus:

Condition	Potentiel moyen Ventriculaire	Axe moyen Ventriculaire (QRS)
Début de l'inspiration	_____	_____
Début de l'expiration	_____	_____

Expliquez la différence (si il y en a) entre le Potentiel moyen Ventriculaire et l'axe dans les 2 conditions:

II. Questions

D. Définir l'ECG.

E. Définir la **Loi d'Einthoven**.

F. Définir le **Triangle d'Einthoven** et donner un exemple de son application.

G. Quels facteurs normaux changent l'orientation de l'**axe moyen ventriculaire (QRS)**?

H. Définir la **déviatiion de l'axe gauche (DAG)** et sa cause.

I. Définir la **déviatiion de l'axe droit (DAD)** et sa cause.

J. Quels facteurs affectent l'amplitude de l'onde R enregistrée sur les différentes dérivations?

III. OPTION Apprentissage Actif

A. *Hypothèse*

B. *Matériels*

C. *Méthode*

D. *Paramétrage*

E. *Résultats expérimentaux*
