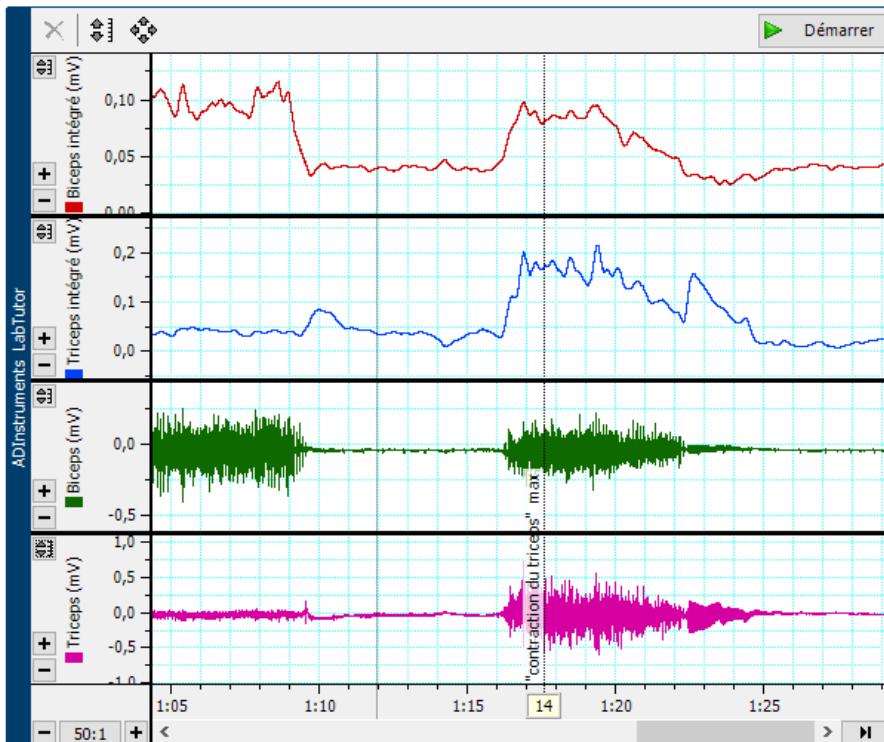


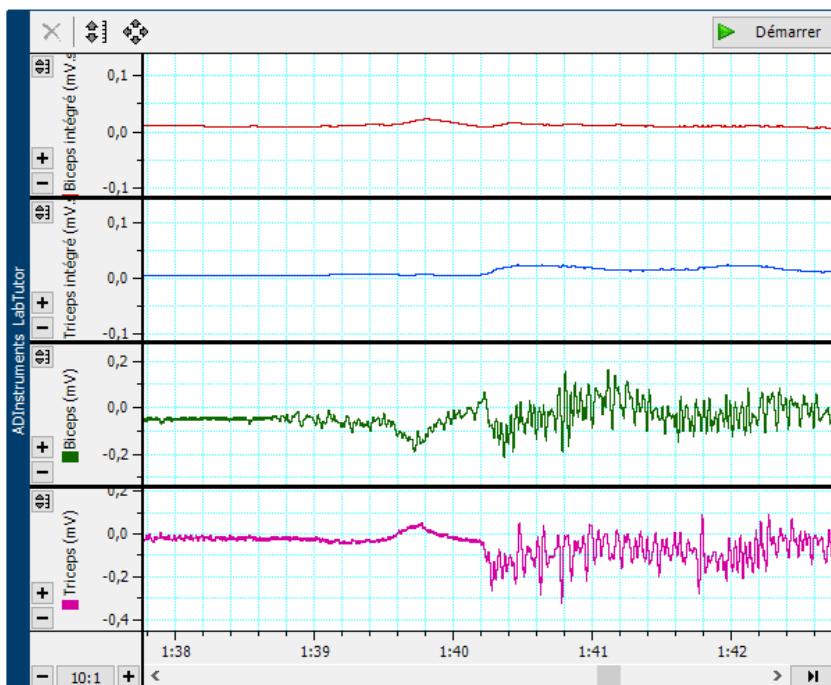
TP 4 - EMG

Exercice 1 : Contraction volontaire

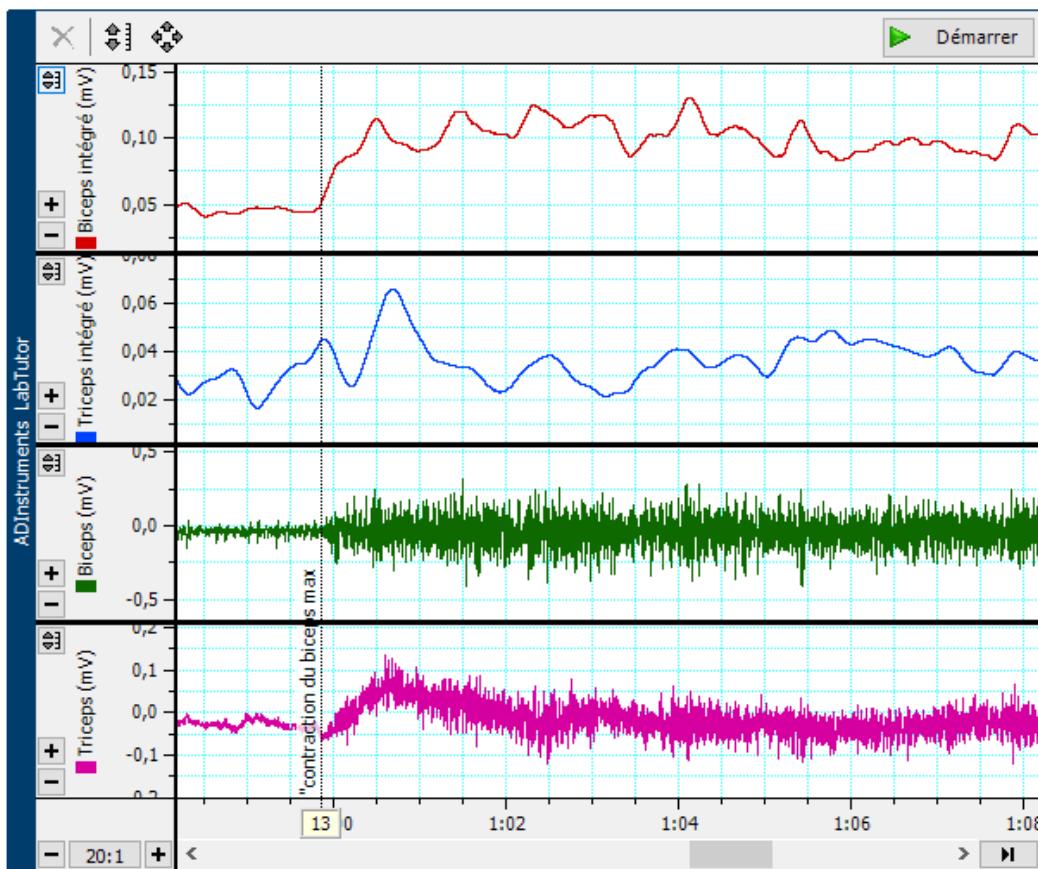
CONTRACTION MAXIMALE ET MODÉRÉE DU BICEPS ET TRICEPS



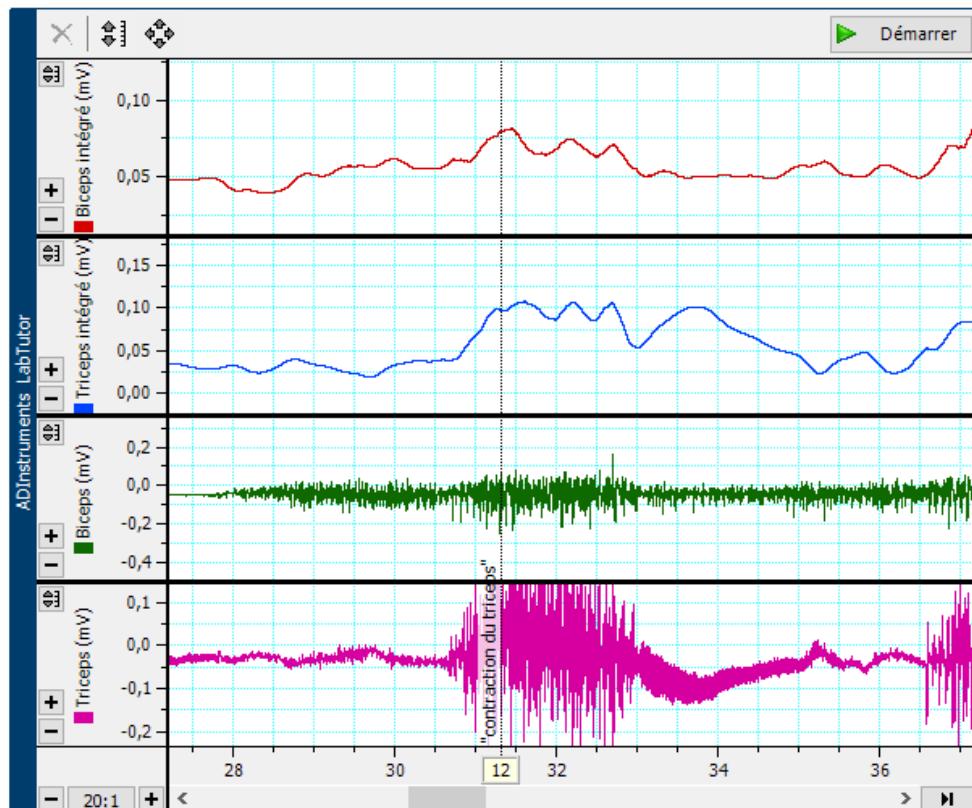
Contraction au maximum du triceps de Clarisse Iacovella



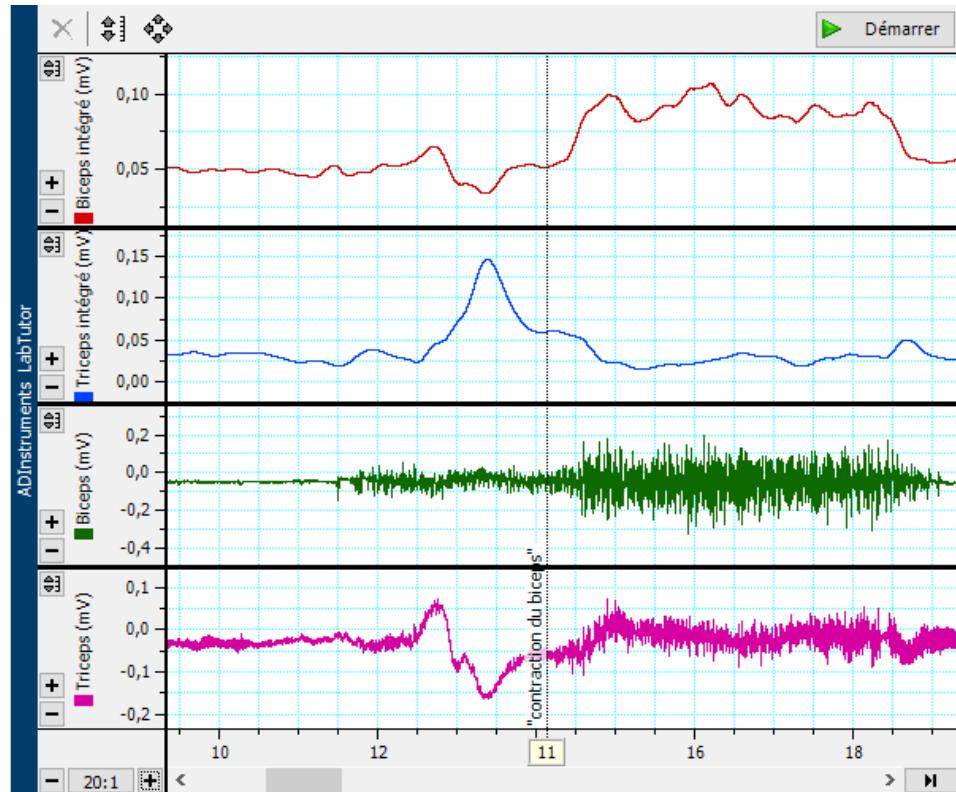
Contraction au maximum du biceps de Charline Picault



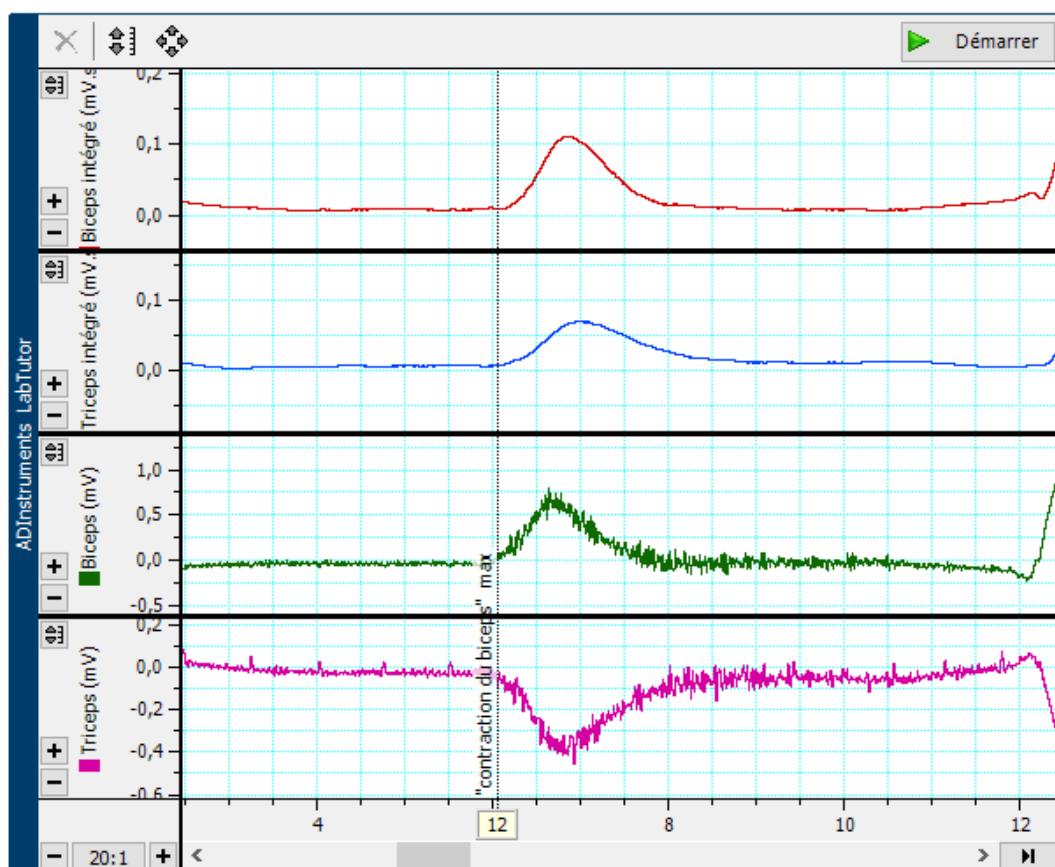
Contraction au maximum du biceps de Clarisse Iacovella



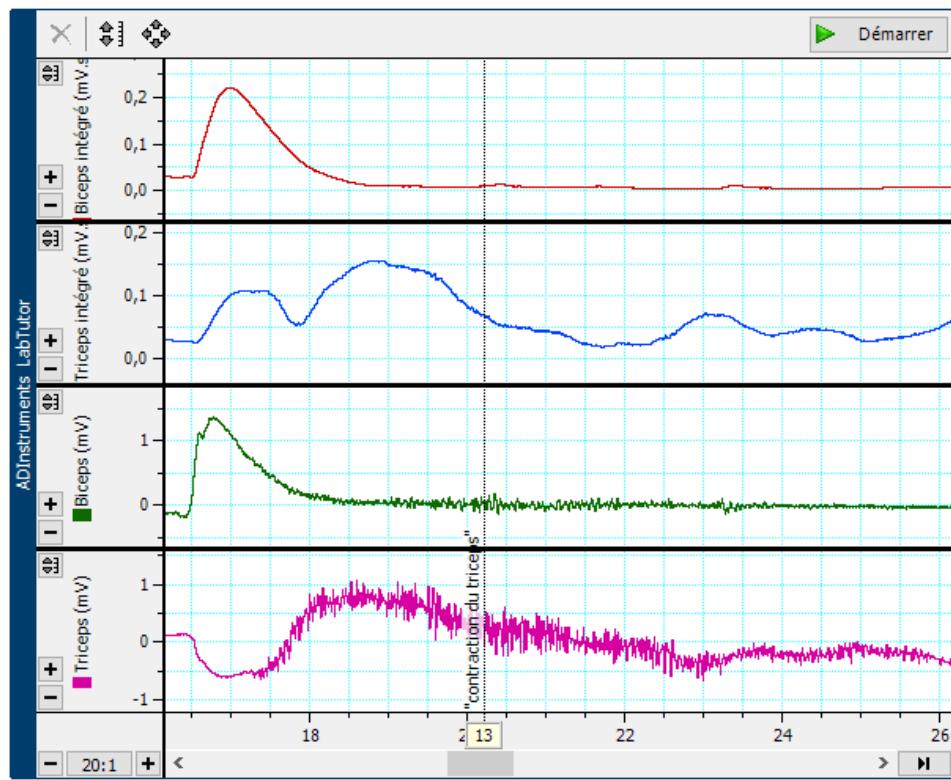
Contraction modérée du triceps de Clarisse Iacovella



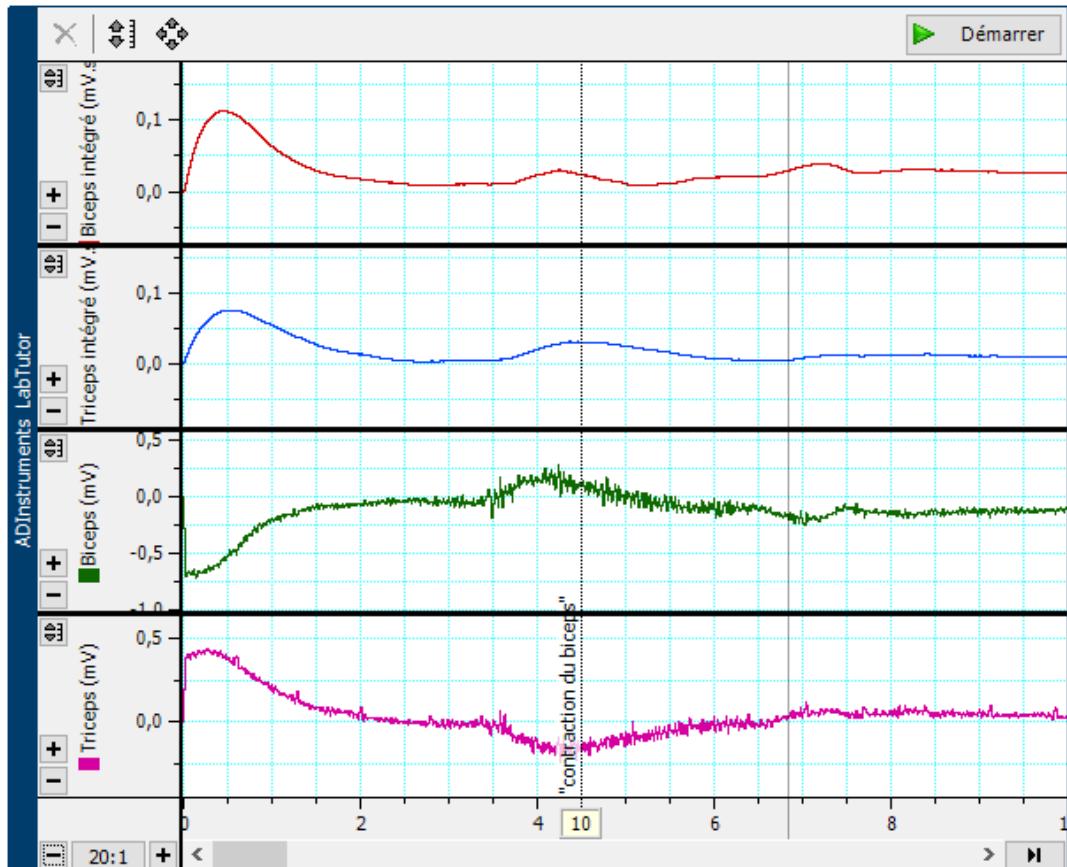
Contraction modéré du biceps de Clarisse Iacovella



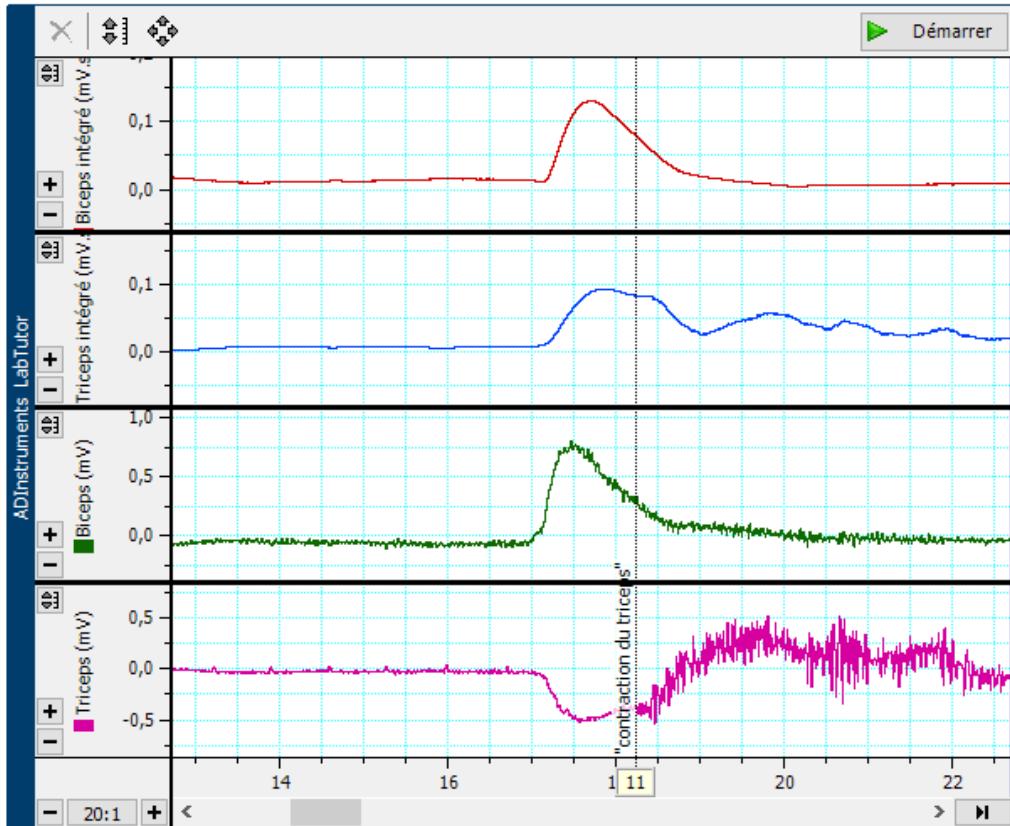
Contraction au maximum du biceps de Cassiane Rollet



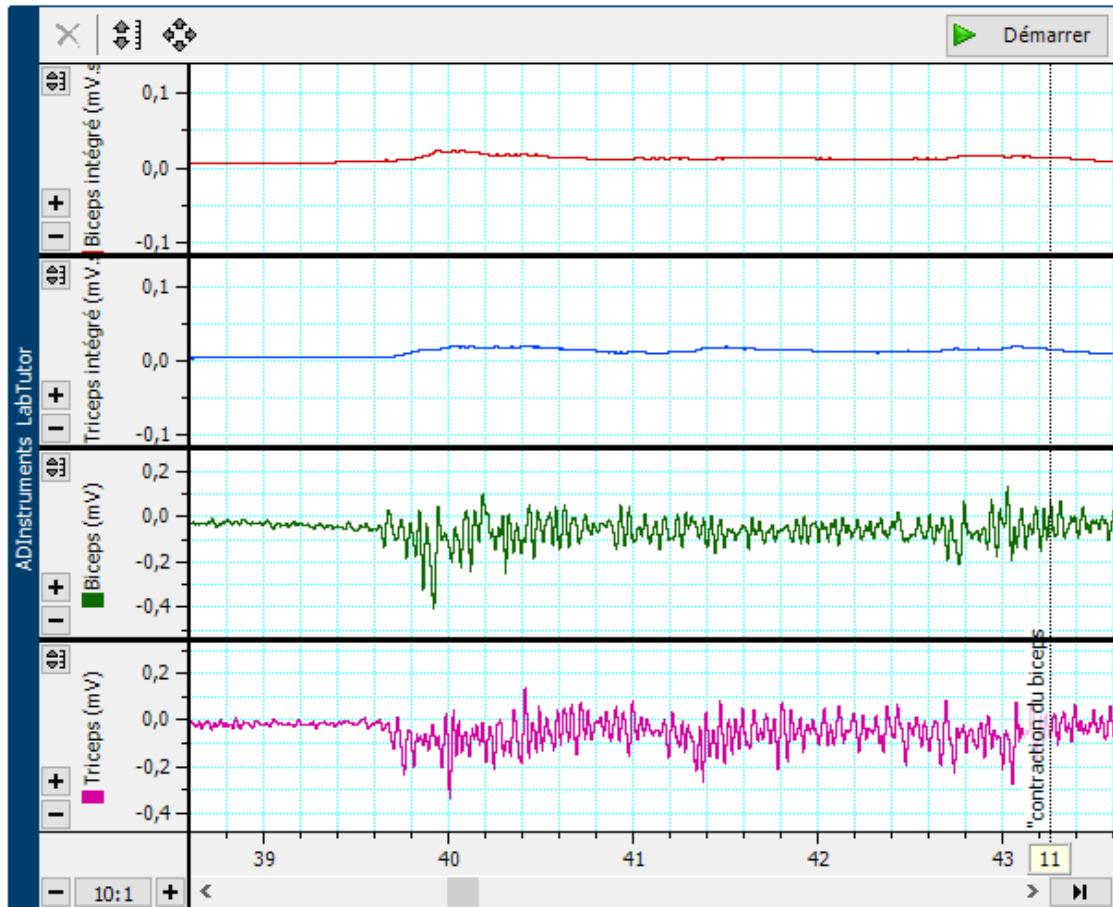
Contraction au maximum du triceps de Cassiane Rollet



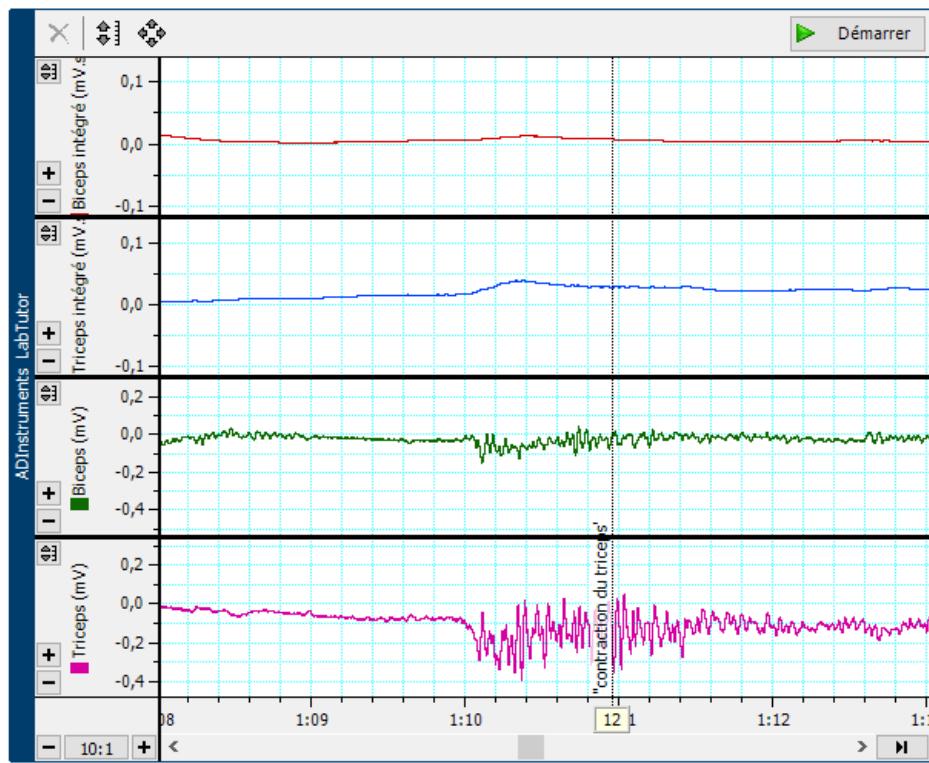
Contraction au modéré du biceps de Cassiane Rollet



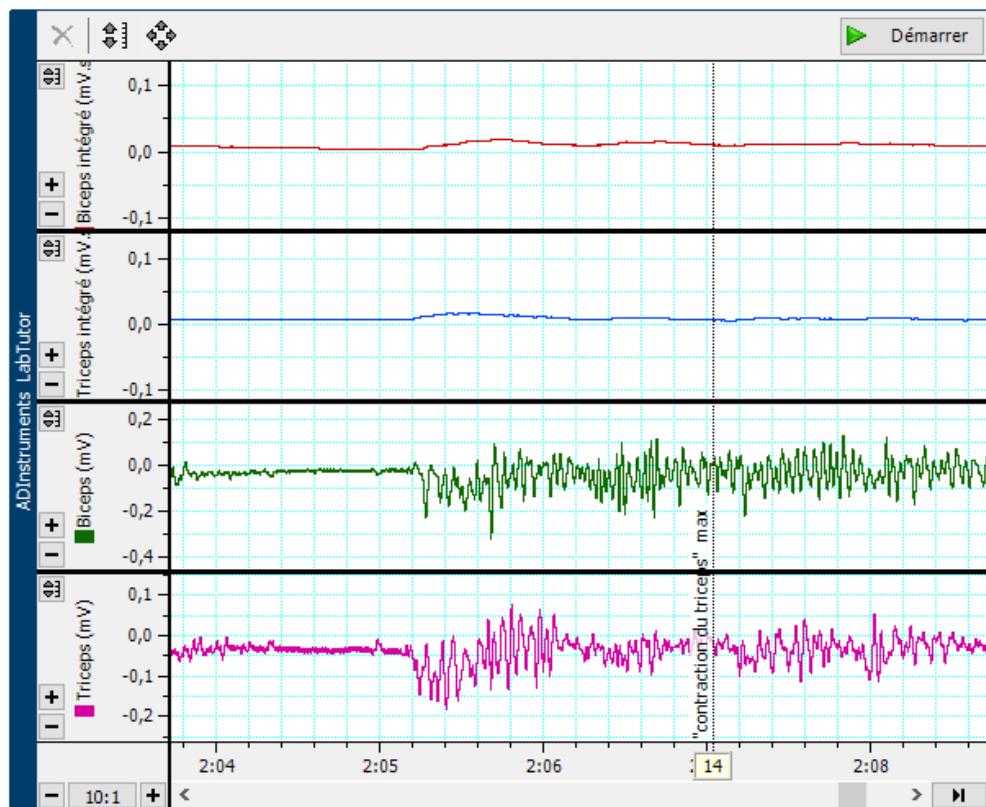
Contraction au modéré du triceps de Cassiane Rollet



Contraction au modéré du biceps de Charline Picault



Contraction au modéré du triceps de Charline Picault

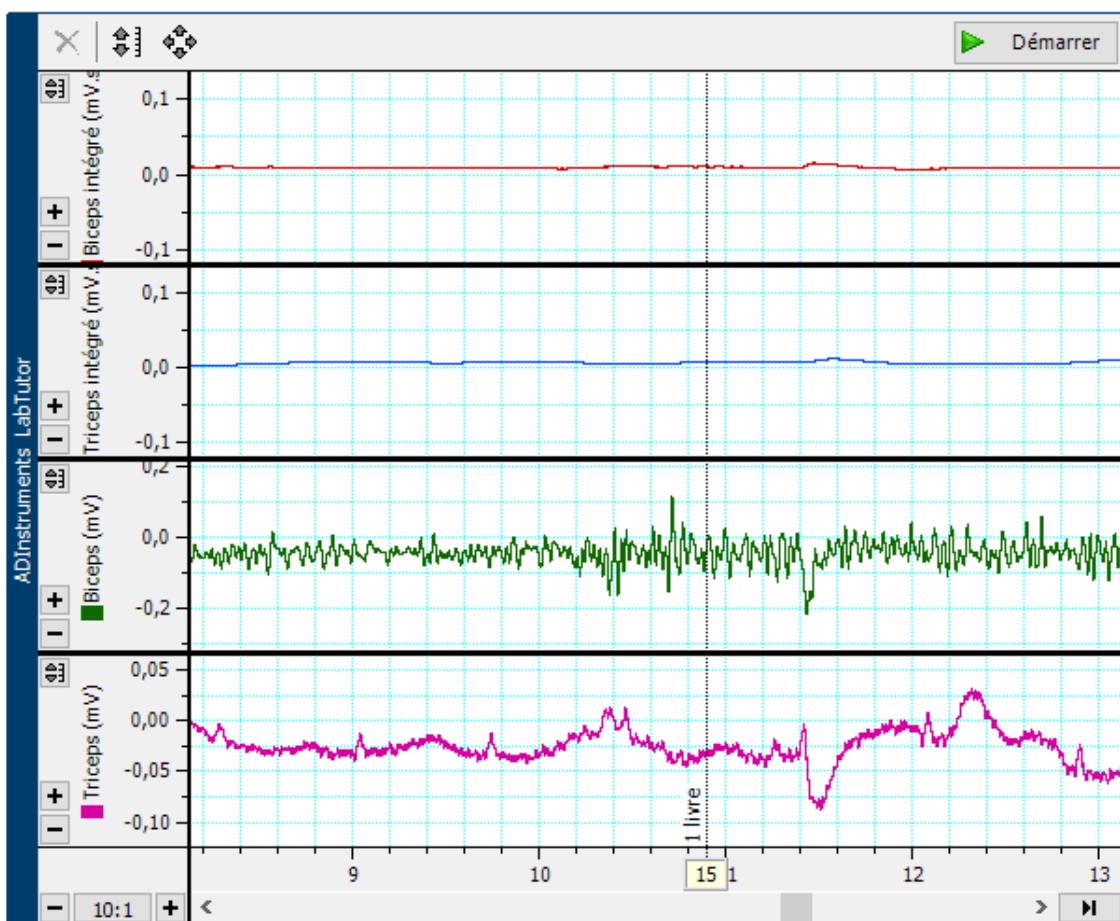


Contraction au maximum du triceps de Charline Picault

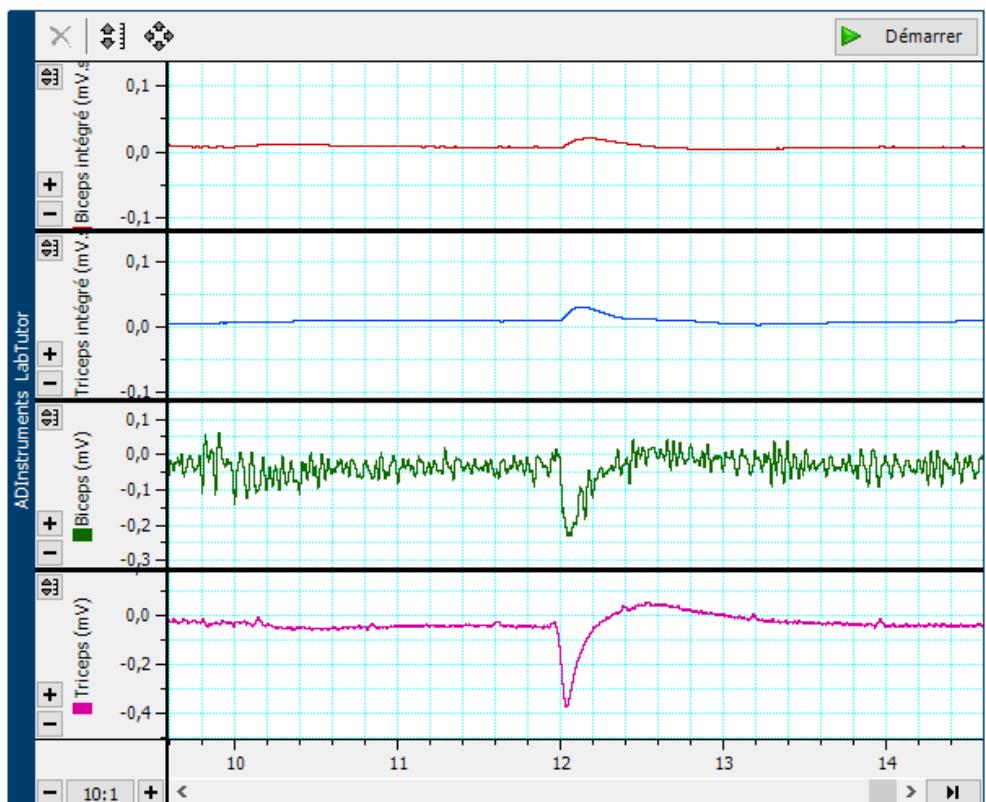
AJOUT DE POIDS

Amplitude EMG	
Livres	Amplitude
0	0,01
1	0,03
2	0,03
3	0,11
4	0,1

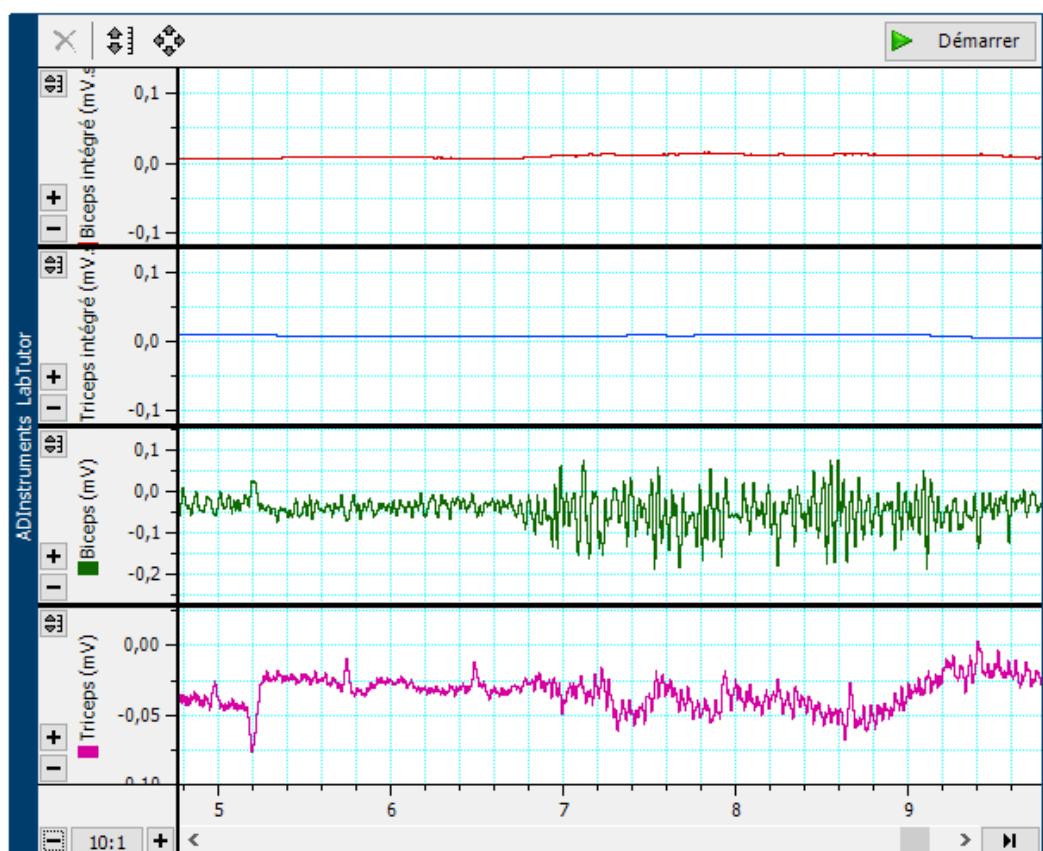
Tableau amplitude EMG à l'ajout de livres Cassiane



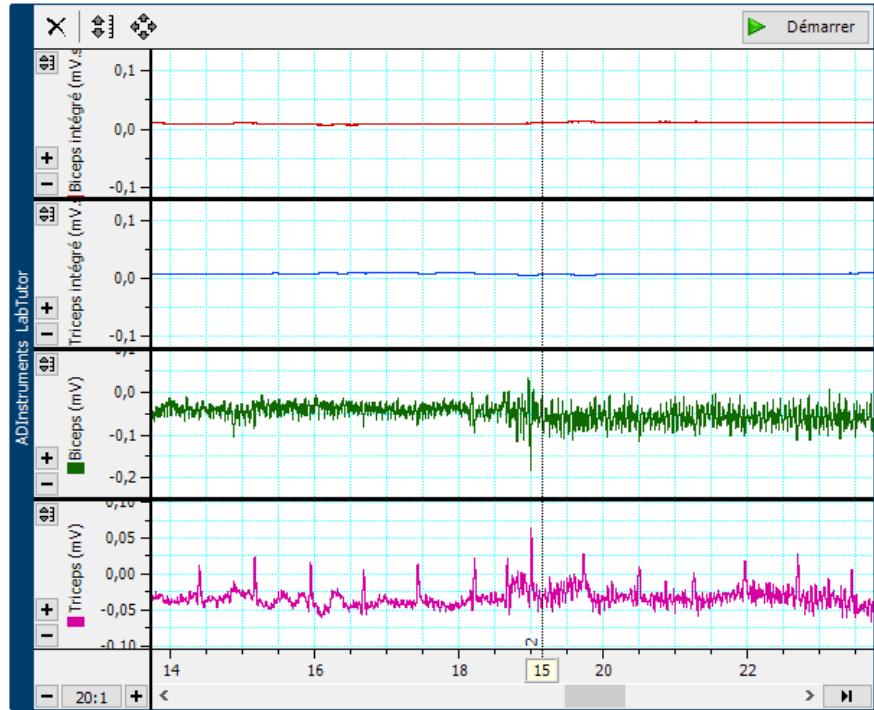
Ajout d'un livre - Charline



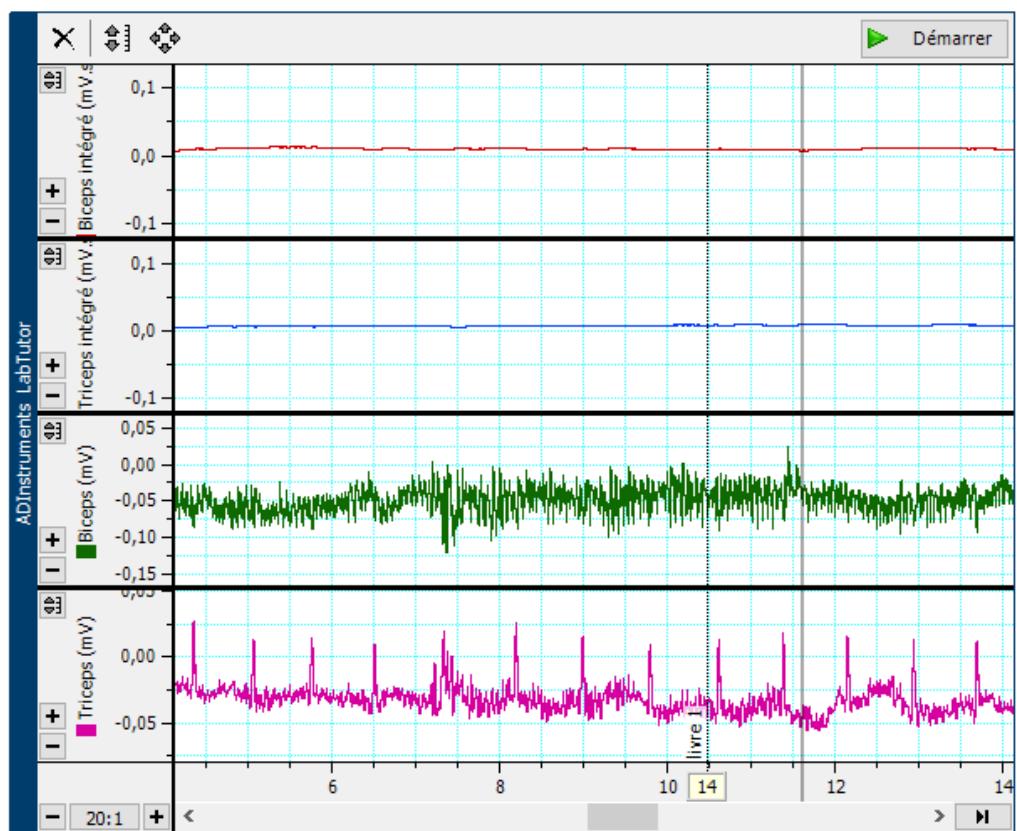
Ajout de deux livres Charline



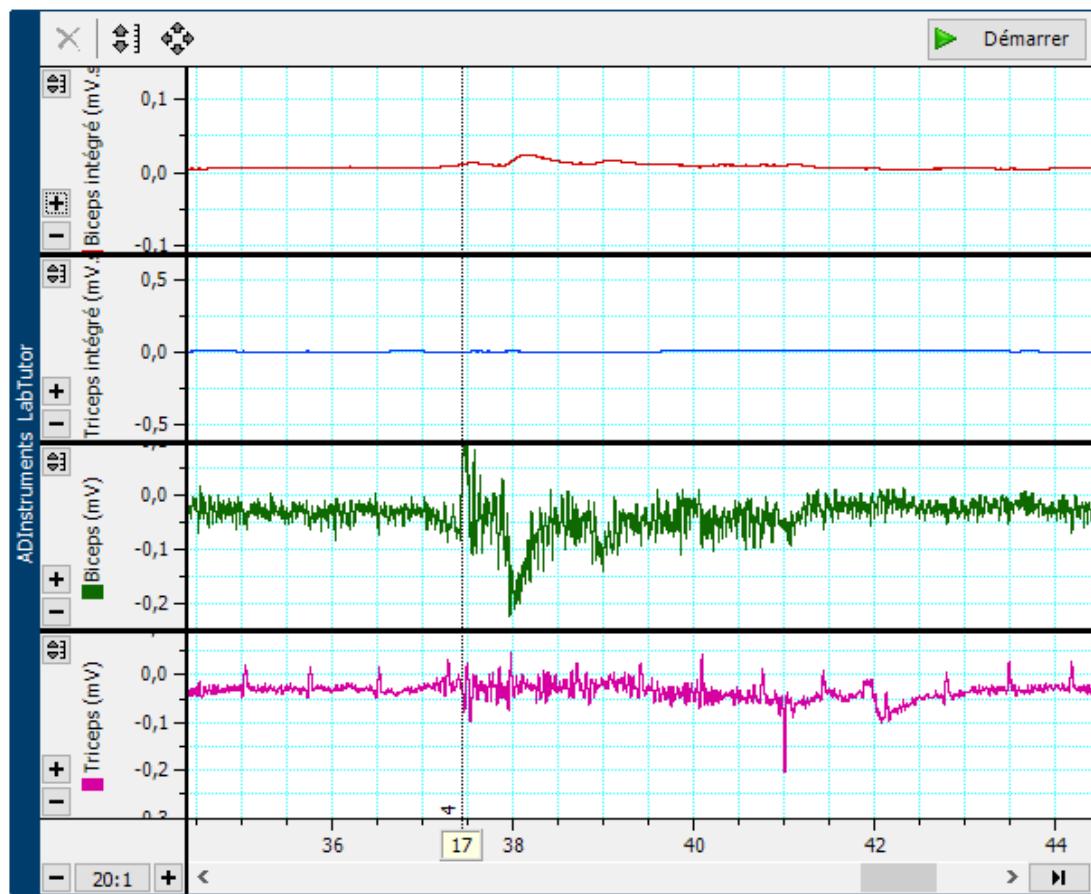
Ajout de trois livres Charline



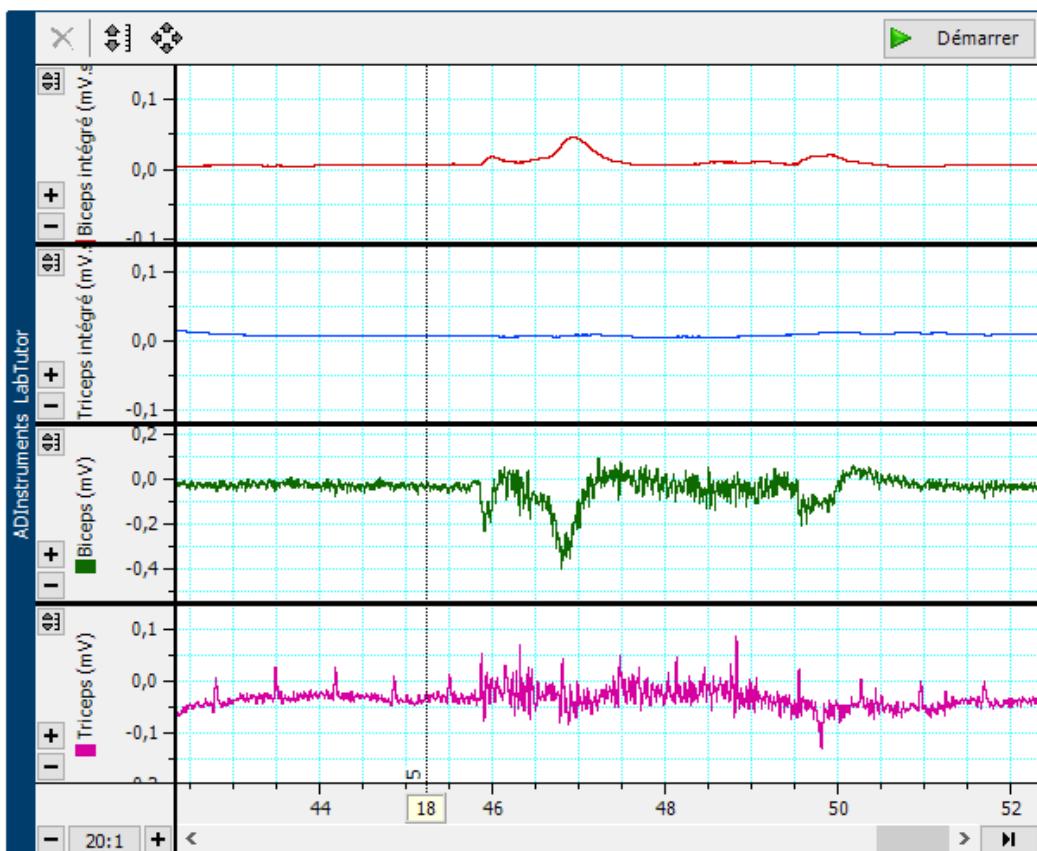
Ajout de deux livres Cassiane



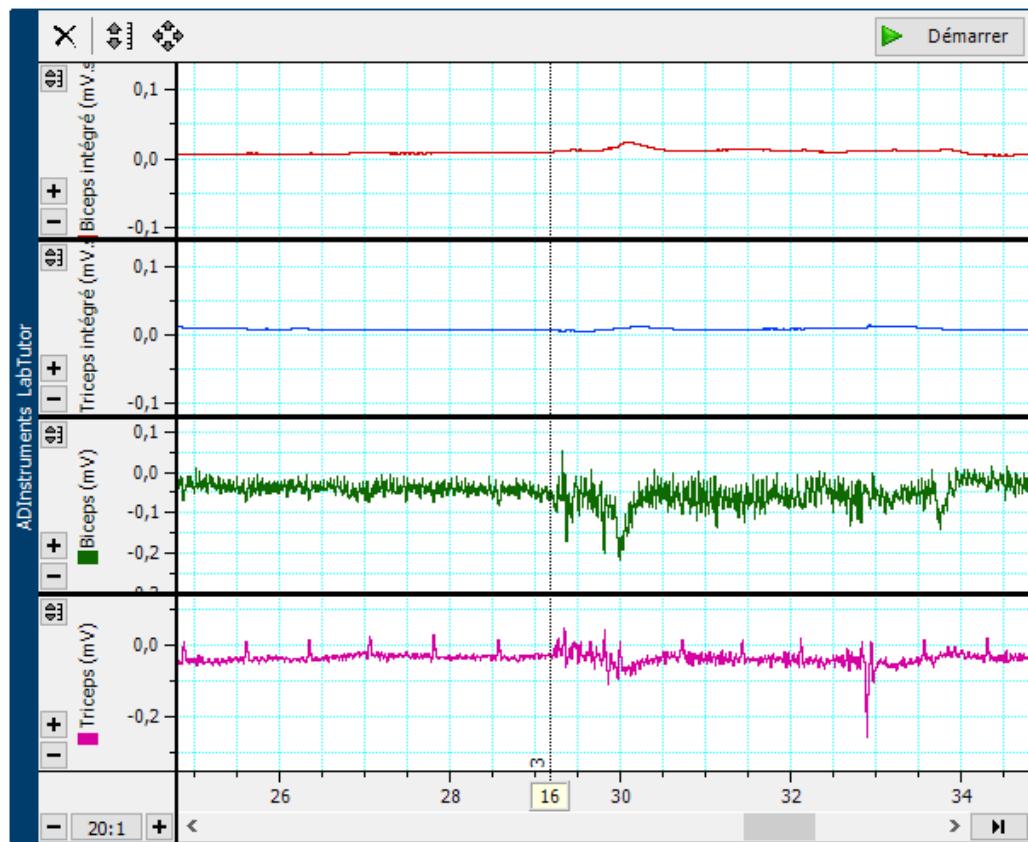
Ajout un livre Cassiane



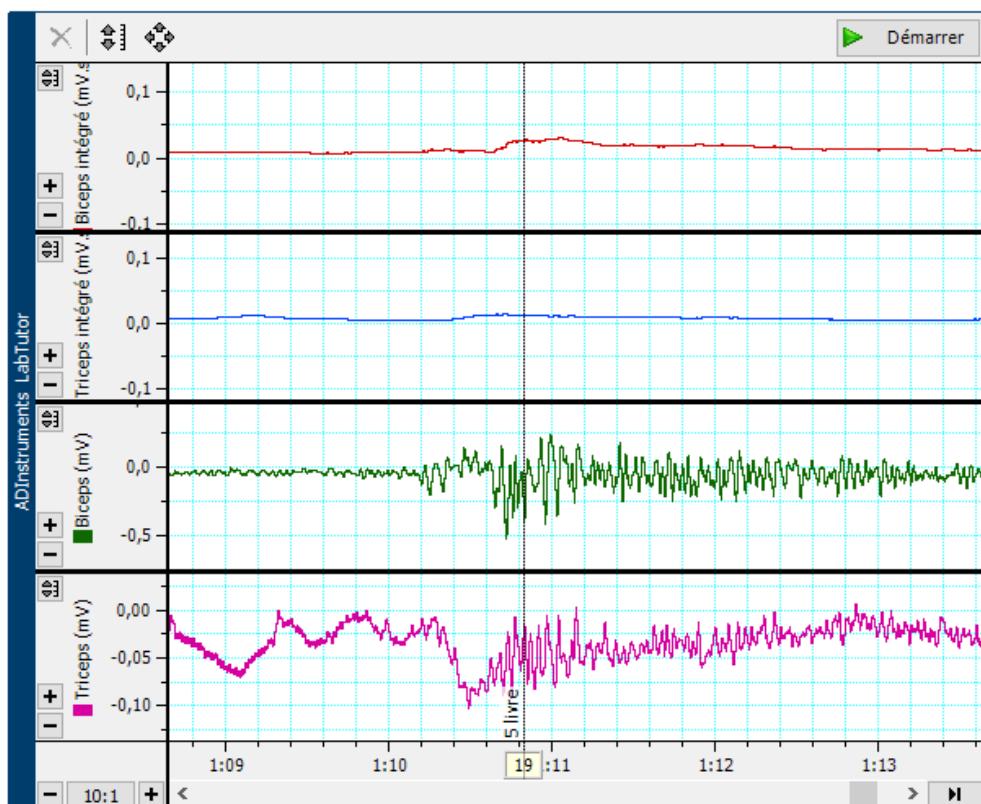
Ajout de quatre livres Cassiane



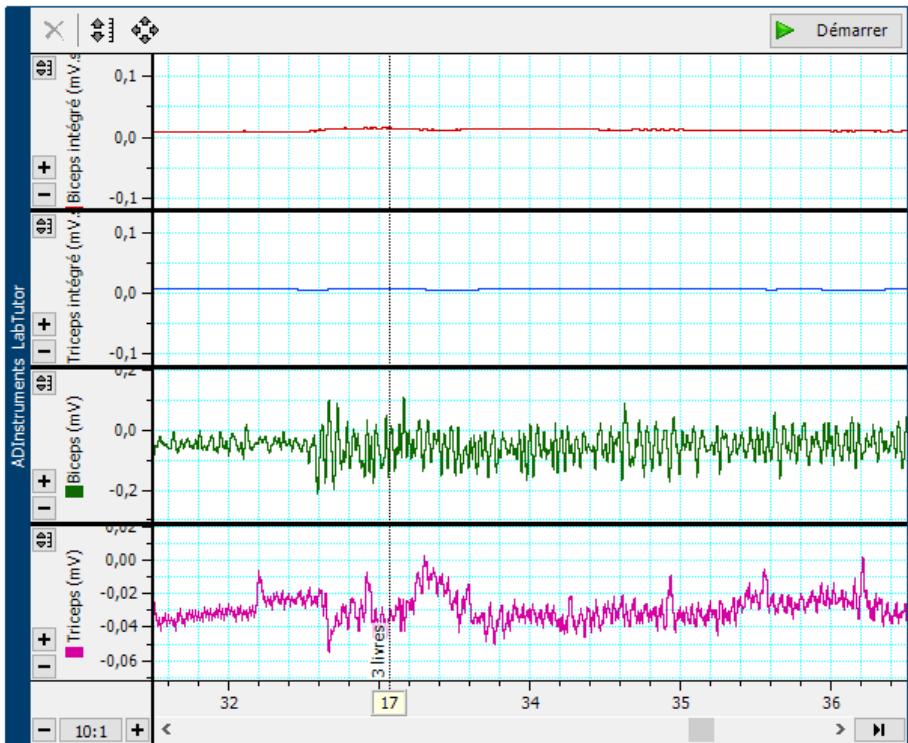
Ajout de cinq livres Cassiane



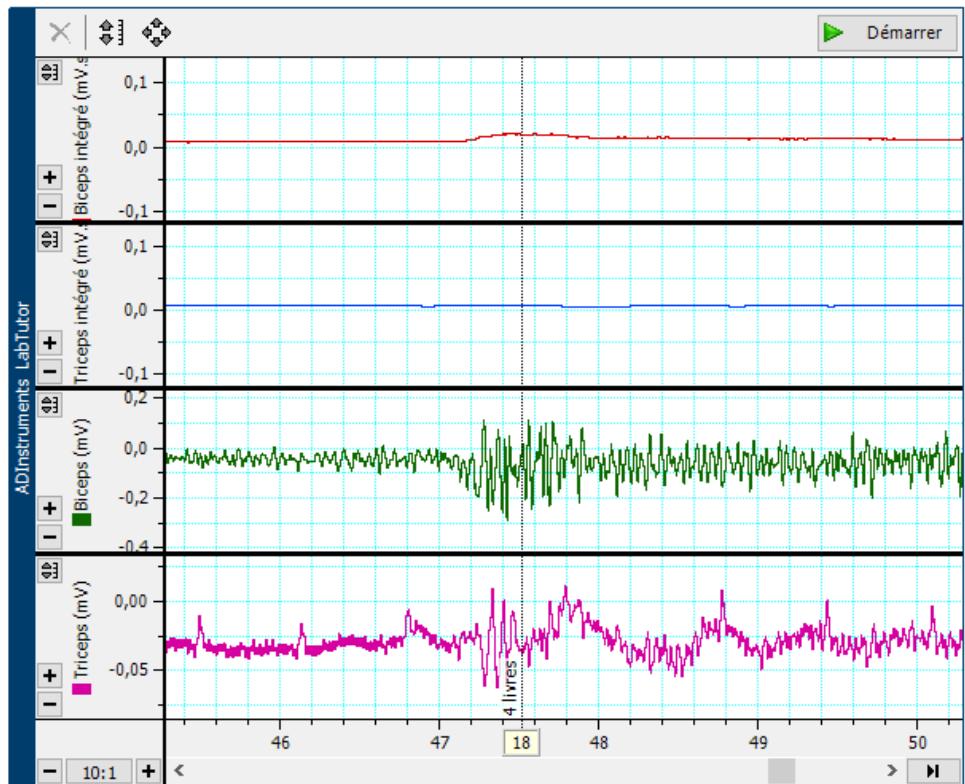
Ajout de trois livres Cassiane



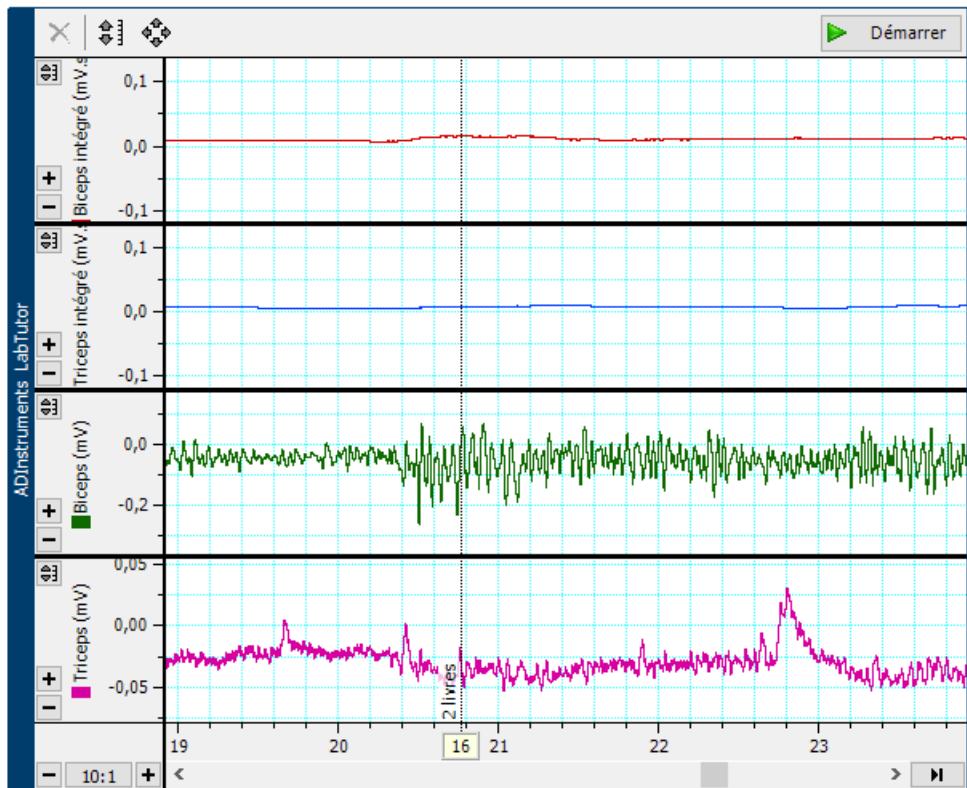
Ajout de cinq livres Clarisse



Ajout de trois livres Clarisse



Ajout de quatre livre Clarisse



Ajout de deux livres Clarisse

1. À la différence d'un électrocardiogramme, le tracé d'un électromyogramme est beaucoup plus irrégulier. D'après vous quelle en est la raison?

Le tracé d'un électromyogramme (EMG) est plus irrégulier car il résulte de la somme des potentiels d'action de nombreuses fibres musculaires recrutées de manière asynchrone.

Contrairement au cœur, dont les cellules se contractent de façon synchronisée via le tissu nodal, les unités motrices d'un muscle squelettique sont activées progressivement et indépendamment selon l'intensité de la contraction demandée. Cela crée un signal irrégulier et variable dans le temps.

1. Électrocardiogramme (ECG)

- L'ECG mesure l'activité électrique coordonnée du cœur.

- Le cœur fonctionne grâce à un pacemaker central, le nœud sinusal, qui déclenche des potentiels d'action rythmés.

- Résultat : les contractions cardiaques sont très régulières, et le tracé ECG montre des ondes répétitives et prévisibles (P, QRS, T) à intervalles relativement constants.

2. Électromyogramme (EMG)

- L'EMG mesure l'activité électrique des fibres musculaires lors de leur contraction.

- Chaque muscle est constitué de unités motrices, chacune contrôlée par un motoneurone.
- Les fibres d'une même unité motrice se déclenchent ensemble, mais différentes unités motrices se déclenchent de manière asynchrone selon les besoins du muscle.
- Résultat : le tracé EMG est irrégulier, avec des pics de tension électrique de différentes amplitudes et fréquences, correspondant à l'activation non synchronisée des unités motrices.

2. Comment le tracé de l'EMG a-t-il changé quand vous avez ajouté des poids sur votre bras? En vous basant sur les données enregistrées, que se passe-t-il, d'après vous, au niveau des muscles lorsque le poids augmente?

Lorsque des poids sont ajoutés, l'amplitude du signal EMG augmente nettement. Cela s'explique par le recrutement d'un plus grand nombre d'unités motrices pour produire une force plus élevée.

Au niveau physiologique :

- Davantage de motoneurones sont activés.
- La fréquence des potentiels d'action dans chaque fibre augmente.
- Les contractions individuelles se superposent, générant une contraction plus forte et un signal EMG plus intense.

1. Changements du tracé EMG

- Amplitude des signaux augmente : les pics deviennent plus hauts.
- Fréquence des décharges augmente : les pics apparaissent plus rapprochés.
- Aspect global plus dense et irrégulier : le tracé semble "plus actif".

Ces modifications sont dues à l'augmentation de l'effort musculaire.

2. Ce qui se passe dans le muscle

- Lorsque le poids augmente :
 - Recrutement de nouvelles unités motrices :
 - Les muscles sont constitués de plusieurs unités motrices (chaque motoneurone + ses fibres musculaires).
 - Pour soulever un poids plus lourd, le système nerveux active davantage d'unités motrices.
 - Augmentation de la fréquence de décharge des motoneurones :
 - Chaque unité motrice peut se déclencher plus rapidement pour générer une force plus grande.

- Résultat sur la contraction :

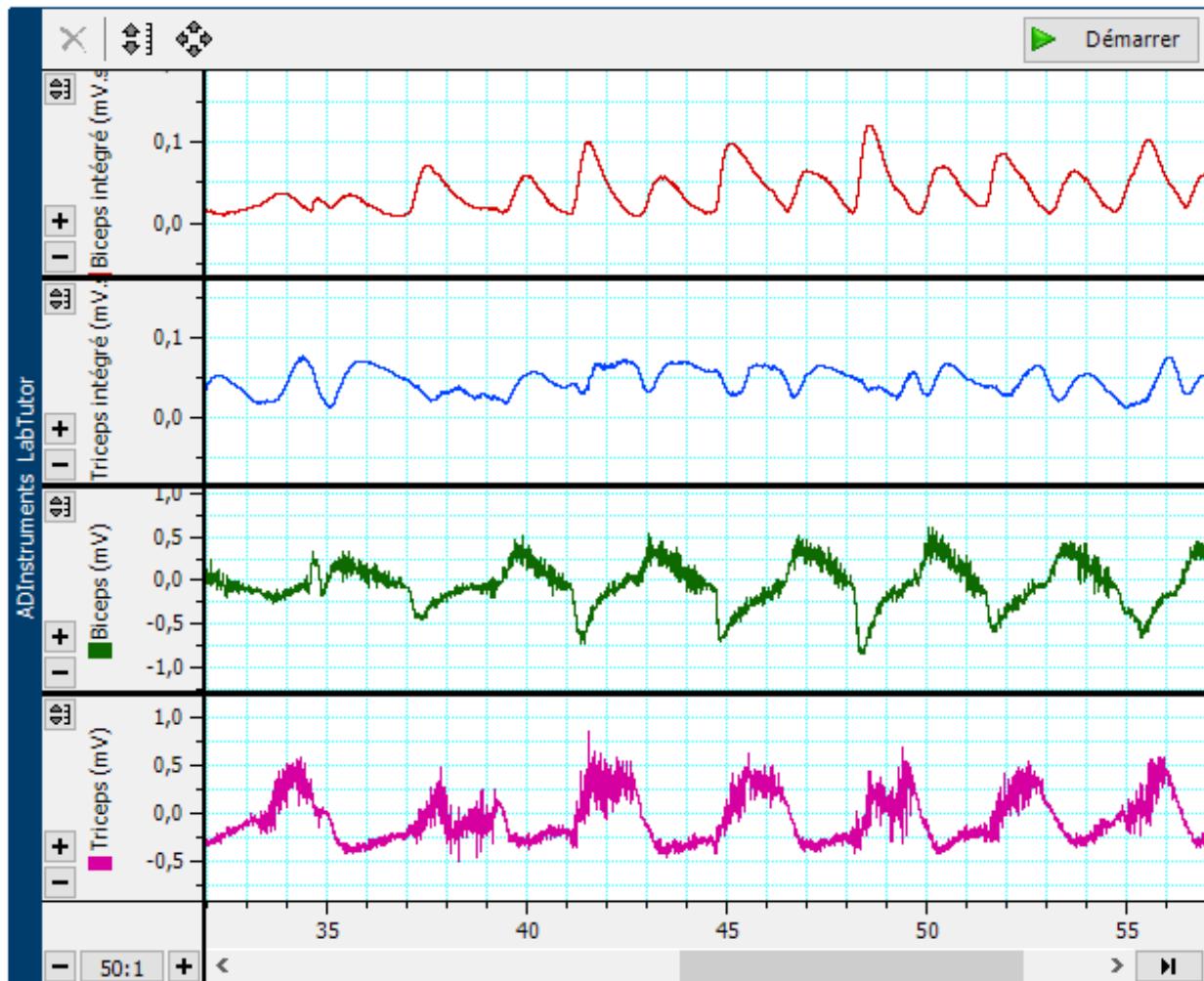
- Les fibres musculaires travaillent plus fort et plus souvent, ce qui se traduit par un EMG de plus grande amplitude et densité.

3. Résumé schématique

Plus de poids → Plus d'unités motrices activées + fréquence plus élevée → EMG plus intense.

Conclusion : Le tracé EMG reflète l'intensité du travail musculaire : plus le muscle doit fournir de force, plus le signal EMG est fort et dense.

Exercice 2 : Alternance activité et co-activation



Contraction alterné biceps triceps Charline Picault

3. Comment définissez-vous la co-activation? Essayez d'expliquer ce phénomène?

1. Définition

La co-activation se produit lorsque des muscles antagonistes se contractent simultanément autour d'une articulation.

- Muscles agonistes : ceux qui produisent le mouvement principal (ex. : biceps pour la flexion du coude).

- Muscles antagonistes : ceux qui produisent le mouvement opposé (ex. : triceps pour l'extension du coude).

Co-activation = agoniste et antagoniste se contractent en même temps.

2. Pourquoi cela se produit-il ?

Stabilisation de l'articulation :

La co-activation permet de maintenir l'articulation stable et d'éviter les mouvements brusques ou indésirables.

Précision du mouvement :

Quand un mouvement doit être précis ou contrôlé, les muscles antagonistes s'activent légèrement pour freiner ou ajuster le mouvement.

Protection contre les blessures :

Les muscles antagonistes peuvent limiter l'amplitude excessive ou protéger les tendons et ligaments lors d'efforts importants.

3. Exemple concret

- En flexion du coude :

- Biceps = agoniste → se contracte pour plier le bras.

- Triceps = antagoniste → se contracte légèrement pour stabiliser le coude.

Résultat : le bras bouge mais reste contrôlé et stable.

4. Comment cela apparaît sur un EMG

- Les deux muscles (agoniste et antagoniste) montrent des pics d'activité électrique simultanés.

4. La co-activation du muscle abdominal et des muscles qui soutiennent la colonne vertébrale s'avère être essentielle pour la posture bipède des êtres humains. Sur la base des données enregistrées, la co-activation du triceps est-elle nécessaire au fonctionnement correct du biceps et réciproquement?

Les enregistrements montrent qu'il existe une faible activité du triceps lors de la contraction du biceps, et inversement.

Cette co-activation est nécessaire pour le bon fonctionnement du mouvement, car elle :

- Stabilise le coude ;
- Contrôle la vitesse et l'amplitude du mouvement ;
- Évite les secousses à la fin de la flexion ou de l'extension.
Ainsi, biceps et triceps travaillent en synergie antagoniste pour permettre un mouvement fluide et précis.

Exercices 3 et 4 : EMG évoqué et vitesse de conduction nerveuse

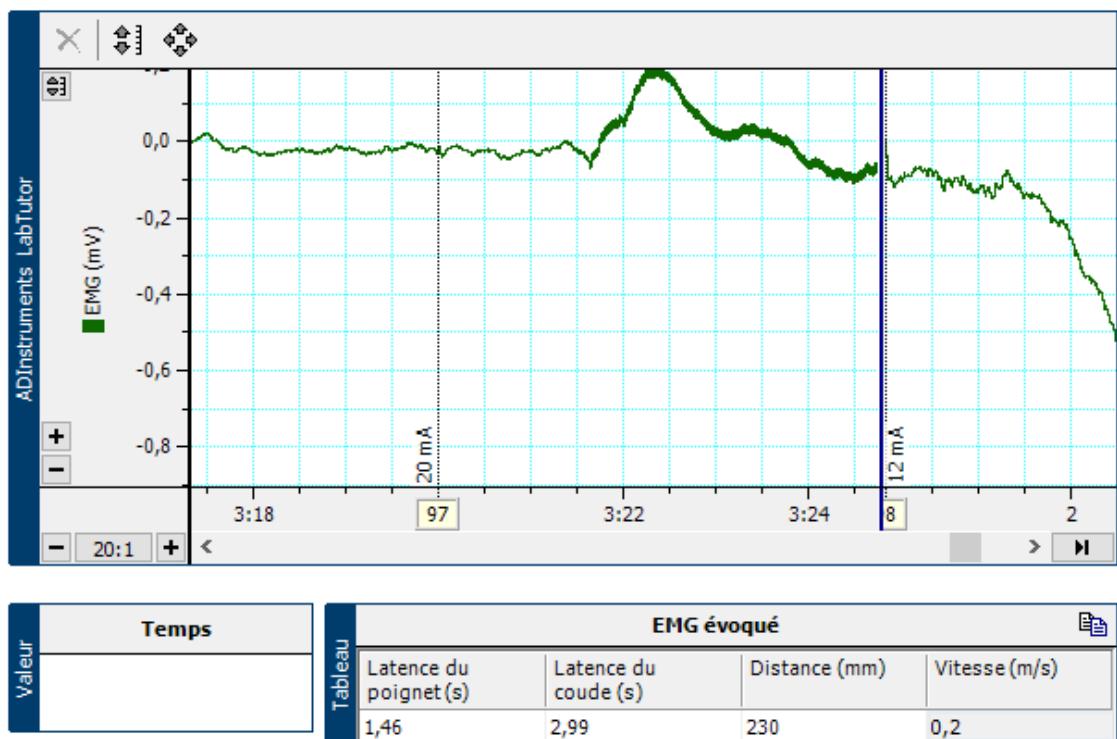
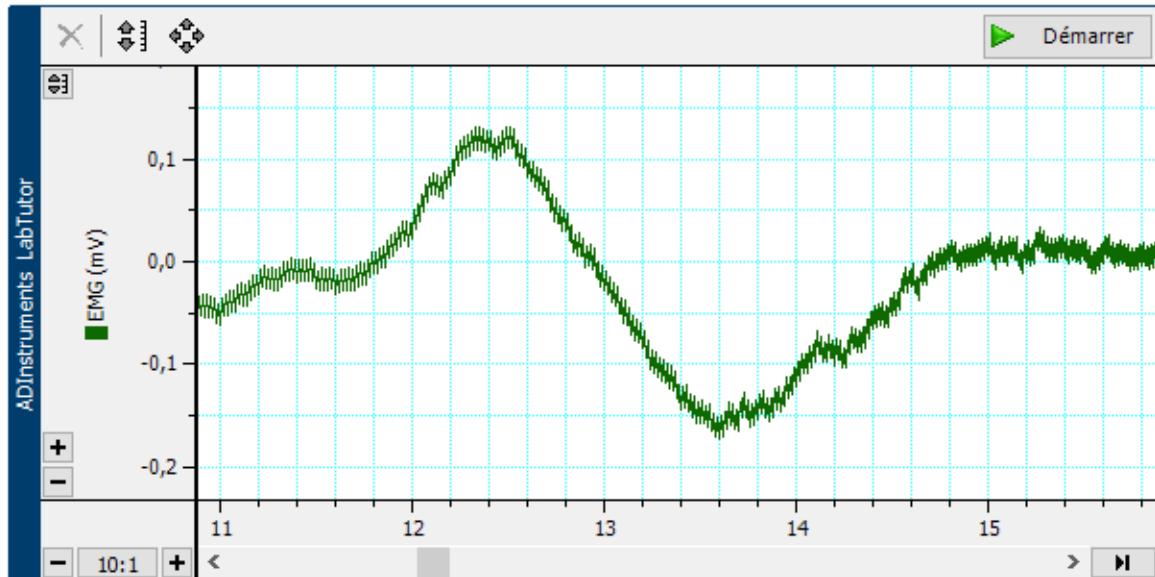
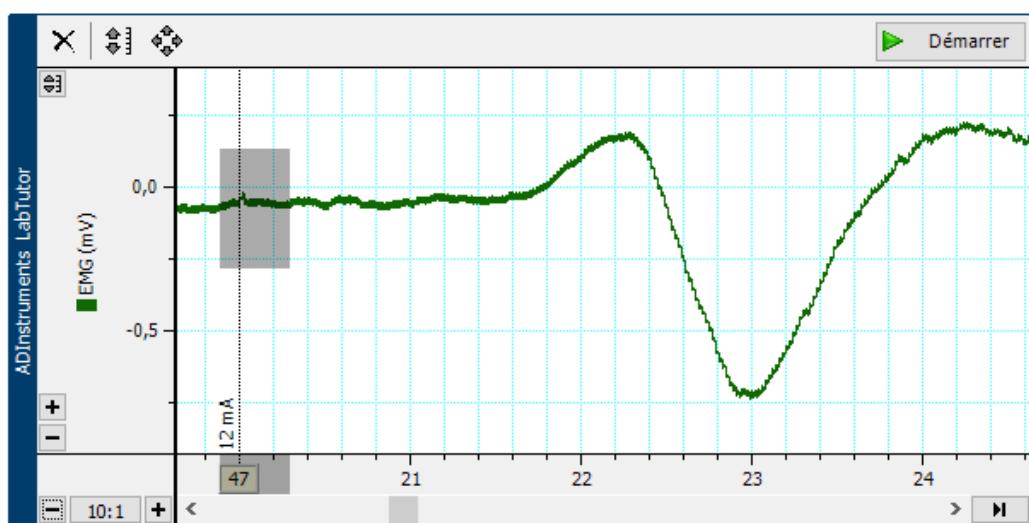


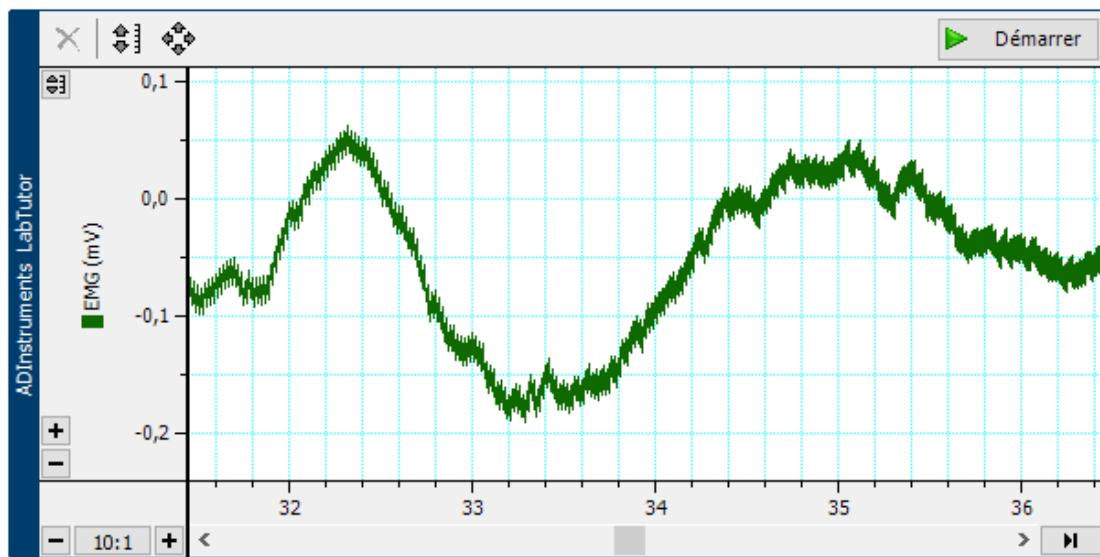
Tableau EMG évoqué - stimulation - Cassiane Rollet



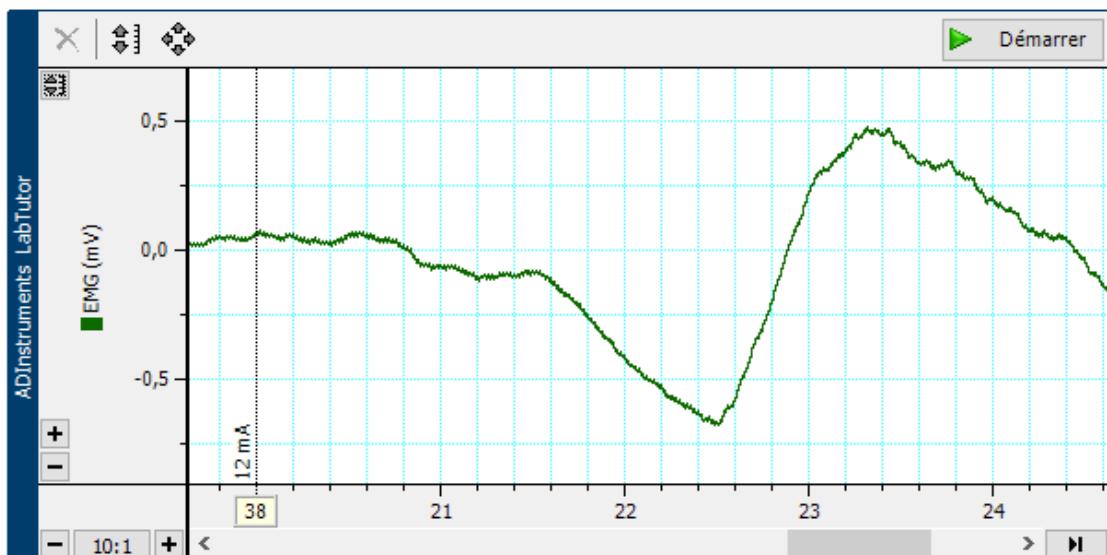
Muscle stimuler 10mA - Cassiane Rollet



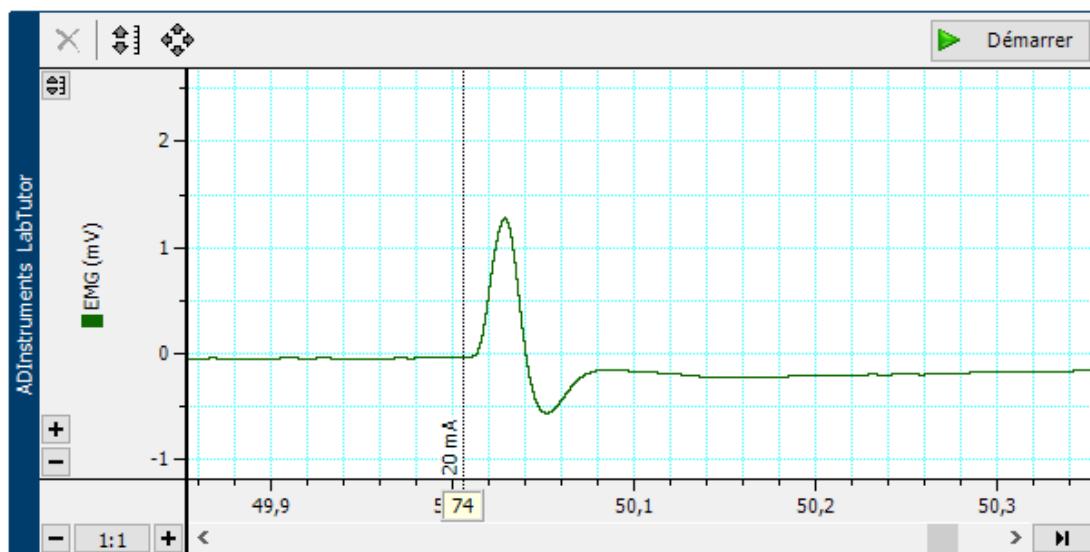
Muscle restimuler 12mA - Cassiane Rollet



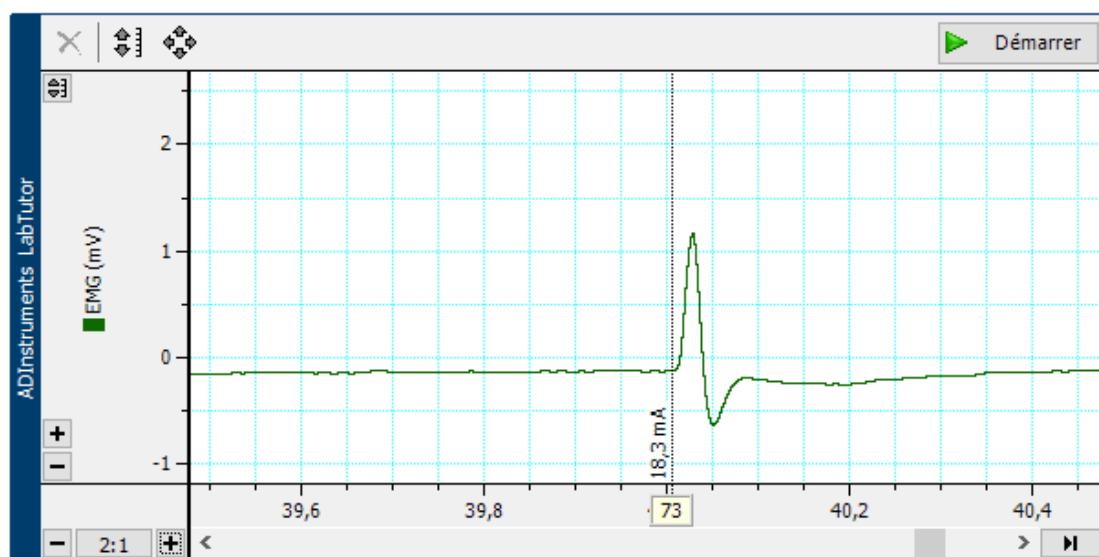
Muscle stimuler 14mA - Cassiane Rollet



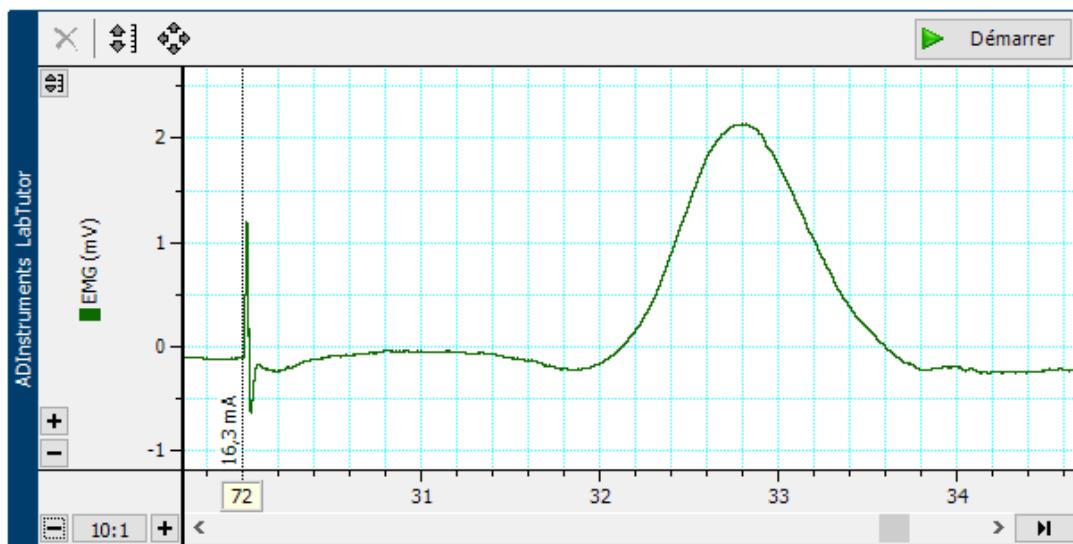
Muscle stimuler 12mA - Cassiane Rollet



Muscle stimuler 20mA - Cassiane Rollet



Muscle stimuler 18mA - Cassiane Rollet



Muscle stimuler 16mA - Cassiane Rollet

5. Faites une liste des événements physiologiques qui se produisent entre la stimulation et le début de la réponse enregistrée (autrement dit, pendant la période de latence).

Pendant cette période, plusieurs étapes se succèdent :

1. Propagation du potentiel d'action le long du motoneurone
 - Le signal électrique généré par le neurone moteur se déplace depuis le corps cellulaire jusqu’aux terminaisons nerveuses au niveau de la plaque motrice.
2. Libération de neurotransmetteurs à la jonction neuromusculaire
 - Arrivée du potentiel d’action à la terminaison nerveuse.
 - Exocytose de l’acétylcholine (ACh) dans la fente synaptique.
3. Activation des récepteurs post-synaptiques
 - L’ACh se fixe sur les récepteurs nicotiniques situés sur la membrane de la fibre musculaire.
 - Cette liaison provoque un potentiel de plaque motrice (PPM).
4. Génération du potentiel d’action musculaire
 - Si le PPM atteint le seuil, un potentiel d’action musculaire est déclenché.
 - Ce potentiel se propage le long de la membrane musculaire et dans les tubules T.

5. Libération de calcium par le réticulum sarcoplasmique

- La propagation du potentiel dans les tubules T déclenche la libération d'ions Ca^{2+} dans le cytoplasme.

6. Début de l'interaction actine-myosine

- Le calcium se lie à la troponine, déplaçant la tropomyosine.
- Les têtes de myosine peuvent maintenant se fixer aux filaments d'actine, préparant la contraction.

6. Quelles contributions (citées dans la réponse à la question 1 ci-dessus) à la période de latence dépendent-elles de la position de l'électrode de stimulation?

La durée de latence dépend de la distance entre l'électrode de stimulation et le muscle, car cela modifie :

- Le temps de conduction nerveuse,
- Et le temps de transmission synaptique.
Plus la distance est grande, plus la période de latence augmente.

1. Étapes dépendant de la position de l'électrode

- Propagation du potentiel d'action le long du motoneurone (étape 1) :

- Plus l'électrode est proche du corps du neurone, plus le PA doit parcourir longue distance jusqu'à la plaque motrice → latence plus longue.

- Si l'électrode est très proche de la terminaison nerveuse, la latence sera plus courte.

- Libération d'ACh et déclenchement du PA musculaire (étapes 2 et 3) :

- Ces étapes se produisent immédiatement après la terminaison nerveuse, donc la latence mesurée inclut le temps nécessaire pour que le PA atteigne la jonction.

- Par conséquent, la position de l'électrode influence indirectement la durée de ces étapes, car le signal met plus ou moins de temps à arriver.

2. Étapes indépendantes de la position de l'électrode

- Libération de Ca^{2+} par le réticulum sarcoplasmique (étape 5)

- Début de l'interaction actine-myosine (étape 6)

Ces étapes dépendent du muscle lui-même et de sa physiologie interne, pas de l'endroit où l'on place l'électrode de stimulation.

7. En vous basant sur vos résultats et le calcul de la vitesse de conduction nerveuse, combien faudrait-il de temps à une impulsion nerveuse pour voyager de la moelle épinière au gros orteil? En assumant que la distance parcourue est de 1 m.

En moyenne, la vitesse de conduction d'un nerf moteur est d'environ 50 m/s.

Pour une distance de 1 mètre, le temps nécessaire serait donc :

$$t = \frac{1}{50} = 0,02 \text{ s} = 20 \text{ ms}$$

Une impulsion mettrait donc environ 20 millisecondes pour parcourir cette distance.

8. Y-a-t-il eu une variation de la vitesse de conduction nerveuse entre les personnes de votre groupe? Quelles peuvent en être les raisons?

Oui, des différences existent entre les personnes du groupe. Elles peuvent s'expliquer par :

- La température corporelle (une température basse ralentit la conduction).
- L'épaisseur de la myéline (plus elle est importante, plus la conduction est rapide).
- Le diamètre des fibres nerveuses.
- La fatigue, ou même la qualité du contact électrode-peau.