

Assiati ABDOUN
Melissa BABELHADJ
Samira SALIM
Myriam DJOUDI

TP 2 : ECG et bruits du cœur

Introduction :

Le cœur bat grâce à une activité électrique qui provoque sa contraction. Cette activité peut être enregistrée sous forme d'un ECG, tandis que les bruits du cœur reflètent les mouvements des valves pendant le cycle cardiaque. L'objectif de ce TP était d'enregistrer l'ECG et les bruits du cœur pour comprendre comment l'activité électrique et mécanique du cœur sont liées et dans quel ordre elles se produisent.

Objectifs :

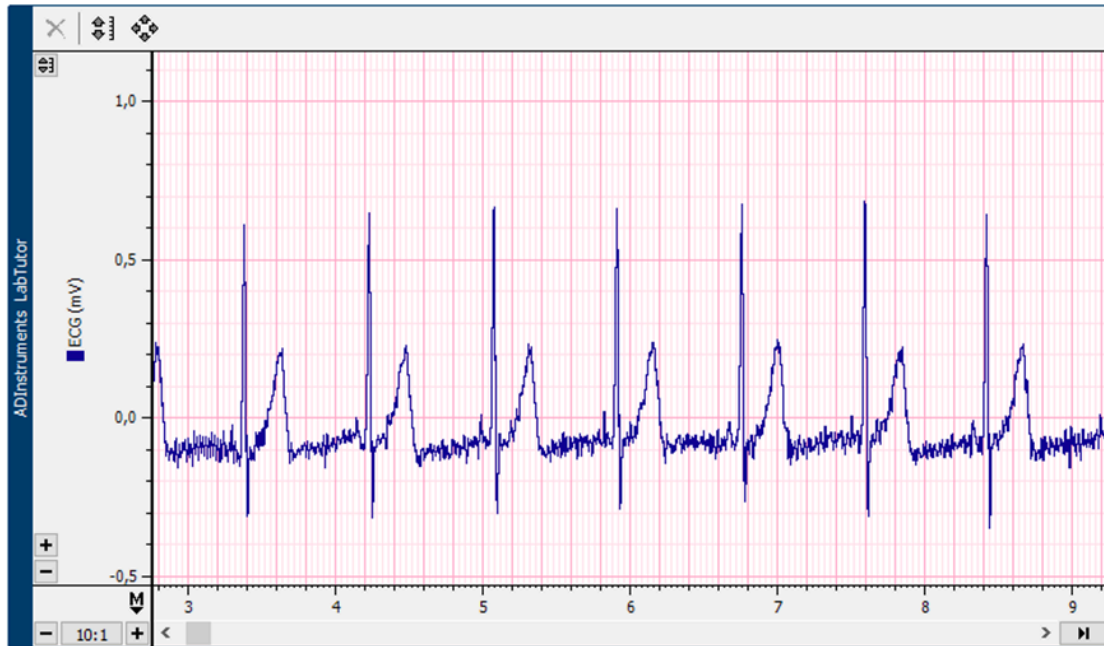
L'objectif de ce TP est d'observer le fonctionnement du cœur à travers l'enregistrement d'un ECG, des bruits cardiaques et du pouls, puis de comparer les résultats entre plusieurs personnes. Cela permet de comprendre la relation entre l'activité électrique, les sons produits par les valves cardiaques et le rythme du pouls, ainsi que les variations individuelles du cycle cardiaque (fréquence, amplitude, délais...).

Exercices :

Exercice 1: ECG au repos
Exercice 2: variation des ECG
Exercice 3: ECG et Bruits du cœur
Exercice 4: ECG et Phonocardiographie

Exercice 1 : ECG au repos

Myriam:



	Temps
Valeur	

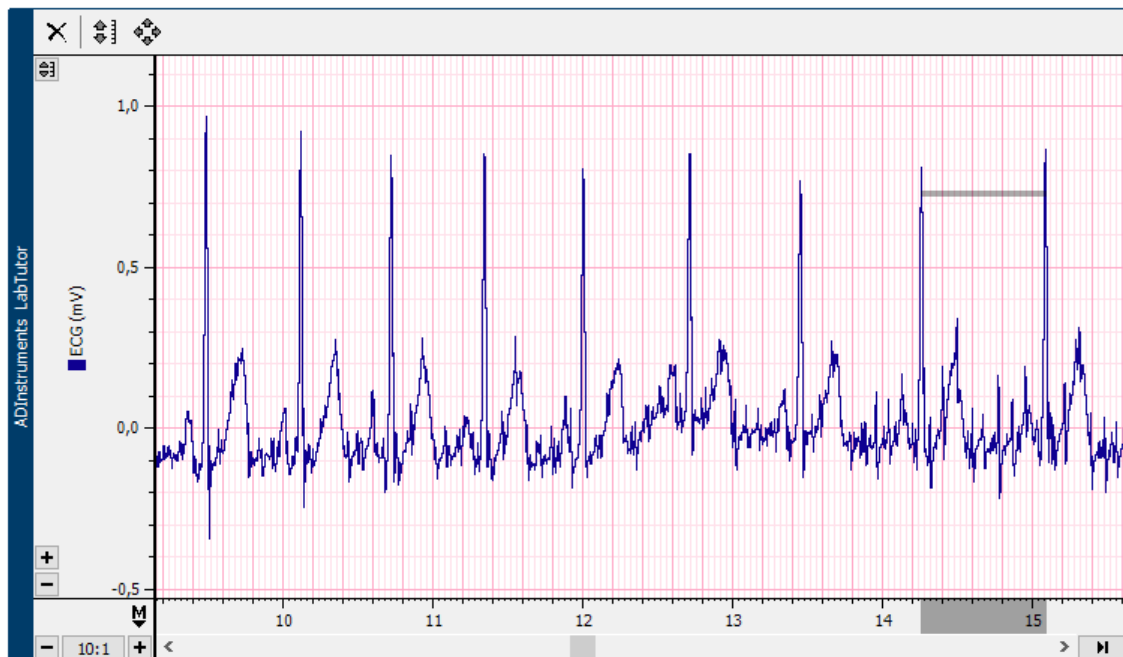
Amplitude et durée d'un ECG		
Composante	Amplitude (mV)	Durée (s)
Onde P	0.018	0.02
Complexe QRS	0.660	0.055
Onde T	0.239	0.08

	ECG
Valeur	

Intervalle et fréquence d'un ECG		
Paire	Intervalle (s)	Fréquence cardiaque (BPM)
1	0,92	65,2
2	0,82	73,2
3	0,82	73,2

Le tracé ECG de Myriam présente un rythme régulier avec des ondes bien identifiables : l'onde P, le complexe QRS et l'onde T. L'amplitude du complexe QRS est de 0,66 mV pour une durée de 0,055 s, tandis que l'onde T atteint 0,239 mV pour une durée de 0,055 s. Les intervalles R-R varient entre 0,82 et 0,92 s, correspondant à une fréquence cardiaque moyenne d'environ 70 bpm. Ces résultats traduisent un rythme sinusal normal et une activité électrique cardiaque régulière chez le sujet au repos.

Melissa



Temps	
Valeur	14,26 s

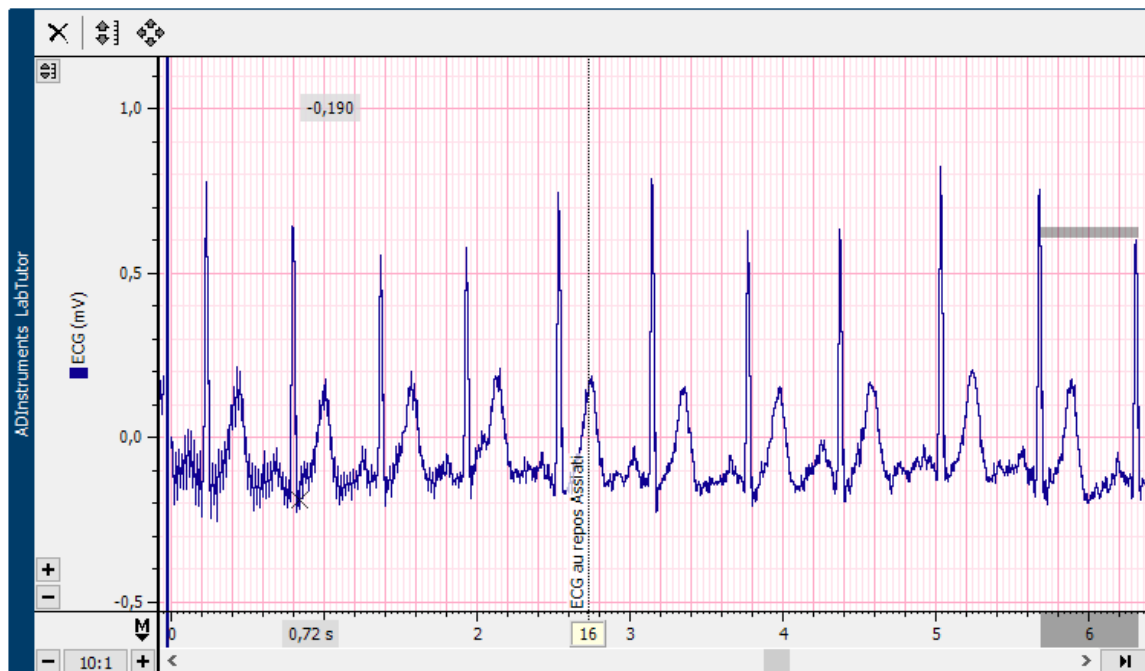
Amplitude et durée d'un ECG		
Composante	Amplitude (mV)	Durée (s)
Onde P	0,062	0.01
Complexe QRS	0,805	0.95
Onde T	0,215	1.22

ECG	
Valeur	0,773 mV

Intervalle et fréquence d'un ECG		
Paire	Intervalle (s)	Fréquence cardiaque (BPM)
1	0,62	96,8
2	0,66	90,9
3	0,82	73,2

Le tracé ECG de Melissa montre un rythme régulier avec des ondes bien visibles : onde P, complexe QRS et onde T. L'amplitude du complexe QRS est de 0,805 mV pour une durée de 0,095 s, ce qui est légèrement plus élevé que chez Myriam. Les intervalles R-R varient entre 0,62 et 0,82 s, donnant une fréquence cardiaque moyenne d'environ 87 bpm, donc un rythme un peu plus rapide. Ces résultats traduisent une activité cardiaque normale, avec une fréquence légèrement supérieure.

Assiati



	Temps
Valeur	5,69 s

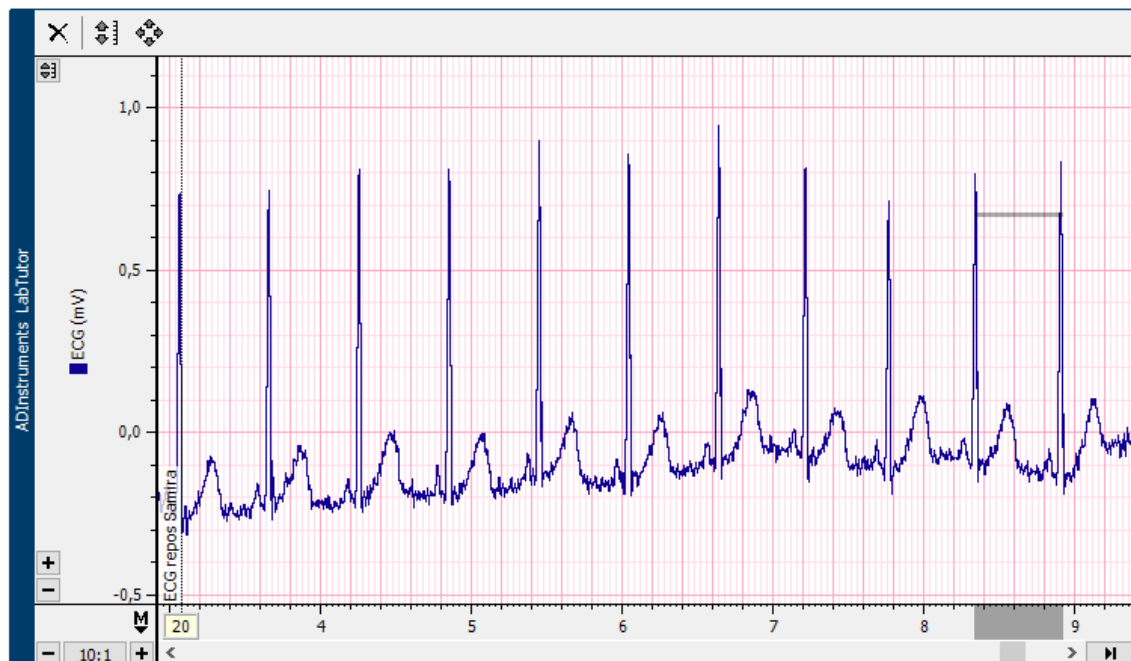
	Amplitude et durée d'un ECG	
Tableau	Composante	Amplitude (mV) Durée (s)
	Onde P	-0,026 0.023
	Complexe QRS	0,822 0.081
	Onde T	0,201 0.12

	ECG
Valeur	0,353 mV

	Intervalle et fréquence d'un ECG	
Tableau	Paire	Intervalle (s) Fréquence cardiaque (BPM)
	1	0,62 96,8
	2	0,64 93,8
	3	0,6 100,0

Le tracé ECG d'Assiati montre un rythme régulier avec des ondes bien visibles : P, QRS et T. L'amplitude du complexe QRS est de 0,822 mV pour une durée de 0,081 s, et les intervalles R–R varient entre 0,60 et 0,64 s, correspondant à une fréquence cardiaque moyenne d'environ 97 bpm. Cette fréquence, plus élevée que celles observées chez Myriam et Melissa, peut s'expliquer par le stress d'Assiati pendant l'enregistrement, qui a probablement entraîné une accélération du rythme cardiaque. Le tracé reste cependant régulier et normal, traduisant une bonne activité électrique cardiaque.

Samira



Temps	
Valeur	8,34 s

Amplitude et durée d'un ECG		
Composante	Amplitude (mV)	Durée (s)
Onde P	-0,03	0.04
Complexe QRS	0,935	0.045
Onde T	0,131	0.14

ECG	
Valeur	0,724 mV

Intervalle et fréquence d'un ECG		
Paire	Intervalle (s)	Fréquence cardiaque (BPM)
1	0,6	100,0
2	0,58	103,4
3	0,58	103,4

Le tracé ECG de Samira présente un rythme régulier avec des ondes bien visibles : P, QRS et T. L'amplitude du complexe QRS est de 0,935 mV pour une durée de 0,045 s, correspondant à une dépolarisation ventriculaire normale. Les intervalles R–R varient entre 0,58 et 0,60 s, soit une fréquence cardiaque moyenne d'environ 102 bpm, légèrement plus élevée que celle des autres membres de l'équipe. Cette fréquence plus rapide peut être liée à une excitation passagère pendant l'enregistrement, sans signe de stress particulier. Le tracé reste régulier et sinusal, traduisant une activité cardiaque normale.

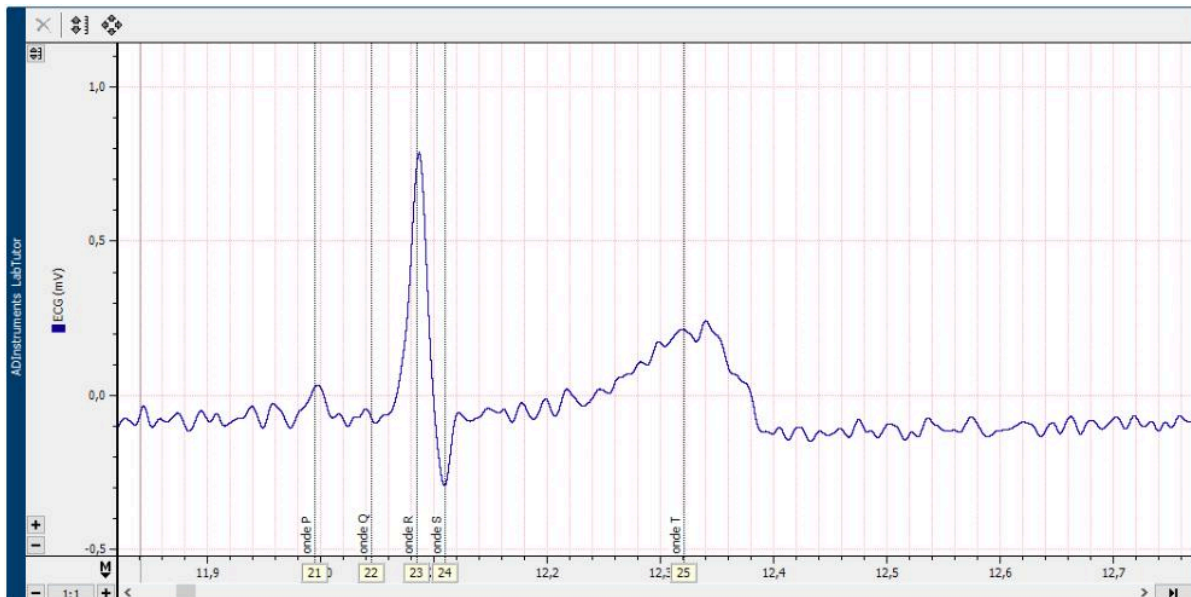
Conclusion :

Les quatre tracés ECG présentent un rythme sinusal régulier et des ondes bien définies (P, QRS, T), traduisant une activité électrique cardiaque normale chez toutes les participantes.

Cependant, on observe des différences de fréquence cardiaque :

- Myriam a la fréquence la plus basse environ 70 bpm, correspondant à un rythme calme et stable au repos.
- Melissa montre une fréquence légèrement plus élevée autour de 85 bpm, sans irrégularité notable.
- Assiati présente un rythme encore un peu plus rapide environ 90 à 95 bpm, probablement influencé par un léger stress.
- Samira a la fréquence la plus haute environ 102 bpm, possiblement liée à une excitation passagère pendant la mesure.

Ces résultats mettent en évidence que, bien que toutes les participantes aient un ECG normal, la fréquence cardiaque varie selon l'état émotionnel et la physiologie individuelle de chacune.



1. Comment décririez-vous les amplitudes des diverses ondes au cours de différents cycles cardiaques?

Pour commencer l'onde P est de faible amplitude, elle traduit la dépolarisation des oreillettes. Le complexe QRS a une amplitude beaucoup plus forte (0,9 mv), il correspond à la dépolarisation des ventricules. L'onde T a une amplitude moyenne (0,1mv), elle reflète la repolarisation des ventricules.

2. L'onde P et le complexe QRS représentent respectivement la dépolarisation du muscle atrial et du muscle ventriculaire. Pourquoi l'amplitude du complexe QRS est-elle la plus grande?

L'amplitude du complexe QRS est plus grande que l'onde P car :

- La masse musculaire ventriculaire est beaucoup plus importante que celle des oreillettes, le courant électrique produit est plus fort.
- La dépolarisation ventriculaire est plus rapide et plus synchronisée grâce au réseau de Purkinje, ce qui renforce la somme des potentiels enregistrés.

3. Au cours des étapes 7 et 8, la fréquence cardiaque a été calculée en se basant sur les intervalles pic à pic des ondes R. Avez-vous remarqué des variations entre les battements? Pensiez-vous que l'intervalle entre les battements serait toujours identique? Pourquoi ou pourquoi pas?

Nous avons remarqué des différences entre les battements, nous pensions que les intervalles allaient être sensiblement proches et autour des mêmes valeurs intra individu mais pas inter individu en tout cas ce serait un peu plus différent inter individu. C'est ce que nous suggèrent les tracés à l'œil nu et cela s'explique par la variabilité physiologique normale du rythme cardiaque, même au repos. Cette variation est due à l'influence du système nerveux autonome qui ajuste le rythme en fonction de la respiration et des petites modulations hormonales et mécaniques.

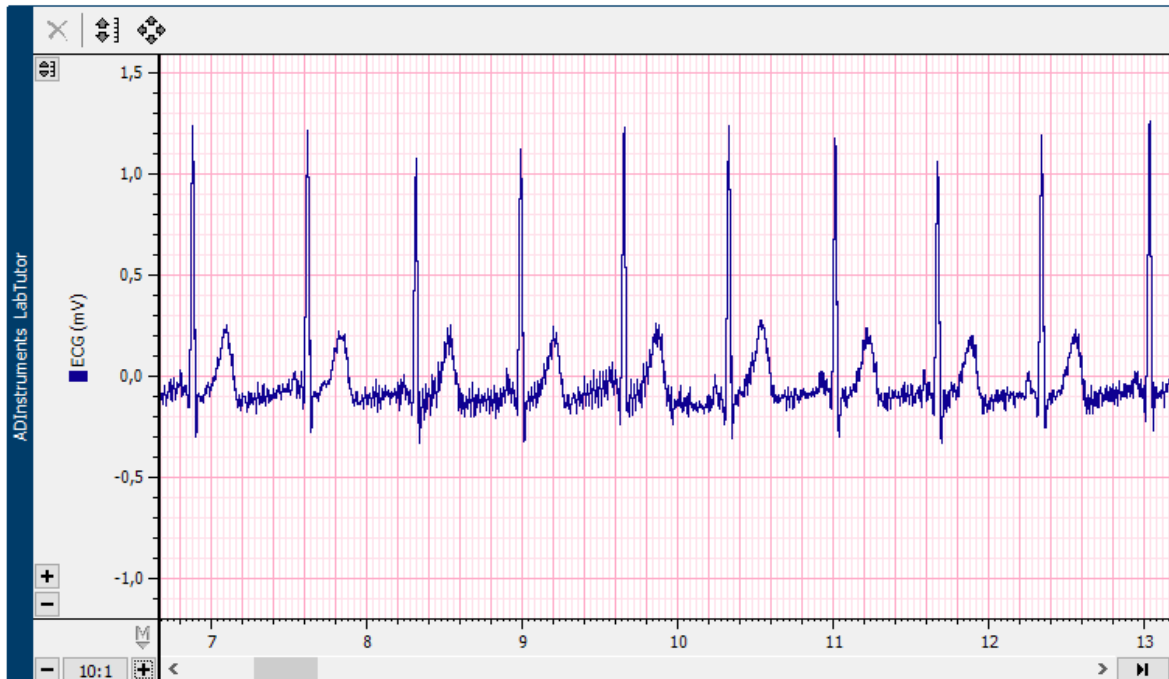
4. La fréquence cardiaque au repos se situe entre 60 et 90 bpm (battements par minute). La fréquence cardiaque au repos d'un athlète au top de sa forme peut se situer entre 45 et 60 bpm. Pourquoi la fréquence cardiaque d'une personne en excellente condition physique est-elle plus lente que celle d'une personne qui fait modérément de l'exercice?

La fréquence cardiaque au repos d'un athlète bien entraîné est plus lente que celle d'une personne modérément active parce que:

- L'augmentation du volume systolique , l'athlète éjecte plus de sang a chaque contraction pour fournir le même débit sanguin, il n'a donc pas besoin de battre aussi vite.
- Les parois ventriculaires sont plus épaisses et plus efficaces permettant une contraction plus puissante.
- L'activité du système nerveux parasympathique est accrue, ralentissant le rythme cardiaque au repos.

Exercice 2 : variation des ECG

Myriam



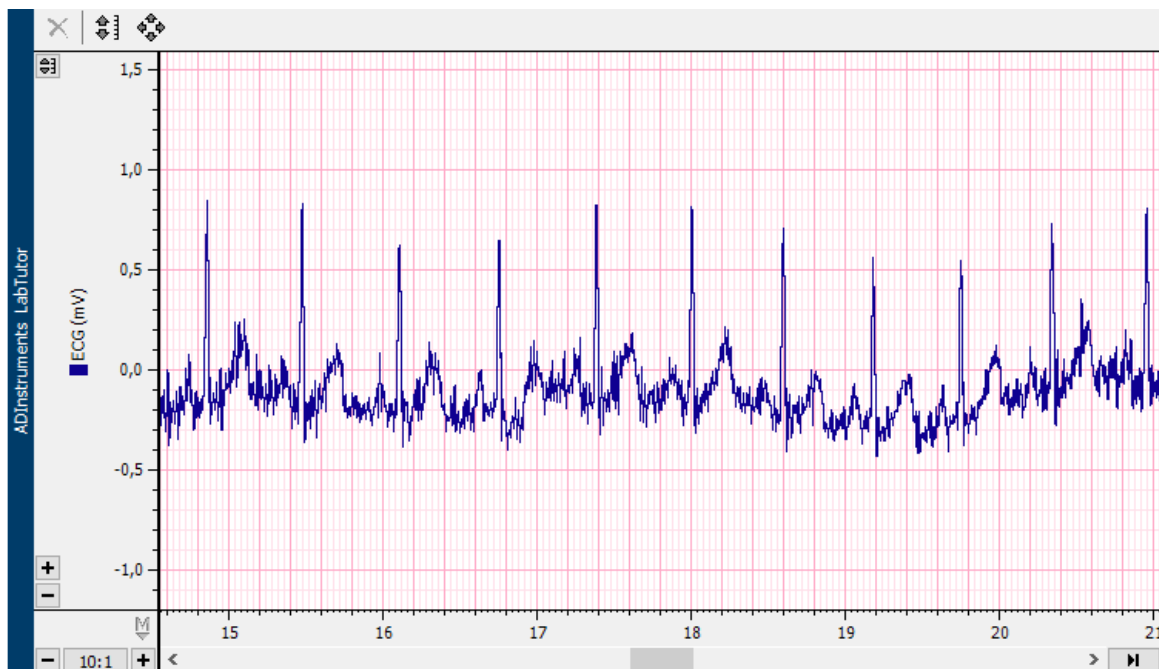
ECG	
Valeur	$\Delta 0,001$ mV

Temps	
Valeur	$\Delta 0,184$ s

Variation des amplitudes et des durées des composantes d'un ECG						
Volontaire	Amplitude de l'onde P (mV)	Durée de l'onde P (s)	Amplitude de l'onde R (mV)	Durée du complexe QRS (s)	Amplitude de l'onde T (mV)	Durée de l'onde T (s)
Myriam	-0,106	0,019	1,209	0,053	0,221	0,129
Mélissa	0	0,0395	1,291	0,0485	0,265	0,1285
Assiati	-0,22	0,02	0,678	0,08	0,159	0,184

Sur le tracé de Myriam, les bruits du cœur ont été enregistrés en parallèle de l'ECG afin d'étudier la relation entre l'activité électrique et les sons produits par les valves cardiaques. Le premier bruit B1 apparaît juste après le complexe QRS, correspondant à la fermeture des valves auriculo-ventriculaires et au début de la systole ventriculaire. Le second bruit B2 se produit après l'onde T, traduisant la fermeture des valves sigmoïdes et la fin de la systole. L'intervalle entre les deux bruits est d'environ 0,184 s, et la variation d'amplitude de l'onde R atteint 1,209 mV, pour une durée du complexe QRS de 0,053 s. Ces valeurs confirment une activité cardiaque normale et régulière. Le tracé montre une bonne synchronisation entre les bruits cardiaques et les événements électriques du cœur, sans anomalie particulière.

Melissa



ECG

Valeur $\Delta 0,001 \text{ mV}$

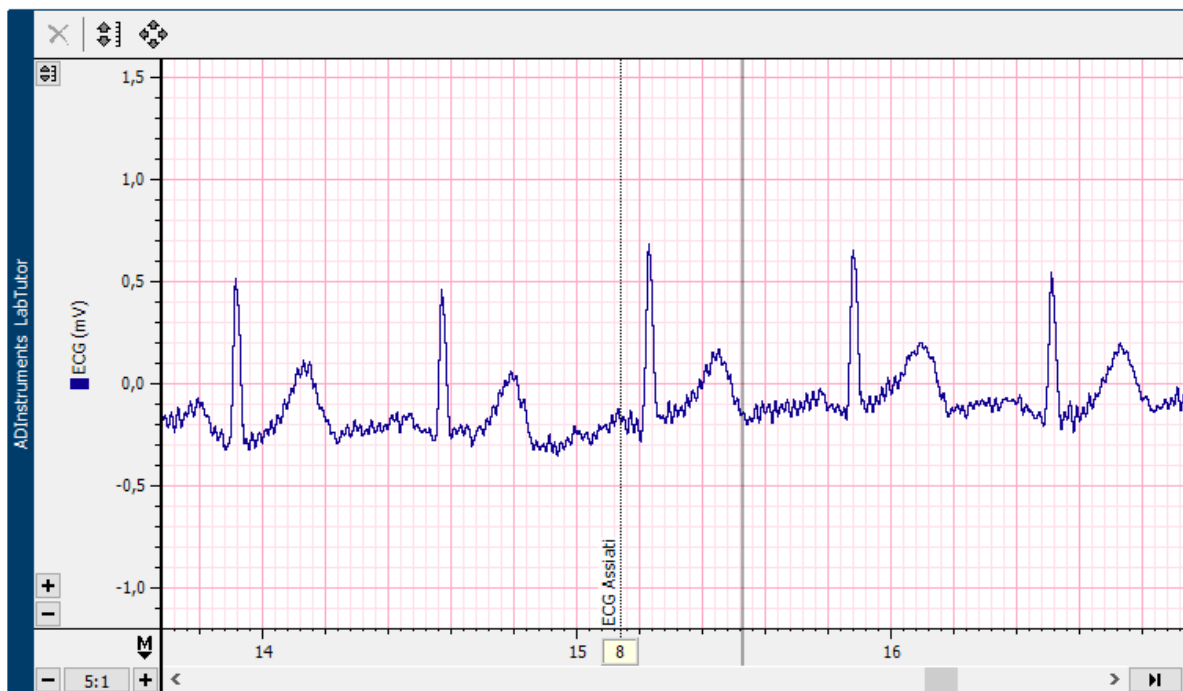
Temps

Valeur $\Delta 0,184 \text{ s}$

Variation des amplitudes et des durées des composantes d'un ECG						
Volontaire	Amplitude de l'onde P (mV)	Durée de l'onde P (s)	Amplitude de l'onde R (mV)	Durée du complexe QRS (s)	Amplitude de l'onde T (mV)	Durée de l'onde T (s)
Myriam	-0,106	0,019	1,209	0,053	0,221	0,129
Mélissa	0	0,0395	1,291	0,0485	0,265	0,1285
Assiati	-0,22	0,02	0,678	0,08	0,159	0,184

Chez Mélissa, les bruits cardiaques ont été enregistrés en parallèle de l'ECG afin d'analyser la coordination entre l'activité électrique et les sons produits par les valves. Le premier bruit B1 apparaît juste après le complexe QRS, traduisant la fermeture des valves auriculo-ventriculaires au début de la systole ventriculaire, tandis que le second bruit B2 survient après l'onde T, correspondant à la fermeture des valves sigmoïdes et à la fin de la systole. L'intervalle entre les deux bruits est d'environ 0,184 s, valeur identique à celle observée chez Myriam. Les mesures montrent une amplitude de l'onde R de 1,291 mV, une durée du complexe QRS de 0,048 s, et une amplitude de l'onde T de 0,265 mV. Le tracé met en évidence une bonne synchronisation entre l'ECG et les bruits cardiaques, sans anomalie ni irrégularité apparente.

Assiati



ECG	
Valeur	-0,157 mV

Temps	
Valeur	15,526 s

Variation des amplitudes et des durées des composantes d'un ECG							
Tableau	Volontaire	Amplitude de l'onde P (mV)	Durée de l'onde P (s)	Amplitude de l'onde R (mV)	Durée du complexe QRS (s)	Amplitude de l'onde T (mV)	Durée de l'onde T (s)
	Myriam	-0,106	0,019	1,209	0,053	0,221	0,129
	Mélissa	0	0,0395	1,291	0,0485	0,265	0,1285
	Assiati	-0,22	0,02	0,678	0,08	0,159	0,184

Chez Assiati, les bruits du cœur ont été enregistrés en parallèle de l'ECG afin de visualiser la relation entre l'activité électrique et les phénomènes mécaniques du cœur. Le premier bruit B1 apparaît juste après le complexe QRS, correspondant à la fermeture des valves auriculo-ventriculaires et au début de la systole ventriculaire. Le second bruit B2 suit l'onde T, indiquant la fermeture des valves sigmoïdes et la fin de la systole. L'intervalle mesuré entre les deux bruits est d'environ 15,526 s, tandis que l'amplitude de l'onde R atteint 0,678 mV pour une durée du complexe QRS de 0,08 s. L'amplitude de l'onde T est de 0,159 mV avec une durée de 0,184 s. Ces valeurs traduisent une bonne synchronisation entre les bruits cardiaques et l'ECG, sans irrégularité notable, bien que le signal soit légèrement moins amplifié que chez les autres participantes.

Conclusion :

Les enregistrements réalisés chez Myriam, Mélissa et Assiati montrent une bonne corrélation entre les bruits du cœur et l'activité électrique cardiaque observée sur l'ECG. Chez les trois participantes, le premier bruit B1 apparaît juste après le complexe QRS, traduisant la fermeture des valves auriculo-ventriculaires et le début de la systole, tandis que le second bruit B2 suit l'onde T, correspondant à la fermeture des valves sigmoïdes et à la fin de la systole. Les valeurs mesurées (amplitudes, durées et intervalles proches de 0,18 s) sont cohérentes et témoignent d'une activité cardiaque normale et bien synchronisée chez toutes les participantes. De légères différences d'amplitude entre les sujets peuvent s'expliquer par des variations individuelles comme la position du capteur, l'intensité du signal ou la morphologie thoracique.

5. Chez différents individus, les amplitudes et les durées des diverses ondes sont-elles du même ordre ou sont-elles très différentes?

Chez les différents membres de l'équipe — Myriam, Mélissa et Assiati — les amplitudes et les durées des ondes de l'ECG (P, QRS, T) sont globalement du même ordre de grandeur, mais présentent quelques variations individuelles. Par exemple, l'amplitude de l'onde R varie de 0,67 mV chez Assiati à 1,29 mV chez Mélissa, tandis que Myriam présente une valeur intermédiaire d'environ 1,20 mV. Les durées du complexe QRS et de l'onde T diffèrent légèrement (entre 0,05 s et 0,08 s), mais restent dans les valeurs physiologiques normales. Ces différences peuvent être dues à des facteurs personnels et techniques, comme la morphologie thoracique, la position des électrodes, ou la qualité du contact cutané. Ainsi, les valeurs obtenues ne sont pas identiques, mais restent proches et cohérentes, traduisant une activité cardiaque normale chez toutes les membres de l'équipe.

6. Quelles variations de fréquence cardiaque avez-vous observé chez les différents individus?

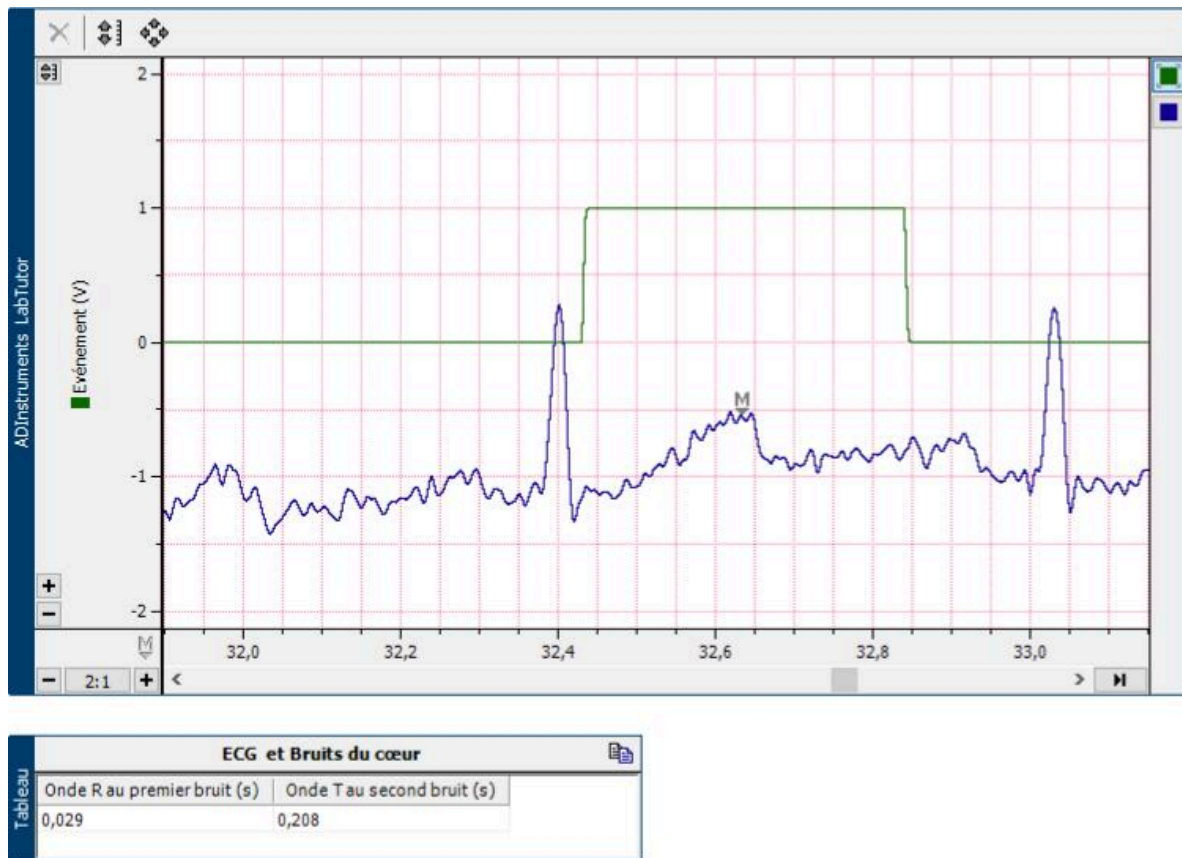
Chez les différents membres de l'équipe, on observe de légères variations de la fréquence cardiaque :

- Myriam présente la fréquence la plus basse, autour de 70 battements par minute, traduisant un rythme calme au repos.
- Mélissa a une fréquence légèrement plus élevée, proche de 85 bpm, tout en restant dans la norme.
- Assiati se situe autour de 90 à 95 bpm, avec un rythme un peu plus rapide, probablement influencé par un léger stress ou une différence physiologique.

Ces variations sont normales entre individus, car la fréquence cardiaque dépend de nombreux facteurs tels que l'état émotionnel, la respiration, la posture, la fatigue ou le niveau de relaxation. Ainsi, même si les valeurs diffèrent légèrement, tous les tracés montrent une activité cardiaque normale et régulière.

Exercice 3 : ECG et bruits du cœur

Melissa



Lors de cet exercice, seule Melissa a pu réaliser correctement la mesure, car c'était la seule à percevoir clairement ses battements cardiaques. L'objectif était de synchroniser les bruits du cœur avec l'ECG en cliquant sur le bouton au moment exact des sons entendus. Cependant, l'exercice s'est révélé difficile à exécuter avec précision, car il fallait cliquer de manière parfaitement synchronisée avec les bruits B1 et B2, ce qui demandait beaucoup de concentration et de coordination. Sur le tracé obtenu, le premier bruit B1 apparaît environ 0,029 s après l'onde R, traduisant la fermeture des valves auriculo-ventriculaires et le début de la systole ventriculaire. Le second bruit B2 est détecté environ 0,208 s après l'onde T, correspondant à la fermeture des valves sigmoïdes et à la fin de la systole. Malgré la difficulté de synchronisation manuelle, l'enregistrement de Melissa montre une bonne cohérence entre l'activité électrique et les bruits du cœur, sans anomalies notables.

7. Expliquez pourquoi une contraction ventriculaire (systole) et le bruit B1 ou 'Poum' se produisent immédiatement après le complexe QRS.

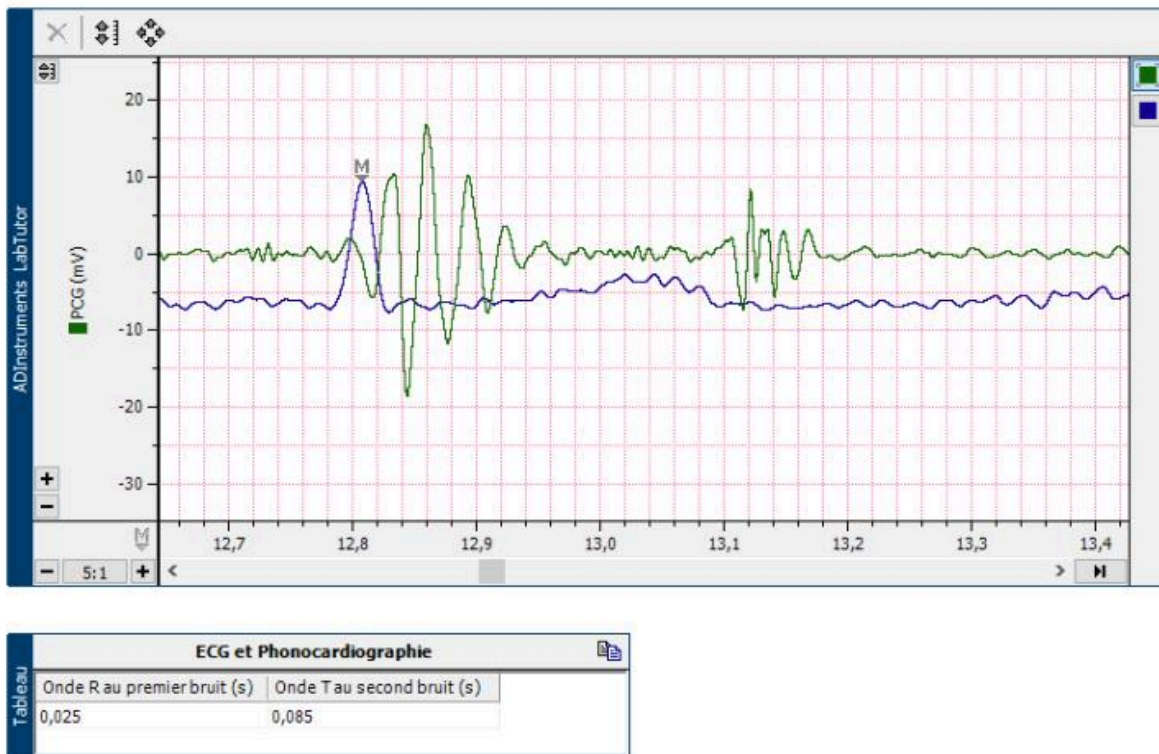
Le complexe QRS correspond à la dépolarisation des ventricules, c'est-à-dire à l'activation électrique qui déclenche leur contraction. Juste après cette dépolarisation, les ventricules commencent à se contracter : c'est la systole ventriculaire. Cette contraction provoque la fermeture brutale des valves auriculo-ventriculaires, empêchant le reflux du sang vers les oreillettes. Cette fermeture produit le premier bruit du cœur B1, appelé aussi "Poum". Ainsi, la contraction ventriculaire et le bruit B1 se produisent immédiatement après le complexe QRS, car le signal électrique de dépolarisation entraîne directement la contraction mécanique responsable du son.

8. Expliquez pourquoi une relaxation ventriculaire (diastole) et le bruit B2 ou 'Tap' se produisent après l'onde T.

L'onde T correspond à la repolarisation des ventricules, c'est-à-dire à leur retour au repos après la contraction. Cette phase entraîne la relaxation ventriculaire (diastole) et la chute de la pression dans les ventricules, ce qui provoque la fermeture des valves sigmoïdes. Cette fermeture produit le bruit B2, ou "Tap", qui se manifeste juste après l'onde T.

Exercices 4 : ECG et phonocardiographie

Melissa



Pour cet exercice, seule Mélissa a pu réaliser la mesure car elle était la seule à percevoir distinctement ses bruits cardiaques. L'objectif était d'enregistrer simultanément l'ECG et la phonocardiographie afin d'analyser la correspondance exacte entre les deux signaux. Le premier bruit du cœur B1 est apparu 0,025 s après le pic de l'onde R, correspondant à la fermeture des valves auriculo-ventriculaires et au début de la systole ventriculaire. Le second bruit B2 a été enregistré 0,085 s après l'onde T, traduisant la fermeture des valves sigmoïdes et la fin de la systole. L'expérience a montré une bonne cohérence entre les signaux électriques et mécaniques, mais il était difficile de cliquer précisément au bon moment pour marquer les sons B1 et B2. Malgré cette difficulté, les résultats obtenus sont conformes à la physiologie normale du cycle cardiaque.

9. Vos enregistrements des bruits "Tap-Poum" présentent certainement des différences par rapport à la fréquence correcte des bruits du cœur évaluée par phonocardiographie. Comment expliquez-vous cette différence?

Les différences observées entre nos enregistrements des bruits "Poum-Tap" et la fréquence réelle des bruits du cœur mesurée par phonocardiographie s'expliquent surtout par le temps de réaction humain et le manque de synchronisation précise lors du clic manuel. Il est difficile de cliquer exactement au moment des bruits entendus, ce qui crée un léger décalage temporel. De plus, des bruits parasites ou un positionnement imparfait du capteur peuvent aussi influencer la détection.