

Expériences de laboratoire menées avec le CNRS

1. Introduction

Elles ont été réalisées au cours des années 90 avec un laboratoire rattaché au CNRS de l'Université de Poitiers-UFR Sciences, SP2MI, ce qui nous a permis de confirmer certaines données que nous avons observées cliniquement.

Nous avons, bien sûr, au cours de ces huit années, sous la direction des professeurs Alain JUNQUA et Patrick LACOUTURE fait de nombreux essais, comme c'est le cas dans tout programme de recherche, car il s'agissait pour nous, d'être le plus rigoureux et le plus objectif possible, condition impérative pour tout laboratoire du C.N.R.S.

Le premier objectif que nous nous sommes fixé, a été de mesurer les impacts d'un tel traitement, sur les angulations segmentaires et sur l'attitude générale au cours de la posture naturelle debout et d'un geste sportif.

L'observation d'une posture naturelle debout, requiert une certaine pratique et donc un savoir-faire. L'objet de ce travail est de montrer comment une station cinématographique tridimensionnelle moderne et des marqueurs extérieurs posés à même la peau, peuvent contribuer à une analyse du système articulé humain. Plus précisément, nous allons montrer que cette méthodologie s'avère très riche quand il s'agit de déceler des déficiences posturales consécutives à des blessures anciennes ou à des adaptations du système musculo-squelettique à certains mouvements ou des pratiques sportives intensives. Les expériences ont été réalisées avec une quinzaine de sportifs de haut niveau, tous volontaires.

2. Le premier dispositif utilisé et la méthodologie

Il s'agit d'un système SAGA-3 de la société française BIOGESTA. Il comporte quatre caméras sensibles aux infrarouges, donnant accès à une analyse bilatérale par la reconstitution dans l'espace de la position de marqueurs auto réfléchissants. Il suffit qu'un marqueur soit vu par deux caméras en même temps pour que cette position 3 D soit déterminée.

Les marqueurs sont placés (Photos 1 et 2) par le praticien en des endroits particuliers du corps du sportif, le plus souvent sur des axes apparents de rotation des articulations. Le nombre des marqueurs dépend essentiellement des buts recherchés, mais aussi des limites propres au dispositif qu'il nous faut identifier. L'emplacement des marqueurs est donné en annexe.

Le dispositif discerne la position du centroïde reconstitué de chaque marqueur à moins d'un centimètre près pour le champ d'observation choisi pour la taille d'un adulte.

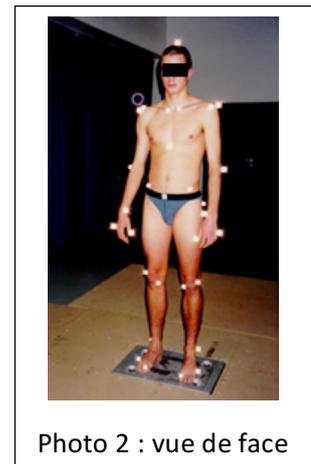
De ce fait, deux marqueurs distants de moins d'un centimètre ne peuvent être identifiés.



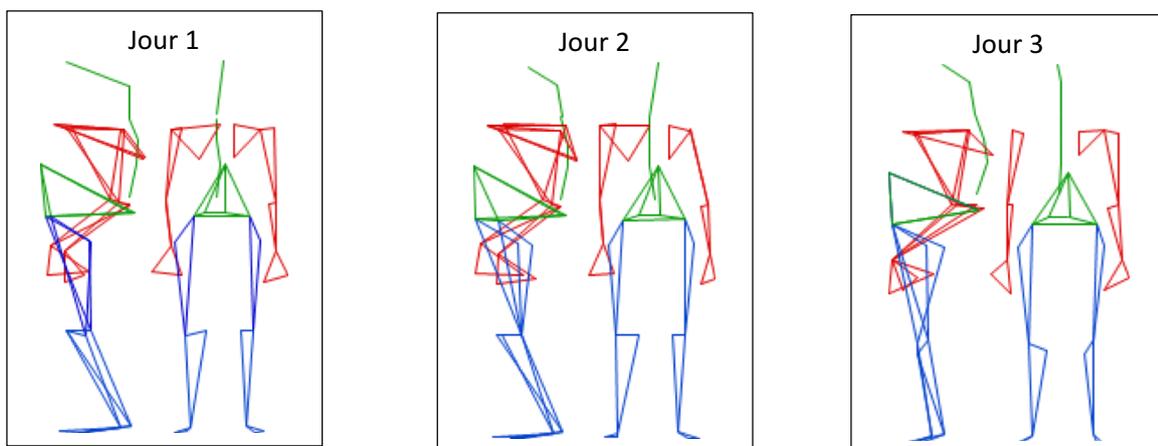
Photo 1 : vue de dos

Notre premier souci a été de tenir compte de la reproductibilité de placement des marqueurs d'une séance à l'autre, de la reproductibilité de la posture naturelle recommandée du patient. Du fait que les marqueurs soient extérieurs et qu'ils soient au nombre de deux par segment, nous ne pouvons décrire que des asymétries apparentes bilatérales en projetant les positions des marqueurs dans les trois plans du référentiel spatial.

Pour cela nous avons, chez plusieurs sujets, fait plusieurs prises de vue, en enlevant les marqueurs, puis en les replaçant quelques temps après. Nous montrons trois exemples.

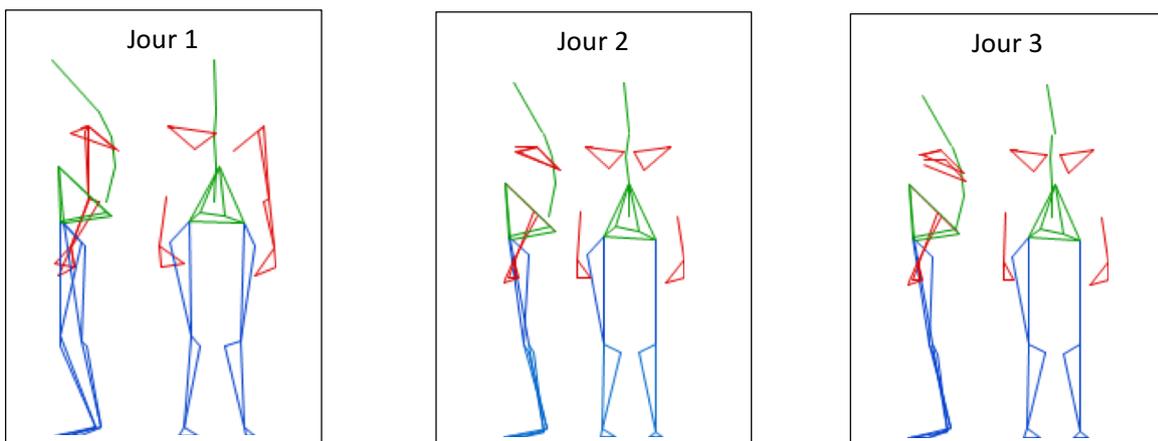


Sujet 1 (figures 1) :



On peut se rendre compte que tous les marqueurs répertoriés ne sont pas forcément apparents sur cette cartographie pour les raisons déjà évoquées, et qu'un nombre de 42 marqueurs est un maximum difficile à maîtriser.

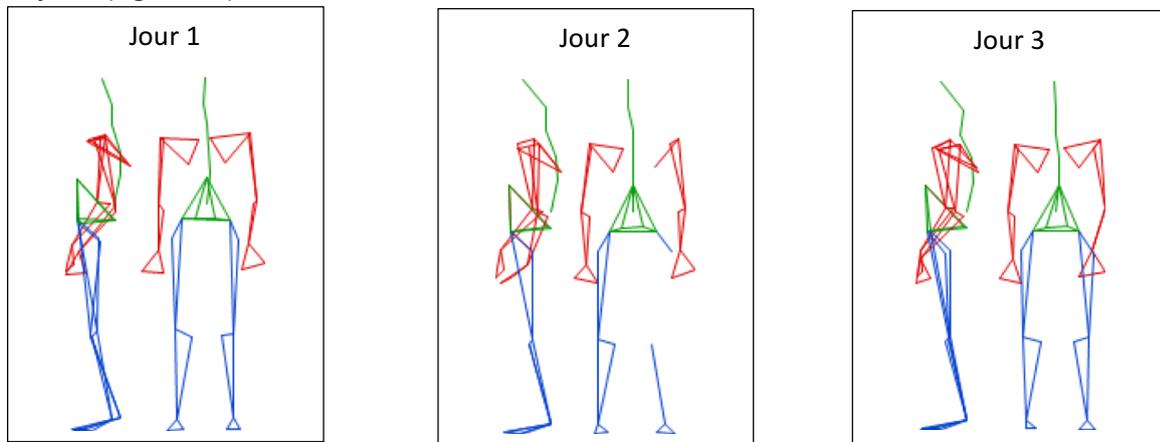
Sujet 2 (figures 2) :



Malgré de tels inconvénients, l'attitude particulière de chaque sujet est bien reconnaissable aussi bien de face que de profil, alors que les marqueurs ont été enlevés après une prise de vue et remis le jour où une autre prise de vue était prévue. Les mesures d'angulations étaient

similaires, et ainsi nous pouvons utiliser ce système pour les comparer avant et après traitement.

Sujet 3 (figures 3) :

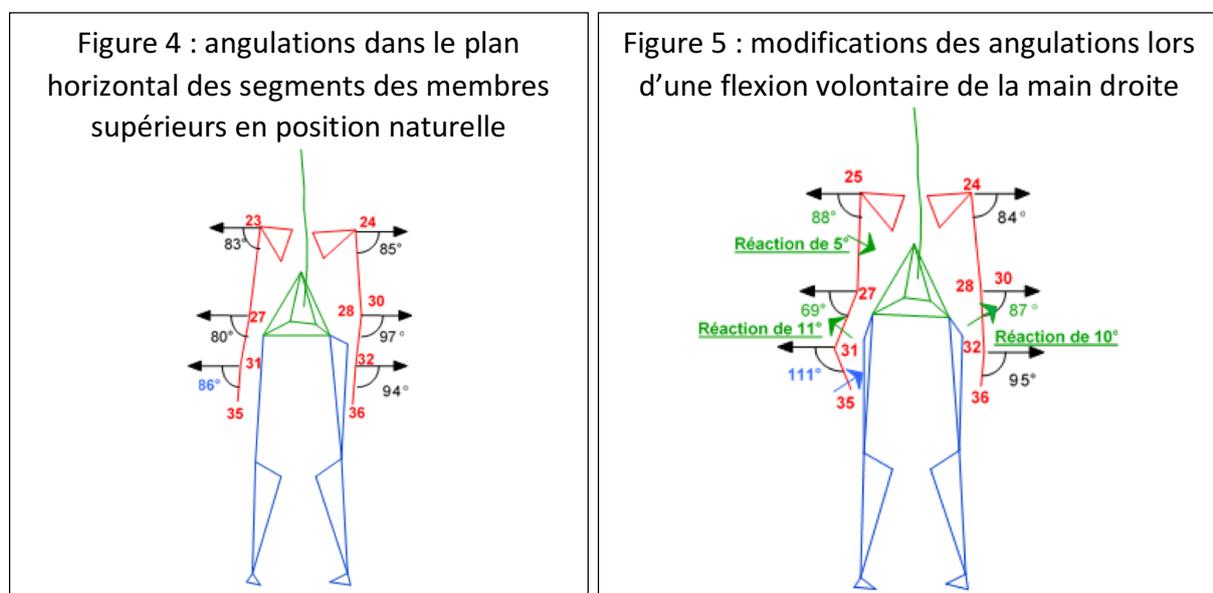


Les projections bilatérales dans le même plan sagittal présentent des avantages incontestables par rapport à l'observation habituelle à l'œil nu.

Elles font apparaître certaines dissymétries qui sont automatiquement répertoriées sous la forme de fichiers comportant en particulier des angulations par rapport à des axes de référence choisis. Par contre la superposition des deux côtés, rend difficile l'analyse. Les modifications d'angulation les plus importantes ont été détectées dans le plan horizontal.

Mais avant de faire des mesures avant et après traitement, nous avons voulu vérifier si la modification de position d'un segment de membre entraînait des modifications d'angulation sur les autres segments et sur le bassin.

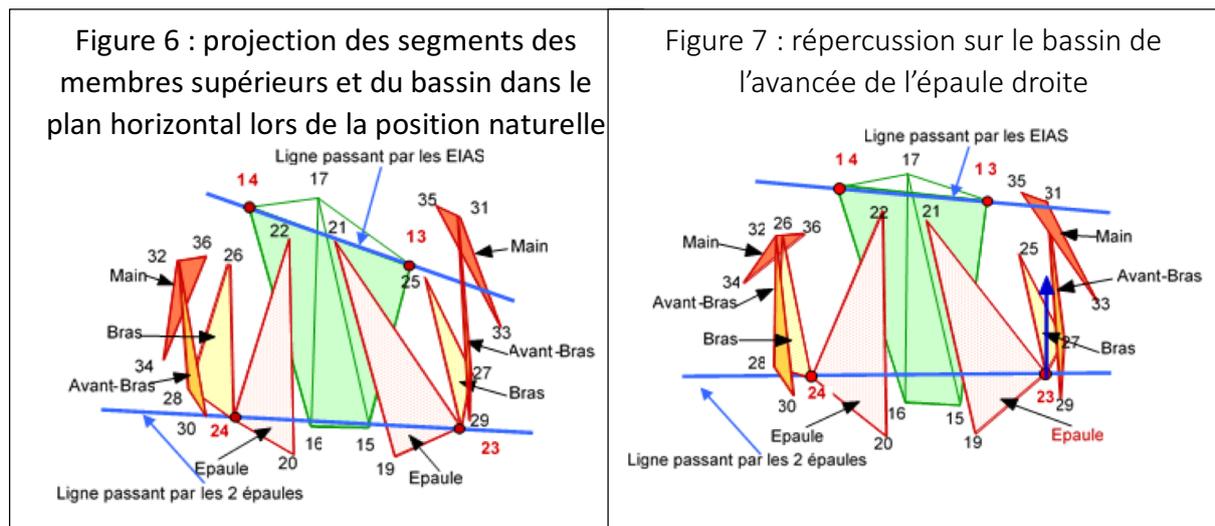
Les figures 4 et 5 présentent les répercussions d'une flexion de la main droite de 25° passant d'une angulation de 86° dans le plan frontal lors de la position naturelle (marqueurs 31-35), à une angulation de 111° lors d'un mouvement volontaire, sur les autres segments du membre et sur l'autre membre supérieur.



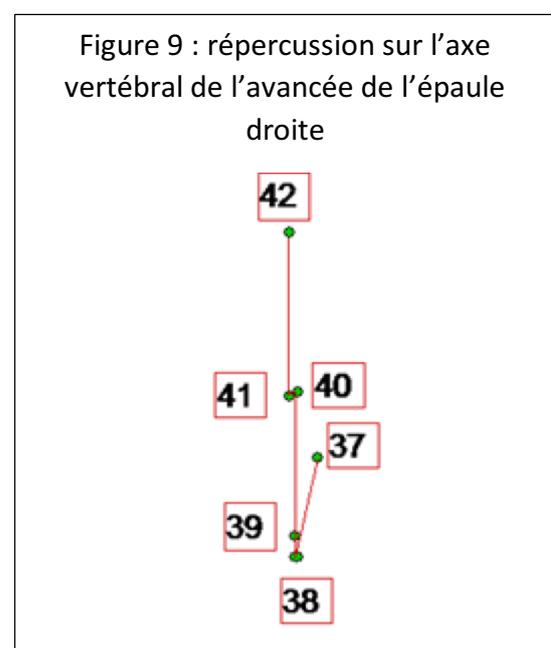
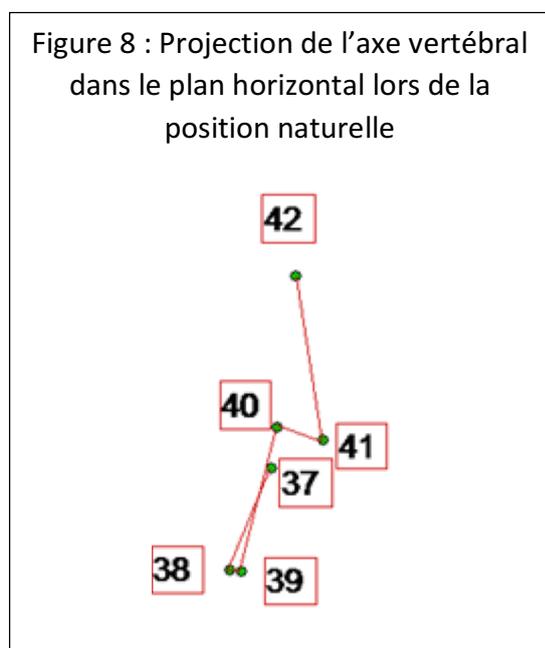
Les orientations projetées montrent une réaction inverse de 11° de l'avant-bras (marqueurs 27-31), et de 5° du bras (marqueurs 23,27) dans le plan frontal. Il en est de même des répercussions sur l'autre avant-bras (marqueurs 28, 32) de 10°, mais en sens inverse.

Nous allons montrer maintenant que la lecture dans le plan horizontal (vue de dessus) est le plus souvent beaucoup plus riche, alors qu'elle est impossible à l'œil nu.

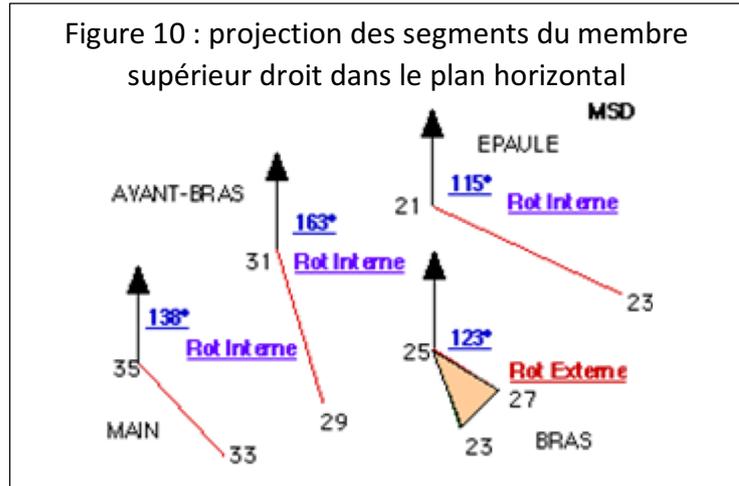
Cette fois les projections des marqueurs dans le plan horizontal montrent (figures 6 et 7) qu'une avancée de l'épaule droite (marqueur 23, flèche bleue), suffit à entraîner une position de bassin (marqueurs 13, 14, 15,16) beaucoup plus symétrique.



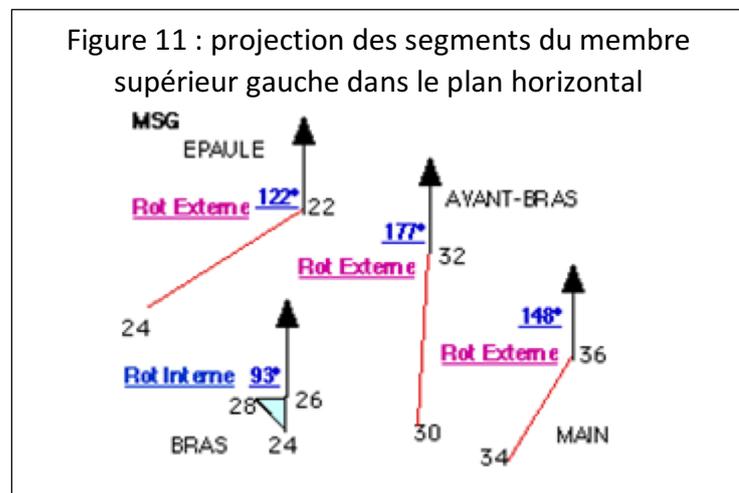
On peut également remarquer une répercussion non négligeable sur l'axe vertébral, non représenté sur la première figure pour une meilleure compréhension, entre les deux positions (figures 8 et 9) qui se trouve plus aligné avec l'avancée de l'épaule droite (marqueurs 37, 38, 39, 40, 41 et 42).



Pour une meilleure compréhension, nous avons séparé les projections sur le plan horizontal des deux membres supérieurs d'un patient ayant eu une fracture acromioclaviculaire droite. Ces projections montrent comparativement au repos, une rotation externe du bras droit, par rapport au bras gauche, déterminé par des mesures d'angles.



Ainsi la direction du segment de droite reliant les projections des marqueurs 25 et 27 dans le plan horizontal et la trace d'un plan sagittal est de 123 degrés pour le côté droit (fig. 10) à opposer à 93 degrés de la projection des marqueurs 26 et 28 pour le côté gauche (Fig. 11), soit une différence de 30°.



On peut remarquer la dissymétrie des deux bras objectivée par les aires des triangles 23, 25,27 à droite et 24, 26,28 à gauche.

Nous pouvons observer que la rotation externe du bras droit provoque naturellement, toujours en comparaison avec le membre gauche, une compensation en rotation interne, en amont et en aval, au niveau de l'épaule droite (marqueurs 21,23) de l'avant-bras droit (marqueurs 29,31) et de la main droite (marqueurs 33,35). Nous constatons également sur la figure 11, que la rotation interne du bras gauche entraîne des rotations externes en amont comme en aval sur ce même coté.

Ce système de compensation est en fait organisé sur l'ensemble du corps, d'après quelques mesures que nous avons pu réaliser à partir de certains enregistrements. Par exemple, comme les différences d'angulation étaient plus faciles à identifier dans le plan horizontal, une rotation latérale passive importante du membre supérieur droit, implique une répercussion sur le quart supérieur du thorax correspondant.

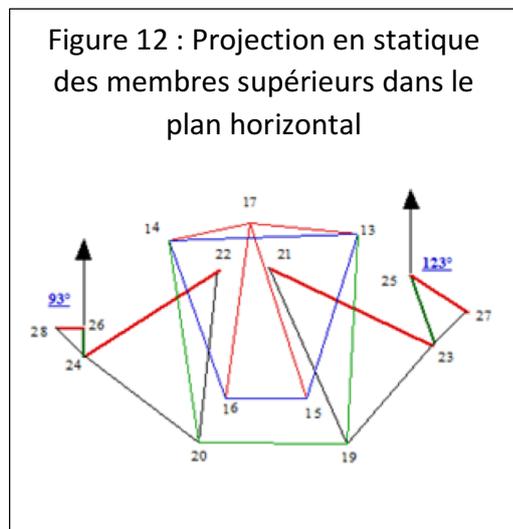
Cette mise en tension importante semble être compensée par une rotation inverse sur l'autre quart supérieur du thorax et des rotations inverses sur les quarts inférieurs du thorax avec des répercussions sur les membres inférieurs. Dans l'exemple cité, le quart supérieur

gauche et l'inférieur droit seraient en rotation médiale et le quart supérieur droit et inférieur gauche en rotation latérale.

Ces compensations décrites dans un plan horizontal, ont bien sûr été constatées dans le plan frontal et le plan sagittal.

Les conséquences des dissymétries constatées en position statique naturelle debout, peuvent être examinées, dans certains cas, lors de la séquence des postures d'adaptation à une tâche donnée.

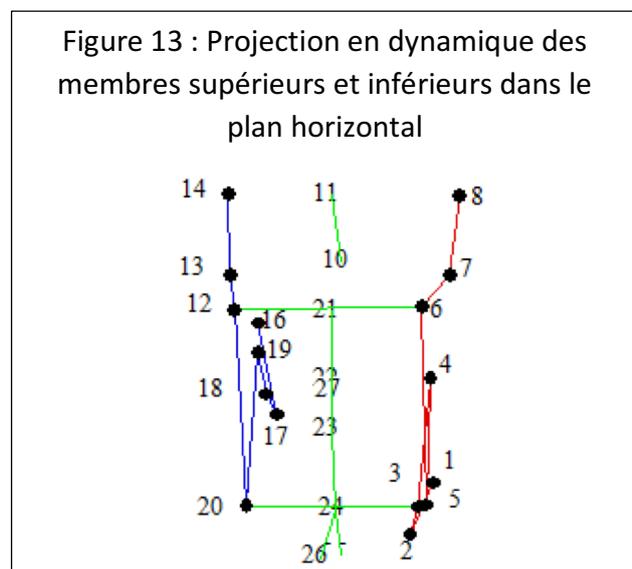
L'étude la plus facile à réaliser est celle de l'adaptation des individus à leur propre bicyclette placée sur un home-trainer; travaillant dans un volume réduit, le système SAGA-3 peut être ainsi employé au mieux de ses possibilités de précision dans la recherche des positions des différents marqueurs; bien entendu, même si le nombre de marqueurs est plus réduit qu'en statique, le fait que les segments viennent occulter des marqueurs (pendant quelques images, à chaque cycle du mouvement périodique) rend le dépouillement parfois délicat.



Le cas présenté correspond à celui d'un coureur cycliste professionnel expertisé sur son propre vélo de compétition et pour lequel nous avons déjà analysé les compensations de sa séquelle de fracture acromio-claviculaire sur les deux membres supérieurs.

L'analyse statique (fig. 12) de la posture debout, (vue de dessus) montre un déséquilibre important entre la droite (marqueurs 23, 25 et 27) et la gauche (marqueurs 24, 26 et 28), au niveau des membres supérieurs, comme nous l'avons déjà observé sur les figures précédentes en mode séparé.

L'enregistrement dynamique par Saga 3 réalisé sur le vélo personnel de compétition montre (vue de dessus) un retrait et un écartement latéral du membre supérieur droit et un décalage médial du membre inférieur gauche (le genou gauche, marqueur 19, rentre à l'intérieur). Ces dissymétries droites gauches sont visibles sur toutes les séquences de mouvement (fig. 13).



3. Conclusion

Comme lors d'un examen clinique à l'œil nu, un système cinématique tridimensionnel permet des observations externes. Il requiert un soin particulier sur le positionnement des marqueurs externes et l'expertise ne peut être assurée qu'en temps différé. L'avantage primordial qu'il procure est double :

- la possibilité de représentation des deux profils (droit et gauche) d'un individu simultanément,
- et surtout, la possibilité, totalement exclue à l'œil nu, de reconstituer des vues de dessus permettant l'objectivation de déviations angulaires.

L'observation des systèmes de compensation naturelle pourrait être encore améliorée, par l'emploi de marqueurs en plus grand nombre, mais un compromis judicieux sera toujours à trouver.

En tout état de cause une station cinématographique 3D telle que nous la préconisons constitue une méthodologie particulièrement performante pour suivre la suppression d'anomalie posturale au cours des séances de soins.

Enfin, en règle générale la cause même de déséquilibre postural constaté, comme c'est le cas pour notre coureur cycliste, n'est pas connue et pas pour autant discernée que ce soit en statique comme en dynamique par ce système.

Pour ces raisons nous nous sommes orientés vers des tests d'analyse du comportement global des tissus, en réponse à une sollicitation mécanique simple. Cela nous permet de mettre en évidence des séquelles de traumatismes, qui la plupart du temps n'ont pas laissé de traces apparentes sur le corps et n'évoquent pas à la personne de souvenirs précis, mais qui peuvent être à la l'origine des symptômes présentés : c'est notre hypothèse de base.

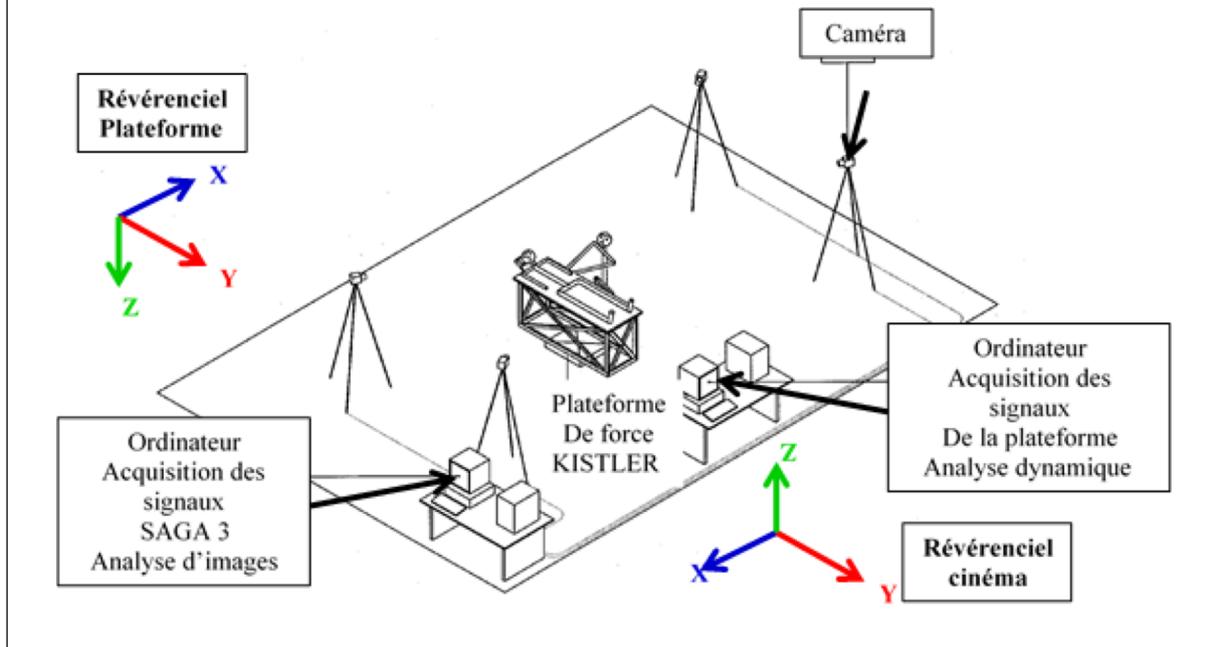
Nous avons donc cherché à mesurer les sollicitations utilisées pour détecter les résistances tissulaires afin de donner toute légitimité aux tests utilisés et à la perception du praticien.

4. Le deuxième dispositif utilisé et la méthodologie

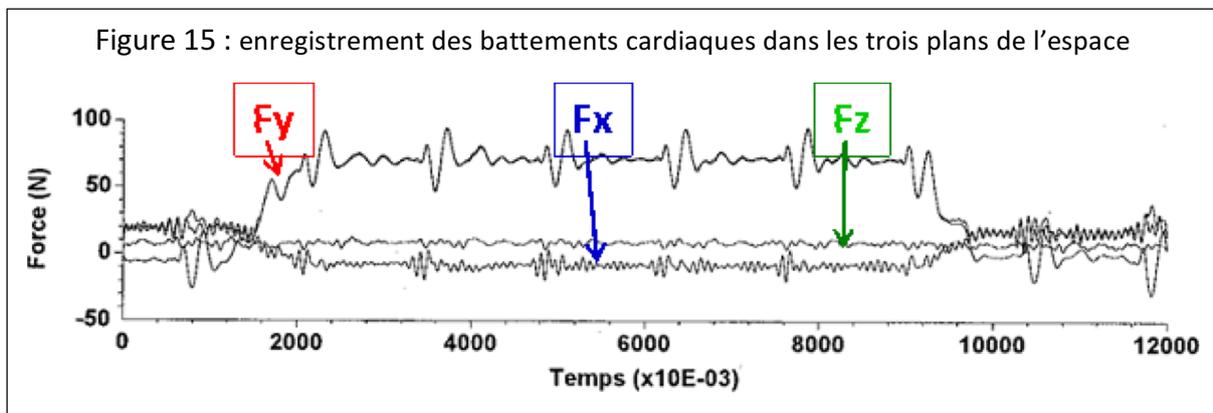
L'originalité de notre méthode d'objectivation, consiste à mesurer les composantes de la force résultante de liaison (entre les doigts du praticien et la zone palpée) au cours du temps de préhension, et ce dans les trois plans de l'espace.

Pour cela, le patient est allongé sur une table d'examen parfaitement rigidifiée (par l'intermédiaire d'entretoises métalliques) ; cette table est solidement boulonnée sur une plate-forme de force KISTLER. Le praticien procède à la palpation du patient, dans les conditions identiques à celles avec lesquelles il opère dans son cabinet, ses pieds étant à l'extérieur de la plate-forme. (Fig. 14)

Figure 14 : dispositif utilisé pour l'acquisition des signaux SAGA 3 et des signaux de la plateforme



Les efforts de liaison se sont avérés très faibles et de ce fait le calibre de la plate-forme adopté est de 100 Newtons. A ce calibre, nous avons pu enregistrer les battements cardiaques (Fig. 15), le sujet étant allongé, immobile sur la plateforme. Nous avons également enregistré simultanément l'ECG, afin de constater la correspondance.

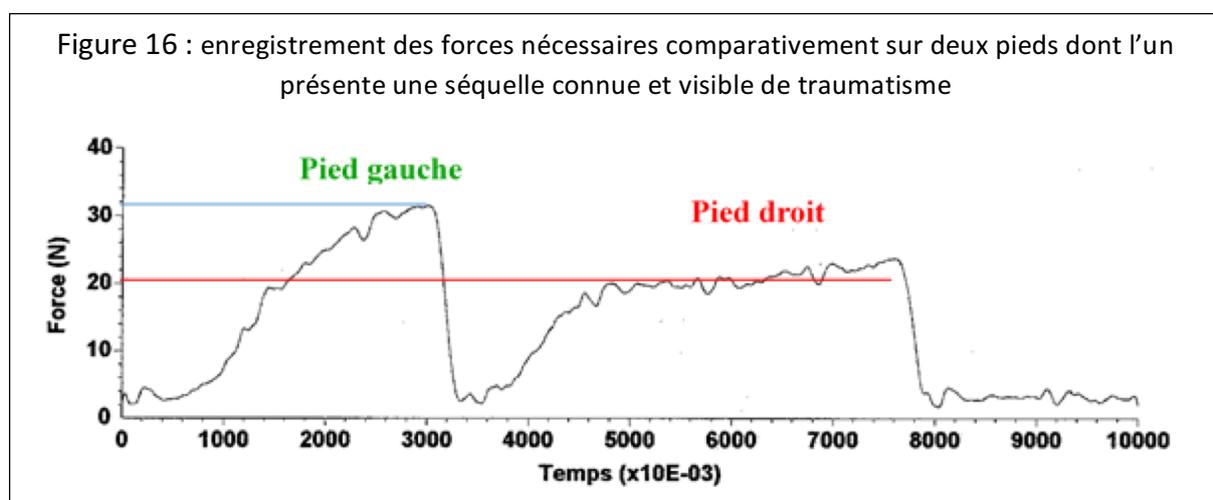


Puis nous sommes partie des constatations suivantes :

- Toute structure possède une certaine élasticité.
- Une force est nécessaire pour analyser l'élasticité d'une structure et cette force doit être progressive au fur et à mesure de son allongement.
- Lorsque la limite d'élasticité est atteinte, si la force augmente elle provoque une rupture de la structure.
- Dans notre expérience, il ne s'agit pas de rompre la structure, mais d'exercer une force jusqu'à la limite de l'élasticité.

- Ainsi pour des structures de composition identique, leur coefficient d'élasticité est identique, et les forces utilisées pour le mettre en évidence doivent être progressivement de plus en plus importantes jusqu'à la limite de l'élasticité. Les forces utilisées seront ainsi parfaitement identiques
- Hors pour deux structures ayant à l'origine la même composition, mais qui pour une raison ou pour une autre subit une modification d'un ou plusieurs composants, nous pouvons constater une modification de leur coefficient d'élasticité.
- Pour le cas qui nous intéresse, les modifications, suite à des agressions quelconques, touchent le tissu conjonctif et notamment la proportion des fibres d'élastine et de collagène.
- Que ce soit dans la phase inflammatoire ou dans la phase de fibrose, les proportions des composants du tissu conjonctif changent et se traduisent par une perte de l'élasticité et une augmentation de la résistance.
- La force appliquée sur de telles structures va donc rencontrer la limite de l'élasticité plus rapidement que pour une structure normale.
- Cette force progressive devra ainsi trouver sa limite maximum moins importante.

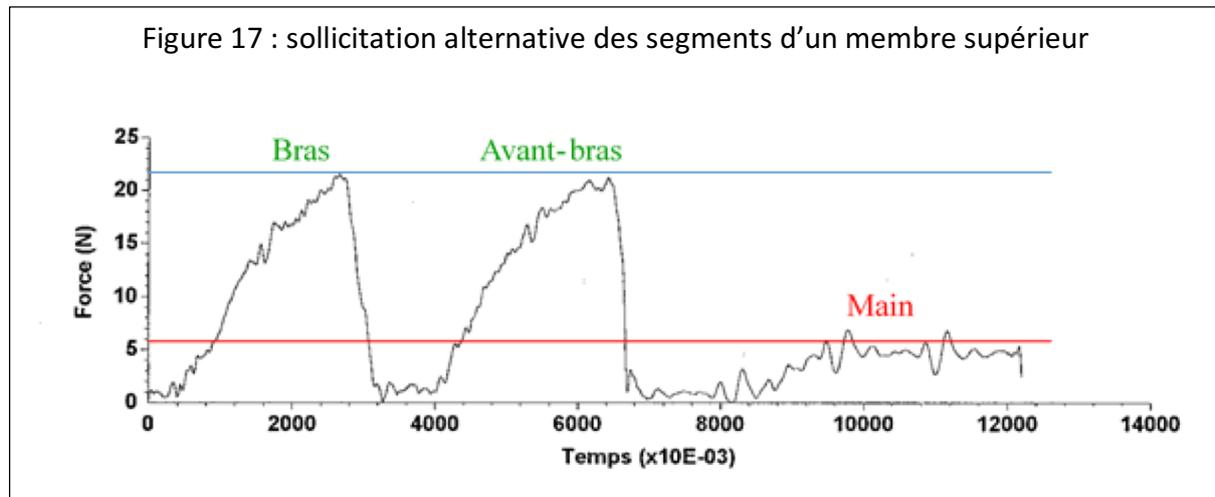
Bien sûr, nous avons voulu dans un premier temps vérifier la validité des enregistrements. Pour cela nous avons ainsi commencé par enregistrer les sollicitations sur deux structures identiques (les pieds), mais dont le droit présentait une séquelle visible et connue d'un traumatisme (Fig. 16).



Nous constatons bien, que lorsque la limite d'élasticité du pied droit est atteinte (environ 20 Newtons), la force utilisée reste identique, afin de maintenir la tension de cette zone, alors que sur le pied gauche, la limite n'est pas encore atteinte à 30 Newtons.

Pour le pied gauche la montée progressive de la courbe, correspondant à une élasticité normale des tissus, et a été nommée : patron de 1^o espèce, alors que pour le pied droit, la limite d'élasticité étant atteinte, la courbe se présente avec un plateau, correspondant à la limite de la force utilisée et que nous avons nommée : patron de 2^o espèce.

Nous devons alors vérifier, si aucune séquelle, n'était connue ou visible sur un membre, un enregistrement de l'examen alternatif des différents segments, pouvait identifier des courbes des deux espèces, sans pour autant se fier à la sensation du praticien (fig.17).



Nous voyons que les forces utilisées pour analyser la limite de l'élasticité du bras et de l'avant-bras, sont identiques et montent au-delà des 20 Newtons, alors que pour la main, la limite est atteinte à 5 Newtons. Le praticien avait, avant le dépouillement des données, signalé une résistance anormale au niveau du test fait au niveau de la main, et rien de particulier sur le bras et l'avant-bras.

Nous avons alors voulu nous assurer que le résultat obtenu ne dépendait pas de l'expert et pour cela nous avons alors utilisé l'arbitrage d'opérateurs totalement novices sinon qu'ils avaient eu l'occasion de voir le praticien opérer et que ce dernier a précisé la position des mains et le mode de sollicitation progressive pour chaque zone testée.

Un test alternatif sur les cinquièmes doigts a été exécuté par l'expert sur le droit et par le novice sur le gauche (Fig. 18), puis nous avons fait l'inverse, l'expert sur le gauche et le droit par le novice (Fig. 19).

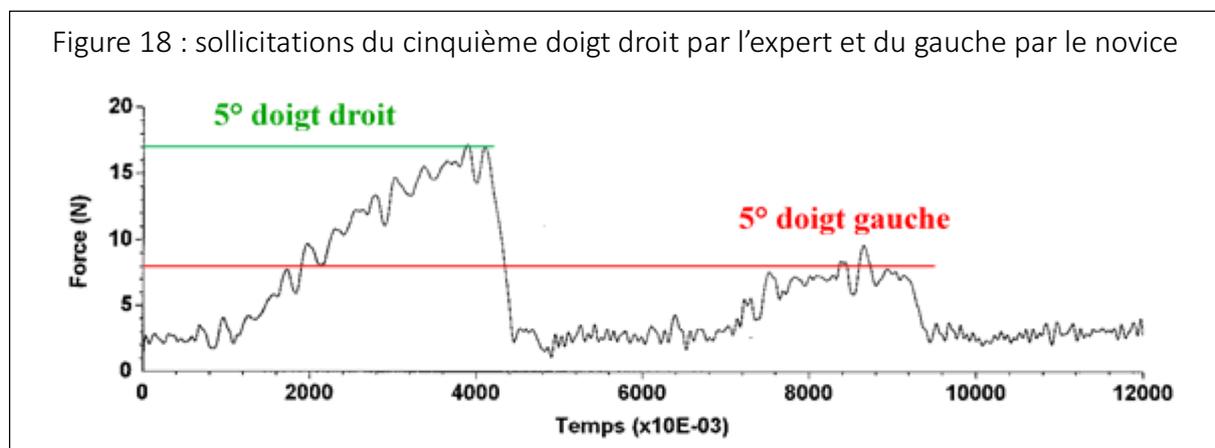
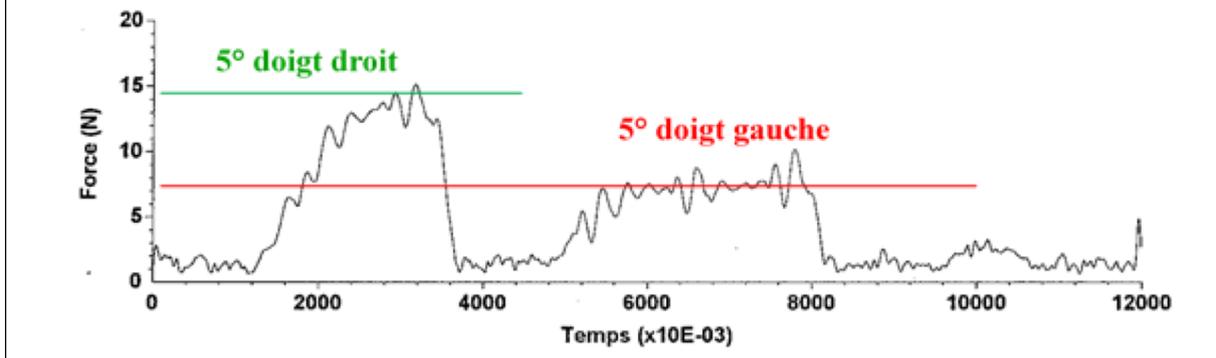


Figure 19 : sollicitations du cinquième doigt droit par le novice et du gauche par l'expert



Très souvent, le patron de courbe obtenu est quasi identique à celui provoqué par l'expert; par contre, rares sont alors les novices à éprouver des sensations personnelles différentes pour les deux patrons. Dans le cas présenté, le 5° doigt gauche présentait une résistance anormale.

Le praticien (opérant en aveugle) ressent alors une raideur apparente nette, qu'il traduit par une certaine opposition à un glissement facile de la peau sur les tissus sous-cutanés (ici sur le 5° doigt gauche), sensation qu'il n'éprouve absolument pas dès qu'un décours de première espèce est enregistré par la plate-forme.

Sur ce cas nous voyons que la force nécessaire pour atteindre la limite d'élasticité est d'environ 7 Newtons pour le doigt gauche, alors qu'elle dépasse les 15 Newtons pour le doigt droit.

Avons-nous mis au point, pour autant, un moyen d'objectiver les sensations du praticien ? Pour en avoir la confirmation nous avons expertisé la reproductibilité (Fig. 18 et 19).

Figure 20 : enregistrement des sollicitations sur un bras au moment A

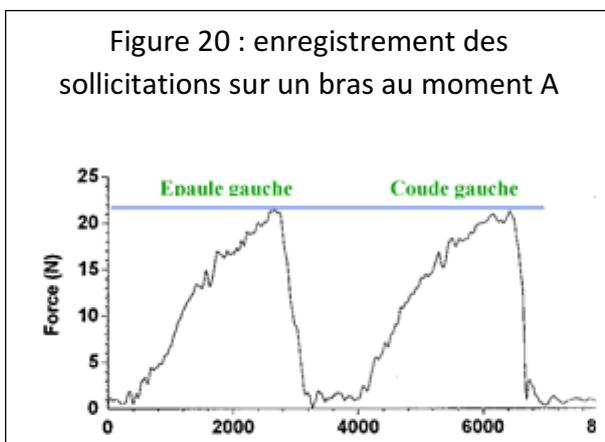
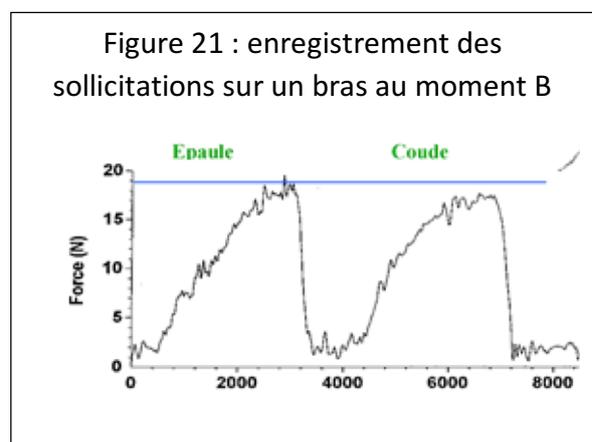


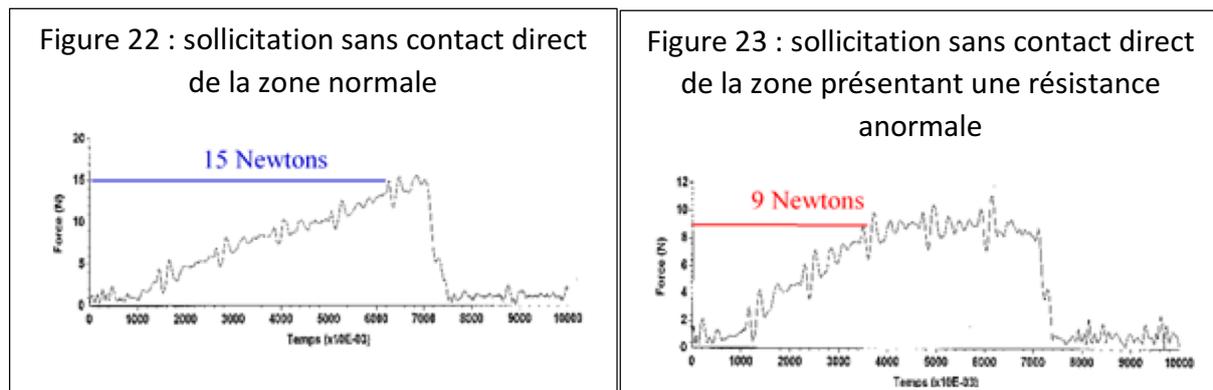
Figure 21 : enregistrement des sollicitations sur un bras au moment B



En effet, quand le praticien renouvelle plusieurs fois l'opération de traction sur deux endroits et sur le même patient, à des moments différents, les patrons obtenus sont biens reproductibles.

Nous avons ensuite regardé si la forme d'un patron obtenu dépendait du contact direct de l'opérateur avec la peau du sujet.

Pour cela nous avons fixé solidement un fil d'acier sur la zone où le praticien avait décelé un comportement anormal, et un fil sur la zone symétrique du corps. Le praticien a exercé une traction progressive pendant sept secondes sur un fil puis sur l'autre (figures 20 et 21).

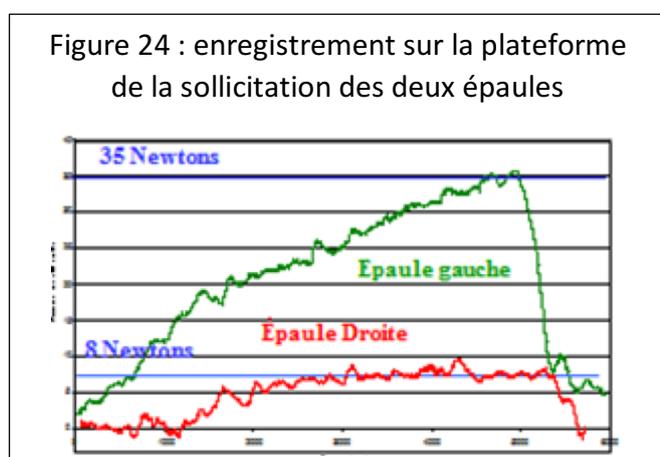


Les résultats constatés sont identiques à ceux enregistrés lors de la sollicitation avec un contact direct, à savoir que nous retrouvons les deux formes de patrons de courbes, celui de deuxième espèce étant sur la zone anormale.

En effet le plateau sur cette dernière, est obtenu au bout de trois secondes et la force appliquée ne dépasse pas 9 Newtons, alors que pour l'épaule normale, la progression de la force dure les sept secondes de l'expérience et atteint 15 Newtons.

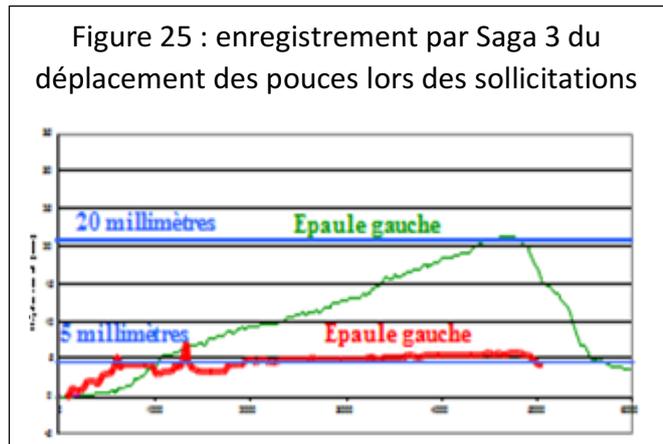
Nous nous sommes alors aperçu que certains observateurs attentifs, avaient l'impression d'identifier visuellement des différences du déplacement des mains du praticien, lors des différentes sollicitations.

Pour cela nous avons positionné des marqueurs auto réfléchissants sur les pouces de l'opérateur et utiliser simultanément le système Saga 3 et la plateforme de force. L'opérateur a ensuite sollicité alternativement l'épaule droite d'un patient, puis l'épaule gauche (fig.24 et 25).

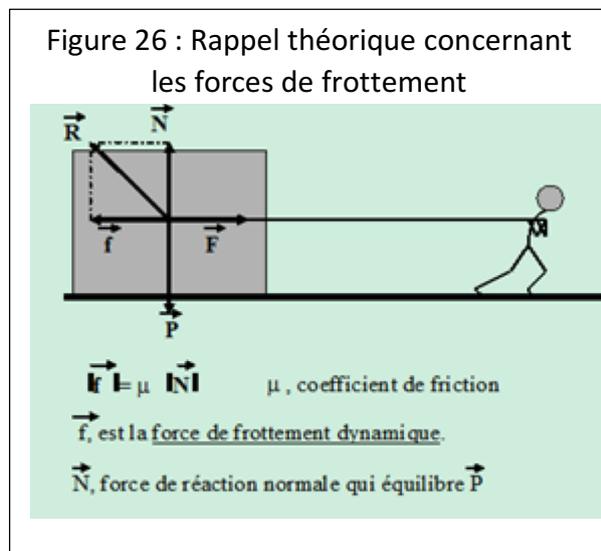


Nous avons reporté à la même échelle, la sollicitation de l'épaule droite sur l'enregistrement de l'épaule gauche, afin de bien apprécier la différence de 27 Newtons obtenue.

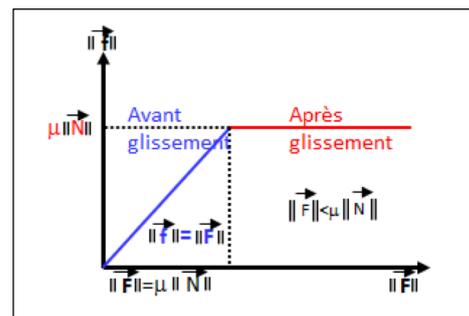
De la même façon, nous avons reporté le déplacement du pouce droit sur l'enregistrement de celui du pouce gauche afin de bien voir une différence de déplacement de 12 millimètres entre les deux.



Nous avons enfin recherché à comprendre pourquoi l'expert, alors qu'un plateau était atteint, avait pourtant l'impression de solliciter de plus en plus fort; l'explication des deux décours constatés pourrait être la suivante. Elle est à rapprocher de celle donnée quant on fait l'expérience classique consistant à déterminer le coefficient statique de friction, où l'on enregistre au cours du temps la force F qui sera nécessaire à mettre la masse m en mouvement.



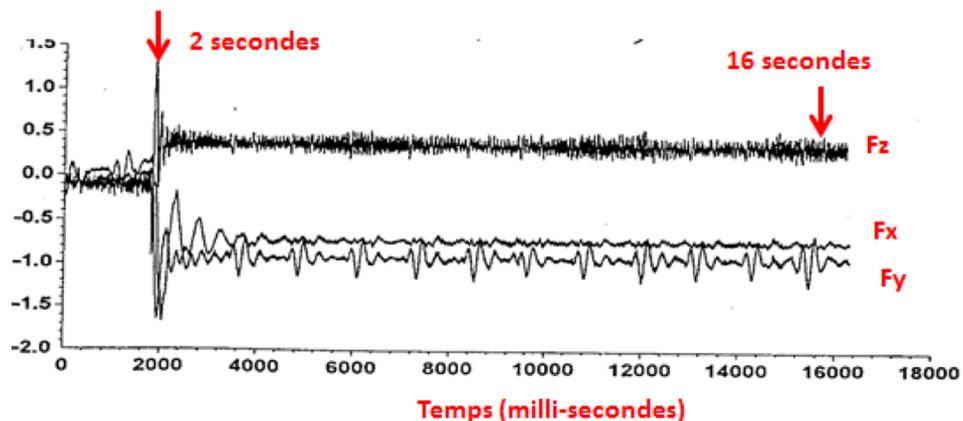
Lorsque que le module de la force F n'est pas suffisant, le décours temporel monte en front de montée, tant que la masse reste immobile, puis l'obtention de la partie horizontale (à force constante) est obtenue dès que l'on constate le déplacement de la masse m sur le plan horizontal (fig. 26).



Dans nos expérimentations un front de montée graduel correspondrait à une mise en tension sans opposition, et la présence d'un plateau à une sensation de rigidité de la part du praticien, associée au déplacement d'une masse apparente.

Une fois localisée la zone présentant des caractéristiques de raideur, le praticien applique manuellement pour le traitement, une stimulation localisée sous la forme d'une secousse mécanique, appelée par les Anglo-Saxon « recoil » (fig. : 27), laquelle nous avons enregistrée.

Figure 27 : Réponse de la plateforme de force à une secousse mécanique, utile au traitement de la zone anormale, délivrée à l'instant deux secondes



Nous remarquons que la secousse a été délivrée deux secondes après le début de l'enregistrement, et que les effets vibratoires ne sont pas encore arrêtés au bout de 16 secondes et se prolongent dans les 3 plans de l'espace (Fx, Fy et Fz), puisque après la secousse, le praticien n'a plus aucun contact avec le patient et avec la table.

Nous allons maintenant décrire, à partir de quatre exemples de sportifs qui n'avaient pas trouvés de solution satisfaisante à leurs problèmes, comment nous avons utilisé la station tridimensionnelle pour constater les déséquilibres posturaux (et de mouvement) ainsi que l'instrumentation décrite auparavant pour justifier les sensations de l'opérateur, ceci avant et après l'application du traitement manuel à type de secousse.

- A. Le 1° exemple concerne un coureur cycliste professionnel de trente ans, qui participe aux classiques, aux grands tours, et aux championnats du monde, au sein d'une équipe prestigieuse.

Résumons les différentes constatations.

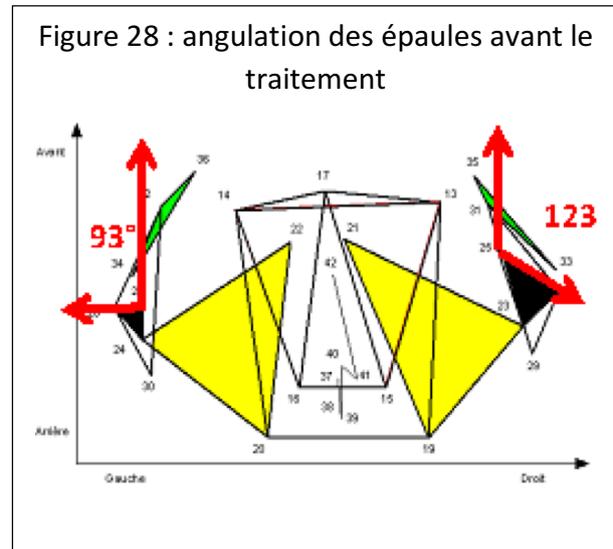
- Une douleur aux deux poignets, apparait environ une heure après le début de chaque entraînement ou de compétition, et ce, depuis plusieurs mois.
- Ce symptôme est calmé par les anti-inflammatoires, mais récidive dès l'arrêt du traitement.
- L'examen montre une douleur à la palpation et à la mobilisation des deux poignets ; à droite au niveau de la tabatière anatomique, à gauche sur la face dorsale, partie latérale.
- L'échographie et la radiographie sont normales.
- Le diagnostic porté est : tendinite bilatérale due aux efforts prolongés.
- Nous voyons ce sportif qui continue ses activités sportives professionnelles malgré la douleur.

Même si le sujet présente des séquelles visibles de traumatismes, à savoir une cicatrice chirurgicale de l'épaule droite qui a été opérée à la suite d'une fracture, et une cicatrice du

genou gauche, résultat d'une chute lors d'une épreuve sportive, nous procédons tout de même à un examen complet. En effet une cicatrice ne signifie pas obligatoirement une « lésion » pouvant perturber l'ordre mécanique du sujet et entraîner des symptômes.

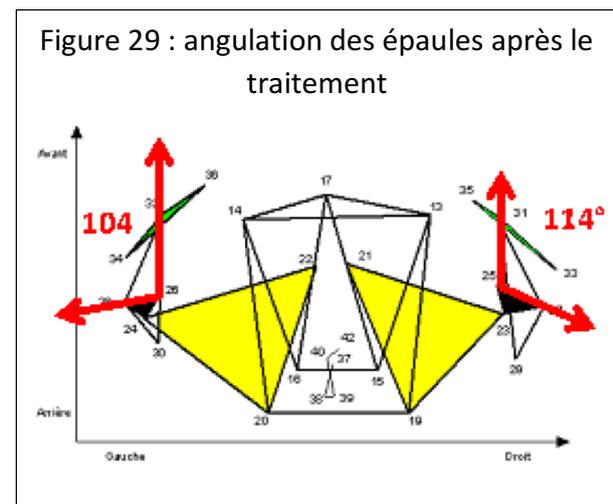
Cependant pour le cas présent, l'examen manuel pratiqué suggérait des anomalies tissulaires importantes au niveau de ces deux séquelles visibles.

Nous avons donc, avant tout traitement, fait un enregistrement de la posture par Saga 3, dont nous montrons que les éléments les plus importants sur une vue dans le plan horizontal. Elle montre un déséquilibre important entre la droite et la gauche, au niveau des membres supérieurs, et notamment sur les épaules (fig. 28), avec une différence d'angulation de 30°.



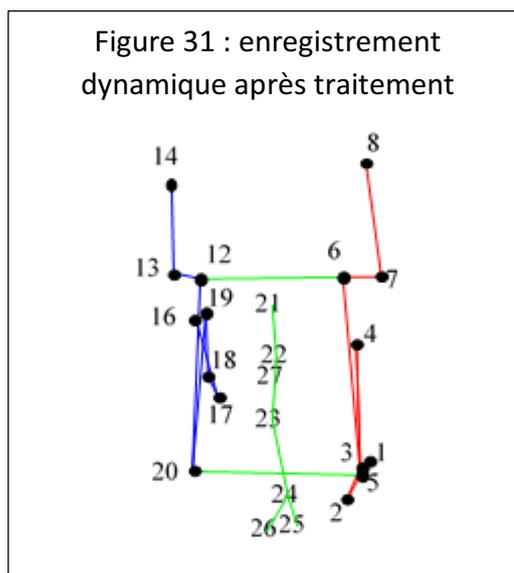
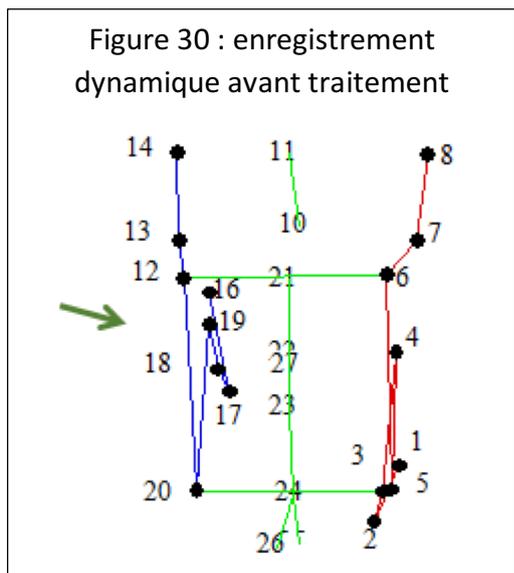
Après traitement (solicitations mécaniques à type de secousses sur les zones concernées qui sont absolument indolores au niveau des cicatrices de l'épaule droite et du genou gauche, les mesures effectuées une semaine plus tard, montrent des modifications importantes, notamment au niveau des épaules lors de l'enregistrement statique.

En effet la différence d'angulation dans le plan horizontal entre les deux bras n'est plus que de 10° au lieu de 30°, soit une modification de 20° (fig. 29).



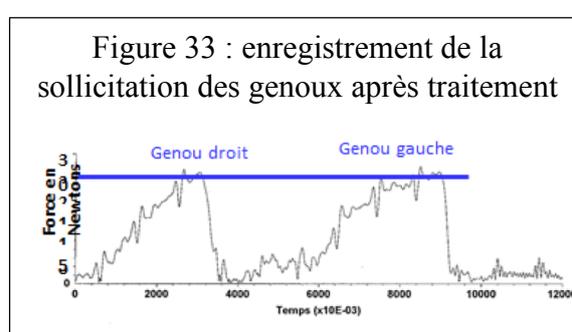
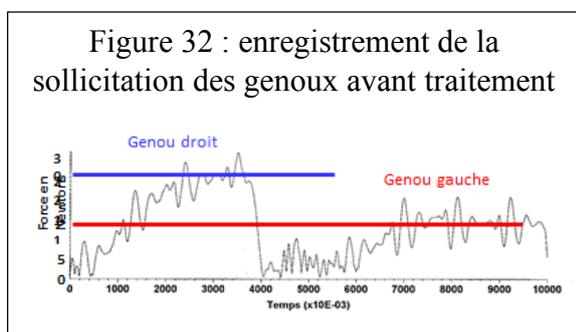
L'enregistrement dynamique par Saga 3 réalisé sur le vélo personnel de compétition montre (vue de dessus) un retrait et un écartement latéral du membre supérieur droit (marqueurs 6, 7 et 8) et un décalage médial du membre inférieur gauche (le genou gauche, marqueur 19), qui rentre à l'intérieur (Fig. 30).

Après le traitement (fig. 31) nous pouvons remarquer une diminution importante de l'angulation du genou gauche par rapport au plan frontal et un rééquilibrage des deux bras.



Nous avons bien sûr analysé alternativement les sollicitations effectuées sur les zones concernées avant tout traitement et nous montrons ici celles concernant les genoux (fig.32), celles faites sur les épaules étant identiques.

Les mêmes enregistrements ont été réalisés après les traitements (fig. 33)

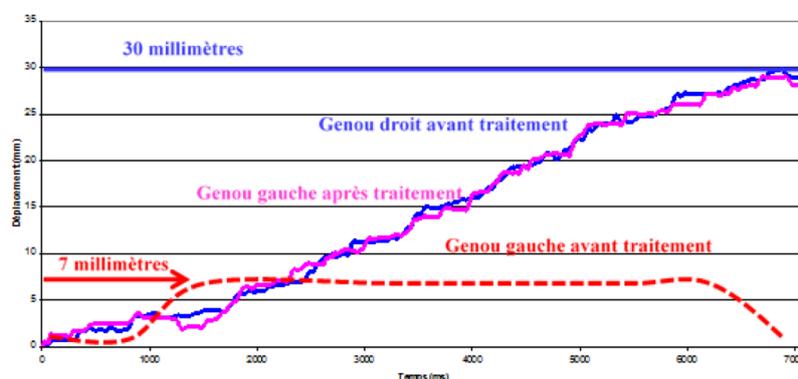


Nous voyons ainsi que la force utilisée pour tester l'élasticité maximum du genou droit est de 26 Newtons alors qu'elle est seulement de 12 Newtons pour le genou gauche, soit une différence de 14 Newtons.

Les enregistrements effectués après le traitement du genou gauche montrent qu'il n'y a plus de différence entre l'élasticité des deux genoux. Nous avons également filmé les déplacements des pouces lors des différentes sollicitations avant et après traitement (fig. 34).

Nous avons reporté la moyenne du déplacement du pouce placé sur le genou gauche sur le schéma montrant le déplacement du pouce placé sur le genou droit avant et après le traitement.

Figure 34 : déplacements des pouces lors des sollicitations avant et après traitement



La différence de déplacement des pouces dépasse les deux centimètres.

Depuis notre traitement, les douleurs ont totalement disparu. L'athlète a constaté, d'une part, que les soins apportés ont modifié, semble-t-il, sa position sur le vélo et que d'autre part, il se sent désormais plus performant dans les montées.

- B. Le deuxième exemple concerne un sujet de sexe masculin, âgé de 18 ans pratiquant 10 heures de tennis de haut niveau par semaine, sans compter les entraînements.

L'interrogatoire note l'apparition brutale d'une douleur lors des revers exécutés à deux mains. Il est droitier et la douleur se situe au bord interne du poignet gauche en valgus forcé. Il a eu comme traitement des infiltrations, de la mésothérapie et différents anti-inflammatoires et ce sans résultats. Il a stoppé les compétitions et arrêté les revers à deux mains lors des entraînements pendant plusieurs mois, mais les symptômes sont réapparus dès la reprise de la technique gestuelle habituelle.

L'examen clinique montre une laxité importante du poignet gauche (contrairement au poignet droit), un testing musculo-tendineux normal en actif, passif ou contrarié, une tuméfaction douloureuse à la pression du dos du poignet droit

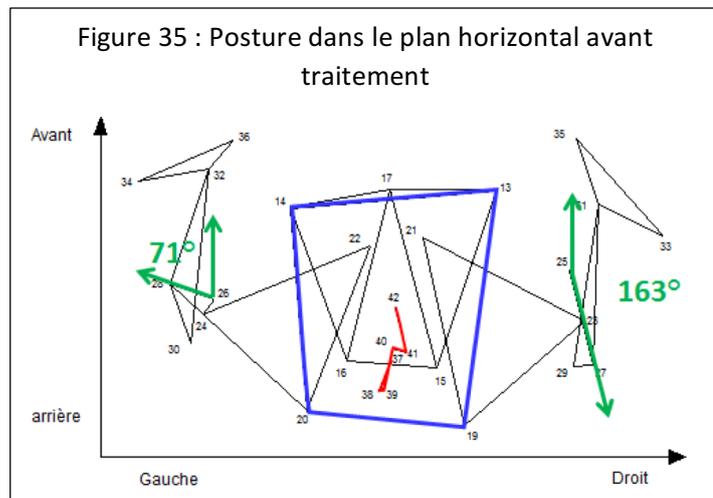
L'échographie et la radiographie sont normales, et l'IRM montre un « kyste »

Le diagnostic posé est une hyper laxité articulaire du poignet gauche avec ligamentite chronique probable.

Le traitement proposé était des séances spécifiques de kinésithérapie, d'essayer de changer la technique gestuelle en recherchant le « bon » geste, de mettre une attelle nocturne et une incitation à changer d'activité sportive au moins momentanément.

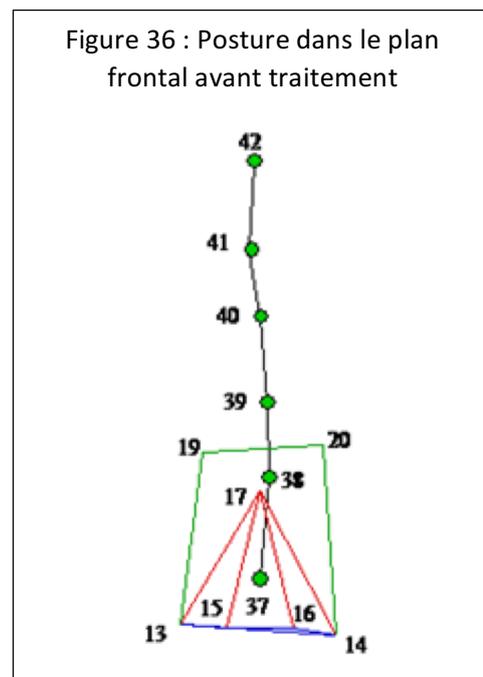
Nous voyons ce sportif quelques semaines plus tard : il avait arrêté toute activité sportive car la douleur était devenue très importante au niveau des deux poignets, et plus particulièrement à gauche.

Nous avons enregistré sa posture. La vue de dessus montre un déséquilibre important entre la droite et la gauche, au niveau des membres supérieurs (fig.35). En effet, si nous prenons seulement les angulations des deux bras, nous pouvons noter une différence de 92° . On constate également des différences au niveau des membres inférieurs qui ne sont pas représentés ici par souci de clarté du schéma. Nous pouvons également noter une importante dissymétrie du bassin, avec des cassures importantes de l'axe vertébral (fig. 36).



Le sujet ne présente pas de séquelles de traumatisme apparentes, comme ce peut être parfois le cas; nous procédons alors à un examen complet. Le praticien a cette sensation particulière, que les tissus ont un comportement viscoélastique anormal et digne d'intérêt au niveau du pouce droit, du 5^e orteil droit, du 5^e doigt gauche et de la cheville droite.

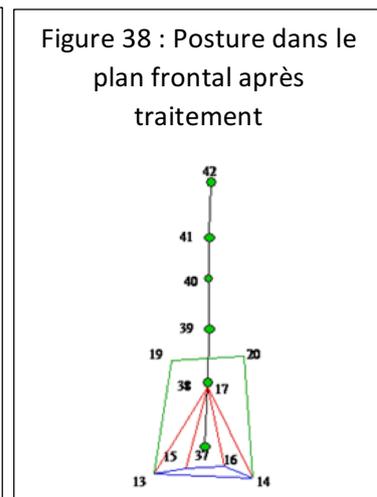
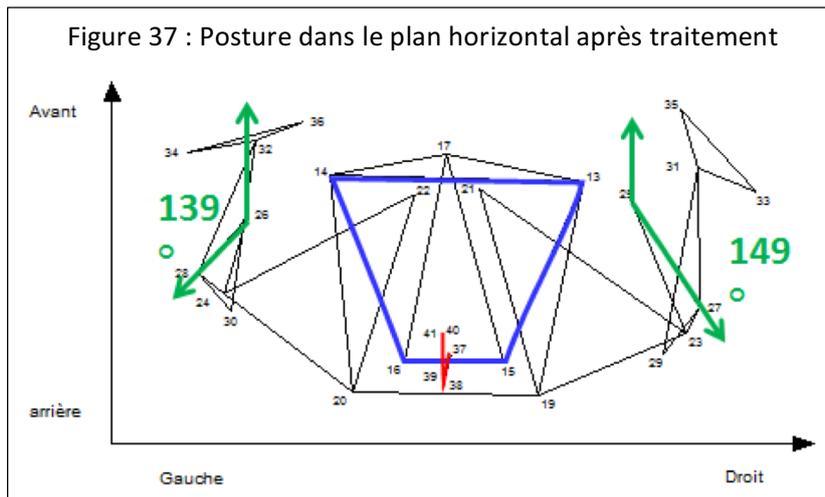
Dans le cas présent comme dans beaucoup d'autres, la détection de ces anomalies a demandé différents examens à des jours différents ; nous pouvons constater que le sujet ne ressent aucune douleur sur ces endroits et remarquer qu'elles se situent à distance des zones douloureuses et invalidantes.



Après avoir traité les quatre dysfonctions déjà citées, le sportif a repris l'entraînement très normalement avec sa technique habituelle sans aucune douleur; il a disputé les championnats de France 6 mois plus tard.

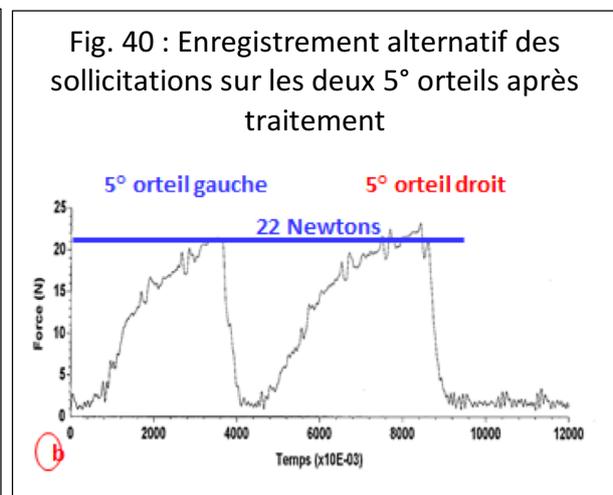
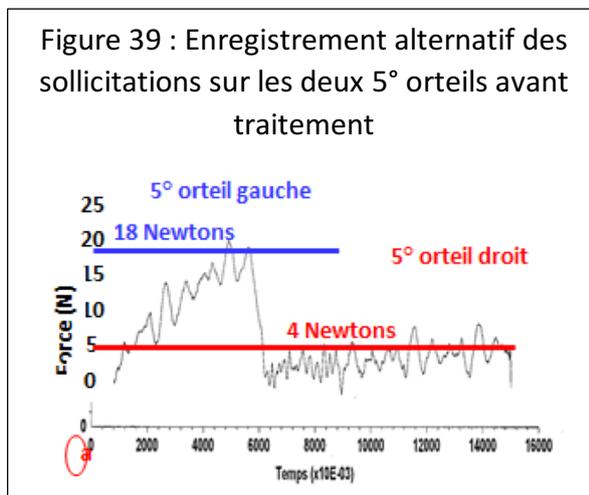
Depuis deux ans, lors des diverses consultations effectuées, nous constatons que les rééquilibrages obtenus (bassin, axe vertébral et bras) restent satisfaisants sans intervention d'autres moyens thérapeutiques.

Les enregistrements de la posture ont été alors réitérés (fig.37 et 38).



Nous devons remarquer qu'aucune correction n'a été exécutée sur les épaules les bras et les coudes et que, malgré tout la différence d'angulations des bras n'est plus que de 10° au lieu de 92° , le bras droit passant de 163° à 149° et le bras gauche de 71° à 139° , soit pratiquement le double. A noter également le rééquilibrage du bassin (marqueurs 13, 14, 15 et 16) et un meilleur alignement de l'axe vertébral.

L'enregistrement des sollicitations manuelles montre des courbes de deuxième espèce au niveau de ces quatre anomalies avant les traitements. Nous montrons ici que celles concernant les orteils (fig. 39 et 40) et les chevilles (fig. 41 et 42) avant et après traitement, puisque les autres sont pratiquement identiques.



Nous pouvons remarquer que les deux orteils présentent la même élasticité après le traitement, alors que la différence des forces avant traitement nécessitait une différence de 14 Newtons pour obtenir le seuil de résistance.

Figure 41 : Enregistrement alternatif des sollicitations sur les deux chevilles avant traitement

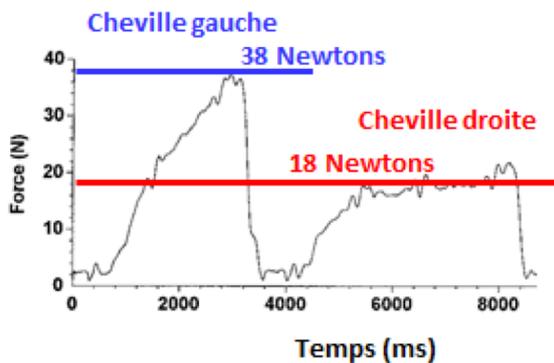
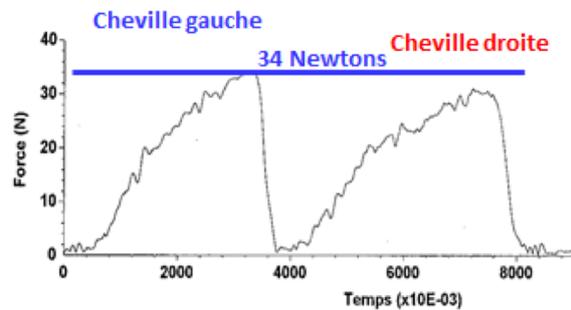


Figure 42 : Enregistrement alternatif des sollicitations sur les deux chevilles après traitement



La différence de force utilisée pour explorer l'élasticité montre une différence de 20 Newtons avant traitement, alors qu'après traitement la cheville droite retrouve un comportement élastique presque normal.

Il nous semble intéressant, avant de conclure ce programme de recherche de vous donner deux autres exemples chez deux autres sportifs, car ils apportent d'autres éléments.

- C. Le premier cas correspond à une jeune sportive qui présente des douleurs de son genou droit la handicapant dans sa pratique du judo.

Les examens classiques ne montraient aucune anomalie au niveau de son genou. Après un examen tissulaire, nous avons détecté plusieurs zones de résistance anormale. Une comparaison de la résistance de ces différentes zones à la recherche de la plus importante, semblait nous orienter plutôt sur le genou gauche.

Les mesures du comportement mécanique des tissus à ces endroits montraient, de toute évidence, une perte d'élasticité plus importante sur ce genou. Nous avons donc enregistré sa posture avant (fig.43) et après (fig. 44) traitement de cette structure.

Fig. 43 : enregistrement avant traitement

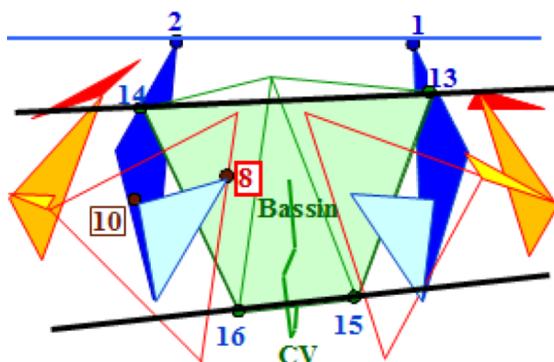
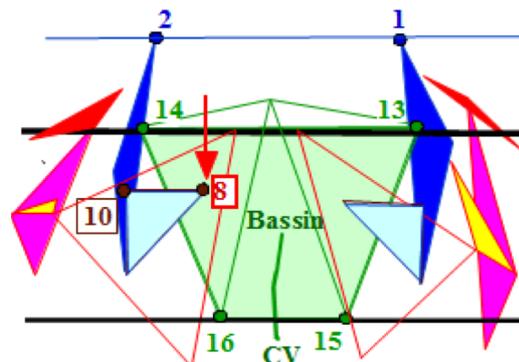


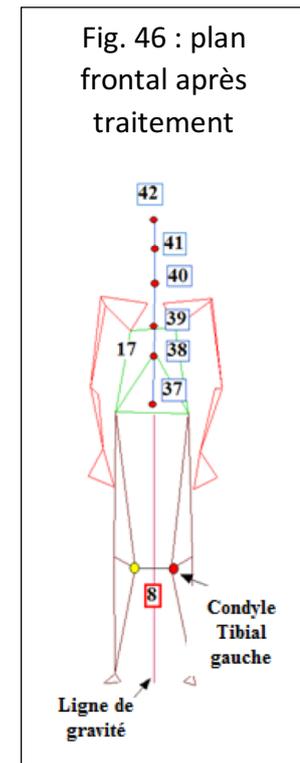
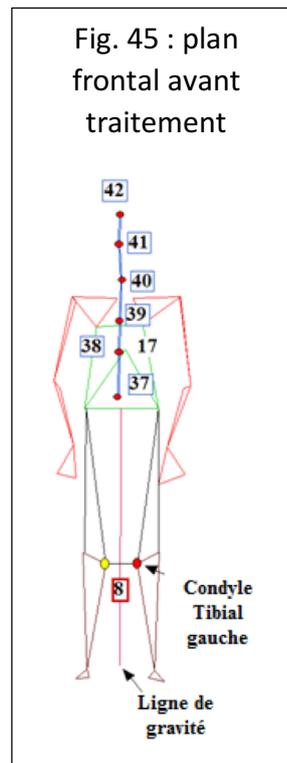
Fig. 44 : enregistrement après traitement



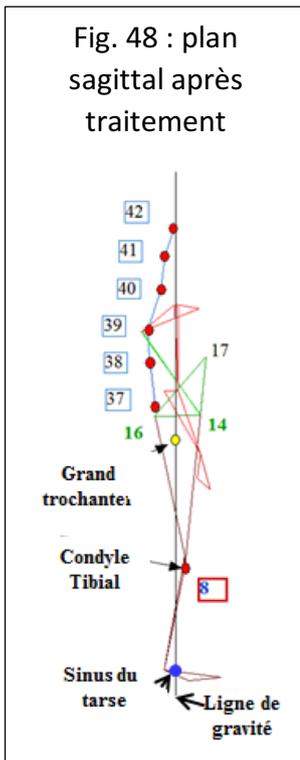
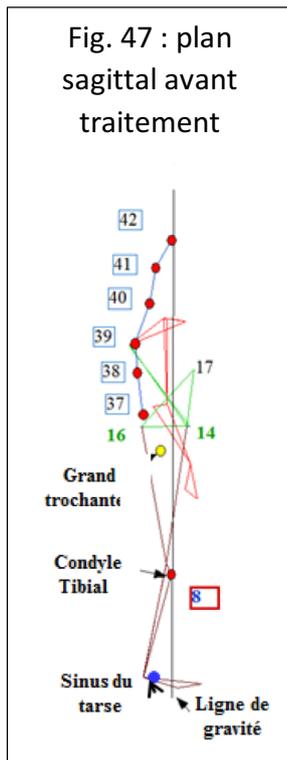
Après la correction de son genou gauche (marqueur 8), nous pouvons remarquer une rotation médiale du segment jambier (zone bleu claire) sur le plan horizontal.

Celle-ci entraîne automatiquement un alignement de la ligne entre les deux épines iliaques antérieures (marqueurs 13 et 14), les deux épines iliaques postérieures (marqueurs 15 et 16) avec celle passant par le centre des ongles des gros orteils (marqueurs 1 et 2). De plus une modification de l'orientation des membres supérieurs s'est opérée, plus marquée sur le membre droit, ainsi que de l'alignement de l'axe vertébral.

Dans le plan frontal, nous pouvons remarquer que les marqueurs situés sur les épicondyles médiaux des tibias, ne sont pas à égale distance de la ligne de gravité partant du sommet du crâne (fig. 45), alors qu'ils le sont après correction (fig.46). De plus l'axe vertébral s'est aligné sur la ligne de gravité.



Sur le plan sagittal, où seuls sont reproduits les membres gauches (fig.47) pour une meilleure lisibilité, nous observons après correction (fig.48), le déplacement du condyle médial gauche (marqueur 8) en avant, ce qui permet au grand trochanter et au sinus du tarse de se retrouver sur la ligne de gravité.



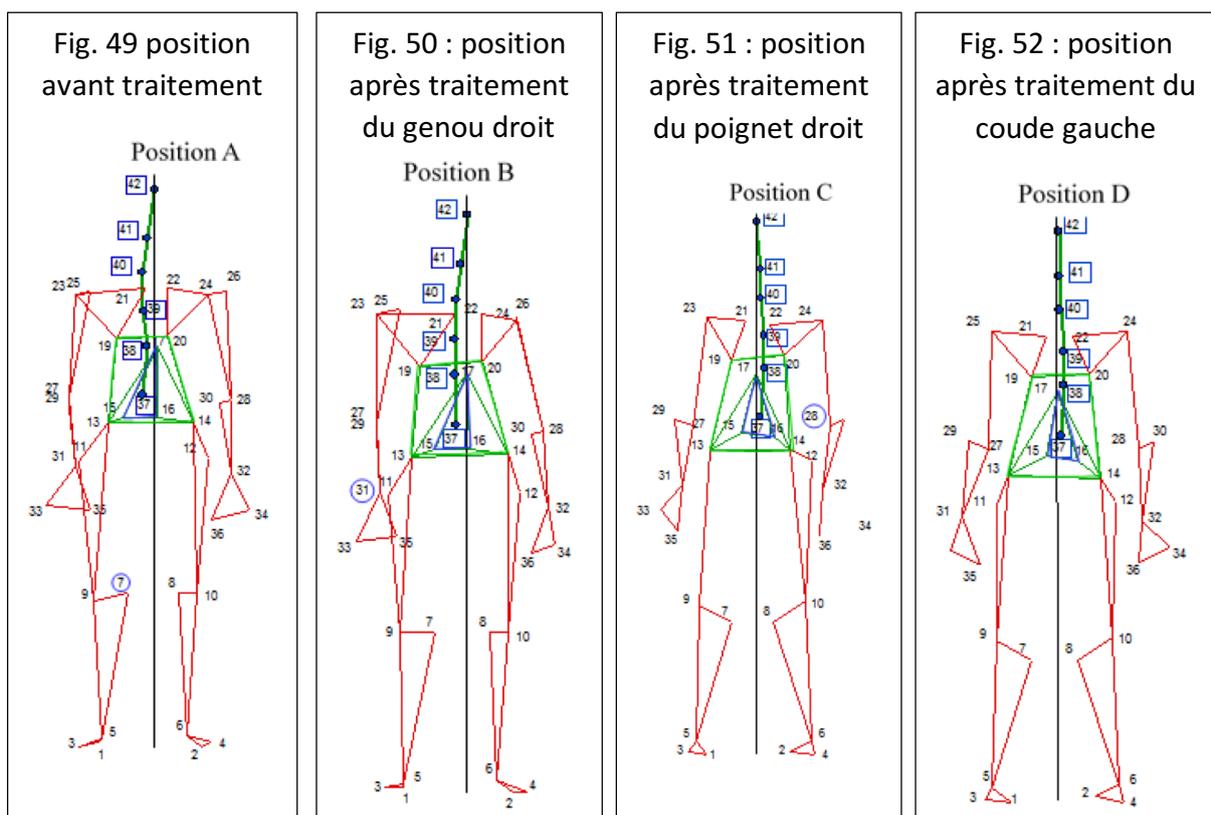
Cette jeune fille n'a plus ressenti de douleur, ni de gêne sur son genou droit, lors des différents entraînements et compétitions de judo.

D. Le deuxième cas correspond à un jeune sportif qui présente des lombalgies dans sa pratique du football.

Nous montrons ce cas pour apprécier l'évolution de sa posture de départ (fig.49) en fonction des différentes corrections. Nos examens nous permettront de trouver des résistances importantes, tout d'abord sur son genou droit, puis quelques jours après le traitement (fig.50) sur le poignet droit et encore une semaine plus tard (fig.51) après une nouvelle correction au niveau de son coude gauche. La figure 52 a été réalisée après les trois corrections, au moment où ce sportif ne ressentait plus de douleurs lombaires.

Les enregistrements du comportement tissulaire ont été faits à chaque fois et ont confirmés les données cliniques. Nous présentons les postures dans le plan frontal afin de voir l'évolution de la position des différents segments après les traitements.

La première position enregistrée (Position A) a été effectuée avant tout traitement, et nous pouvons noter une déviation de l'axe vertébral à droite de la ligne de gravité, une asymétrie du quadrilatère reliant les deux angles inférieurs des scapulas (marqueurs 19 et 20) et les deux épines iliaques antéro-supérieures (marqueurs 13 et 14).



A noter aussi l'asymétrie du triangle reliant le processus xiphoïde aux deux épines iliaques postéro-supérieures (marqueurs 15,16 et 17), signalant la mauvaise position de l'épine gauche qui se retrouve pratiquement sur la ligne de gravité. De plus le bassin est complètement

rétroversé, les EIPS se retrouvant pratiquement au même niveau que les EIAS. Une mauvaise position des membres inférieurs est également à signaler.

Nous pouvons remarquer que les différentes corrections se répercutent sur des modifications posturales à distance et générales et que c'est celle concernant le coude gauche qui apporte le plus d'équilibre (position D)

5. Autres expériences

Nous avons également recherché, dans une autre expérience, si les zones détectées manuellement et confirmées comme structure résistantes par notre dispositif pouvaient être détectées par un autre procédé. Nous avons pensé à la thermographie, puisque ces endroits étaient censés avoir un métabolisme différent.

Ces études thermographiques que nous avons faites montrent effectivement une zone froide par rapport à l'environnement et par rapport à la zone symétrique du corps. De plus cette zone redevient chaude après traitement, comme les zones de proximité.

Cependant l'appareillage dont nous disposons étant peu performant, et les conditions d'expériences étant dans ce domaine très particulières et difficiles à réaliser pour une expertise, nous ne pouvons pour l'instant en tirer de conclusions exploitables.

Dans la mesure où la correction d'une dysfonction sur un membre entraînait instantanément un relâchement tissulaire sur tout le membre, aux tests que nous pratiquons, nous avons à de nombreuses reprises fait une prise de tension artérielle avant et après un traitement.

Très souvent, nous avons pu constater une différence significative d'environ deux points en plus, pour le membre où se situe la séquelle, par rapport au membre symétrique. Immédiatement après son traitement, nous avons noté très souvent une chute de deux, voire plus puisque parfois la tension a chuté de plus de trois points. Parfois il faut attendre quelques minutes pour le constater, et parfois il se produit une augmentation transitoire. Il semble que la prise de tension doit se faire le plus près possible de la séquelle, ce qui n'est pas toujours aisé, pour noter cette différence.

6. Conclusion

Les différents sujets (21 sportifs presque tous de haut niveau) qui nous ont prêté leur concours, et plus particulièrement les quatre exemples présentés, nous ont permis d'objectiver une méthode basée jusqu'ici sur des sensations et d'avancer dans la compréhension de différentes pathologies.

Tout d'abord le système d'enregistrement tridimensionnel, en statique comme en dynamique, apporte des avantages certains, par rapport à l'œil averti d'un praticien, pour l'étude des déséquilibres ou des dissymétries que l'on peut observer avant et après l'application d'un traitement.

De plus l'analyse instrumentale utilisée pour les tests d'analyse du comportement global des tissus, en réponse à une sollicitation mécanique simple, nous ont permis de montrer que dans la plupart des cas les formes des courbes obtenues correspondaient bien avec la sensation éprouvée par le praticien ; dans quelques cas où cela ne correspondait pas, le praticien après un nouvel examen a reconnu s'être fait abuser par ses sensations ce qui tendrait à prouver que notre matériel éviterait des erreurs humaines et permettrait ainsi de localiser plus précisément les causes de ces dissymétries. D'ailleurs des novices appliquant tout simplement les tests recommandés par l'expert ont obtenu les mêmes résultats, sans pour autant avoir une impression particulière.

Les zones présentant des courbes avec un plateau horizontal (courbe de 2ème espèce) étaient parfois des zones où une séquelle de traumatisme était visible, mais la plupart du temps aucune trace n'était apparente ; elles se situaient par contre très souvent à distance du symptôme présenté par le sportif, et toujours sur une zone non douloureuse.

Le traitement appliqué sur ces zones et correspondant à une secousse mécanique localisée, non douloureuse et à peine ressentie par le sujet, leur redonnait un comportement normal (courbe de 1ère espèce) aussitôt après son application et durable dans le temps.

Il semble que ces zones présentant ces anomalies soient responsables des dissymétries objectivées et surtout très souvent à l'origine des symptômes présentés.

Cependant à l'heure actuelle, nous ne pouvons qu'émettre des hypothèses sur le fonctionnement des phénomènes. Il semble que les anomalies détectées correspondent à une fibrose du tissu conjonctif situé au niveau de la peau et des tissus sous-cutanés, cette fibrose étant acquise à la suite d'un traumatisme, ou peut être présente à la naissance.

Pour cela l'étude de la sensibilité cutanée doit nous permettre d'avancer dans la compréhension des phénomènes neurophysiologiques mis en cause et ainsi de mieux comprendre les pathologies qui en découlent et les effets du traitement proposé.

Annexes

Les numéros pairs des marqueurs sont placés sur le côté gauche du patient et les numéros impairs sur le côté droit. A partir du numéro 39, les marqueurs sont placés sur l'axe sagittal.

- 1 - 2 Centre de l'ongle du premier orteil
- 3 - 4 Extrémité de la tête du cinquième métatarsien (jonction face antérieure et latérale)
- 5 - 6 Centre de la face latérale de la malléole latérale fibulaire
- 7 - 8 Condyle médial du tibia (jonction des faces antérieures, médiales et supérieures)
- 9 - 10 Epicondyle latéral du fémur (sommet de la protubérance latérale)
- 11 -12 Centre de la face latérale du grand trochanter
- 13 -14 Extrémité de l'épine iliaque antéro-supérieure de l'ilium
- 15 -16 Extrémité de l'épine iliaque postéro-supérieure de l'ilium
- 17 – processus xiphoïde
- 19 -20 Angle inférieur de la scapula

- 21 -22 Bord antéro-supérieur de l'extrémité sternale de la clavicule (1cm)
- 23 -24 Angle postérieur de l'acromion (partie médiane)
- 25 -26 Extrémité antéro-supérieure du tubercule majeur de l'humérus
- 27 -28 Extrémité postéro-latérale de l'épicondyle latéral
- 29 -30 Centre de la face postérieure de l'olécrane ulnaire
- 31 -32 Extrémité latéral du processus styloïde du cubitus
- 33 -34 Extrémité de la tête du cinquième métacarpien (bord médial)
- 35 -36 Centre de l'ongle du premier doigt
- 37 – Extrémité du processus épineux de la 3^e vertèbre lombale
- 38 - Extrémité du processus épineux de la 9^e vertèbre thoracique
- 39 - Extrémité du processus épineux de la 5^e vertèbre thoracique
- 40 - Extrémité du processus épineux de la 7^e vertèbre cervicale
- 41 - Pointe du menton ou protubérance occipitale externe
- 42 - Sommet de la suture sagittale