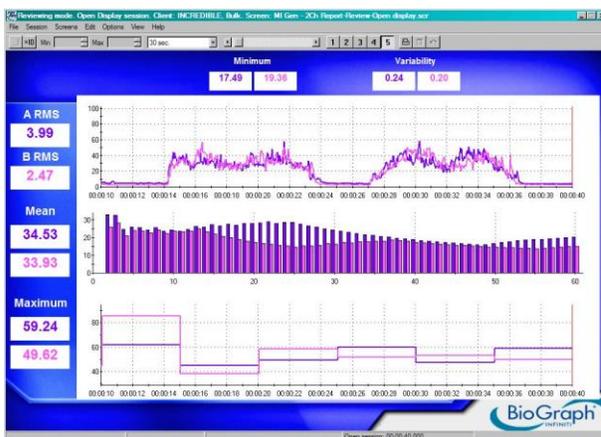
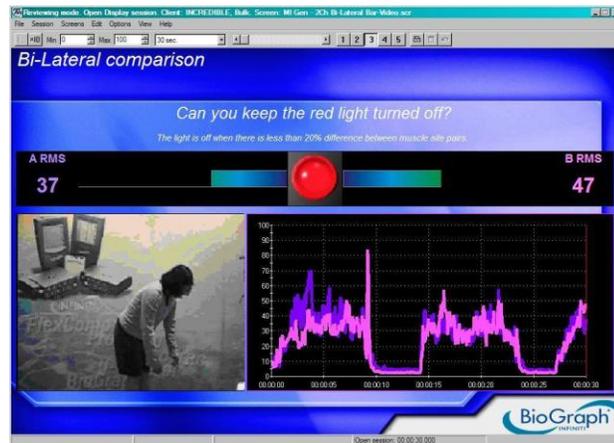




Guide clinique du MyoTrac3



Thought Technology Ltd.

2180 Avenue Belgrave, Montréal, QC H4A 2L8 Canada
Tel: +1 (800) 361-3651 • +1 (514) 489-8251 Fax: +1 (514) 489-8255
Courriel: mail@thoughttechnology.com
Web: <http://www.thoughttechnology.com>

SA9920FR Rev 0

Table des matières

Introduction	1
Cartographie Musculaire	1
Vue avant (couche superficielle)	2
Vue arrière (couche superficielle)	3
Les bases du SEMG	4
Définition	4
Bénéfices	4
Indications	4
Représentations du signal SEMG	5
Artéfacts SEMG	6
Analyse d'un signal SEMG	9
Méthodes de normalisation	12
Propriétés musculaires	13
Types de contractions	13
Types de contributions à un mouvement	13
Trois applications de l'EMG	15
Lombalgie	15
Syndrome fémoro-patellaire	18
Épaule instable	20
Électrodes - Instructions générales	23
SEMG – Vue avant	24
SEMG – Vue arrière	25
BIBLIOGRAPHIE	26

Introduction

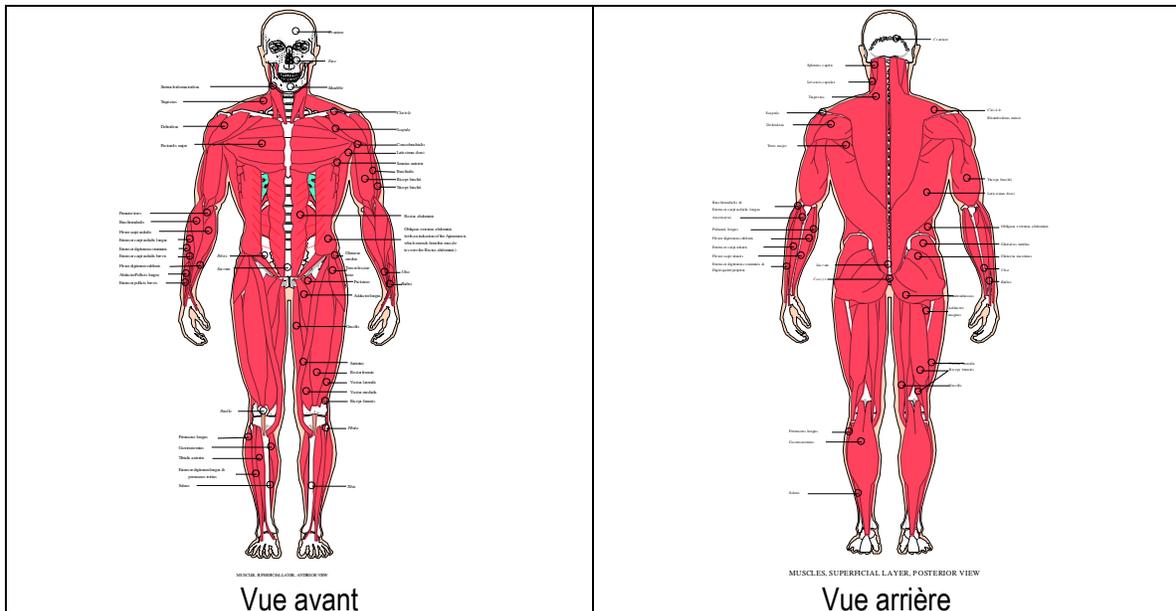
Ce guide clinique donne une vue d'ensemble de l'électromyographie de surface (SEMG). Il présente les concepts généraux, donne des recommandations de base et conseille sur la façon d'installer les électrodes.

Ce guide a été écrit pour vous assister dans l'utilisation de votre système, ainsi que dans votre pratique en général. Il ne prétend pas remplacer les littératures scientifiques et cliniques (des ouvrages de référence sont d'ailleurs proposés à la fin de ce guide).

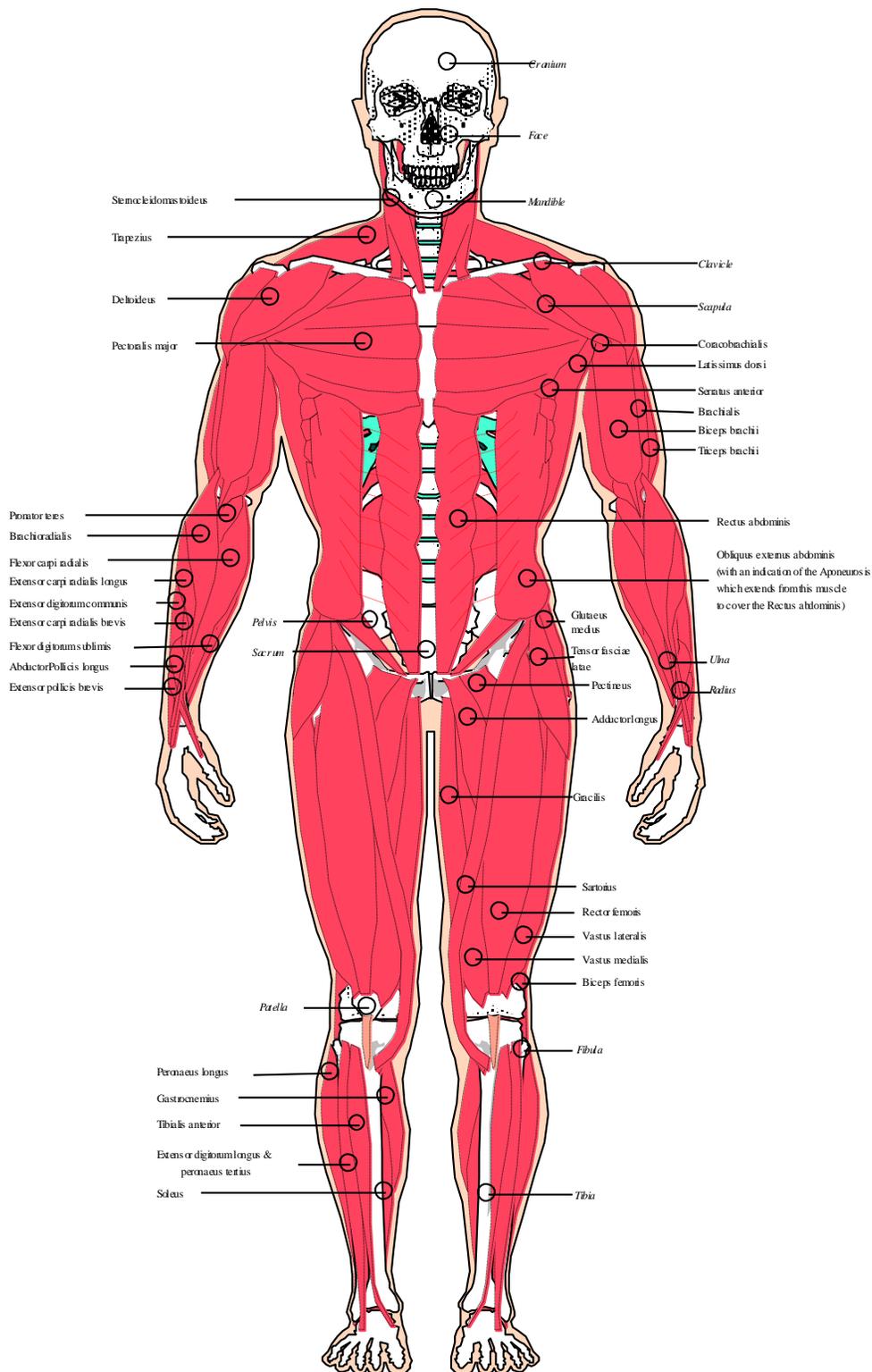
Une fois familiarisé avec les concepts-clés, vous pourrez utiliser le reste de ce guide comme référence et comme source d'information.

Cartographie Musculaire

Les deux prochaines pages consistent en des tableaux anatomiques. Avant de placer les électrodes, il est habituellement recommandé de localiser le muscle par palpation. Ces tableaux vous assisteront dans cette tâche. Nous vous recommandons d'imprimer les deux prochaines pages.

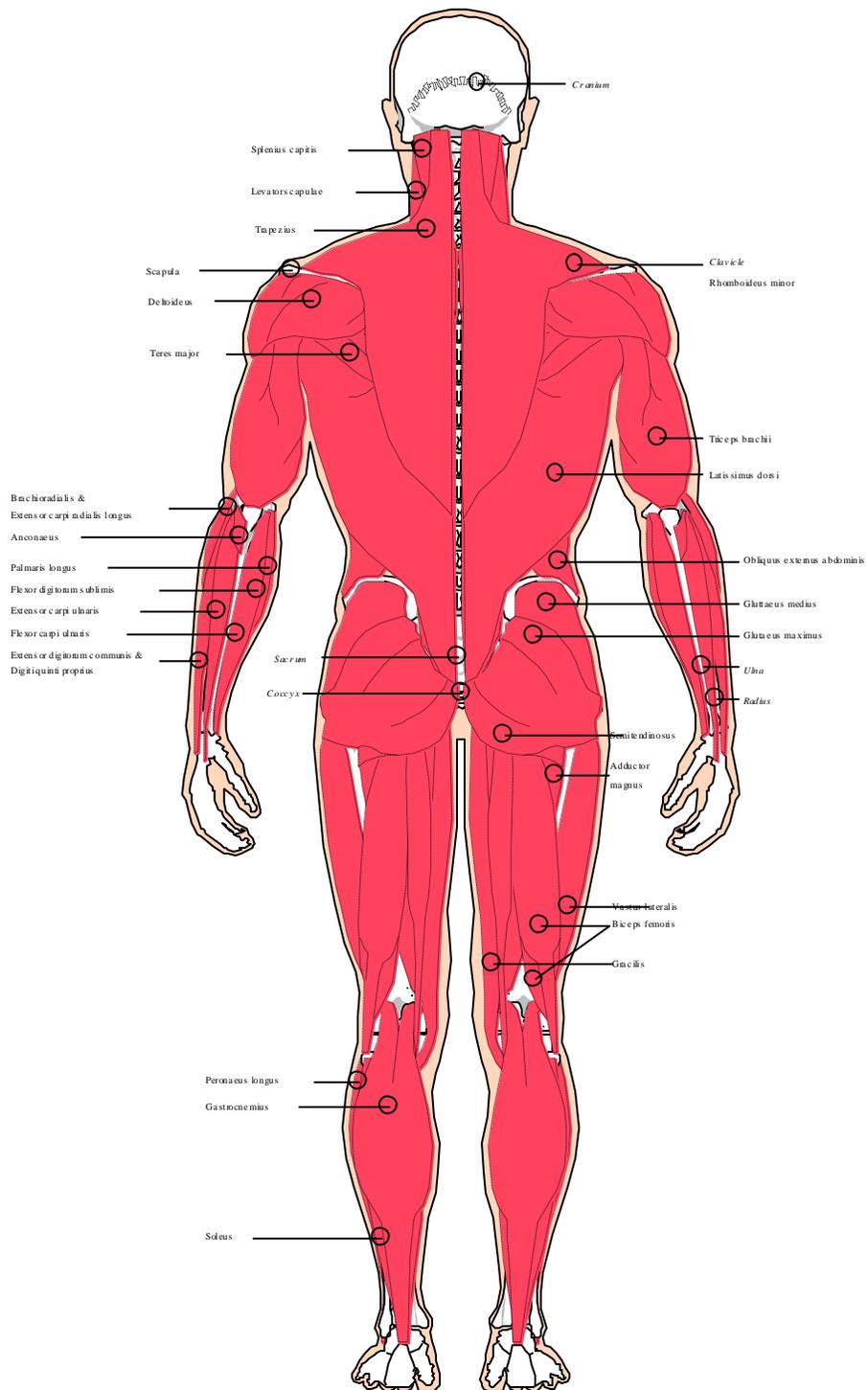


Vue avant (couche superficielle)



MUSCLES, SUPERFICIAL LAYER, ANTERIOR VIEW

Vue arrière (couche superficielle)



MUSCLES, SUPERFICIAL LAYER, POSTERIOR VIEW

Les bases du SEMG

Définition

L'électromyographie de surface (SEMG: **S**urface **E**lectro**M**yo**G**raphy) est une technique non invasive de mesure de l'activité électrique musculaire lors des cycles de contraction et de relaxation du muscle.

Bénéfices

Le biofeedback SEMG consiste à mesurer la tension musculaire d'un sujet, et à transmettre l'information à celui-ci en temps réel, de façon à améliorer sa compréhension et son contrôle du mouvement effectué. Ceci permet au thérapeute de donner des instructions plus courtes au patient, et au patient d'être capable d'accomplir des mouvements précis plus rapidement. Son rôle dans le contrôle de l'incontinence mixte (urinaire et fécale) est largement reconnu et bien établi.

En fournissant à l'utilisateur et à son thérapeute une information musculaire à laquelle tous deux n'ont généralement pas accès, le biofeedback SEMG fournit des données exactes, fiables, mesurables et objectives pour préciser et appuyer les perceptions subjectives du patient, ainsi que les observations du thérapeute.

Les mesures en microvolts (millionnièmes de volt) de l'activité musculaire peuvent être enregistrées et utilisées à la fois comme résultat instantané pour la motivation du patient, l'apprentissage et l'amélioration de la réadaptation et pour établir des rapports de tendance de séance à séance, étalées dans le temps, démontrant avec des données objectives la progression de la thérapie, tant au patient qu'au service fournisseur ou payeur.

Indications

- Biofeedback
- Relaxation
- Rééducation musculaire
- Traitement de l'incontinence

Il est aussi communément utilisé dans les sports (biomécanique, médecine et entraînement sportifs, analyse du mouvement), en ergonomie (études en milieu de travail, analyse de risque du travail, conception de produit et certification), ainsi qu'en recherche médicale.

Représentations du signal SEMG

Le SEMG brut est un signal SEMG non traité, qui consiste en une collecte de signaux électriques positifs et négatifs. Leur fréquence (à combien de reprises ils se produisent) et leur amplitude donnent de l'information sur la contraction du muscle ou sur son état de repos. Un signal SEMG brut peut être observé à la figure 1.

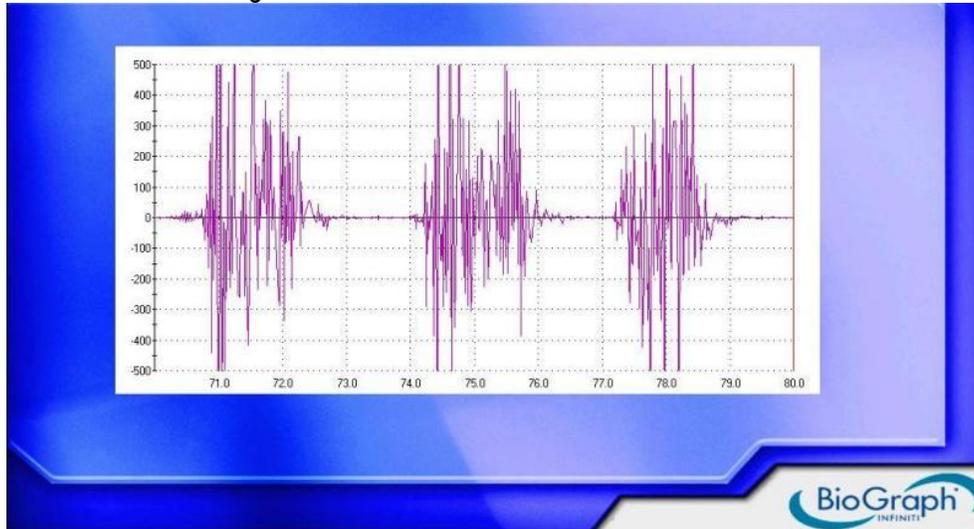


Fig. 1. EMG brut (trois contractions)

Sur le graphique de données brutes, l'axe des X représente le temps, et l'axe des Y l'amplitude en μV (micro-Volts), centrée par rapport à zéro. Quand le sujet contracte le muscle, l'amplitude et le nombre de lignes augmentent, et quand le muscle se relâche, ils diminuent.

RMS ou **Root Mean Square** est une technique pour rectifier le signal brut et le convertir en une courbe graphique plus facile à lire. Cela représente la puissance moyenne du signal. Un signal RMS peut être observé à la Fig 2. **Notez que le MyoTrac3 ne fournit que la valeur RMS du signal.**

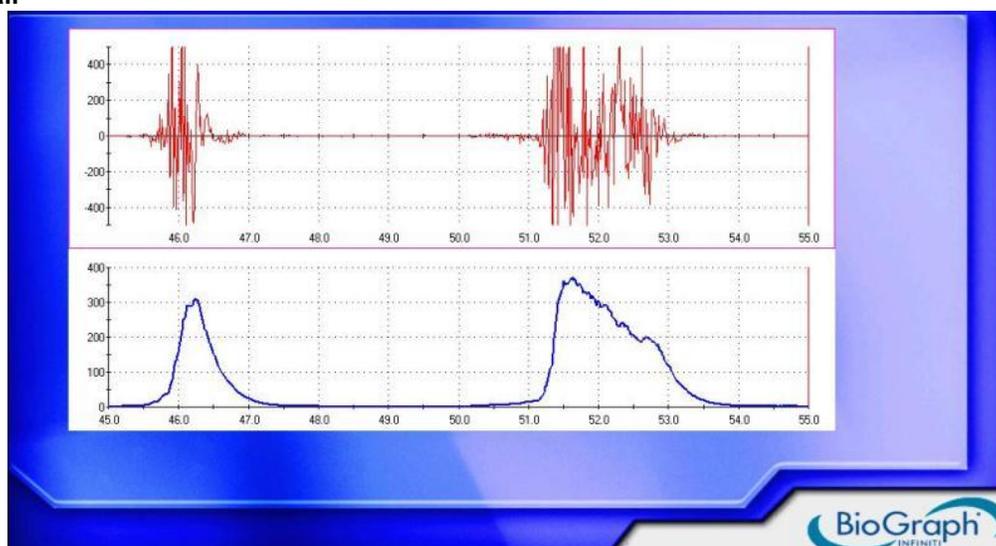


Fig. 2. Raw EMG in red (top) and equivalent RMS EMG in blue (bottom)

Artéfacts SEMG

Un artéfact est une information indésirable contenue dans un signal. Un signal EMG est infime et sensible aux artéfacts. Cette section présente les différents artéfacts, la façon de les détecter, ainsi que leur prévention.

- Interférence de ligne (un bruit de 50/60Hz):

C'est l'artéfact le plus commun. Il provient du réseau électrique et est transmis par les appareils électriques (comme l'ordinateur) placés près de l'appareil d'acquisition de mesures EMG (comme le MyoTrac3). Un exemple d'interférence de ligne peut être observé à la Fig 3.

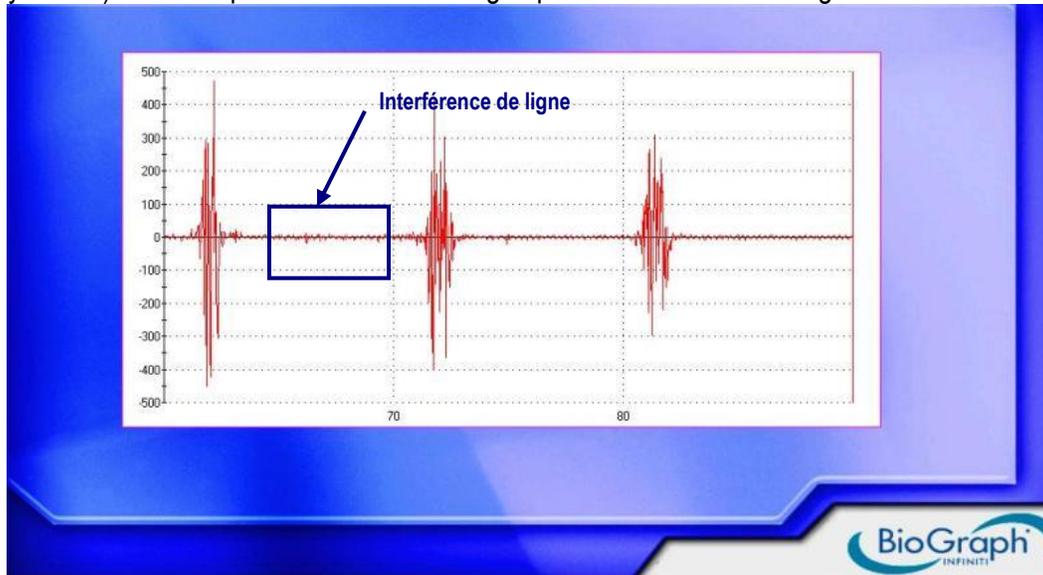


Fig. 3. Signal EMG brut avec interférence de ligne

Ce problème peut être réglé en traitant le signal par un filtre Notch, qui supprimera la portion 60/50Hz du signal (50 ou 60 Hz est selon votre région, et vous devrez configurer votre MyoTrac3 en conséquence).

Les appareils électroniques produisent aussi leur propres fréquences qui ne seront pas supprimées par le filtre Notch. Des précautions supplémentaires doivent donc être prises, comme de garder l'appareil à trois pieds (1 mètre) de tout équipement électronique, et à 10 pieds (3 mètres) de tout appareil de transmission radio.

- Artéfacts EKG (ECG):

Le signal EKG est émis par le coeur. Il peut être capté avec le signal EMG. Un exemple peut être observé à la Fig 4.

Les artéfacts EKG sont très difficiles à supprimer du signal EMG. Cependant, ils peuvent être évités en plaçant les électrodes de façon à ce qu'elles ne soient pas alignées selon l'axe de l'activité cardiaque (par exemple, évitez le placement transthoracique). Habituellement, placer les électrodes d'un même côté du corps réduit ou supprime ces artéfacts. Si toutefois ces précautions étaient insuffisantes, un filtre à haute fréquence de 100 Hz peut être appliqué au signal. Mais il supprime de précieuses informations du signal EMG.

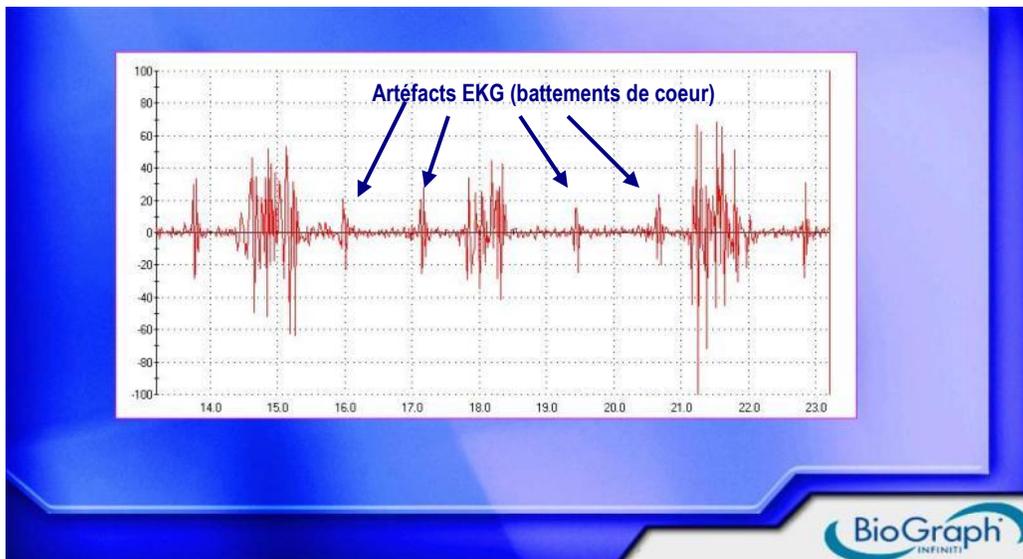


Fig. 4. Signal EMG brut avec artéfact EKG

- Artéfacts de mouvement:

Lors de mouvements, les électrodes peuvent se déplacer ou les fils être tirés, ce qui crée des artéfacts dans le signal EMG. Un exemple peut être observé à la Fig 5.

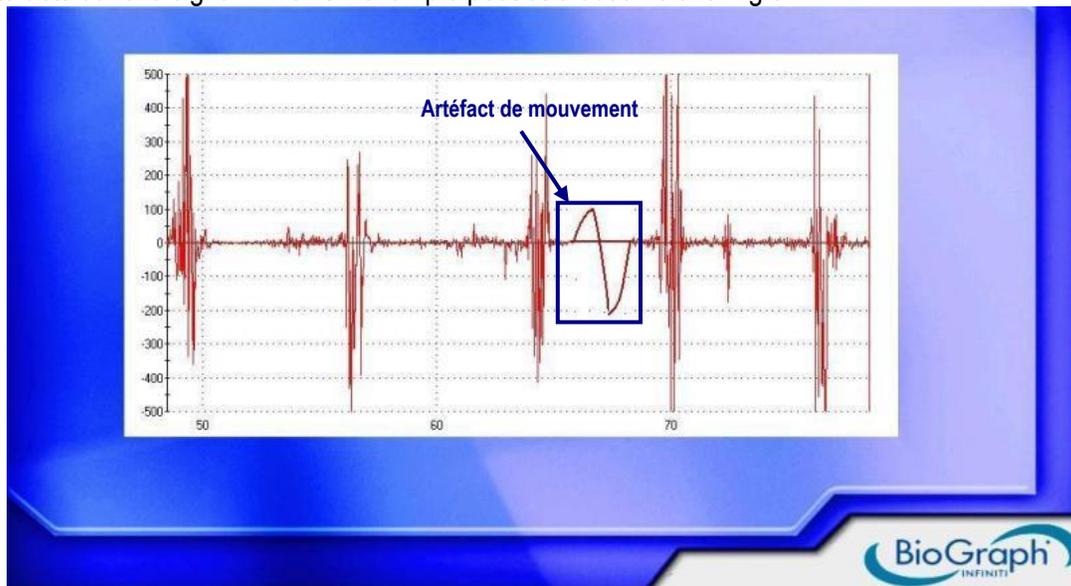


Fig. 5. Signal EMG brut avec artéfact de mouvement

Les artéfacts de mouvements peuvent être évités en immobilisant les fils par du ruban adhésif ou une bande élastique. Le mouvement des électrodes peut être évité en plaçant celles-ci fermement sur la peau, pour les empêcher de se décoller, et la distance entre les électrodes doit aussi être telle qu'elles ne se poussent pas les unes les autres lors du mouvement.

Un filtre passe-haut de 20 Hz peut traiter le signal (électronique ou logiciel) pour supprimer l'artéfact résiduel.

Ces artéfacts peuvent aussi être supprimés manuellement des calculs statistiques lors de la révision de la séance.

- Artéfacts courant continue (CD):

Ceci est causé par la différence d'impédance entre la peau et les électrodes. Cela ajoute une composante continue au signal brut (lequel est normalement centré à 0). Une préparation appropriée de la peau et des électrodes solidement installées sur la peau règlent généralement le problème. Si nécessaire, un gel conducteur peut être appliqué.

- Diaphonie musculaire:

La diaphonie musculaire est un signal EMG provenant d'autres muscles que celui mesuré. La diaphonie peut être évitée en choisissant la distance appropriée entre les électrodes (environ 2 centimètres), ainsi qu'en plaçant les électrodes centrées sur le ventre du muscle.

Analyse d'un signal SEMG

L'analyse du signal peut donner en un court laps de temps une donnée précise, fiable, mesurable et objective, pour compléter et appuyer le compte-rendu subjectif du patient et les observations du thérapeute.

Il existe deux types d'analyses : l'analyse d'amplitude et l'analyse temporelle.

Analyse d'amplitude :

- **Potentiel de repos** : c'est le niveau du SEMG où le muscle est totalement détendu. Il est bien reconnu que le SEMG d'un muscle au repos devrait être en-dessous de $5\mu\text{V}$.
- **Contraction moyenne (moyenne SEMG pendant la contraction)**: c'est un bon indice du niveau de force et d'endurance du muscle (pendant l'exécution d'une contraction isométrique).
- **Pic ou maximum**: c'est l'amplitude maximale du muscle.
- **Variabilité**: c'est un bon indice de la stabilité neuromusculaire.

Analyse temporelle:

- **Temps d'activation**: c'est le temps nécessaire à la contraction du muscle.
- **Temps de désactivation**: c'est le temps nécessaire au muscle pour revenir au repos.

Un exemple de différentes mesures est présenté à la Fig 6.

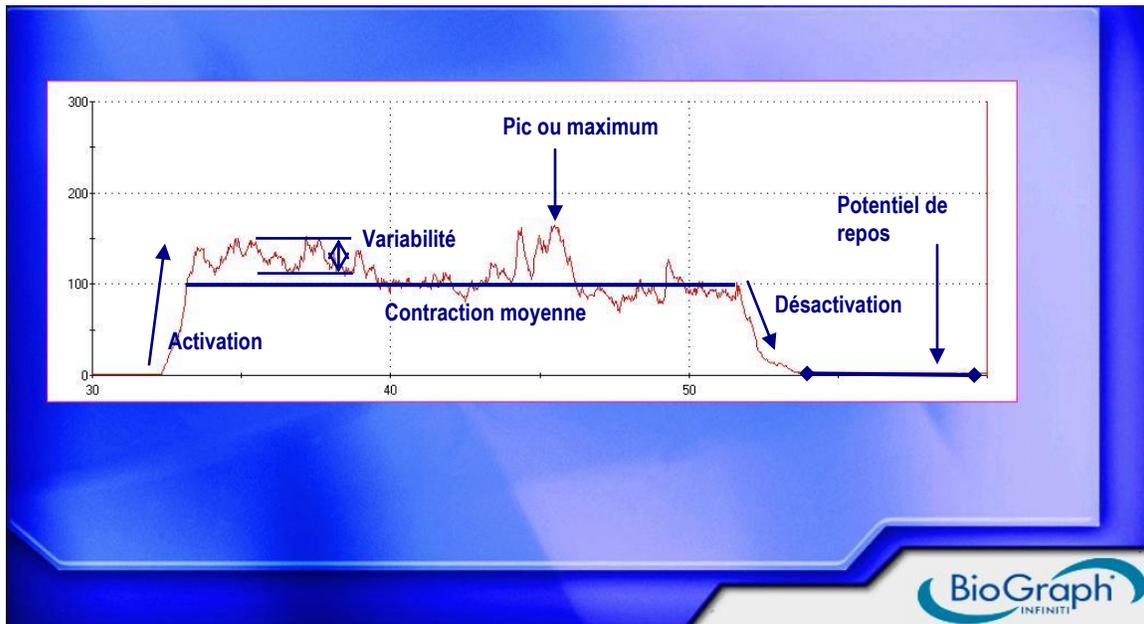


Fig. 6. Mesures SEMG

La Fig 7 montre les enregistrements d'un muscle sain. Le niveau de repos est bas, les temps d'activations et de désactivations sont courts, et la contraction est à un niveau élevée.

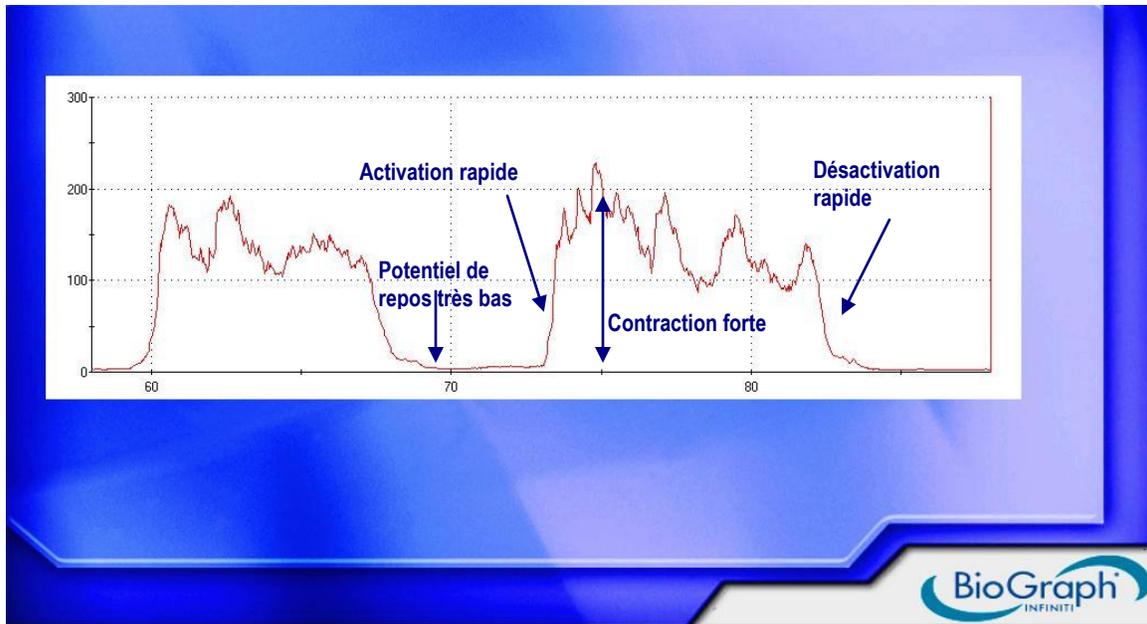


Fig. 7. Muscle sain

La Fig 8 présente l'exemple d'un muscle malsain. Nous pouvons voir que le potentiel de repos est trop élevé, que le niveau de contraction est très bas, et que le muscle présente de l'instabilité.

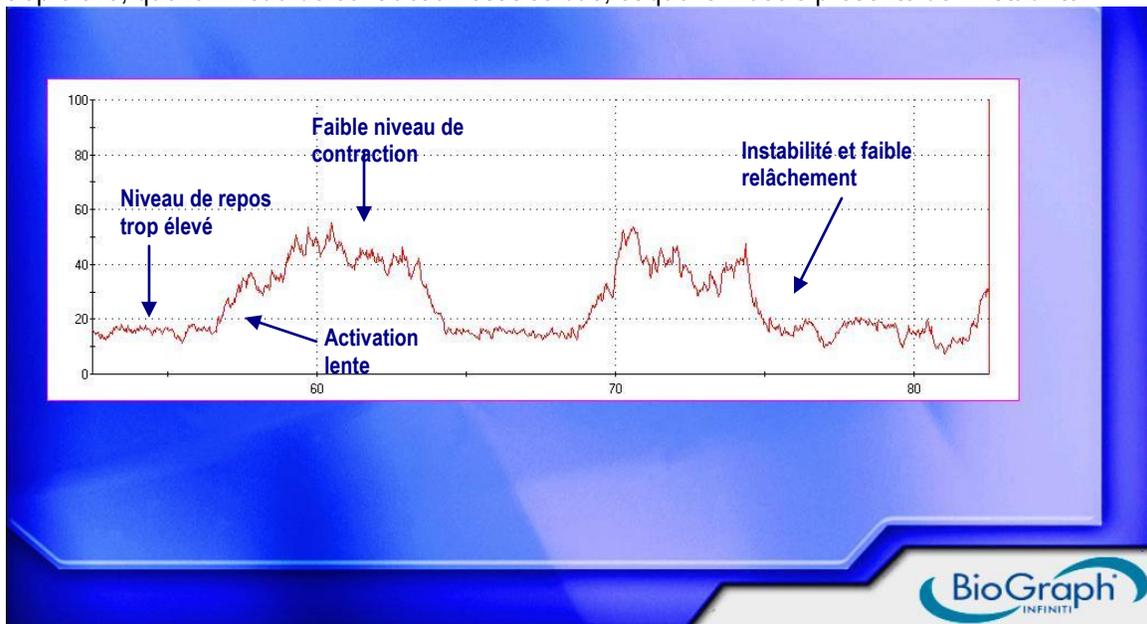


Fig. 8. Muscle malsain

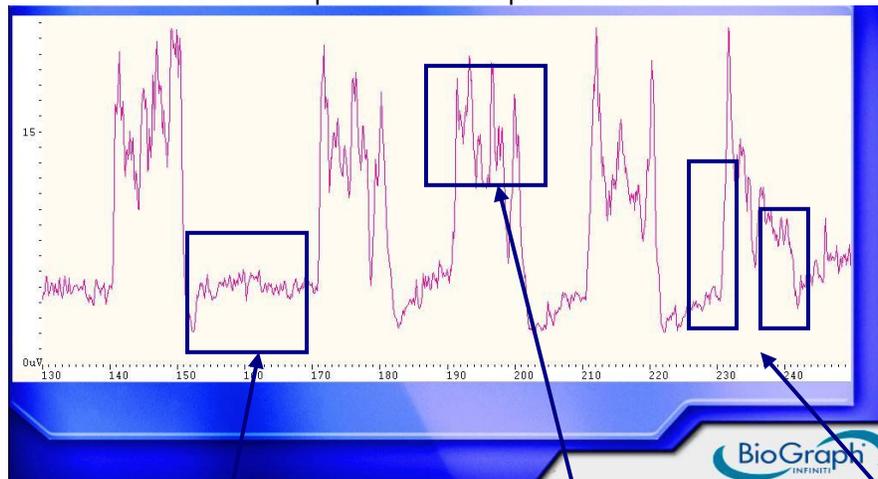
Le niveau de repos élevé indique une activité musculaire anormalement élevée qui, dans la plupart des cas, entraîne une fatigue et/ou une douleur musculaire (le muscle ne se reposant jamais). Dans ce cas, le patient devrait d'abord être entraîné à relaxer son muscle. Si le patient présente aussi une faible capacité d'identification de la sensation de tension, le biofeedback devrait être utilisé pour améliorer sa conscience kinesthésique.

Quand le muscle est capable de se reposer, le patient devrait être progressivement entraîné à améliorer le niveau de contraction et la vélocité (vitesse d'activation et de désactivation), et enfin être entraîné à contrôler la tension musculaire (pour la stabilité du muscle).

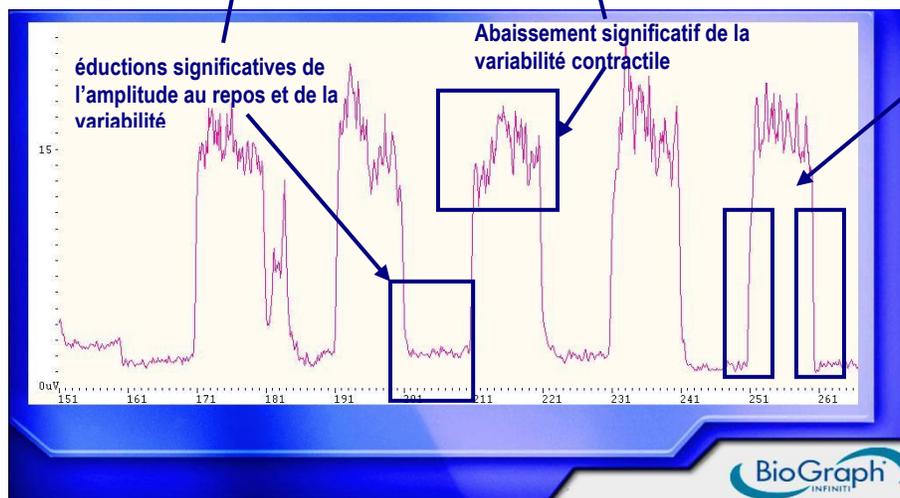
Exemple : application dans le traitement de l'incontinence.

Une courtoisie du Dr Howard Glazer (New-York) et de la Fondation Européenne du Biofeedback (www.bfe.org).

Lors du traitement SEMG intra-vaginal d'une femme de trente-trois ans (en post partum depuis un (1) an après plusieurs grossesses), les pré et post biofeedback, qui révélèrent initialement plusieurs pertes urinaires quotidiennes sous pression intra abdominale, SUI II, ont montré la rémission complète des symptômes après 4 semaines de 2x20min/jour de réhabilitation assistée du muscle pelvien, au sol selon le protocole Glazer. Notons des réductions significatives de l'amplitude au repos et de la variabilité, des latences de recrutement/récupération améliorées, un abaissement significatif la variabilité contractile, et une élévation de la valeur de la fréquence médiane. L'entraînement de la conscience sensorielle et du contrôle musculaire pelvien ont permis une fermeture volontaire du sphincter urethral externe, avec contraction rapide et soutenue, capable de retenir l'urine durant des épisodes de forte pression intra abdominale.



Avant traitement



Après traitement

réductions significatives de l'amplitude au repos et de la variabilité

Abaissement significatif de la variabilité contractile

latences de recrutement/récupération

Méthodes de normalisation

Pour être significatives, les mesures SEMG doivent être comparées à une référence.

L'inconvénient des mesures SEMG est qu'elles varient beaucoup d'un sujet à l'autre (selon l'âge et le type de peau), d'un muscle à l'autre, en fonction du placement des électrodes (sur un même muscle), ainsi que d'un jour à l'autre.

Il existe plusieurs méthodes de normalisation. Voici les deux plus courantes :

- **Comparaison bilatérale**: le site impliqué est comparé à au site non impliqué.
- **Normalisation CVM**: la CVM est la **C**ontraction **V**olontaire **M**aximale. L'amplitude est comparée à la CVM et peut être convertie en pourcentage (%) de CVM. La CVM est obtenue en enregistrant plusieurs contractions isométriques dans une position de test (au moins trois reprises sont requises). Les valeurs maximales de chaque reprise sont moyennées pour donner la CVM.

Propriétés musculaires

Cette section présente des concepts très simples, importants à garder à l'esprit au moment de choisir les muscles à évaluer et au moment de placer les électrodes.

Types de contractions

Il existe trois types de contractions:

- **Concentrique:** le muscle raccourcit. Cela survient lorsque la tension est supérieure à la charge.
- **Isométrique:** le muscle reste le même (pas de mouvement). La tension est égale à la charge.
- **Excentrique:** le muscle s'allonge. La tension est inférieure à la charge.

Types de contributions à un mouvement

Les muscles sont répartis en trois groupes, selon leur contribution au mouvement :

Muscles agonistes: ce sont les premiers moteurs, ils amorcent le mouvement; ils génèrent la plus grande part de force.

Muscles synergistes: ils assistent les muscles agonistes; ils génèrent moins de force, mais contribuent au contrôle du mouvement.

Muscles antagonistes: ils agissent en opposition au mouvement; ils fournissent une force de stabilisation lors du mouvement.

Exemples de paires agonistes/antagonistes:

AGONISTES	ANTAGONISTES
Biceps	Triceps
Deltoïdes	Latissimus Dorsi
Pectoraux	Trapezius/Rhomboïds
Abdominaux	Erector Spinae
Iliopsoas	Gluteus Maximus
Abducteurs	Adducteurs
Quadriceps	Hamstrings
Gastrocnemius/Soleus	Tibialis Anterior

Notons que la contribution d'un muscle à un mouvement, et conséquemment son appartenance à un groupe, dépendent du mouvement accompli.

Des exemples d'enregistrements EMG de muscles agonistes, synergistes et antagonistes peuvent être observés aux Fig 9 et Fig 10.

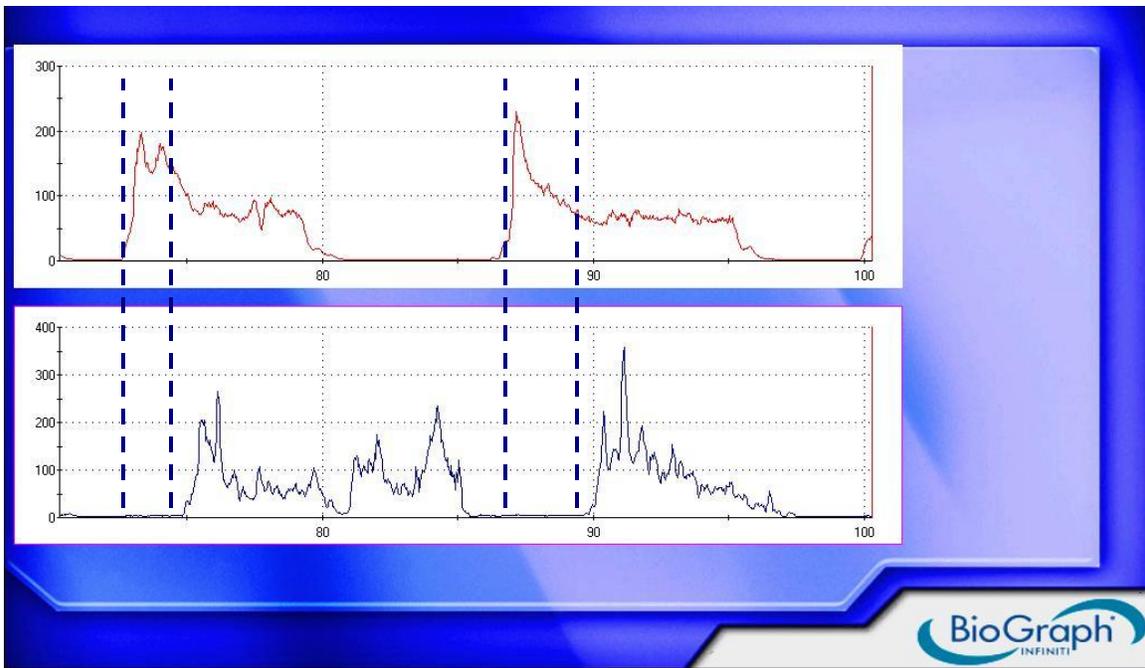


Fig 9. Muscle agoniste (haut) et muscle synergiste (bas)

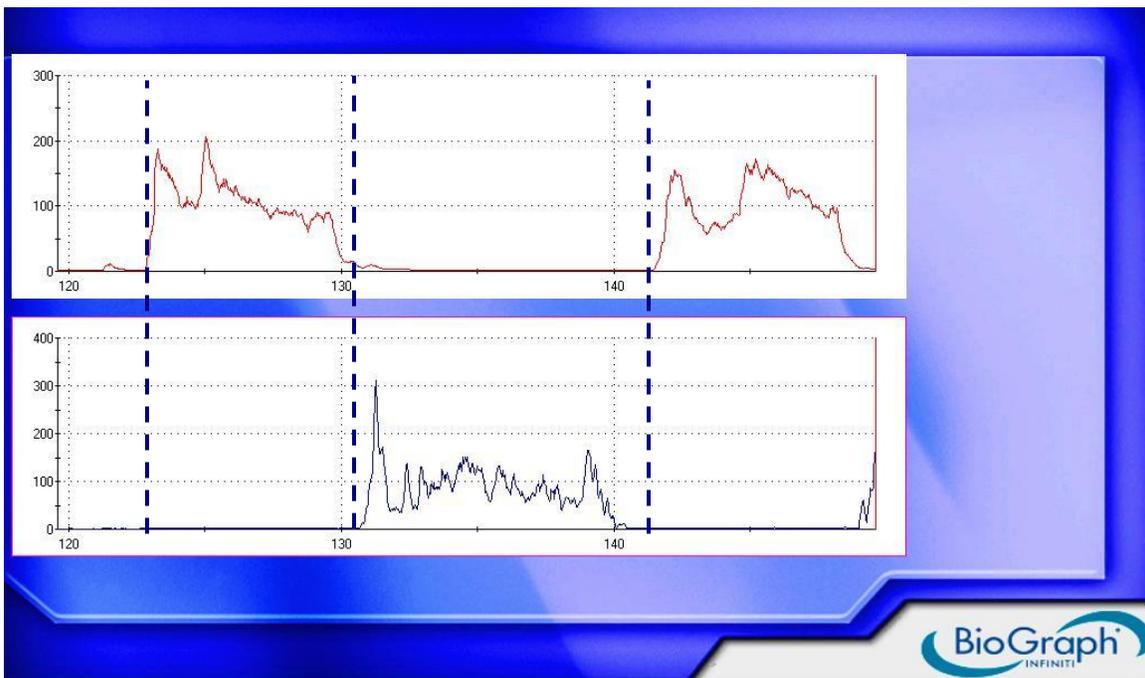


Fig 10. Muscle agoniste (haut) et muscle antagoniste (bas)

Trois applications de l'EMG

L'EMG est communément utilisé dans l'évaluation de la lombalgie, le syndrome fémoro-patellaire et l'épaule instable.

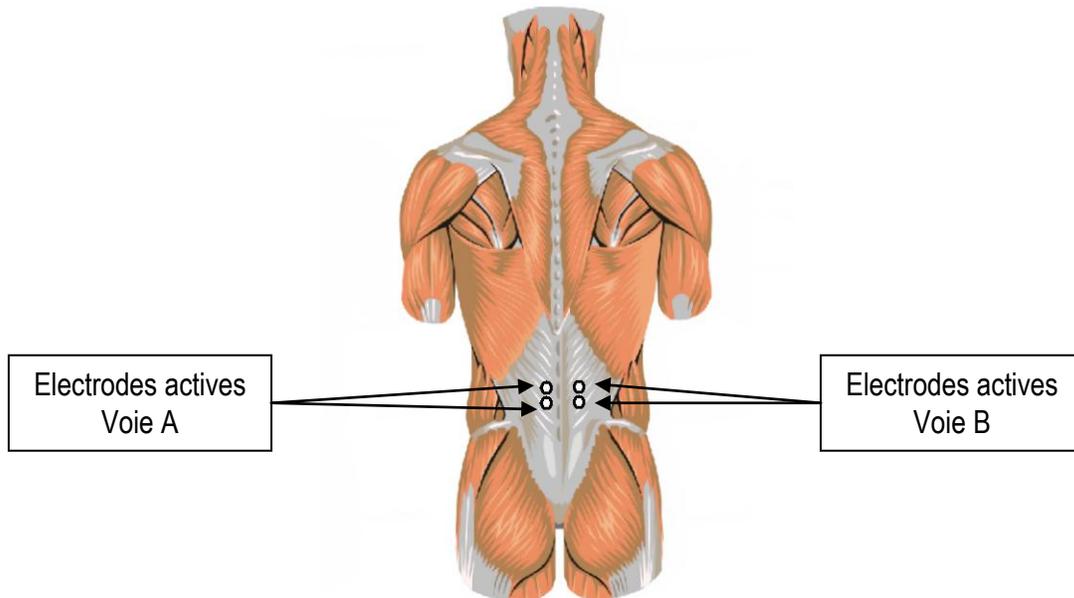
Lombalgie

Selon l'Académie Américaine des Chirurgiens Orthopédiques, "quatre adultes sur cinq souffriront de douleurs lombaires à un moment de leur vie".

Selon une étude de 2006, incluant 46000 personnes de 16 pays différents, un Européen sur cinq souffre de douleur dorsale et la douleur la plus commune est la lombalgie (24%).

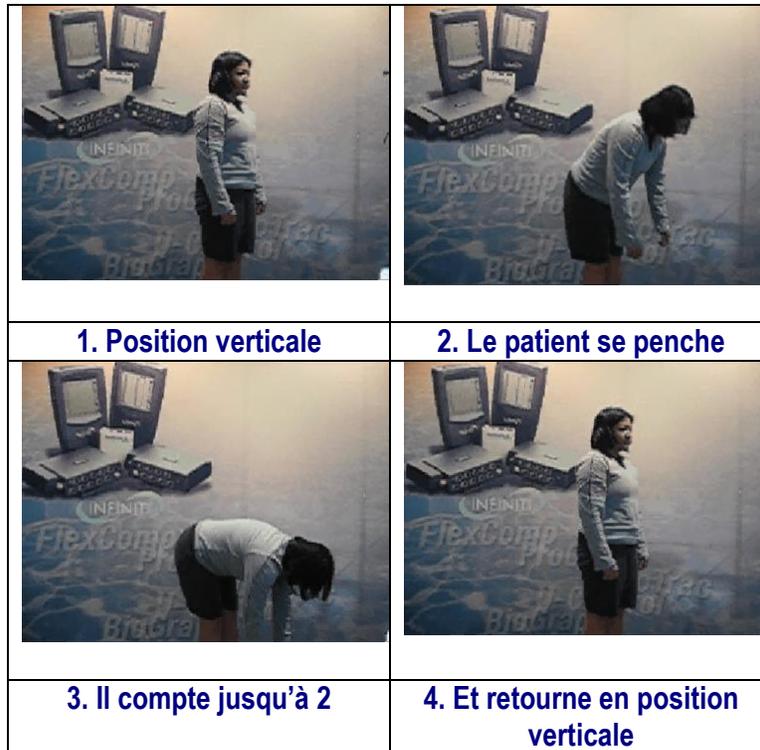
Placement des électrodes:

Placez les électrodes actives le long de la colonne. Demandez au patient de se pencher légèrement afin que la peau s'étire, ce qui aide l'adhésion. Les électrodes de référence sont placées légèrement en arrière.



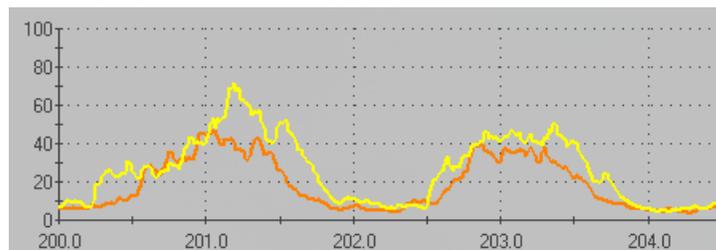
Exercice:

Le patient se penche le plus possible, compte jusqu'à 2 et retourne en position verticale. Ce mouvement est répété trois fois.



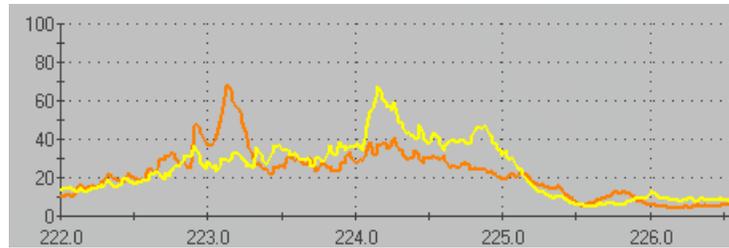
SEMG montre:

Lorsque le patient est en flexion complète, le signal EMG doit retourner au potentiel de repos, montrant un relâchement total des muscles. Les signaux bilatéraux doivent être du même ordre grandeur (< 35%) tout au long du mouvement.



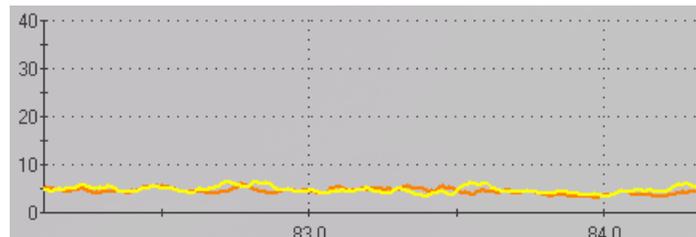
Muscle sain (une répétition)

Des muscles qui ne sont pas au repos lors de la flexion complète se fatiguent rapidement. Si un signal est plus haut que l'autre, cela indique un certain niveau de dysfonctionnement.



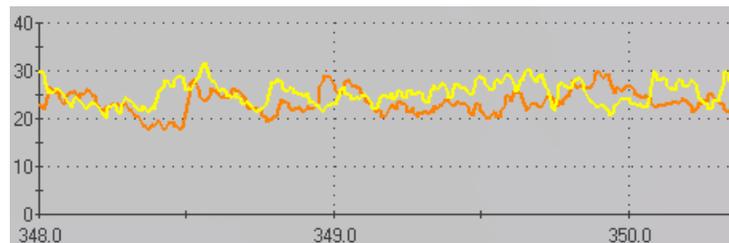
Muscle endommagé (une répétition)

Les deux muscles retournent à un bas niveau d'activation (en dessous de $5 \mu\text{V}$) en position de repos.



Muscle sain en position de repos

Des muscles qui continuent d'être actifs en position de repos se fatiguent.



Muscle endommagé en position de repos

Syndrôme fémoro-patellaire

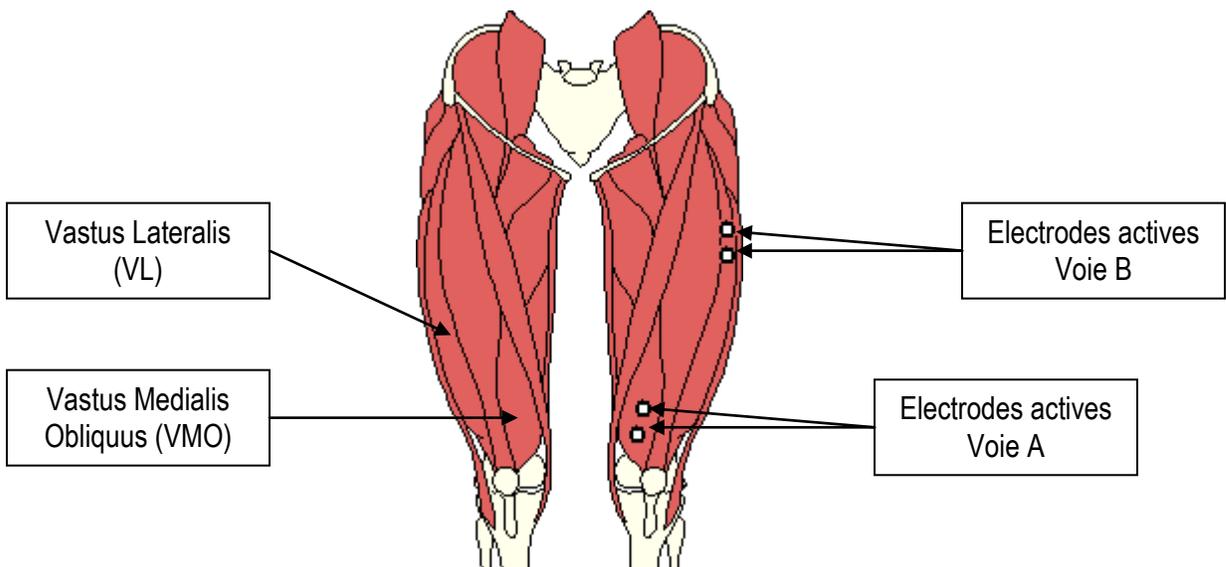
Le syndrôme fémoro-patellaire affecte généralement une personne sur quatre. Ces douleurs sont causées par plusieurs facteurs tels: la mécanique des membres inférieurs, l'insuffisance des muscles Vastus Medialis Obliquus (VMO), la tension des muscles antérieurs et postérieurs ainsi que l'activité physique inappropriée.

En général, cette condition se développe graduellement. Elle se caractérise par une douleur diffuse dans la partie antérieure du genou. Il existe une autre douleur qu'on retrouve couramment, mais qui est distincte du syndrôme fémoro-patellaire : la Chondromalacie. Celle-ci est causée par le ramollissement et le fissurage des cartilages, qui sont détectés par l'imagerie médicale ou par chirurgie.

Le muscle VMO est le seul stabilisateur dynamique médial de la rotule. Il est actif lorsque le genou est en extension complète.

Placement des électrodes:

Placez les électrodes actives de la voie A sur le Vastus Medialis Obliquus (VMO) et celles de la voie B sur le Vastus Lateralis (VL), comme montré ci-dessous. Les électrodes de référence doivent être placées de façon proximales (au dessus des électrodes actives, plus près du tronc).



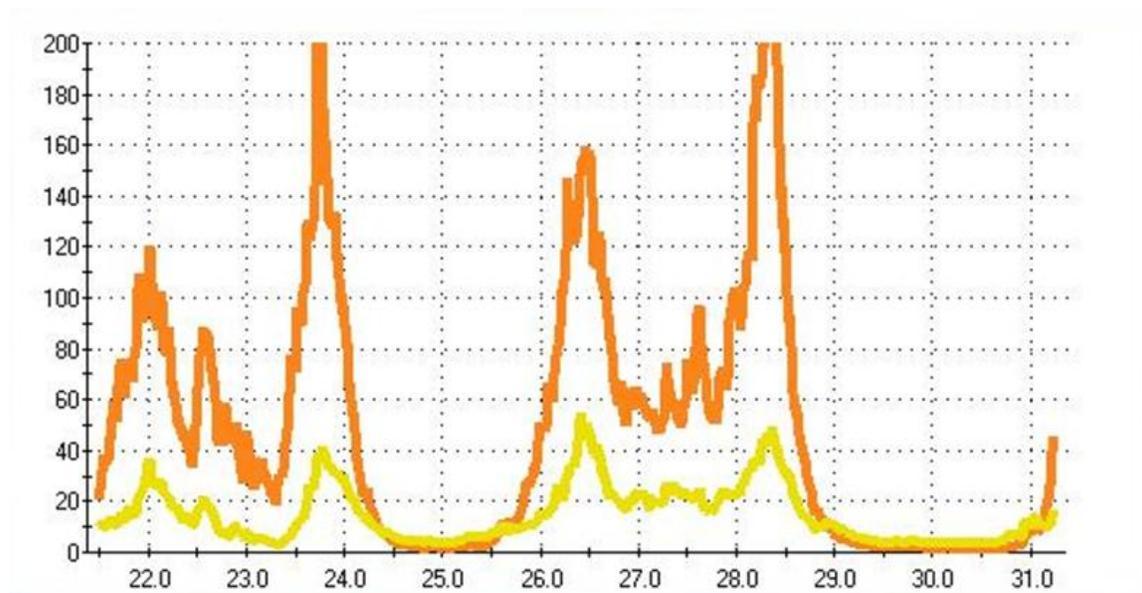
Exercice:

La jambe souffrante doit toujours rester sur la marche. La jambe saine monte sur la marche afin de rejoindre l'autre jambe, puis redescend.



SEMG montre:

Les études EMG montrent que, pour un genou sain, le ratio de l'activité entre les muscles VMO et VL est de un pour un, et que le VMO est de nature tonique. Le ratio idéal est de deux pour un. Pour un genou affecté du syndrome fémoro-patellaire, ce ratio est inférieur à 1.

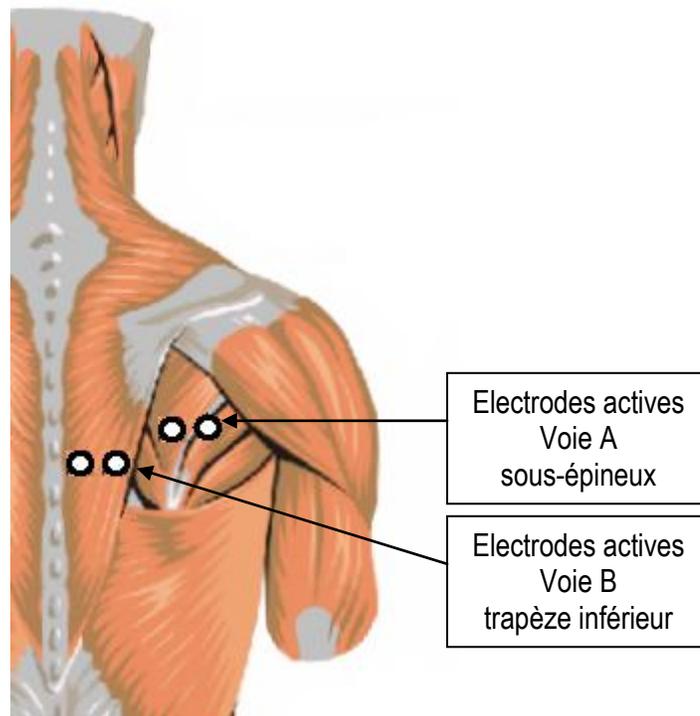


Épaule instable

L'instabilité de l'épaule antérieure est une douleur que l'on retrouve souvent chez les athlètes. Cette douleur est généralement associée avec un surmenage des muscles, une laxité des articulations, une dislocation post-traumatique et un déséquilibre des muscles. Ce programme utilise le feedback des muscles rotateurs externes pour perfectionner les habiletés motrices.

Placement des électrodes:

Placez les électrodes de la voie A à l'horizontal sur le sous-épineux et celles de la voie B à l'horizontal sur le trapèze inférieur. Placez les électrodes de référence au dessous des électrodes de référence, aussi loin que possible.



Exercices:

Les exercices suivants vous guideront à travers les différents mouvements que le patient devra effectuer afin de développer un meilleur contrôle et maintien d'une bonne posture, grâce au biofeedback EMG. L'objectif est de s'assurer que le patient peut maintenir le contrôle dans les limites fixées pour l'exercice avant de passer à un exercice plus complexe.



Exercice 1: Renforcement du rotateur

Demandez au patient de faire toucher ses omoplates entre elles à la position centrale afin de glisser et de maintenir la tête humérale à l'arrière. Lorsque cette position est tenue, notez le niveau d'EMG.

Cet exercice doit être réussi une centaine de fois avant de passer à l'exercice suivant. Cela peut prendre plusieurs séances.



Exercice 2: Flexion avant, coudes fléchis

Demandez au patient de fléchir les coudes à 90 degrés et d'ensuite monter les bras jusqu'à ce qu'ils soient parallèles au corps.

Lorsque le patient est en abduction, assurez-vous que les rotateurs externes soient au niveau du seuil EMG précédemment fixé (exercice 1).

Cet exercice doit être réussi une centaine de fois avant de passer à l'exercice suivant.



Exercice 3: Flexion avant, coudes droits

Demandez au patient de fléchir les épaules neutres et en abduction à 90 – 100 degrés, cette fois-ci avec les coudes droits.

Assurez-vous que les rotateurs externes soient au niveau du seuil EMG précédemment fixé (exercice 1).

Cet exercice doit être réussi une centaine de fois avant de passer à l'exercice suivant.



Exercice 4: Abduction avec flexion

Demandez au patient d'élever les bras, bras étant fléchis des côtés, tout en maintenant les omoplates vers l'arrière. Assurez-vous que les rotateurs externes soient au niveau du seuil EMG précédemment fixé (exercice 1).

Cet exercice doit être réussi une centaine de fois avant de passer à l'exercice suivant.



Exercice 5: Abduction, coudes droits

Demandez au patient d'élever les bras des côtés du corps, bras bien droits, tout en maintenant les omoplates vers l'arrière.

Assurez-vous que les rotateurs externes soient au niveau du seuil EMG précédemment fixé (exercice 1).

Cet exercice doit être réussi une centaine de fois avant de passer à l'exercice suivant.



Exercice 6: Abduction et flexion

Demandez au patient de fléchir les coudes, de lever et d'ouvrir les bras, tout en maintenant les omoplates vers l'arrière.

Assurez-vous que les rotateurs externes soient au niveau du seuil EMG précédemment fixé (exercice 1).

Cet exercice doit être réussi une centaine de fois avant de passer à l'exercice suivant.



Exercice 7: Abduction, flexion et rétropulsion

Demandez au patient de fléchir les coudes, de lever et d'ouvrir les bras et de continuer le mouvement en étirant les mains derrière la tête, toujours en maintenant les omoplates vers l'arrière.

Assurez-vous que les rotateurs externes soient au niveau du seuil EMG précédemment fixé (exercice 1).

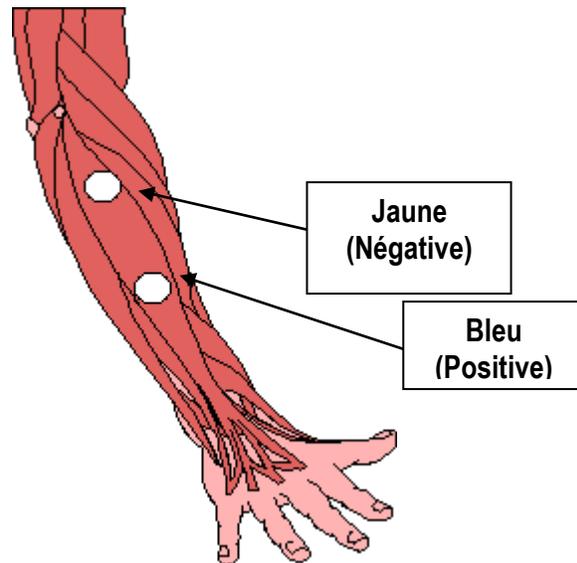
Électrodes - Instructions générales

Avant d'installer les électrodes, assurez-vous que la surface de la peau est propre et sèche. Rasez l'excédent de pilosité. Assurez-vous que les électrodes sont placées solidement sur la peau, et établissez un bon contact entre la peau et les électrodes.

Il est recommandé d'utiliser une pâte ou une crème conductrice pour électrodes sur les électrodes EMG (seulement sur la partie grise) avant de les installer sur la peau.

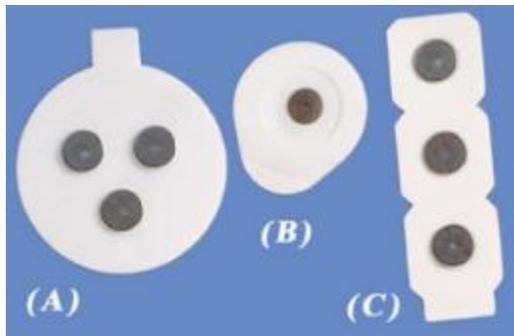
Placez les électrodes actives (positives et négatives) le long des fibres musculaires, tel qu'illustré.

Puis, placez l'électrode de référence (connecteur noir) n'importe où sur le corps.



**Exemple de placement
(Extension du poignet et des doigts)**

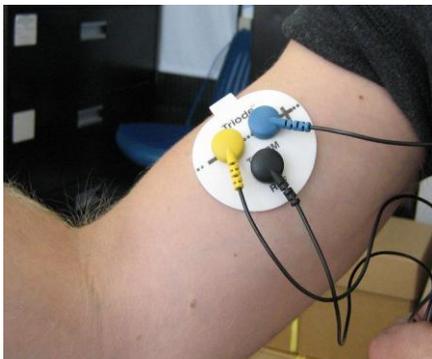
Pour le SEMG, les électrodes suivantes doivent être utilisées :



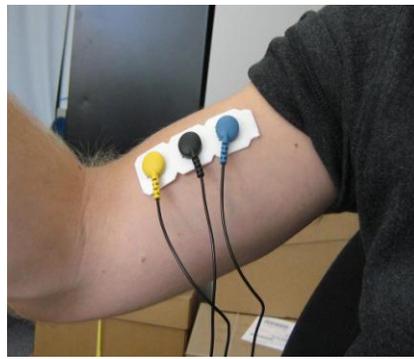
(A) T3402M – Triode avec espacement standard de 2cm entre les électrodes.

(B) T3425 - UniGel electrodes (électrodes individuelles déjà enduites de gel, pour des installations sensibles sur une peau sèche).

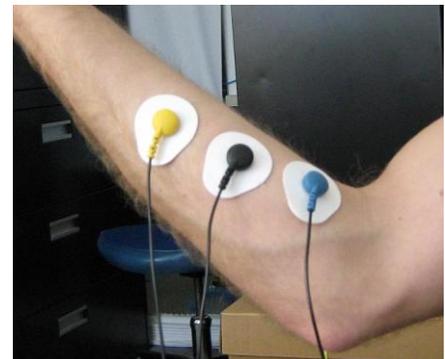
(C) T3404 - Single strip electrodes (doivent être utilisées séparément).



T3402M – Triode



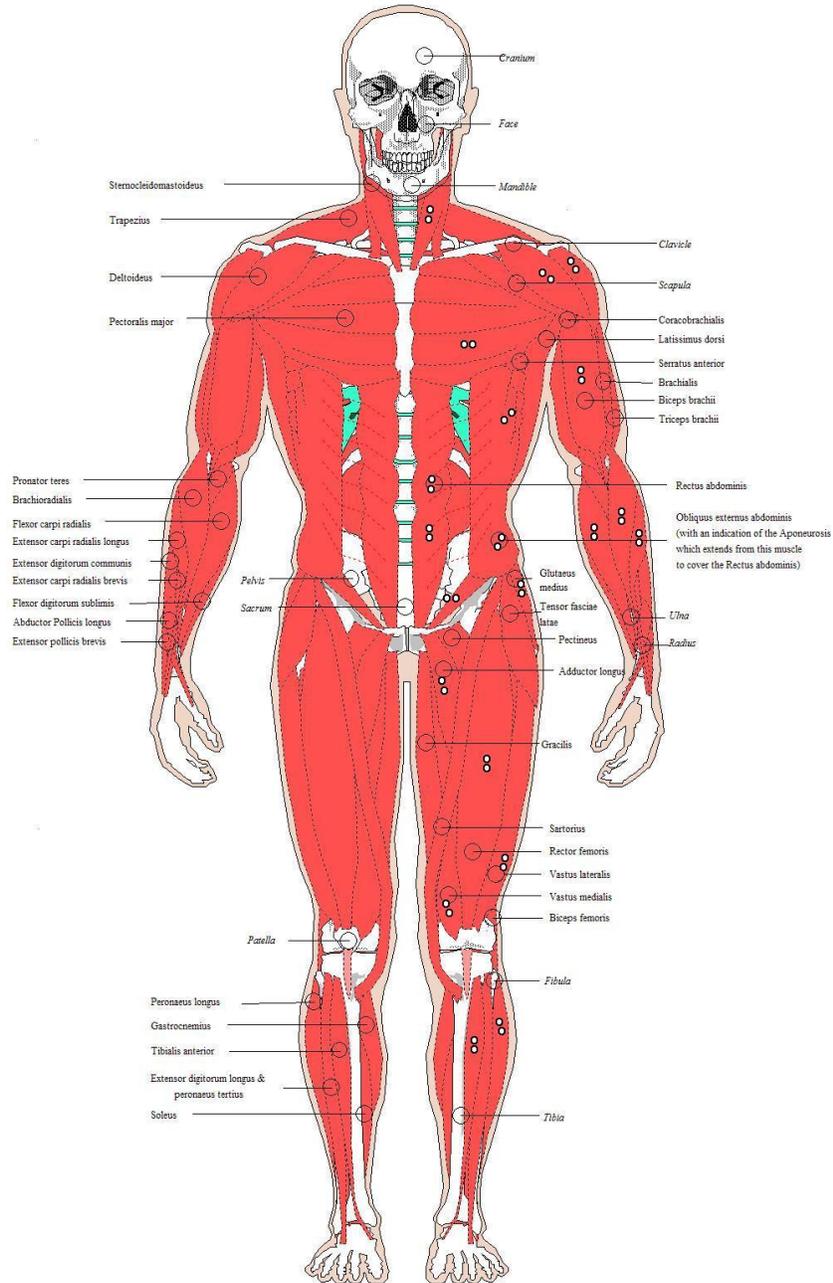
T3404 - Single strip electrodes



T3425 - UniGel electrodes

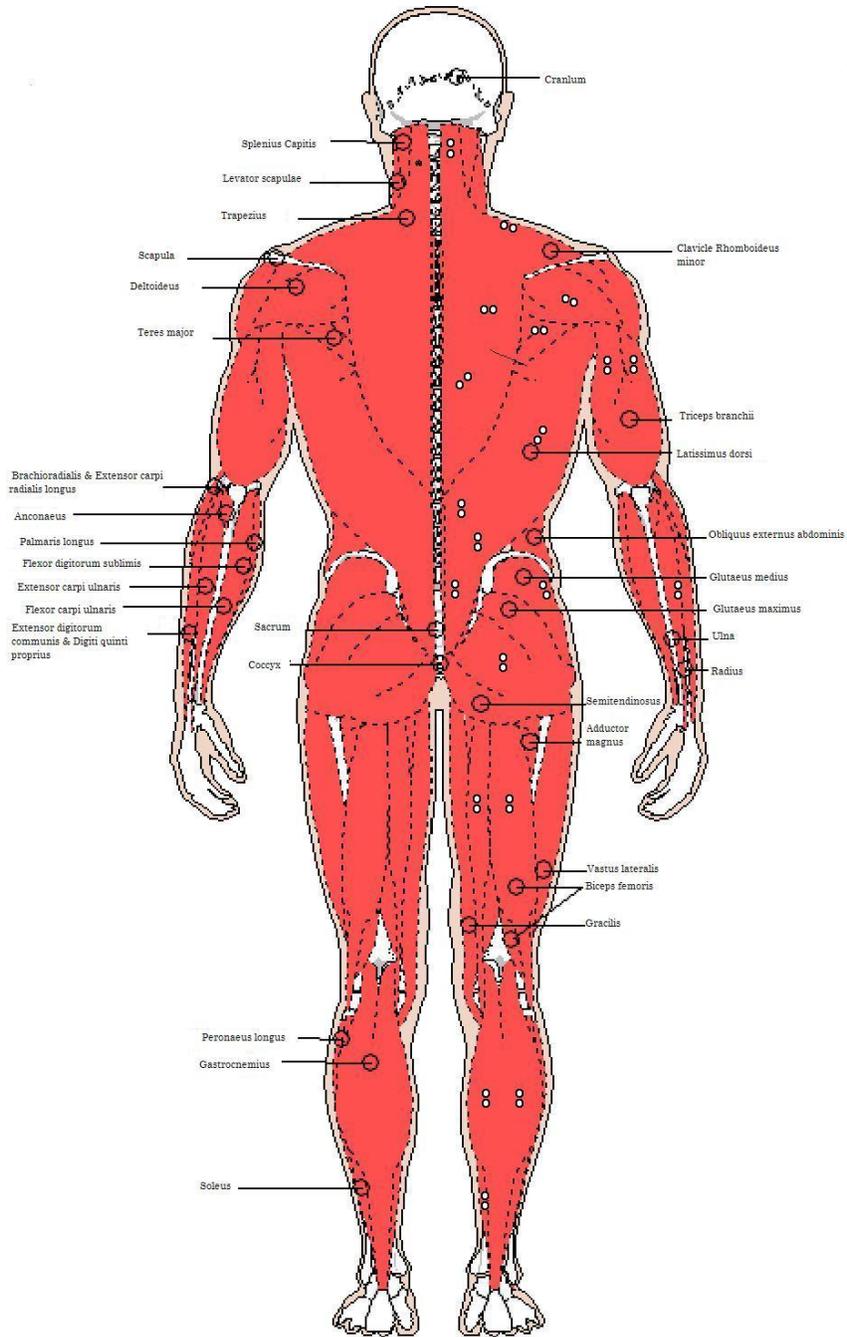
Les deux prochaines pages présentent l'installation d'électrodes sur différentes parties du corps.

SEMG – Vue avant



MUSCLES, SUPERFICIAL LAYER, ANTERIOR VIEW

SEMG – Vue arrière



MUSCLES, SUPERFICIAL LAYER, POSTERIOR VIEW

BIBLIOGRAPHIE

- Cram, J.R., & Kasman, G.S. (1998). *Introduction to Surface Electromyography*. Alexandria: Aspen Publications.
- Cram, J.R., & Kasman, G.S., Wolf, S.L. (1998). *Clinical Applications in Surface Electromyography*. Alexandria: Aspen Publications.
- Cram., J.R., et al. (1990). *Clinical EMG for Surface Recordings : Volume 2*. Clinical Resources.
- Felder, C., Leeson, M.A. (1990). Patello-Femoral Pain Syndrome. *Electromyography: Applications in Physical Therapy*.
- Saboe, L. et al. (1990). The Unstable Shoulder. *Electromyography: Applications in Physical Therapy*.
- Woolner, B. (2001). Incontinence. *Expert Series*.
- Woolner, B., Corcos, J., Drew, S. (2001). Urinary and Fecal Incontinence. *Electromyography: Applications in Physical Therapy*.