



TPO : introduction LabTutor et PowerLab

L' OBJECTIF

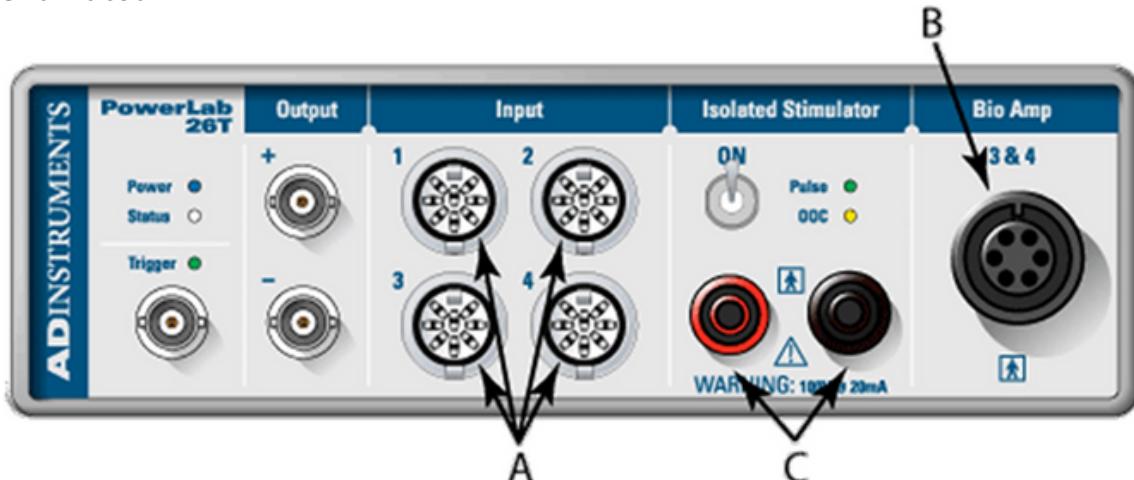
L'objectif de ce TP est de comprendre le fonctionnement du système d'acquisition physiologique PowerLab et LabTutor, c'est-à-dire comment PowerLab capte les signaux du corps et comment LabTutor les affiche et permet de les analyser. Nous utilisons pour cela le capteur de pouls afin d'enregistrer un signal physiologique simple : le pouls digital.

Nous apprenons ensuite à analyser le tracé obtenu en utilisant différents outils du logiciel. Ce TP permet ainsi de reconnaître le matériel, de réaliser un enregistrement de base et d'exploiter correctement les données physiologiques recueillies.

LE MATERIEL ET LA METHODE

Le matériel utilisé est le suivant :

- **PowerLab** : c'est un enregistreur à plusieurs voies qui permet de mesurer des signaux électriques.
- **Un logiciel LabTutor** : c'est un logiciel basé sur langage HTML qui permet le contrôle, l'échantillonage, la numérisation et le stockage des données expérimentale; il affiche, traite et analyse ces données expérimentales de différentes façons.
- **Un transducteur de pouls du doigt** : c'est un capteur qui convertit les variations de pression artérielle (signal mécanique) en une tension analogique de faible amplitude (généralement inférieure à +5 V). Ce signal peut être raccordé directement au PowerLab ou via un conditionneur de signaux pour une meilleure acquisition.
- **Les amplificateurs Bridge Pod et Pod** : ce sont des conditionneurs de signaux, ils servent de préamplificateurs pour adapter/modifier l'amplitude de la tension d'entrée avant l'acquisition. Le Bridge Pod se connecte à l'arrière du PowerLab (prise I²C ou BNC) et le Pod classique à l'avant.
- **Ordinateur**



La méthode :

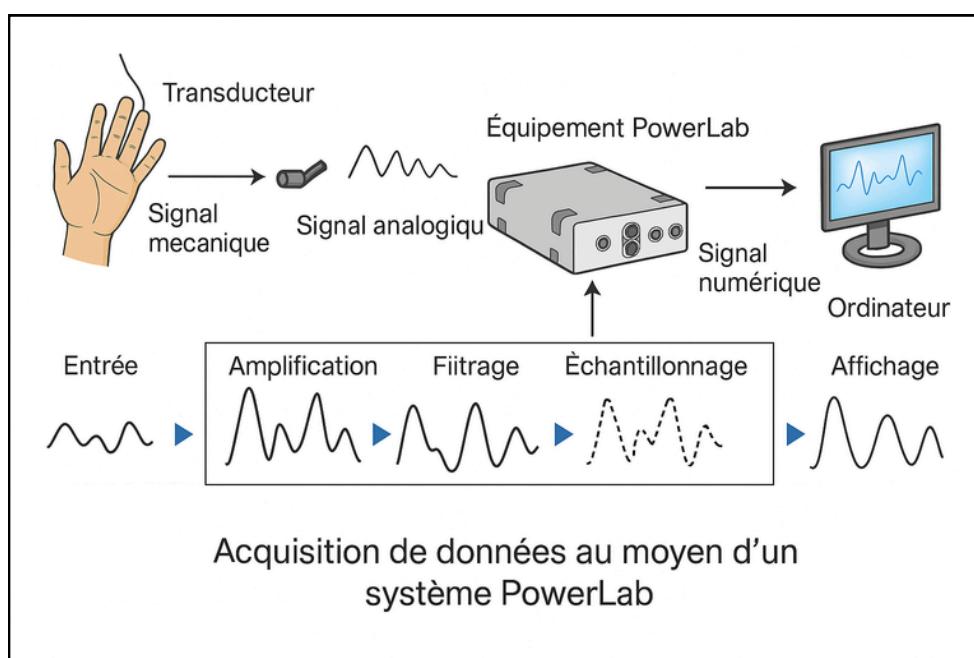
La mesure des signaux de pouls digital s'effectue à l'aide du transducteur du pouls connecté au PowerLab :

- Les câbles ont été raccordés aux connecteurs situés sur le panneau avant du PowerLab.
- Le transducteur de pouls digital a ensuite été branché sur l'entrée correspondante et positionné sur un doigt de l'étudiant en suivant ces instructions :

1. *Placer le capteur sur chaque doigt successivement (index, majeur, annulaire, auriculaire, pouce) de la main gauche, puis de la main droite.*
2. *Enregistrer le signal du pouls pendant quelques secondes pour chaque doigt et chaque volontaire*
3. *Visualiser en temps réel le signal enregistré*
4. *mesurer et comparer l'amplitude et la régularité du signal entre les doigts d'une main, entre les deux mains, et entre les mains de différents volontaires en utilisant les outils du logiciel (curseur, marqueur, canaux simultanée)*

L'acquisition des données physiologiques s'effectue en **plusieurs étapes** :

1. **Capture du signal** : transforme la grandeur physiologique étudiée en un signal analogique (+ ou - 10mv)
2. **Conditionnement du signal** : Ce signal analogique est transmis à un système d'acquisition PowerLab, qui effectue l'amplification et le filtrage (conditionnement du signal) permettant d'adapter le signal brut aux caractéristiques de mesure et d'analyse.
3. **Conversion et enregistrement** : Le signal conditionné est ensuite échantillonné à intervalles réguliers et converti en signal numérique grâce au convertisseur analogique-numérique (CAN) intégré au PowerLab.
4. **Transmission et affichage** : Le signal numérique est transmis à l'ordinateur, où il est affiché, analysé et stocké via le logiciel LabTutor pour traitement ultérieur.



LE RESULTAT

Enregistrement du pouls du doigt

L'observation en temps réel du signal du pouls digital montre un tracé caractérisé par une montée rapide du signal, suivie d'un pic net correspondant au maximum enregistré. Après ce pic, le signal redescend progressivement et présente une petite onde de rebond en fin de cycle, visible sur chaque battement. Le tracé se répète de manière régulière tout au long de l'enregistrement.

En comparant les enregistrements réalisés sur différents doigts de différents volontaires, on observe des différences visibles d'amplitude : certains doigts présentent des signaux plus élevés, avec des pics plus marqués, tandis que d'autres montrent des amplitudes plus faibles. Sur l'écran, cette variation se traduit par des tracés plus ou moins hauts selon le doigt choisi, bien que la forme générale du cycle du pouls reste la même. Par exemple, sur le graphique de la figure 1 (cf ANNEXE), le signal du pouls est observé sur tous les doigts des deux mains, avec une amplitude maximale sur les annulaires, moyenne sur les majeurs et index, et faible sur les pouces et auriculaires.

Sur le graphique de la figure 2 (cf ANNEXE) on observe l'enregistrement du pouls digital avec les valeurs d'amplitude du signal à différents instants. Le tableau de gauche (amplitude du pouls) montre plusieurs valeurs d'amplitude négatives (autour de -0,25 à -0,30), correspondant à des mesures successives du pouls de manière instantanée: c'est la valeur instantanée du signal (elle est négatif sûrement car le capteur a été mis à l'envers). Le tableau de droite (Δ amplitude du pouls) affiche des amplitudes positives, variant entre 0,07 et 0,31, mesurer sur un autre doigt. Il indique la variation d'amplitude (le "delta") entre deux enregistrements, et donc entre deux doigts différents ici. On constate des mesures d'amplitude différentes qui confirme les observations des tracés

Relation entre l'intervalle des battements cardiaques, la fréquence cardiaque et la fréquence du pouls

Sur la figure 3 (cf ANNEXE) trois courbes enregistrées en même temps sont visibles. La courbe du haut (en bleu) représente le pouls : elle montre une suite de pics réguliers correspondant aux battements, la courbe du milieu (en rose) indique l'intervalle entre deux battements successifs : sa hauteur varie en fonction de la durée séparant les pics du pouls et la courbe du bas (en vert) montre la fréquence cardiaque exprimée en battements par minute : elle varie en sens opposé à la courbe des intervalles. L'ensemble du graphique présente des tracés réguliers, avec de légères variations visibles sur les courbes rose et verte au fil du temps.

Enregistrement du pouls du doigt

Le signal enregistré reflète les variations de tension liée à la déformation du transducteur provoquée par les changements de volume sanguin. Le PowerLab convertit un signal mécanique (variation de pression artérielle) en signal électrique, puis en signal numérique affiché dans LabTutor. Le tracé du pouls permet de visualiser les variations cycliques de pression dans les artères périphériques : ce qui correspond au différentes phases du cycle cardiaque :

- Montée rapide (systole) : éjection du sang par le ventricule gauche.
- Pic maximal : pression artérielle maximale digital.
- Descente (diastole) : relaxation cœur et diminution de la pression.
- Onde de rebond : fermeture de la valve aortique et retour
- élastique des artères qui renvoie une petite onde de pression.



Les mesures sont similaires pour tout les volontaires (même tracés du pouls caractéristique) ce qui montre que l'expérience est reproductible d'un individu à l'autre. Cependant, l'amplitude du signal variait entre les personnes et entre les différents doigts. En effet, l'amplitude du pouls correspond à la variation de volume sanguin détectée à chaque battement cardiaque, et cela peut s'expliquer par la taille des artères, la position du capteur, la température des doigts ou encore l'épaisseur de la peau.

Chez les trois personnes, le signal le plus fort a souvent été observé sur l'annulaire et l'index, probablement parce que leurs artères sont plus superficielles ou mieux irriguées. Les doigts centraux (majeur, index et annulaire) sont en effet mieux alimentés par les artères principales de la main.

Ici, le pouls le plus marqué a été enregistré sur l'annulaire gauche (cf. annexe), sans doute parce que la participante est gauchère (main gauche plus sollicitée donc mieux vascularisée ?) ou encore parce que le capteur y était mieux positionné.

Relation entre l'intervalle des battements cardiaques, la fréquence cardiaque et la fréquence du pouls

La figure 3 (cf. ANNEXE) montre clairement la relation inverse entre l'intervalle séparant deux battements et la fréquence cardiaque : lorsque le cœur ralentit, l'intervalle s'allonge et la fréquence diminue, tandis que lorsqu'il s'accélère, l'intervalle se raccourcit et la fréquence augmente. L'évolution simultanée des deux tracés met en évidence ce lien direct entre ces deux paramètres.

REMARQUES

Les erreurs de mesure peuvent provenir d'un mauvais contact du capteur, de mouvements du doigt. La répétition de l'expérience permettrait de vérifier la reproductibilité du signal.

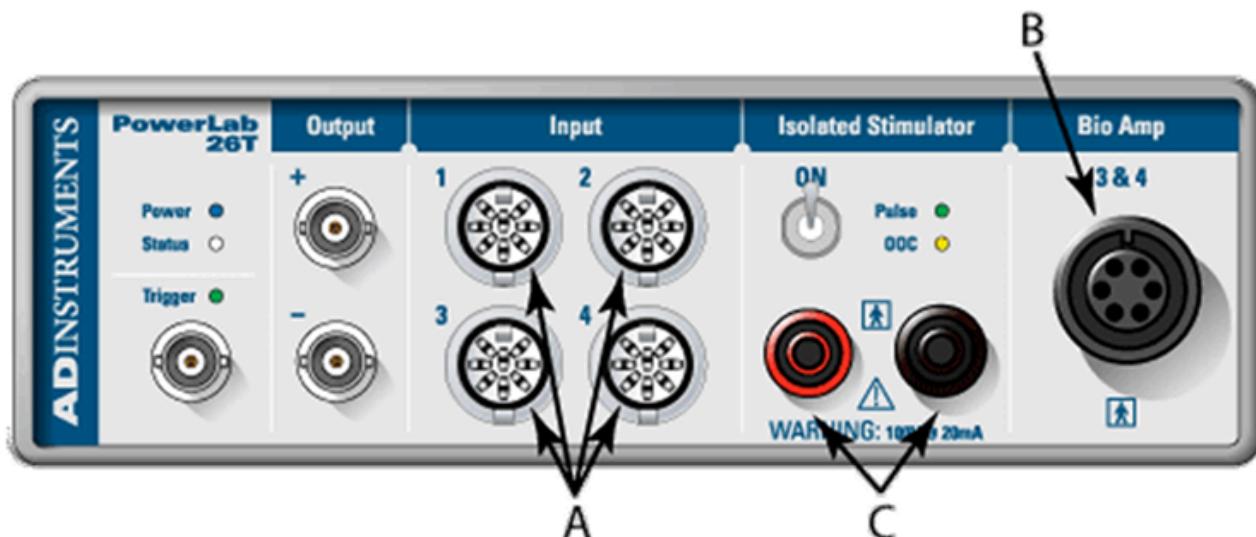
ANNEXES

Identification	sps25almalla,sps25almalla (sps25almalla ,sps25almalla) sps25ouattara,sps25ouattara (sps25ouattara ,sps25ouattara) sps25zegour,sps25zegour (sps25zegour ,sps25zegour)	En Cours
		Commencé 09:39 7 oct. 2025



1. Décrivez brièvement la fonction des composants ou périphériques du PowerLab représentés ci-dessus

De gauche à droite, on a l'amplificateur Bridge Pod (Amplificateur Pont de Wheatstone) qui conditionne et amplifie le signal provenant des capteurs de force et de pression puis un transducteur (dynamomètre manuel) il convertit la force mécanique en signal électrique et enfin l'amplificateur Pod pour l'electro-oculographie, il conditionne et amplifie le signal physiologique comme pour le Bridge Pod.



1. Décrivez la fonction des parties numérotées du PowerLab représenté ci-dessus

A : Ports d'entrées type DIN femelle à 8 broches pour le raccordement de capteurs ou d'amplificateurs Pod aux entrées du PowerLab.

B : Entrée du bio-amplificateur à deux canaux : connexion des 5 fils du câble bio amplificateur au PowerLab, enregistrés sur les canaux 3 et 4.

C : Sortie du stimulateur isolée pour le raccordement des électrodes de simulations au stimulateur isolé, il délivre une tension pour stimuler un tissu biologique.

2. Aujourd'hui, vous avez utilisé un transducteur de pouls du doigt afin de collecter un certain nombre de données physiologiques et de réaliser un certain nombre d'enregistrements. Décrivez de façon aussi spécifique que possible ce qui est réellement enregistré par le PowerLab et affiché dans LabTutor

Ce qui est réellement enregistré par le PowerLab est la variation de tension électrique (signal analogique) générée par la déformation mécanique du capteur (transducteur mécanique du pouls). Cette déformation est due aux changements de volume sanguin au niveau du doigt à chaque battement cardiaque (signal mécanique). Le PowerLab amplifie, filtre et numérise ce signal avant de l'afficher dans LabTutor sous forme d'une courbe de pouls du doigt (signal numérique) qui représentent les variations de pression associées au pouls digital et non directement les battements du cœur.

Sur cette courbe pulsatile on voit montée rapide qui est interprété comme correspondante à l'éjection de sang pendant la phase systolique dû à la contraction du ventricule gauche, d'un pic max qui correspond à la pression max atteinte dans l'artère du doigt, une descente progressive qui correspond à la phase diastolique et une onde en rebond qui signale la fermeture de la valve aortique et le retour du sang.

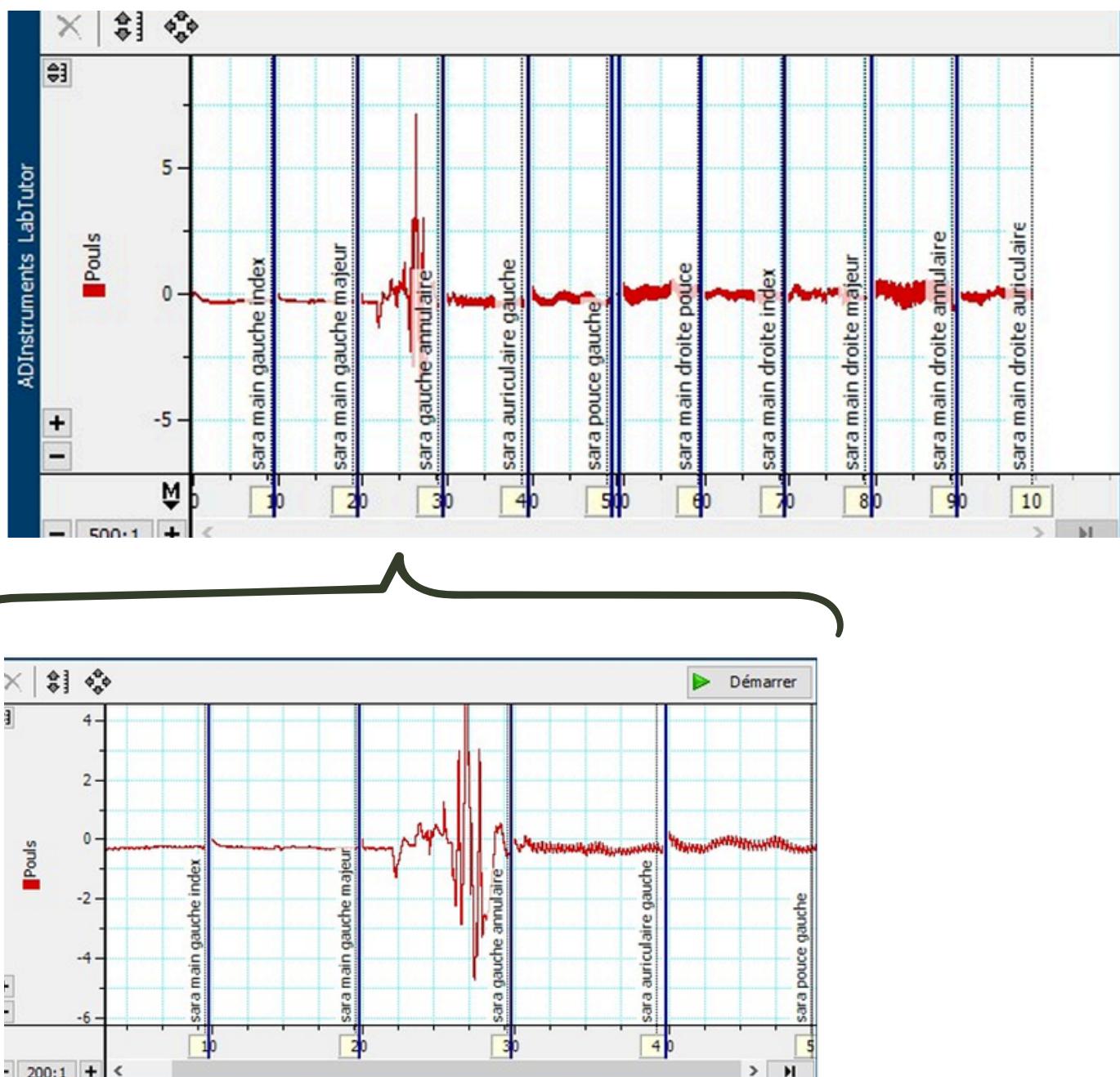
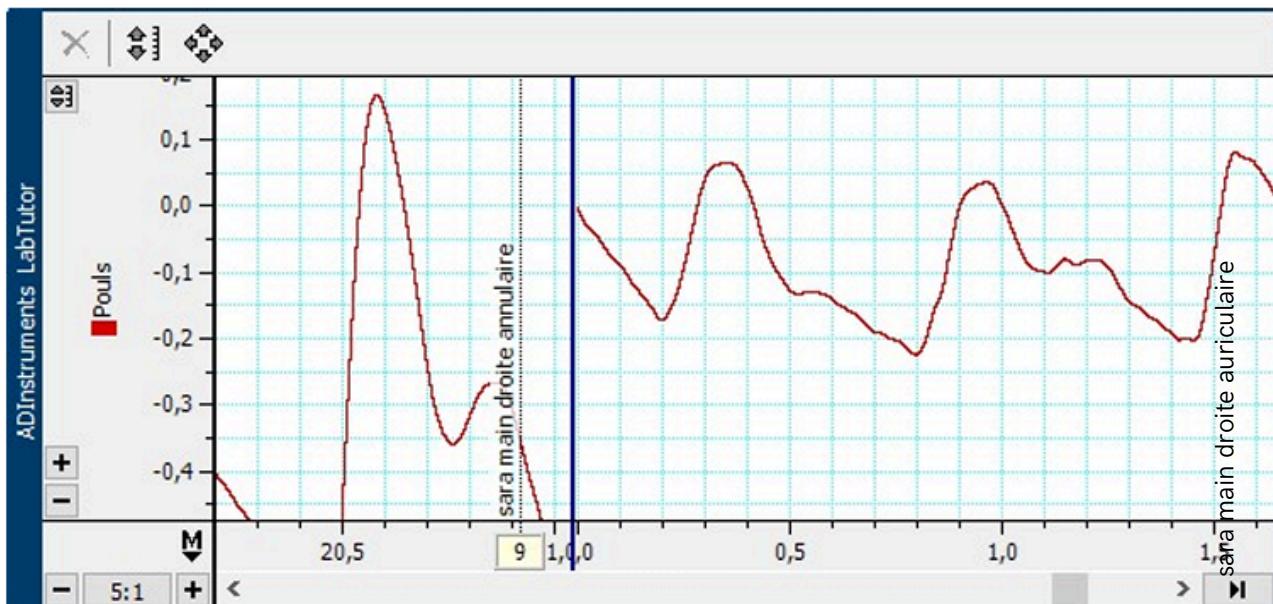


Figure 1 – Tracés du pouls digital enregistrés sur les dix doigts à l'aide du transducteur de pouls



Tableau

Amplitude du Pouls	
Temps	Amplitude
14,14	-0,24
18,24	-0,28
1,7	-0,29
3,6	-0,29
2,44	-0,28
1,1	-0,08
3,9	0,02
15,56	0,1

Tableau

Δ Amplitude du Pouls	
Δ Temps	Δ Amplitude
2,97	0,2
15,415	0,31
3,505	0,23
0,85	0,07
6,525	0,2
2,61	0,09
8,36	0,08
0,445	0,07

Figure 2 – Détail des tracés des pouls numériques enregistrés sur l'annulaire droit et l'auriculaire droit à l'aide du transducteur

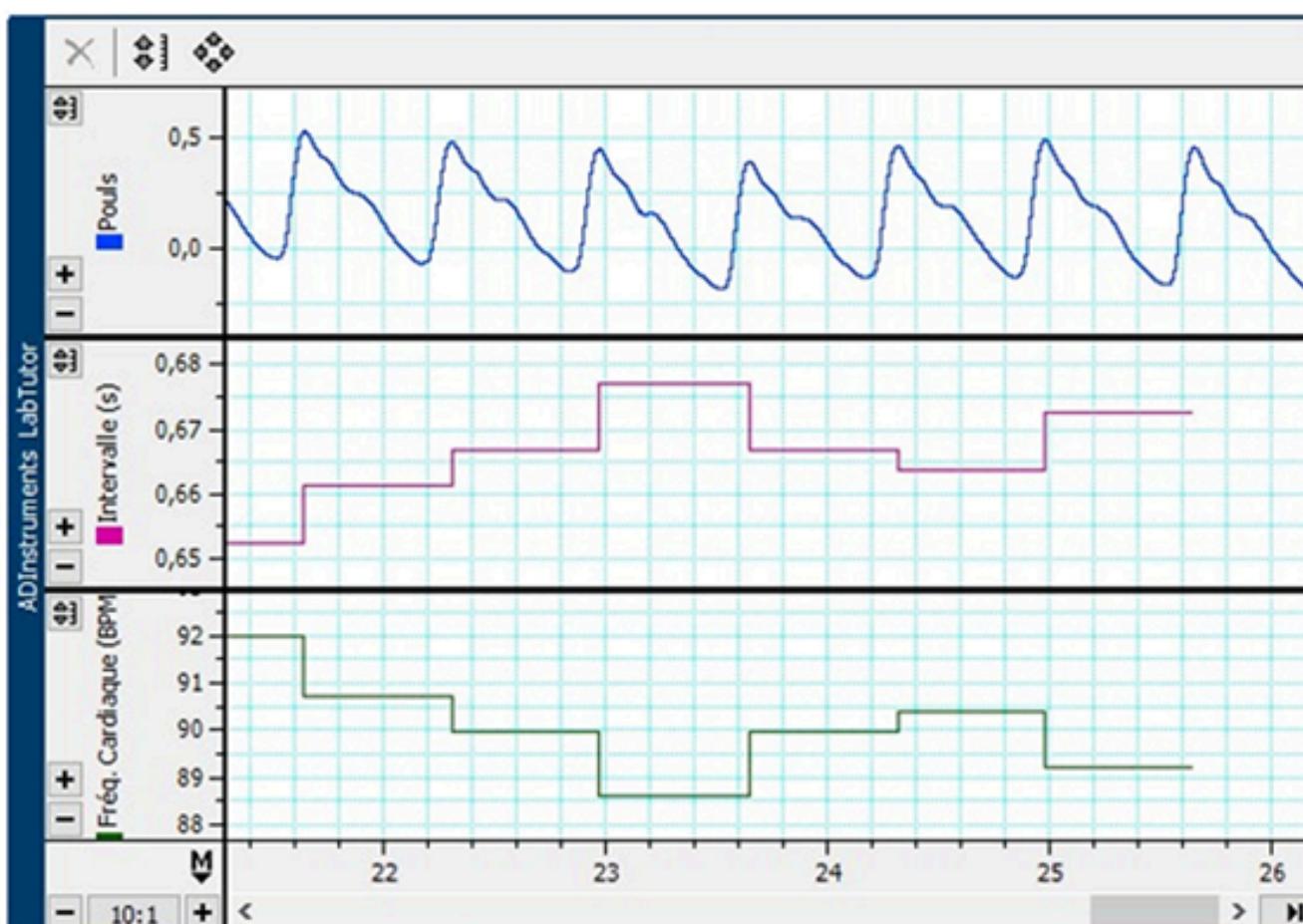


Figure 3 – Tracé simultané du signal de pouls (en haut), de l'intervalle entre deux battements (au centre) et de la fréquence cardiaque calculée en battements par minute (en bas).

1. Citez deux variables physiologiques, autres que le pouls du doigt, qu'il est possible de mesurer avec PowerLab et LabTutor

L'activité électrique du cœur (ECG) L'activité électrique des muscles (EMG)

2. Tous les membres de votre groupe ont-ils trouvé des résultats identiques pour ces mesures? Vous attendiez vous à ce que ce soit le cas?

Les résultats diffèrent légèrement entre les individus, ces variations sont normales et s'expliquent par certaines variations inter-individus. Oui on s'attendait à ce qu'il y a certaines variations.

3. Quels sont, à votre avis, les autres paramètres que LabTutor pourrait calculer en se basant sur le graphe de votre pouls?

LabTutor pourrait calculer la fréquence cardiaque ou bien la variabilité de la fréquence cardiaque sur une période.

4. Pourquoi est-il important que les données de tous les autres canaux soient supprimées en même temps?

Il est important que les données de tous les autres canaux soient supprimées en même temps pour maintenir la synchronisation temporelle correcte pour les futurs enregistrements.