



NOMADe

AVEC LE SOUTIEN DU FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
MET STEUN VAN HET EUROPEES FONDS VOOR REGIONALE ONTWIKKELING

Projet N° 4.7.360 - Project N° 4.7.360



COLLÈGE
BELGIQUE

50 NUANCES DE DOULEUR ET TROUBLES NEURO-MUSCULO- SQUELETTIQUES

L. Ris, N. Roussel, F. Telliez, F. Dierick & F. Buisseret

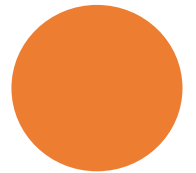
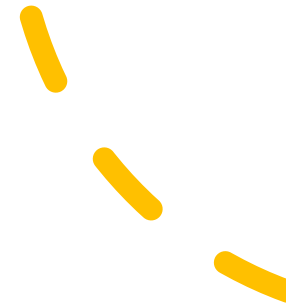
06/10/21 - 12/10/21 - 13/10/21 - 27/10/21

17h-19h



Trouble Neuro-Musculo-Squelettique ?

- TMS : Trouble Musculo-Squelettique
 - Toute dysfonction des systèmes musculaire et squelettique
 - Lombalgie, canal carpien, cervicalgie,...
 - Problème de santé publique, dans les premières causes d'incapacité au travail
- N : « Neuro »
 - Les TMS engendrent de la douleur
 - La douleur dépend du système nerveux
- Choix d'une approche unifiée



Charge de morbidité

Top 10 causes of DALY in Belgium for both sexes aged all ages (2019)

[Hide filters](#) | [Top-10 deaths](#) | [Top-10 DALYs](#) | [Underlying data](#) | [Download with OData API](#)

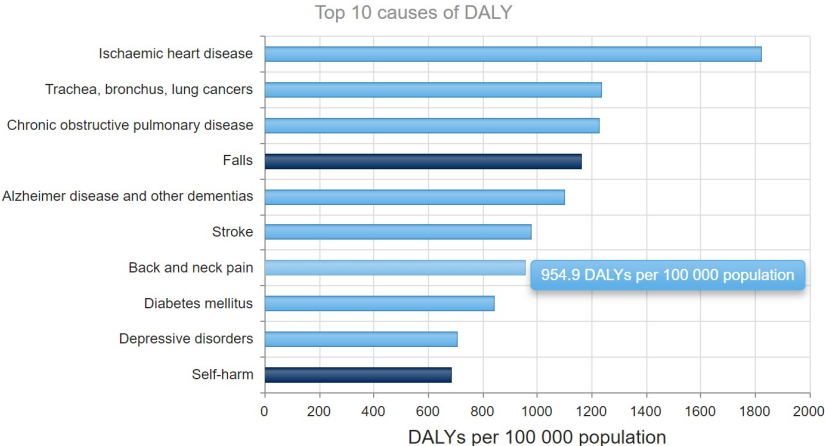
Filters

Country
Belgium

Year
2019

Sex
Both sexes

Age group
All ages



DALY Disability Adjusted Life Years = **YLD** Years Lived with Disability + **YLL** Years of Life Lost

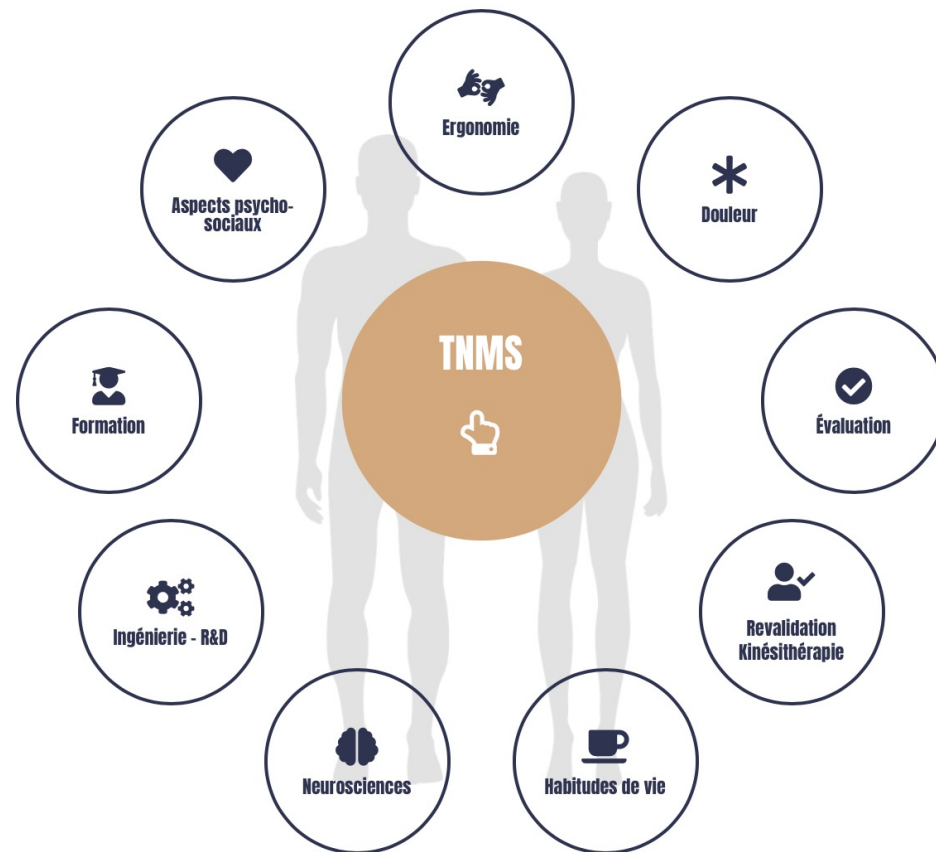
«Daly» est une mesure de la charge de morbidité globale, exprimée par le nombre cumulé d'années perdues en raison d'une mauvaise santé, d'un handicap ou d'une mort précoce.

Années vécues avec un handicap

Années de vie perdues



Une problématique multidisciplinaire



NOMADe

<http://nomadeproject.eu>

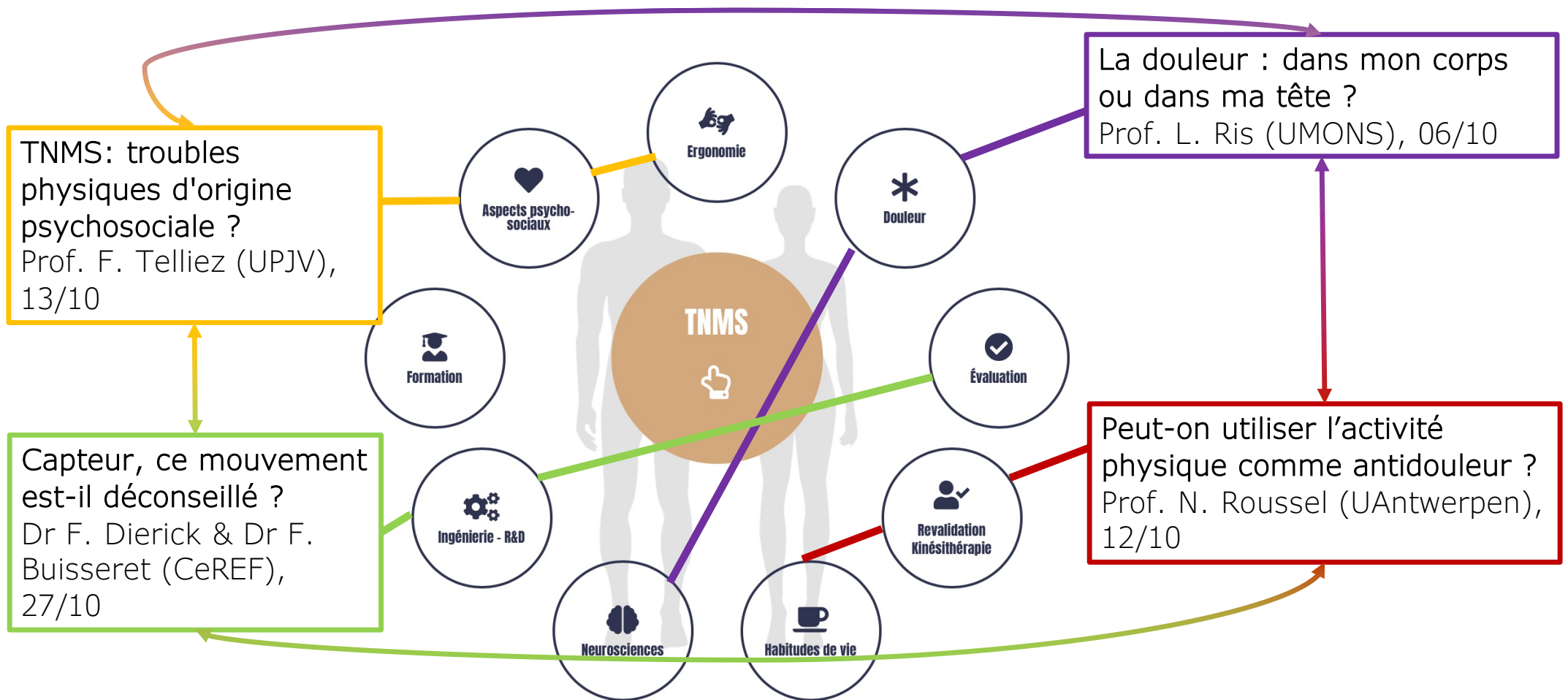
Financement Européen

Interreg 
France-Wallonie-Vlaanderen
UNION EUROPÉENNE
EUROPESE UNIE

NOMADe

 AVEC LE SOUTIEN DU FONDS EUROPÉEN DE DÉVELOPPEMENT RÉGIONAL
MET STEUN VAN HET EUROPEES FONDS VOOR REGIONALE ONTWIKKELING

Une problématique multidisciplinaire

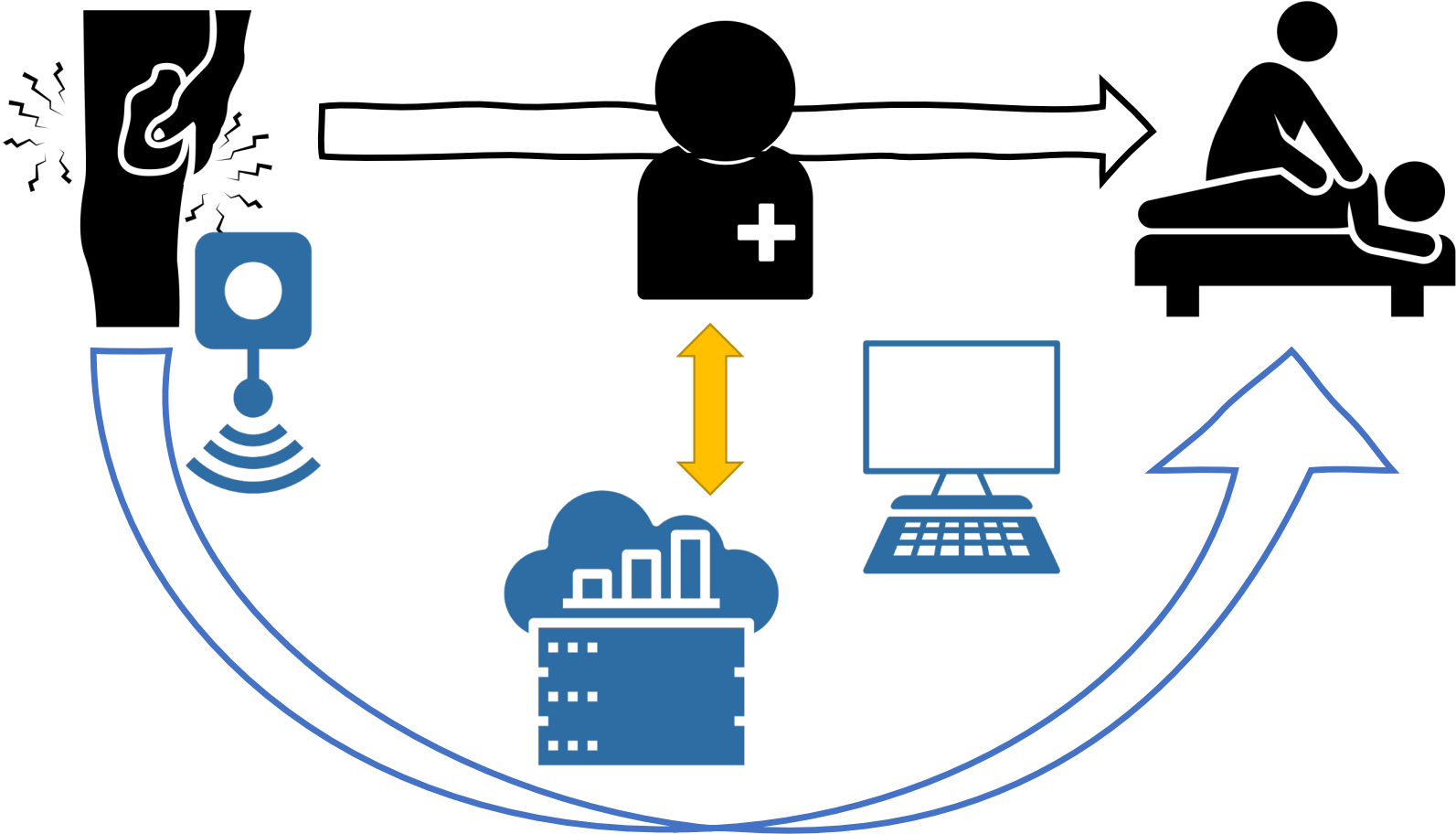


Capteur, ce mouvement est-il déconseillé ?

Dr F. Dierick & Dr F. Buisseret

27 octobre 2021

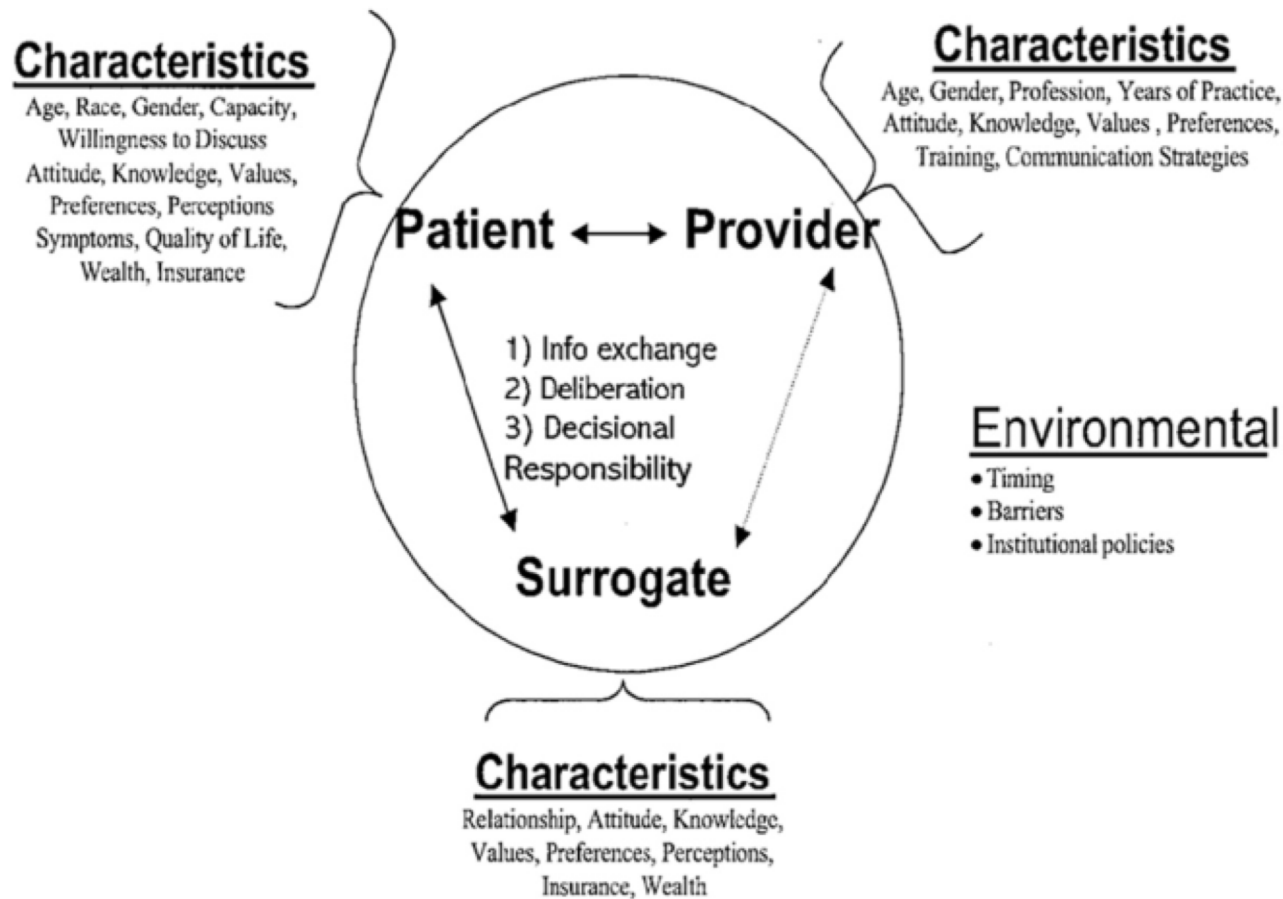
La pratique médicale en évolution



Plan

- Prise en charge "classique" d'un patient
 - Une vision dynamique
 - Lombalgie : exemple d'évolution de la prise en charge
- Les capteurs
 - Principe
 - Qu'est-ce qu'un IMU ?
 - Le capteur dans la kinésithérapie
- Quelques applications
 - Suivi à domicile
 - Réadaptation
 - Gériatrie et risque de chute
 - Intelligence artificielle ?
 - Téléréadaptation
- Conclusion

Prise en charge "Classique" d'un patient



Heyland *et al.* 2002

Le cas d'une lombalgie

- Parcours classique du patient
- Nouvelles technologies : place de l'IRM
- Immobilité vs mouvement



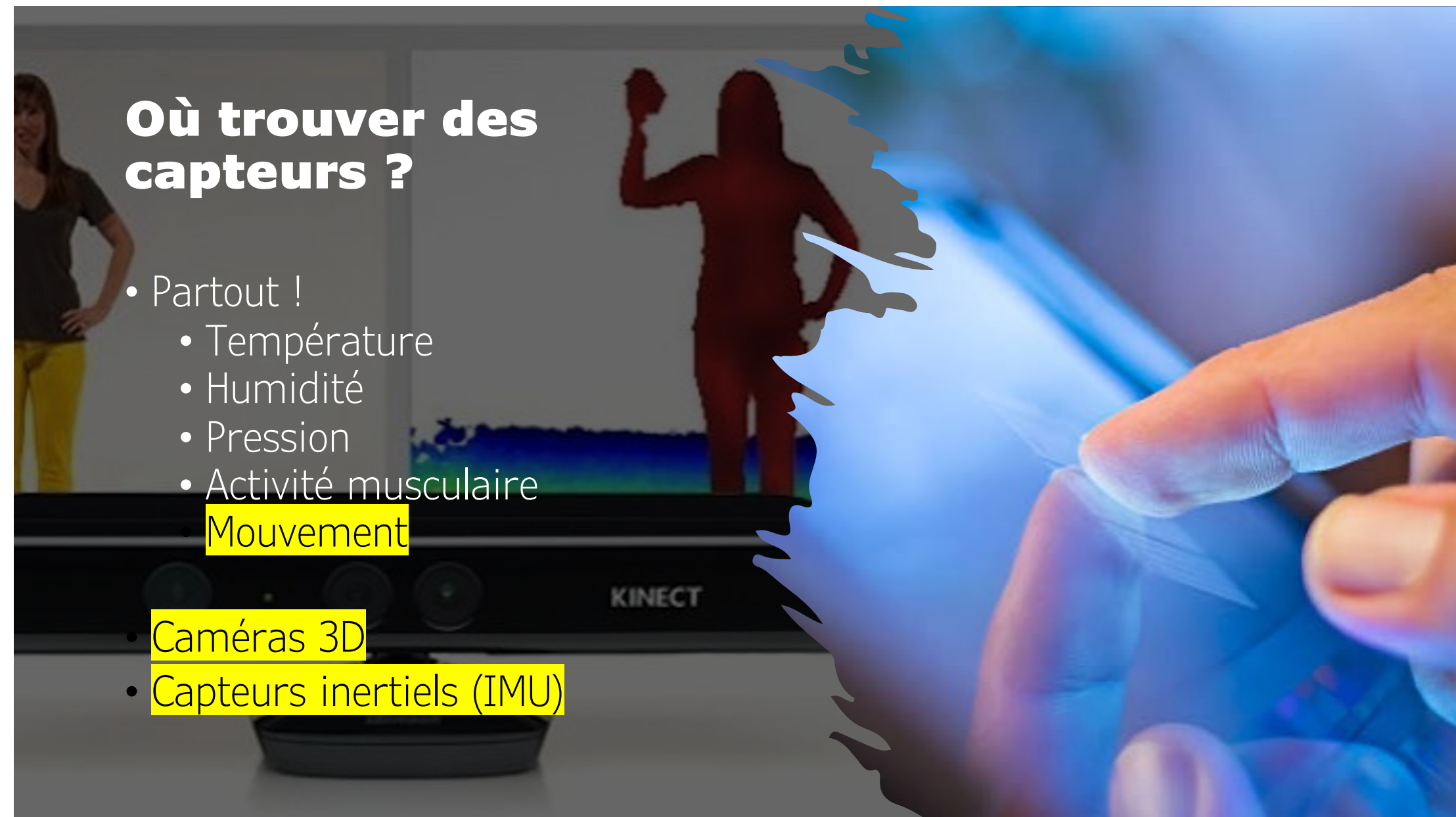
Les capteurs : principe

- But : transformer une action physique en signal électrique pour enregistrement et utilisation ultérieurs.
- Principe général :



Où trouver des capteurs ?

- Partout !
 - Température
 - Humidité
 - Pression
 - Activité musculaire
- **Mouvement**
- **Caméras 3D**
- **Capteurs inertiels (IMU)**

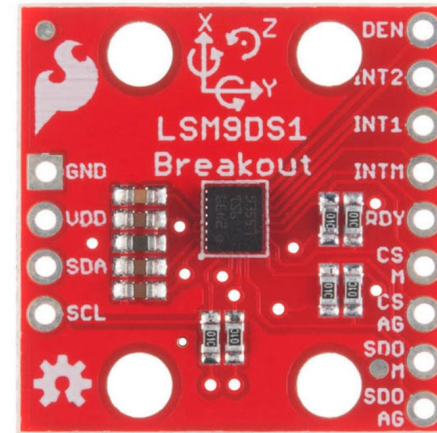


Qu'est-ce qu'un IMU ?

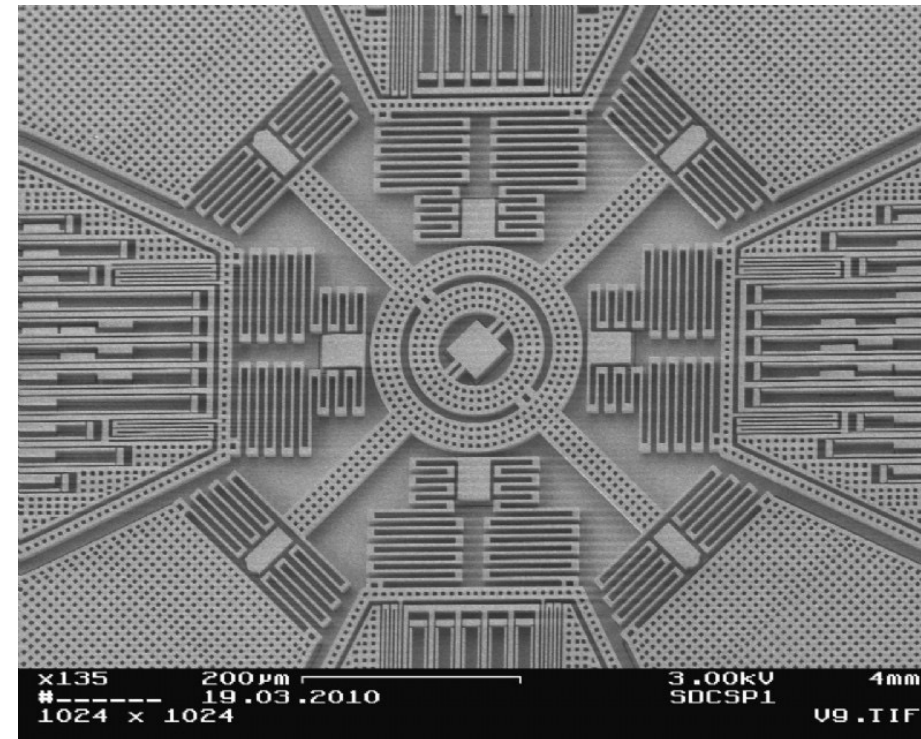
- Capteur mesurant :
 - La vitesse angulaire
 - L'accélération
 - (La température et le champ magnétique) du système sur lequel il est fixé.
- Essayez Phyphox sur votre Smartphone !



Position, Vitesse, Accélération,
...
D'un repère anatomique
donné.



2cm x 2cm
1.8 gr
16€



x135 200µm 3.00kV 4mm
#----- 19.03.2010 SDCSP1
1024 x 1024 09.TIF

Le capteur dans la kinésithérapie

- Un parcours bien balisé. "Kiné augmentée"



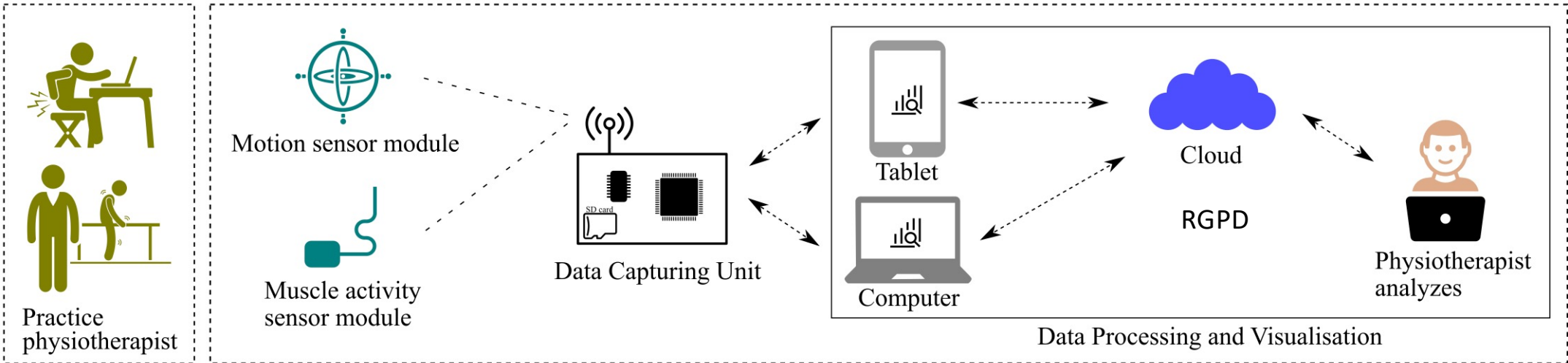
Données de santé : une énorme faille de sécurité depuis 2 ans

Une plainte a été déposée devant l'Autorité de protection des données. En cause : une faille permettant d'accéder à un dossier médical sans avoir à certifier son identité.

Les données de santé d'un citoyen, c'est de l'or. Des données précieusement protégées dans des « coffres-forts » sécurisés informatiques. De quoi dormir tranquille ? Pas si sûr. Depuis début mai, les renseignements de la « capitale » sont intentionnellement ébréchés. En cause : Holo.be, une des plus importantes applications d'échange de données entre médecins et patients en Belgique. En 2019, Holo.be, dont la mission est de faciliter l'accès aux soins, a réussi à obtenir un passe-droit en vertu de la loi sur l'accès à l'information de la part des autorités. La possibilité de discriminer le niveau de sécurité exigé pour qu'un patient puisse accéder à son dossier. Deux mois après, le site est devenu accessible à n'importe quel visiteur. Et sans que son identité ne soit formellement certifiée par un agent de l'Etat, ni que son lien thérapeutique avec son généraliste soit établi. De quoi espérer le quand à une fuite de données ? C'est ce que récemment a appris l'un de nombreux acteurs de la santé, dans Middelburg, une commune regroupant plus de 2.200 habitants, qui a décidé de déposer plainte devant l'Autorité de protection des données (APD). Chez médecins et patients, le dossier est devenu un passe-droit, permettant à n'importe quel visiteur d'accéder à son dossier. L'agent de l'Etat, mais sans être un agent de l'Etat, qui diligente cette tâche au quotidien, comme une source proche du dossier. Le site a pu retirer le fil de ce dossier qui a permis d'obtenir de bon de lit, aux renseignements commentaires, sur fond de manque de protection de la santé en Belgique. **P.B.B.**

Traditional visit







e-Treatment

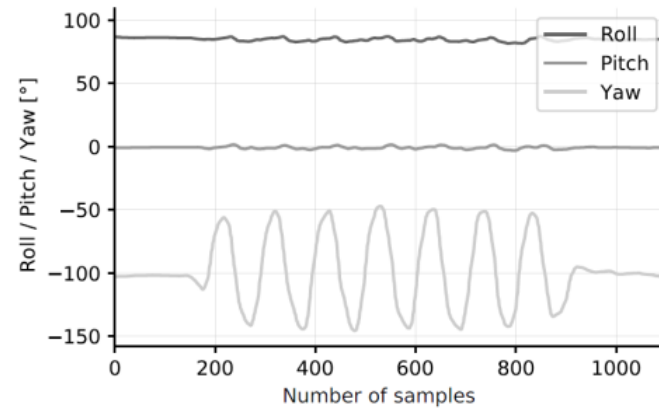
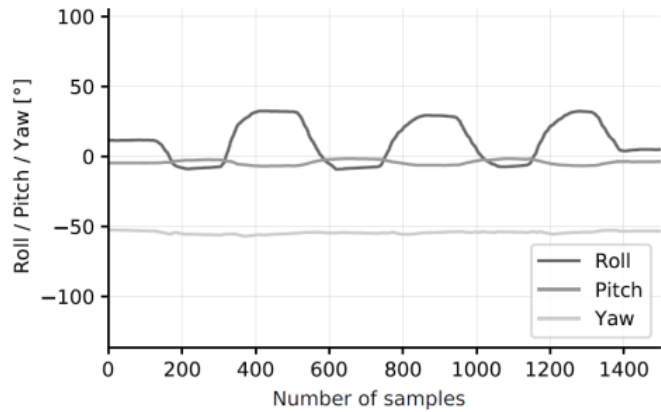
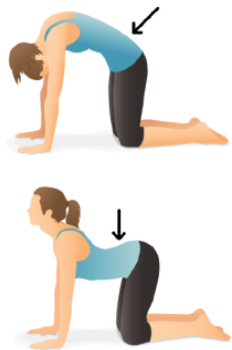
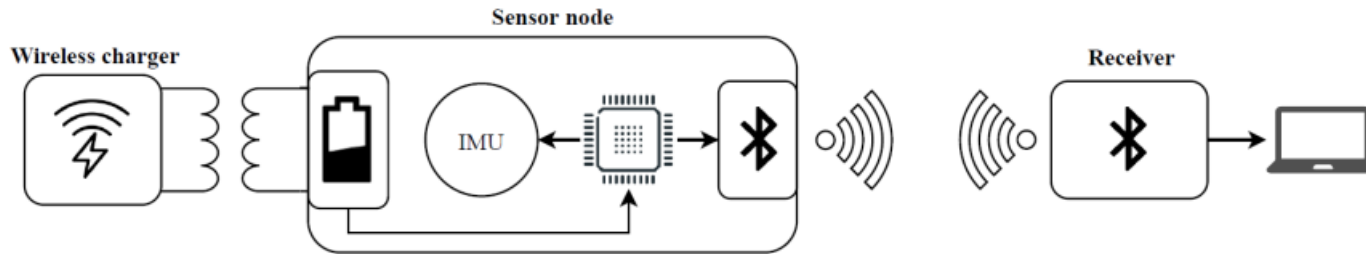


Van Mulders et al. 2021

Article

Low-Complexity Design and Validation of Wireless Motion Sensor Node to Support Physiotherapy

Jona Cappelle ^{1,*} , Laura Monteyne ¹ , Jarne Van Mulders ¹ , Sarah Goossens ¹ , Maarten Vergauwen ²  and Liesbet Van der Perre ¹ 



Suivi à domicile

Proceedings of the 29th Annual International
Conference of the IEEE EMBS
Cité Internationale, Lyon, France
August 23-26, 2007.

Development of a wearable motion capture suit and virtual reality biofeedback system for the instruction and analysis of sports rehabilitation exercises

Diarmaid Fitzgerald, John Foody, Dan Kelly, Tomas Ward, Charles Markham, John McDonald, Brian
Caulfield



SaP1D5.7

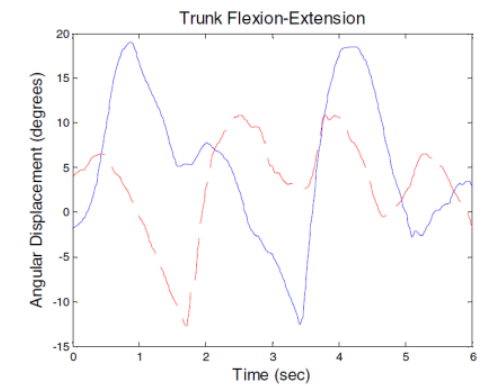
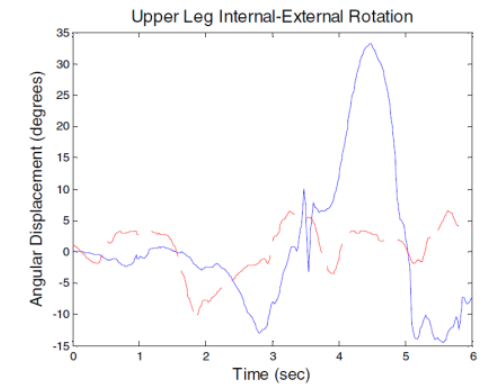
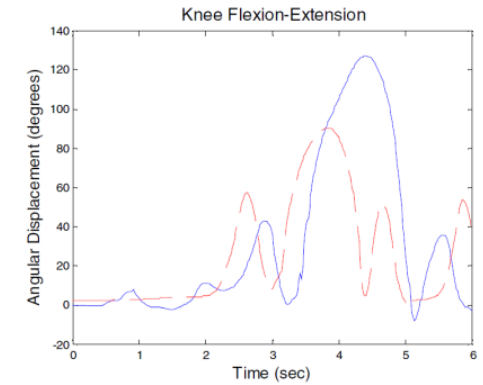


Table 1. Target groups connected to musculoskeletal shoulder disorders

| Target group | Frequency, n (%) |
|-------------------------------|------------------|
| Frozen shoulder | 18 (32) |
| Shoulder impingement syndrome | 11 (20) |
| Rotator cuff tear | 8 (14) |
| Humerus fracture | 7 (13) |
| Rheumatoid arthritis | 6 (11) |
| Arthrosis | 5 (9) |

Table 2. Assistance options in descending order of frequency.

| Availability HET ^a assistance | Available (%) (direct (%) + indirect (%)) | Implementation planned, n (%) |
|--|---|-------------------------------|
| Instruction | 50 (89) (19 (34)+31 (55)) | 0 (0) |
| Monitoring | 40 (71) (34 (61)+6 (11)) | 4 (7) |
| Correction | 36 (64) (9 (16)+27 (48)) | 4 (7) |
| Assessment | 26 (46) (26 (46)+0 (0)) | 4 (7) |
| Additional Information | 7 (13) (5 (9)+2 (4)) | 0 (0) |
| Reminder | 4 (7) (4 (7)+0 (0)) | 0 (0) |

^aHET: health-enabling technology.

| Number of subject | HET ^a , n (%) | HET using apps, n (%) | HET using game components, n (%) |
|---|--------------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Telerehabilitation | 20 (36) | 18 (32) | 14 (25) |
| Telerehabilitation planned for the future | 7 (13) | 3 (5) | 3 (5) |
| No telerehabilitation | 29 (52) | 17 (30) | 17 (30) |

^aHET: health-enabling technology.

Review

Health-Enabling Technologies to Assist Patients With Musculoskeletal Shoulder Disorders When Exercising at Home: Scoping Review

Lena Elgert¹, MSc; Bianca Steiner², MSc; Birgit Saalfeld¹, MSc; Michael Marschollek¹, MD, Prof Dr; Klaus-Hendrik Wolf¹, PhD

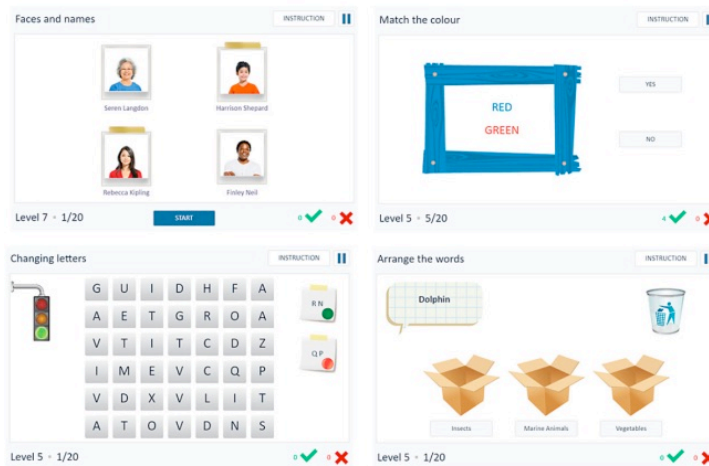
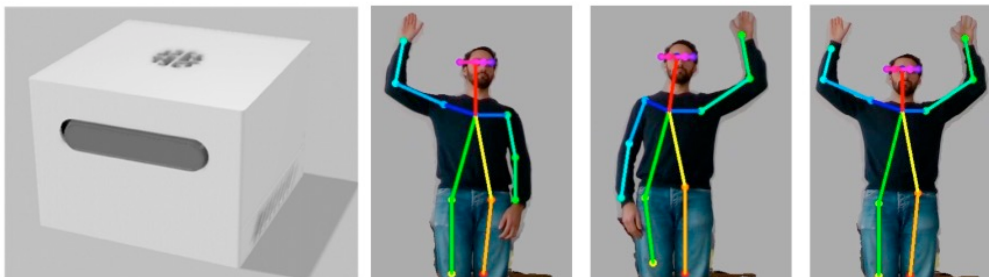
(*JMIR Rehabil Assist Technol* 2021;8(1):e21107) doi: [10.2196/21107](https://doi.org/10.2196/21107)

Un domaine en
plein essor

Article

CogniViTra, a Digital Solution to Support Dual-Task Rehabilitation Training

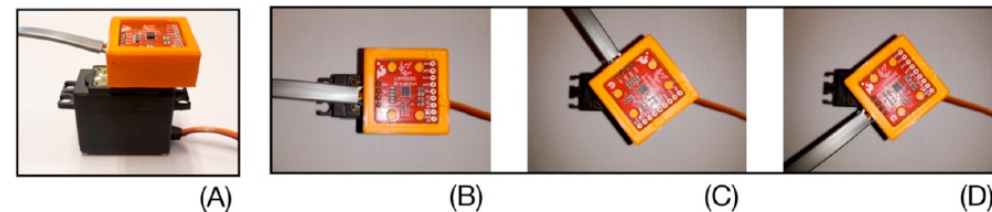
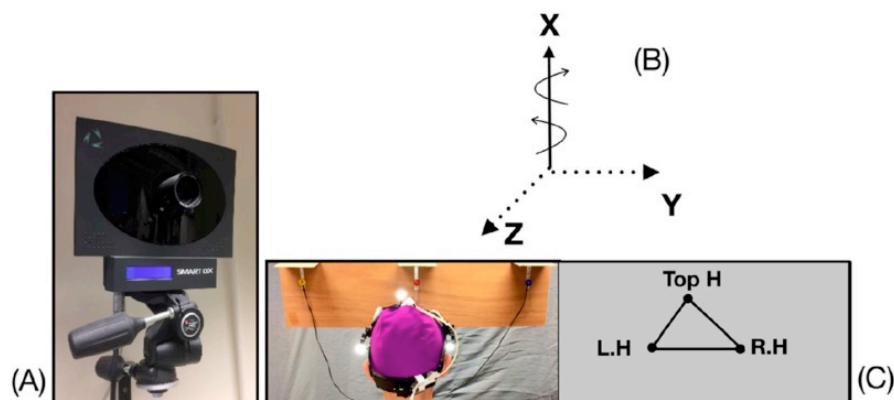
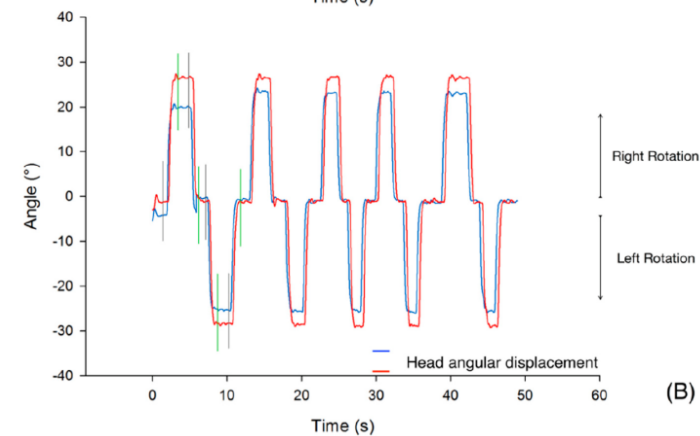
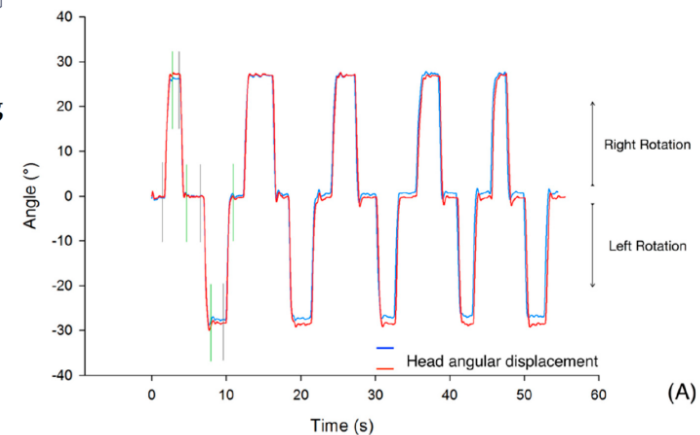
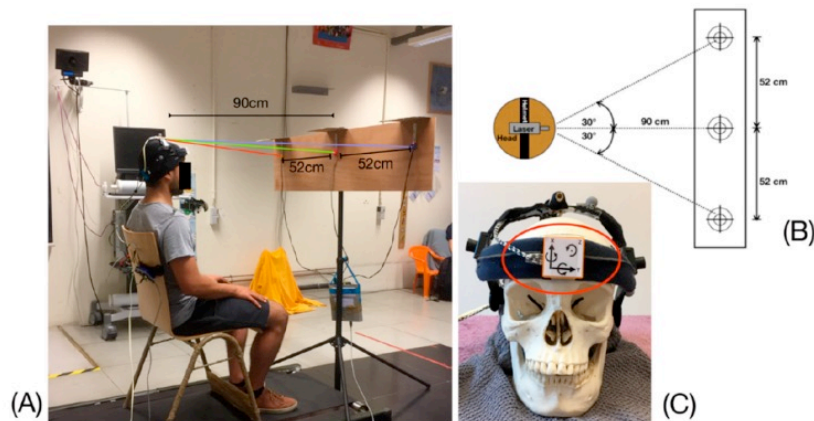
João Quintas ¹, Joana Pais ², Ana Isabel Martins ³, Hugo Santos ⁴, Lúcia Neves ¹, Sérgio Sousa ¹, David Benhsain ⁵, Frédéric Dierick ⁵, Antonio Callén ⁶, António Cunha ¹, Nelson Pacheco Rocha ^{7,*} and Vítor Tedim Cruz ⁸

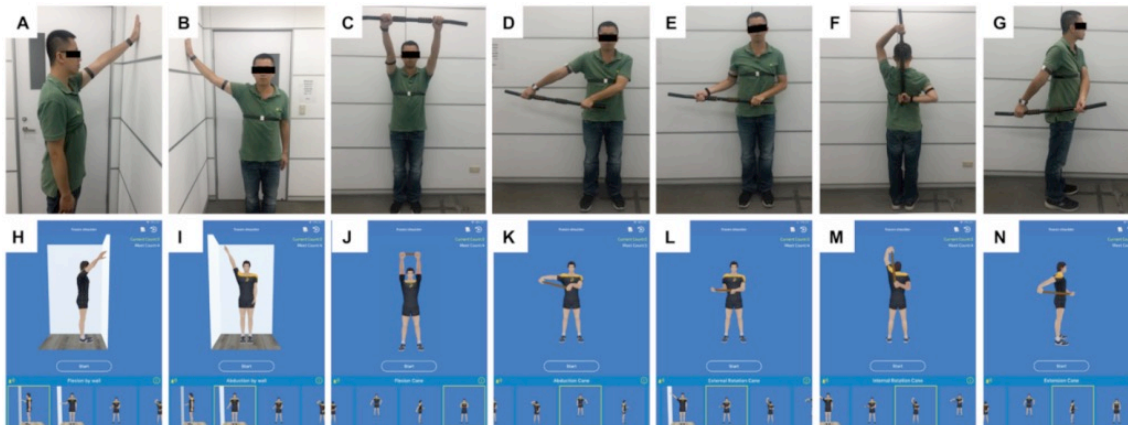
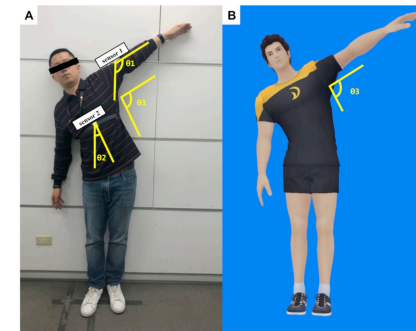


Réadaptation

Article
DYSKIMOT: An Ultra-Low-Cost Inertial Sensor to Assess Head's Rotational Kinematics in Adults during the Didren-Laser Test

Renaud Hage ^{1,2,*}, Christine Detrembleur ¹, Frédéric Dierick ^{2,3}, Laurent Pitance ¹, Laurent Joczky ², Wesley Estievenart ² and Fabien Buisseret ^{2,4}





Original Paper

Wearable Motion Sensor Device to Facilitate Rehabilitation in Patients With Shoulder Adhesive Capsulitis: Pilot Study to Assess Feasibility

Yu-Pin Chen^{1,2,3}, MD; Chung-Ying Lin⁴, PhD; Ming-Jr Tsai⁵, MD; Tai-Yuan Chuang^{2,3}, MD; Oscar Kuang-Sheng Lee^{1,6,7}, PhD, MD

(*J Med Internet Res* 2020;22(7):e17032) doi: [10.2196/17032](https://doi.org/10.2196/17032)

Dégager des indicateurs du mouvement

Sensors **2015**, *15*, 4193–4211; doi:10.3390/s150204193

OPEN ACCESS

sensors

ISSN 1424-8220

www.mdpi.com/journal/sensors

Article

Wearable Sensor-Based Rehabilitation Exercise Assessment for Knee Osteoarthritis

Kun-Hui Chen ^{1,2}, Po-Chao Chen ¹, Kai-Chun Liu ¹ and Chia-Tai Chan ^{1,*}

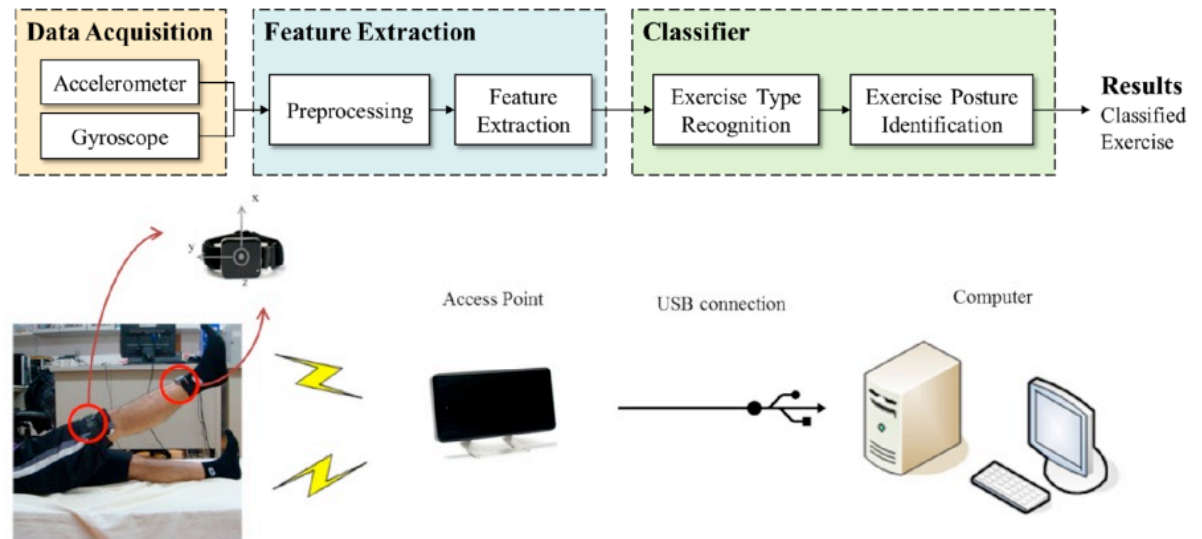
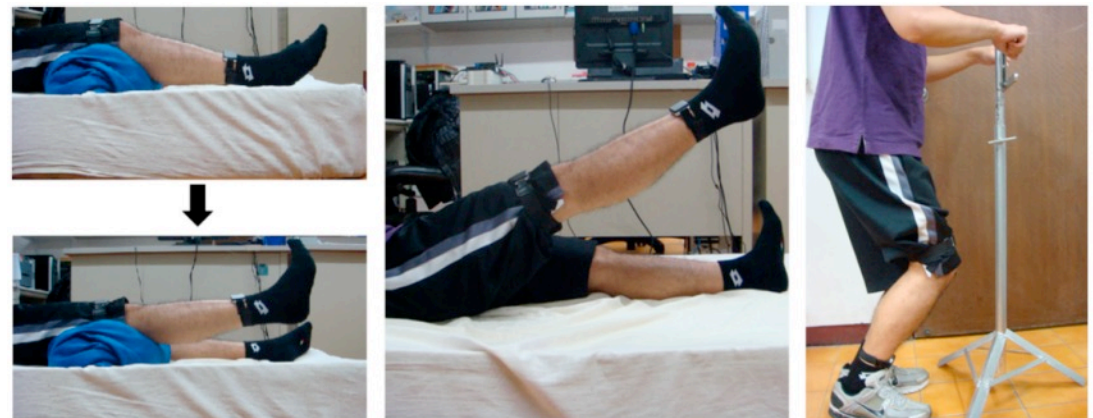




Table 1. Alternations of three rehabilitation exercises.

| Rehabilitation Exercise | Label | Times |
|--------------------------|------------------------------------|-------|
| Short-Arc Exercise (SAE) | 1. Normal | 10 |
| | 2. Initial knee flexion angle >25° | 10 |
| | 3. Knee not fully extended | 10 |
| | 4. Both 2 and 3 | 10 |
| Straight Leg Raise (SLR) | 1. Normal | 10 |
| | 2. Knee not fully extended | 10 |
| | 3. Hip joint external rotation | 10 |
| | 4. Raise angle not approx. 45° | 20 |
| | 5. Both 2 and 3 | 10 |
| Quadriceps Strengthening | 1. Normal | 10 |
| | 2. Trunk bent forward | 10 |
| Mini-squats (QSM) | 3. Knee angle not approx. 45° | 10 |
| | 4. Both 2 and 3 | 10 |
| Total | | 140 |

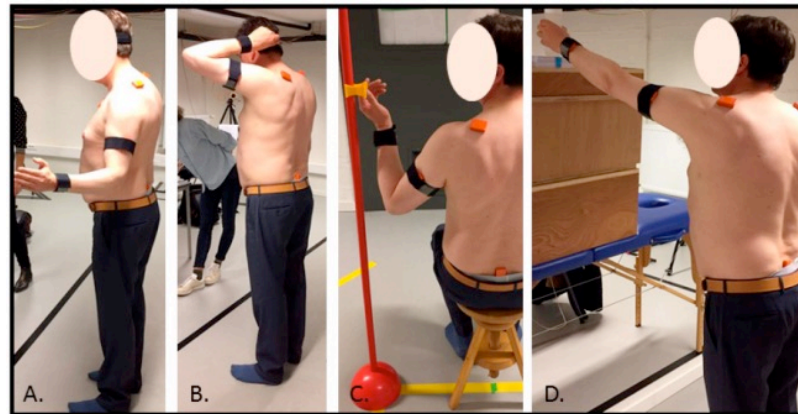
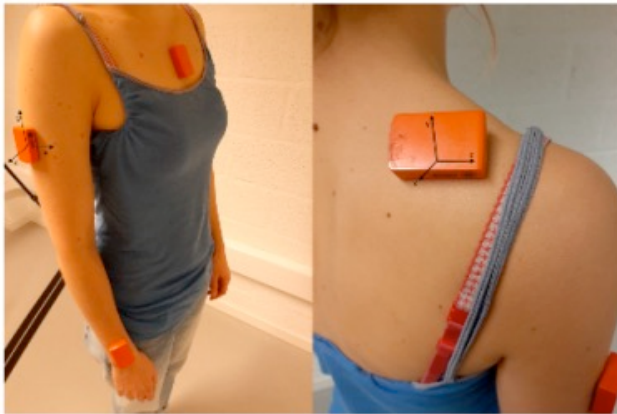


Article

Assessment of Scapulothoracic, Glenohumeral, and Elbow Motion in Adhesive Capsulitis by Means of Inertial Sensor Technology: A Within-Session, Intra-Operator and Inter-Operator Reliability and Agreement Study




Liesbet De Baets^{1,*} , Stefanie Vanbrabant^{2,3}, Carl Dierickx⁴, Rob van der Straaten¹  and Annick Timmermans¹

Solutions low-cost

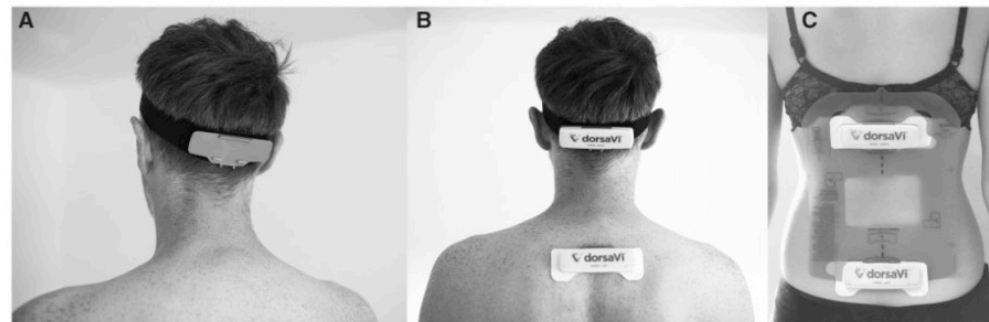


Original article

Validity and reliability of a sensor-based electronic spinal mobility index for axial spondyloarthritis











Philip V. Gardiner ¹, Dawn Small¹, Karla Muñoz-Esquivel², Joan Condell², Antonio Cuesta-Vargas³, Jonathan Williams⁴, Pedro M. Machado ^{5,6,7} and Juan L. Garrido-Castro ⁸

Généralisables à
toutes les parties du
corps

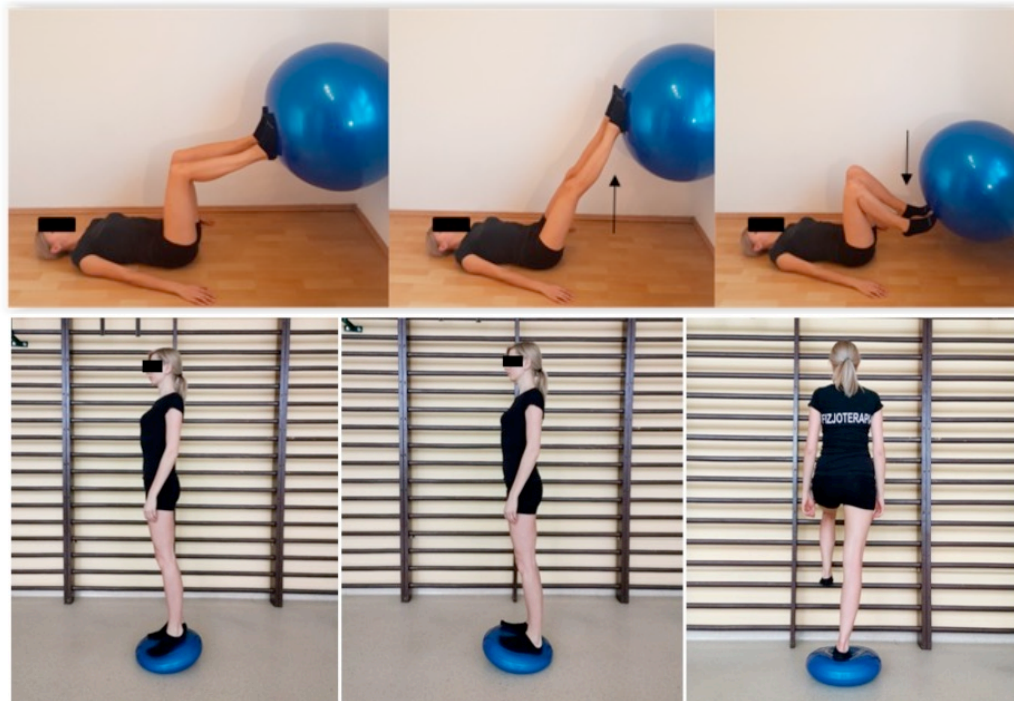


Article

Wireless Motion Sensors—Useful in Assessing the Effectiveness of Physiotherapeutic Methods Used in Patients with Knee Osteoarthritis—Preliminary Report

Jagoda Goślińska ^{1,*}, Agnieszka Wareńczak ¹, Margaret Miedzyblocki ¹,
Krystyna Hejdysz ¹, Ewa Adamczyk ¹, Paweł Sip ¹, Ewa Chlebuś ¹,
Jarosław Gośliński ², Piotr Owczarek ², Adam Woźniak ² and Przemysław Lisiński ¹

Utile dans le cabinet

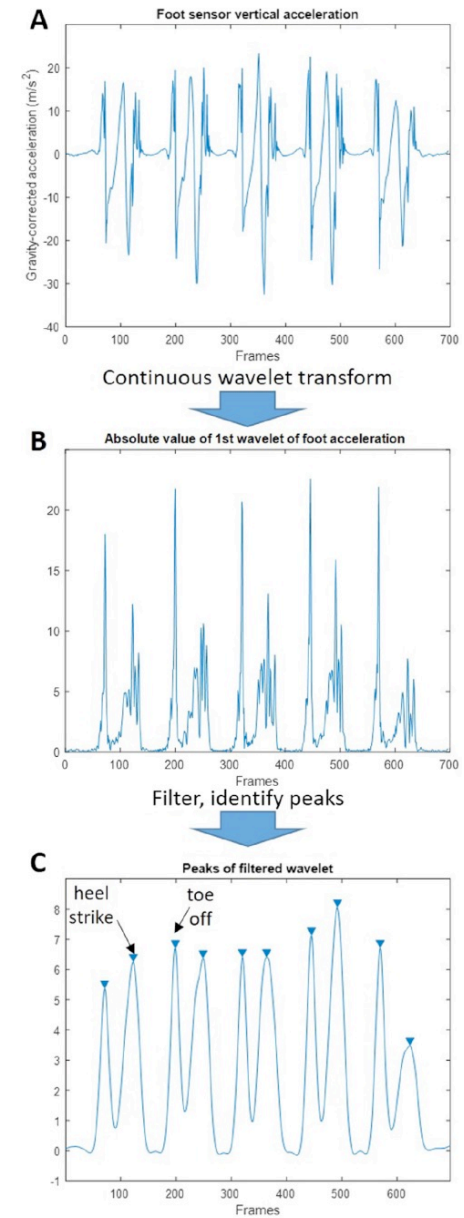
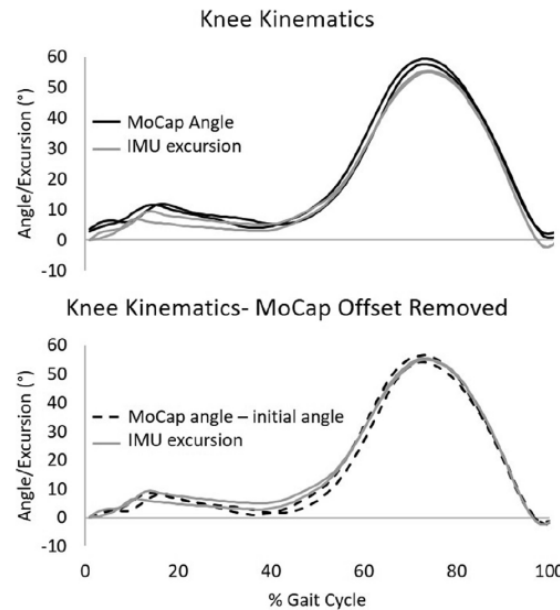




Measuring markers of aging and knee osteoarthritis gait using inertial measurement units



Jocelyn F. Hafer^{a,b,*}, Seraphina G. Provenzano^b, Kathy L. Kern^b, Cristine E. Agresta^{b,e}, John A. Grant^c, Ronald F. Zernicke^{b,c,d}

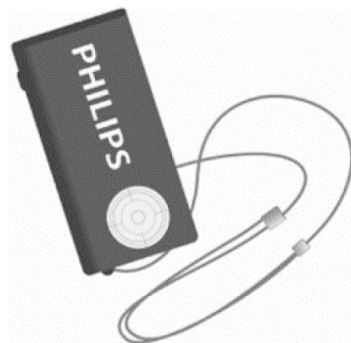


Un stimulant pour la recherche “technique”

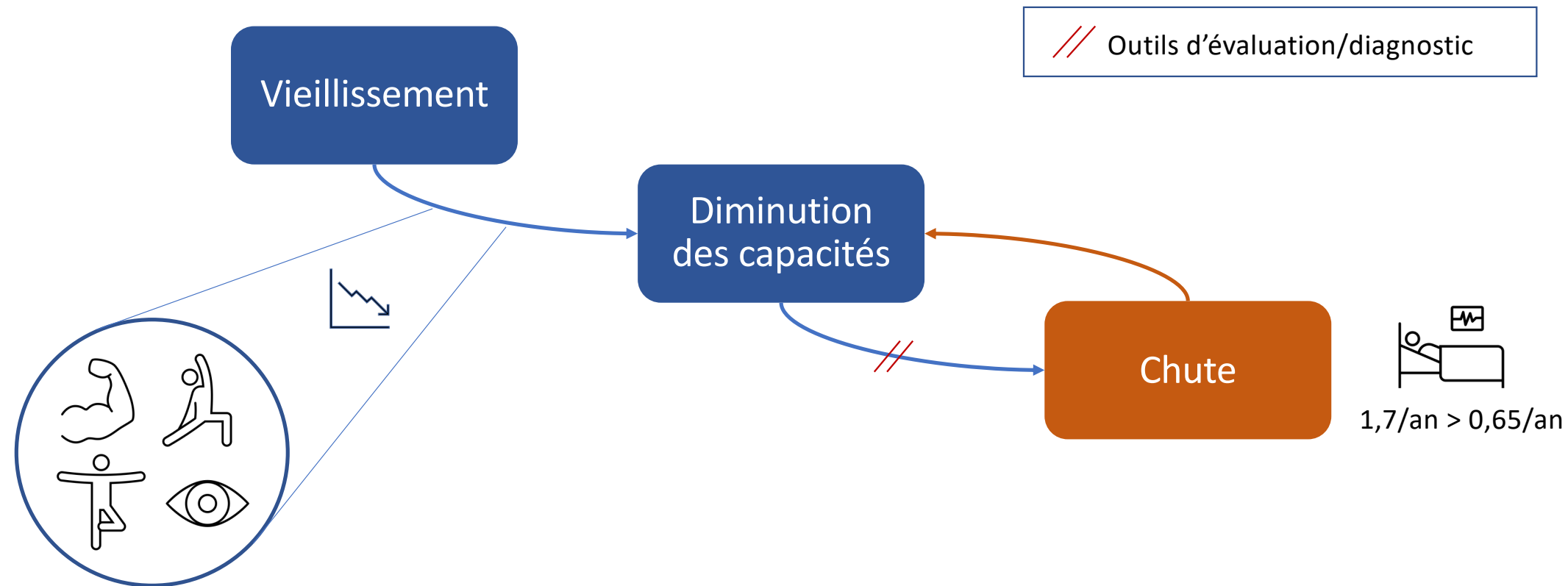
Original Paper

Feasibility and Patient Experience of a Home-Based Rehabilitation Program Driven by a Tablet App and Mobility Monitoring for Patients After a Total Hip Arthroplasty

Jildou Hoogland¹, MSc; Annet Wijnen¹, MSc; Tjerk Munsterman², MSc; Carina LE Gerritsma³, MD, PhD; Baukje Dijkstra⁴, MSc; Wierd P Zijlstra⁴, MD, PhD; Janneke Annegarn⁵, PhD; Francisco Ibarra⁶, PhD; Wiebren Zijlstra⁷, PhD; Martin Stevens¹, PhD



Gériatrie et risque de chute



(OMS, 2018; Rubenstein, 2006)

Timed-up-and-go



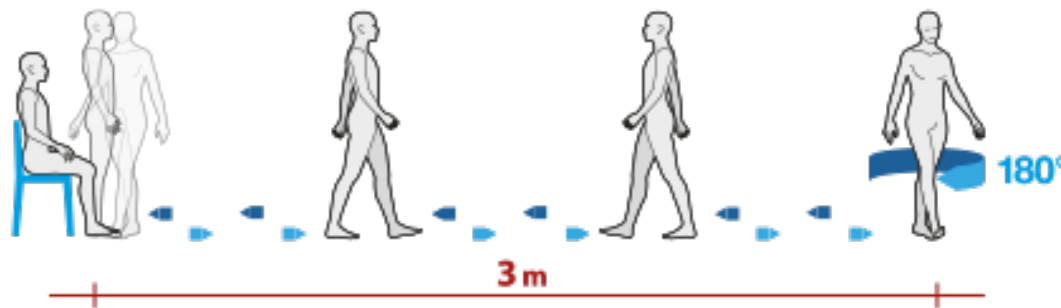
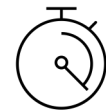
Lever
Marche
Demi-tour
Assis



Seuil (14s)



Limites



(Podsiadlo & Richardson, 1991; Schoene et al., 2013; Shumway-Cook et al., 2000)

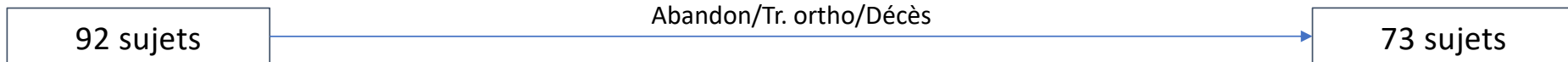
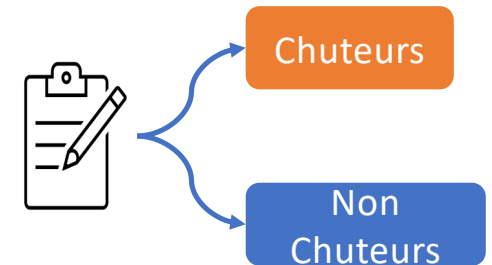
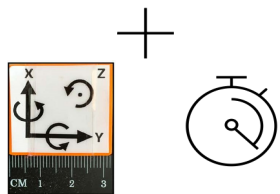
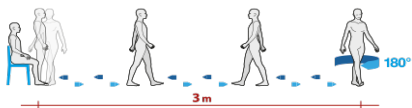
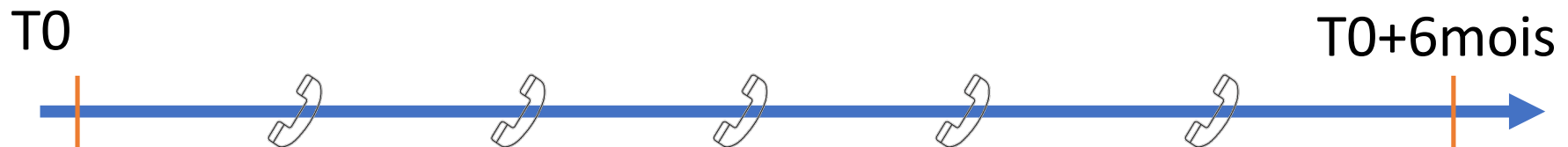
Protocole

- Buisseret et al. (2020).

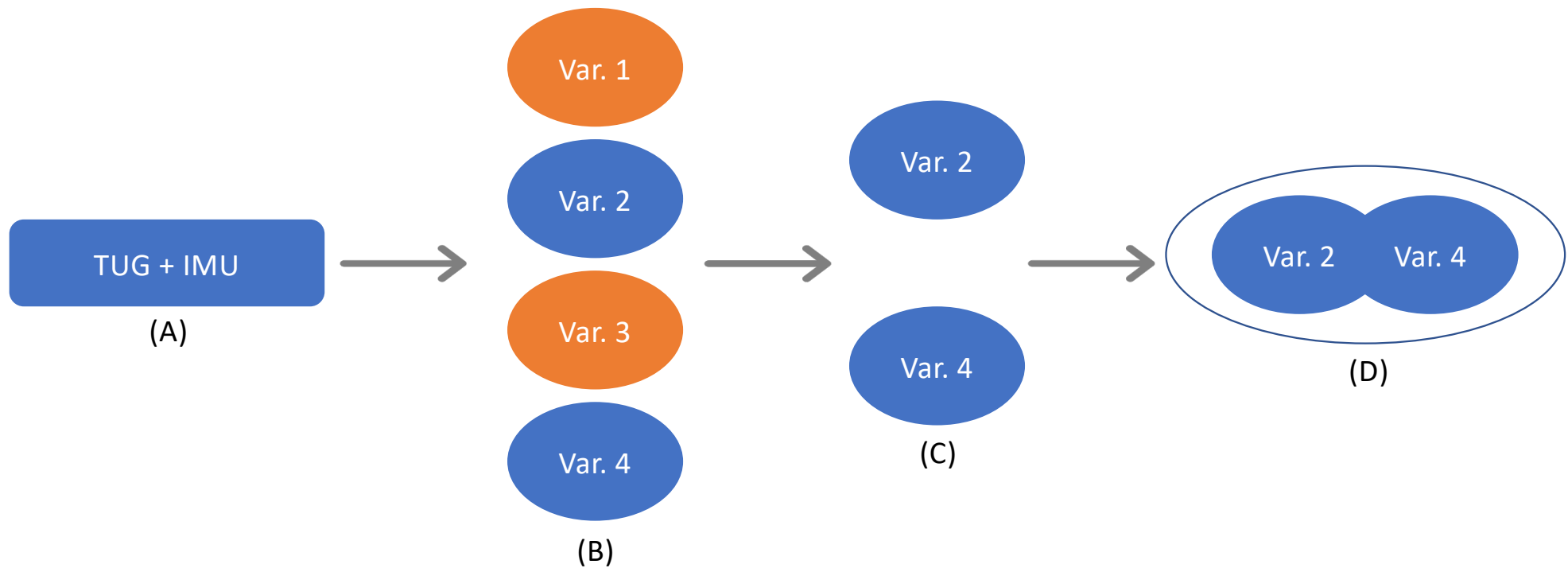
Article

Timed Up and Go and Six-Minute Walking Tests with Wearable Inertial Sensor: One Step Further for the Prediction of the Risk of Fall in Elderly Nursing Home People

Fabien Buisseret ^{1,2,3}, Louis Catinus ¹, Rémi Grenard ¹, Laurent Jójczyk ^{1,2}, Dylan Fievez ¹, Vincent Barvaux ^{1,2} and Frédéric Dierick ^{1,4,5,*}



Traitement des données

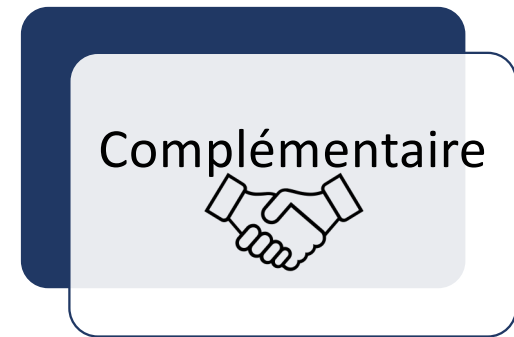
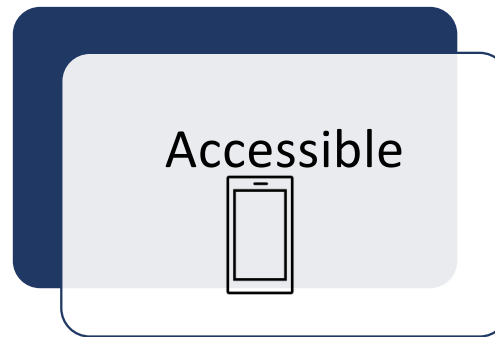
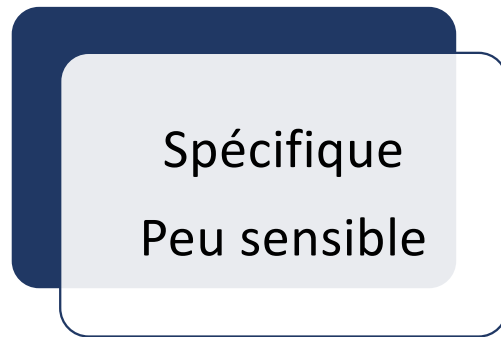


A : Test TUG avec le capteur inertiel
B : Variables cinématiques obtenues

C : Analyse statistique pour la sélection des variables
D : Modèle de régression logistique

Résultats

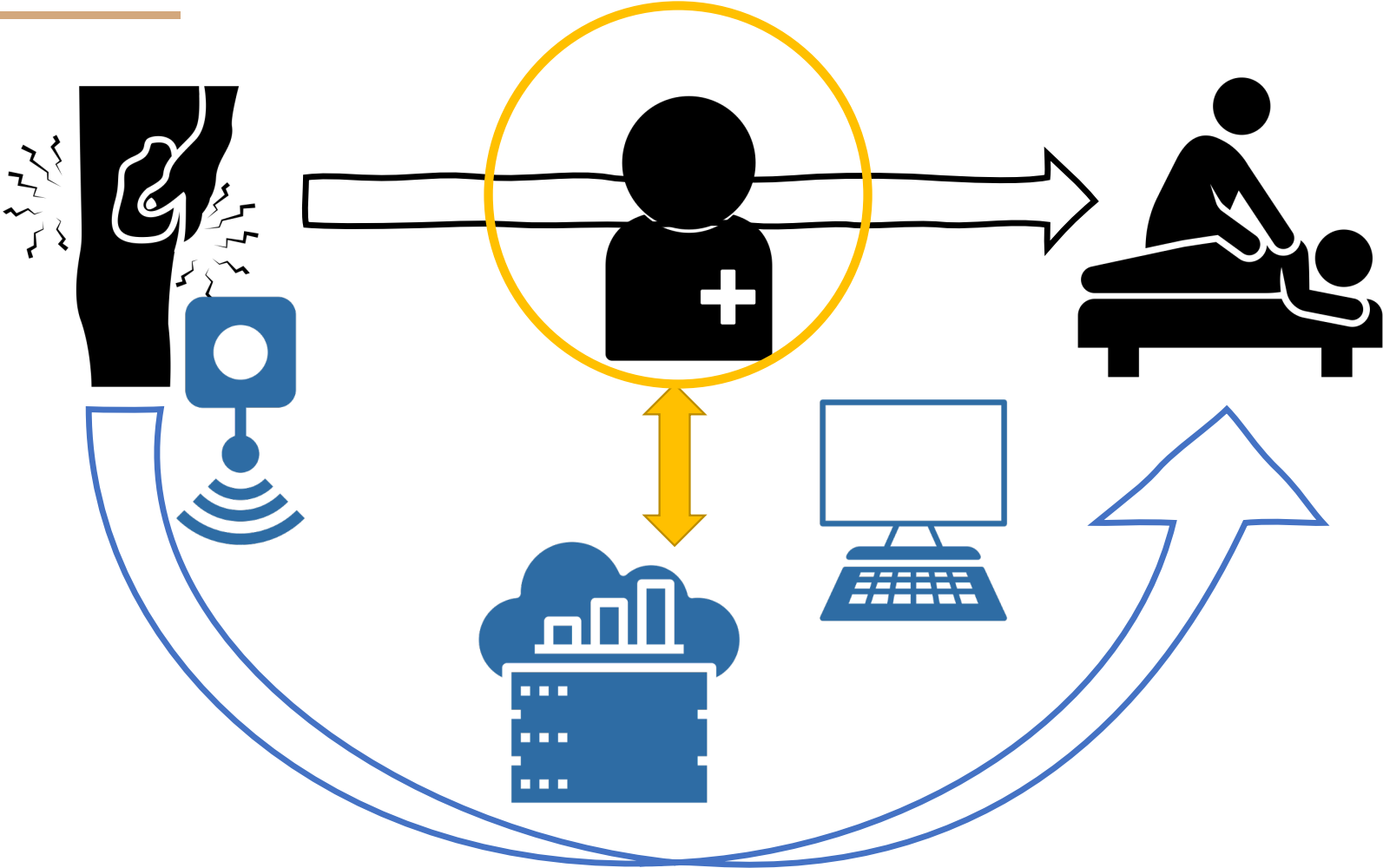
- Une analyse des données provenant des capteurs pendant le TUG permet de déterminer si l'individu chutera dans les 6 mois avec une précision de 74%
- Spécificité de 96% : un individu déclaré non-chuteur ne chutera probablement pas



- Domaine de recherche actif

Barry et al., 2014; Schoene et al., 2013; Shumway-Cook et al., 2000

La pratique médicale en évolution



Intelligence artificielle ?

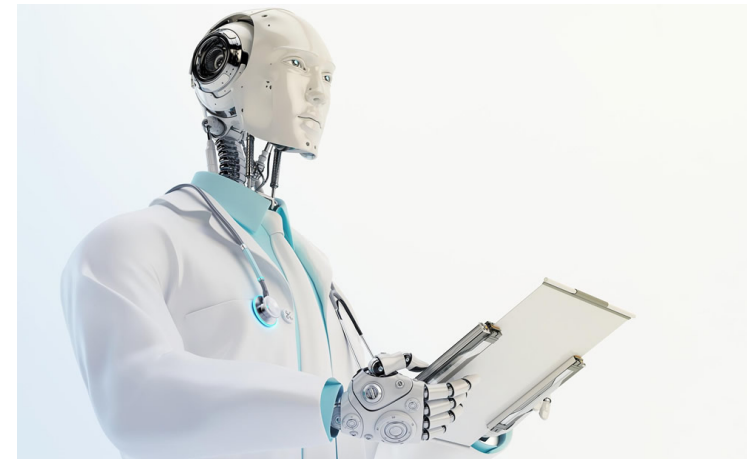
(A) Techniques d'analyse permettant de "classer" des signaux provenant de capteurs

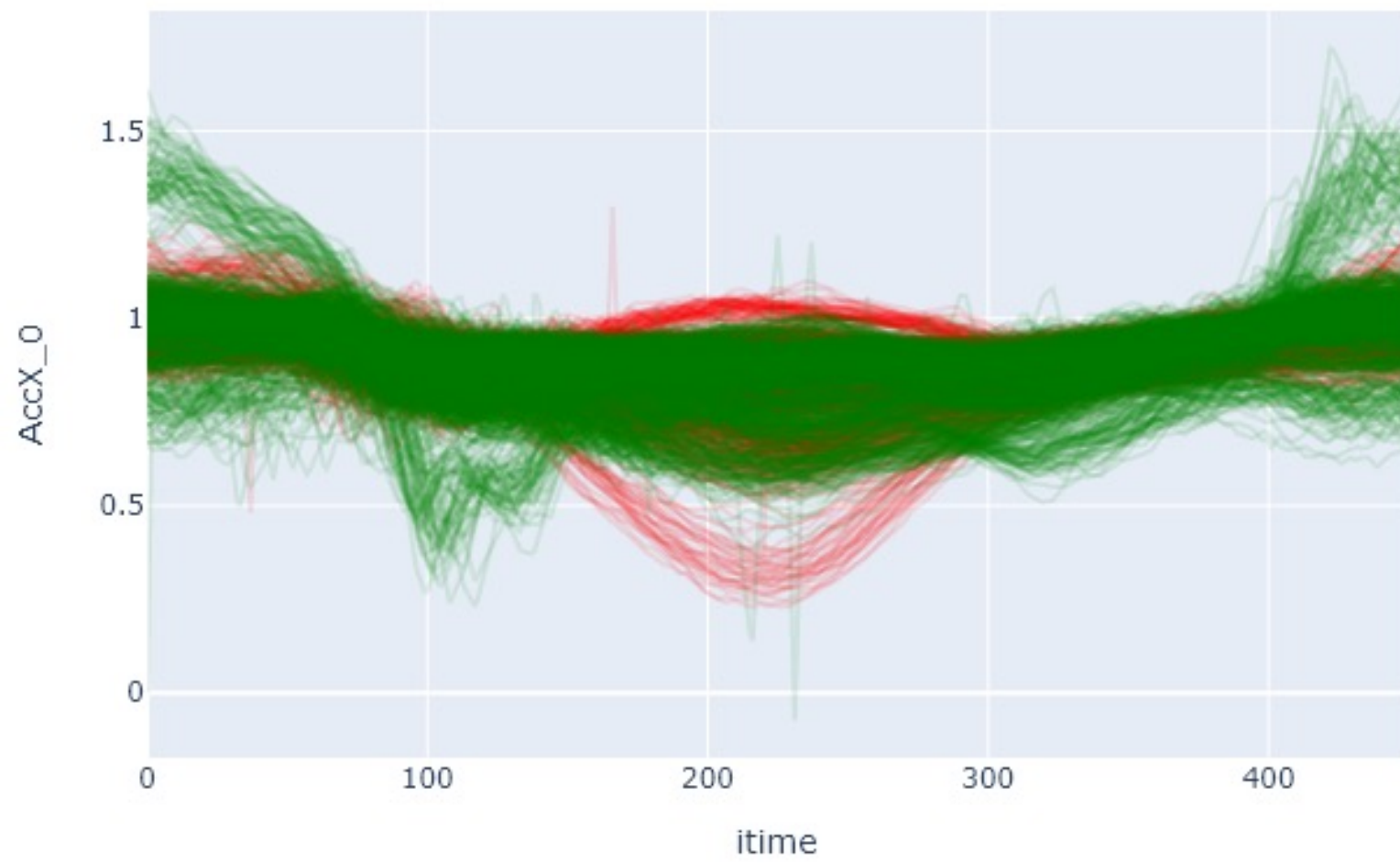
- Deep learning
- Réseaux de neurones
- ...

Complément des statistiques "habituelles" ; performant avec un très grand nombre de données.
Outils in fine au service du thérapeute.

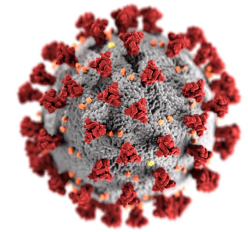
(B) Vers le médecin-robot ?

- La machine décide (cas de l'imagerie médicale)
- Pas à l'ordre du jour dans les TMS
- Acceptabilité ?
- Questionnement éthique





Téléréadaptation & acceptabilité



Il s'agit de l'ensemble des techniques de réadaptation disponibles et basées sur les technologies de l'information et la communication.

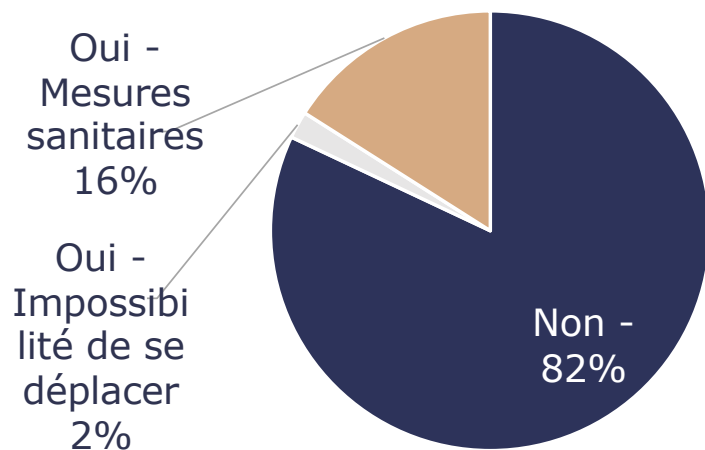
- "Soin en ligne" : téléphone mais surtout vidéo
- Selon la littérature, ces techniques permettent l'évaluation et le traitement de TMS variés dont la lombalgie (Cotrell, 2017; Turolla, 2020)

Les moyens techniques sont largement disponibles (internet, PC, smartphone), ces soins à distance peuvent être remboursés par l'INAM et les confinements successifs les ont encouragés.

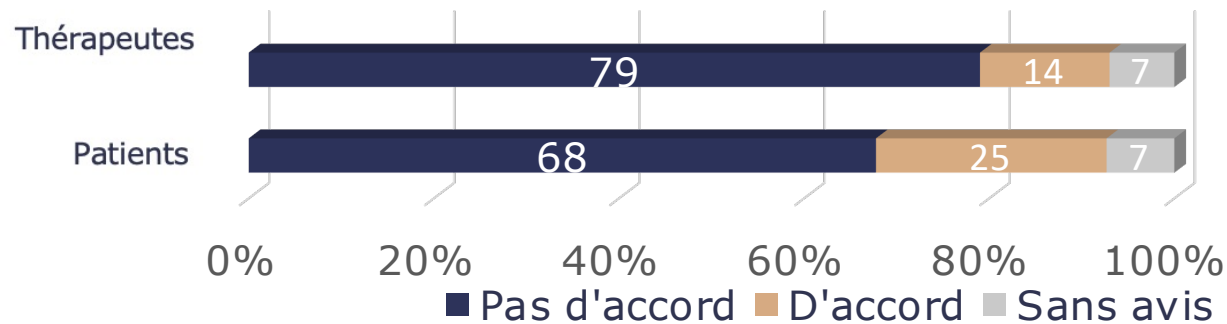
Or, selon une enquête menée en février-mars 2021 sur 68 patients et 107 thérapeutes Belges et Français concernés par les TMS...

- Cette technique n'a pas (ou peu) été adoptée. Pourquoi ?

Avez-vous déjà eu recours à la TR pour le traitement d'un TMS ?



Je pense qu'il me serait difficile de maîtriser un des outils nécessaires à une séance de TR.

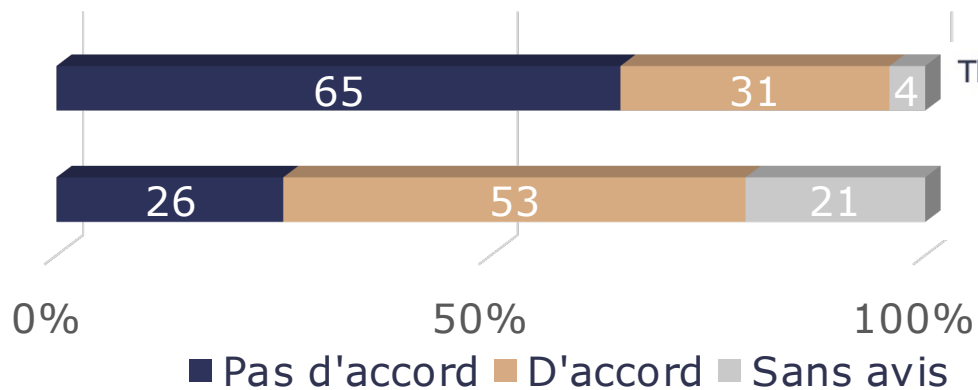


Un manque d'efficacité perçue...

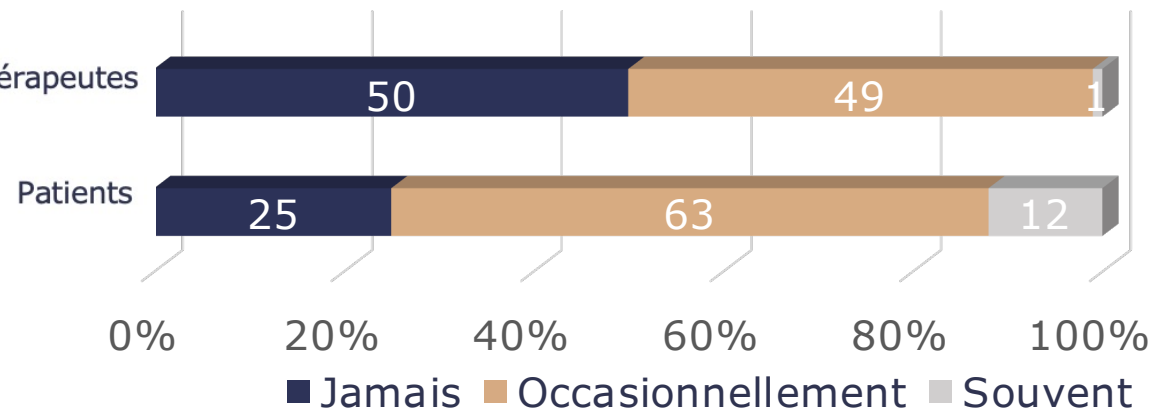
- ... qui est surtout présent chez les thérapeutes : image du métier chamboulée !

Une nouvelle technologie n'est pas nécessairement acceptable par l'utilisateur.

Je pense que la TR pourrait améliorer l'efficacité de mon traitement/ du traitement de mon patient.



À l'avenir, j'ai l'intention d'utiliser la TR pour la prise en charge de mon TMS / du TMS de mon patient.



Conclusion

- Capteurs + techniques d'analyses + stockage des données
 - Accessible
 - Porte ouverte vers de nouvelles sources d'information
 - Techniques à domicile / à distance
- Problématique de l'acceptabilité
 - Changement dans la façon d'aborder la médecine / une prise en charge
 - Souhaite-t-on opérer ce changement ? Points de vue thérapeute ou patient
 - Education aux avantages et inconvénients de ces techniques