

# NOMADe à mi-parcours

## Présentation de deux réalisations

FABIEN BUISSETER (1) – FRÉDÉRIC DIERICK (1) – WESLEY  
ESTIEVENART (1) – RENAUD HAGE (1) – SÉBASTIEN LETENEUR (2) –  
OLIVIER NOCENT (3) – LAURA RAMONFOSSE (4)

(1) *CeREF, Chaussée de Binche 159, 7000 Mons, Belgique*

(2) *Université polytechnique Hauts-de-France, UMR 8201 - LAMIH - Laboratoire d'automatique de mécanique et d'informatique industrielles et humaines, F59313, Valenciennes, France*

(3) *Université de Reims Champagne-Ardenne - Laboratoire performance, santé, métrologie, société (EA 7507), Campus moulin de la Housse, Chemin des Rouliers BP 1036, 51687 Reims Cedex 2, France*

(4) *Haute école de Namur-Liège-Luxembourg, Centre FoRS, Département technique de Marche, Rue Victor Libert 36h, 6900 Marche-en-Famenne, Belgique*

[buisseretf@helha.be](mailto:buisseretf@helha.be)

**RÉSUMÉ.** – Le projet INTERREG FWVL NOMADe (*NeurOMuskuloskeletal Disorders – e-learning ecosystem*), dont le CeREF est chef de file, vise à développer et coordonner un écosystème d'apprentissage, R&D et expertise spécialisé dans le domaine des troubles neuro-musculo-squelettiques. Ce projet, financé sur une durée de trois ans, est actuellement dans sa deuxième année. Après une brève présentation de NOMADe, deux de ses dernières réalisations sont présentées : un environnement en réalité virtuelle visant à évaluer et travailler la mobilité cervicale et un jeu de cartes pédagogique destiné à l'apprentissage du raisonnement clinique.

**ABSTRACT.** – The INTERREG FWVL project called NOMADe (*NeurOMuskuloskeletal Disorders – e-learning ecosystem*), headed by the CeREF, seeks to create and coordinate a learning, R&D and proficiency ecosystem specialized in neuromusculoskeletal disorders. This project, which is being fi-

nanced over a period of three years, is currently in its second year. Following a brief explanation of NOMADe, two of its most recent achievements will be presented: a virtual reality environment aimed at evaluating and improving cervical spine mobility, as well as an educational card game for learning clinical reasoning skills.

MOTS-CLÉS. – Evidence Based Medicine — Interreg FWVI — Raisonnement clinique — Réalité virtuelle — Troubles neuro-musculo-squelettiques

### Plan de l'article

1. Résumé du projet
2. Le DidRen VR
  - 2.1. Contexte
  - 2.2. Le DidRen
  - 2.3. L'application DidRen VR
  - 2.4. Conclusion partielle
3. Le Jeu des familles d'hypothèses
  - 3.1. Contexte et objectif
  - 3.2. Le raisonnement clinique hypothético-déductif et l'organisation des connaissances chez les étudiants
  - 3.3. Le Jeu des familles d'hypothèses
  - 3.4. Conclusion partielle
4. Le mot de la fin

## 1. Résumé du projet

Le projet INTERREG FWVI NOMADe a été présenté de manière détaillée dans un précédent article de cette revue (Buisseret, 2020). Nous en résumons donc les éléments principaux dans ce chapitre et invitons le lecteur intéressé à consulter la publication citée.

En Belgique et en France, comme dans toute l'Europe d'ailleurs, la prévention et la prise en charge des troubles neuro-musculo-squelettiques (TNMS) constituent un problème de santé publique reconnu (CES, 2017; Fedris, 2016). Dès lors, toute augmentation des compétences des thérapeutes dans ce domaine ainsi qu'une diversification des moyens de traitement possèdent un impact positif potentiel sur l'inégalité des patients vis-à-vis de l'accès à des soins de santé de qualité. S'inscrivant dans cette thématique, le projet NOMADe (*NeuroMusculoskeletal Disorders – e-learning ecosystem*) vise à développer et coordonner un écosystème d'apprentissage, R&D et expertise spécialisé dans le domaine des TNMS. Il a débuté le 1<sup>er</sup> octobre 2019 et durera 3 ans pour un budget total de 2,4 M €, financé par le Fonds européen de développement régional (FEDER), co-financé par l'AViQ et la Provincie Oost-Vlaanderen. Le consortium impliqué dans le projet réunit le Centre de recherche et for-

mation continue de la HELHa (CeREF, chef de file), l'Université de Mons (UMONS), FoRS (Henallux), l'UAntwerpen, la KULeuven (Ghent), l'Université de Lille, l'Université Polytechnique Hauts de France (UPHF, Valenciennes), l'Université de Reims Champagne-Ardenne (URCA) et l'Université Picardie Jules Verne (UPJV, Amiens).

Les objectifs de NOMADe sont centrés sur les préoccupations des acteurs impliqués dans la prise en charge des TNMS, soient les thérapeutes en demande de nouvelles compétences disciplinaires, interdisciplinaires (formation continue) et/ou technologiques (développement de dispositifs low cost d'évaluation des TNMS, outils de revalidation en cabinet ou à domicile, etc.). Deux réalisations seront présentées dans cet article afin d'illustrer cette approche : le DidRen VR, un environnement virtuel d'évaluation et rééducation de la mobilité cervicale développé en collaboration CeREF-URCA, et le Jeu des familles d'hypothèses, une approche ludique d'apprentissage du raisonnement clinique développée en collaboration CeREF-UPHF-FoRS.

## 2. Le DidRen VR

### 2.1. Contexte

Des tests cliniques existent dans le but d'évaluer les aptitudes fonctionnelles d'un patient ou d'évaluer les progrès d'un patient en traitement. Bien qu'il existe un consensus quant à la fréquence, l'intensité de l'effort et des positions des exercices classiques utilisés pour la rééducation de la nuque (Price, Rush-ton, Tyros, & Heneghan, 2021), entraîner un patient par la passation répétée d'un test (pouvant être considéré comme exercice) n'est pas chose aisée. En effet, l'accent étant mis sur une épreuve standardisée, il est difficile d'en modifier les paramètres, donc d'adapter le test aux capacités et progrès du patient. L'utilisation de la réalité virtuelle (RV ou VR pour « *Virtual Reality* ») dans ce contexte peut permettre le développement de tests et exercices cliniques dans un environnement 3D virtuel (Adamovich, 2019). Grâce à la programmation, il est possible de rendre l'environnement modulaire, donc adaptatif par rapport aux capacités du patient. De plus, l'aspect ludique peut être travaillé et modifié plus aisément. La VR repose sur l'utilisation de technologies avancées, y compris des ordinateurs et divers périphériques multimédias, pour produire une interaction (physique ou cognitive) en temps quasi réel avec un environnement artificiel simulé que les utilisateurs perçoivent comme comparable aux objets et événements du monde réel (Baus, 2014; Weiss, 2003). Les images sont pensées

selon la vision de l'utilisateur. En effet, l'environnement 3D doit s'adapter en temps réel à la perspective et aux mouvements de celui-ci.

Le cahier des charges de l'application VR comporte différents points importants : l'immersion de l'utilisateur doit être optimale, l'application doit être équivalente au test clinique réel pour certains paramètres « par défaut » de l'environnement, elle doit permettre de collecter au minimum les mêmes informations et rester simple d'utilisation. Le prix est également une donnée importante pour rester accessible à tout thérapeute de terrain : certains dispositifs de grande qualité comme l'HTC Vive possèdent un prix avoisinant les 1500 € et peuvent être dissuasifs, tandis que les Google Cardboard permettent de transformer un smartphone en casque de VR pour un prix de 10 €, avec une qualité d'image pouvant être insuffisante.

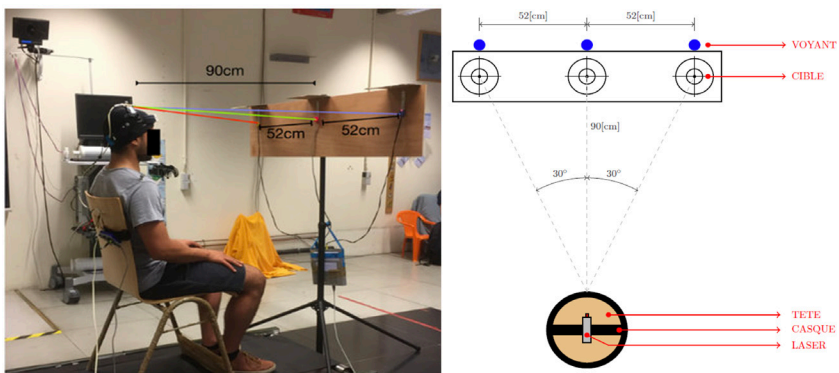
Plusieurs caractéristiques techniques sont cruciales dans le développement d'applications VR. Premièrement, il y a le temps de réponse ou latence. Il correspond au délai entre le moment où un utilisateur agit et le moment où l'environnement virtuel reflète cette action. La latence fait généralement référence au délai entre le moment où un utilisateur tourne la tête ou bouge les yeux et le changement de point de vue. Par exemple, tout changement d'inclinaison de la tête de la part de l'utilisateur doit pouvoir être retranscrit avec un délai minimal. Kobayashi *et al.* (2006) ont montré que la fréquence d'image idéale est de 120 images/secondes (60 minimum - 240 maximum). Si la fréquence est trop basse, l'utilisateur détecte une latence, prenant alors conscience d'être dans un environnement artificiel, ce qui détruit l'immersion. Deuxièmement, la résolution de l'écran. Elle dépend fortement de la puissance de calcul offerte par la machine chargée de modéliser le monde virtuel. Les PC et smartphones actuels sont suffisamment sophistiqués pour développer et exécuter les logiciels nécessaires à la création d'environnements virtuels de résolution suffisante pour garantir l'immersion. Troisièmement, il est important de tenir compte du déséquilibre sensoriel ou cybercinétose (Brun, 2020). Celui-ci intervient couramment chez le sujet utilisant la réalité virtuelle si la conception du son ou de l'image est inadaptée. Par exemple, si l'environnement incorpore un son 3D, l'utilisateur doit être convaincu que l'orientation du son change de façon réaliste au fur et à mesure qu'il se déplace dans l'environnement. Concernant l'image, le taux de rafraîchissement se doit d'être constant pour éviter la cybercinétose.

D'autres points importants à prendre en compte sont l'utilisation, l'ergonomie et le coût du casque. L'Oculus Quest 2 a été choisi, car il présente actuellement un rapport qualité-prix optimal. De plus, il est autonome, ce qui est

un des principaux critères de choix dans ce projet. Le praticien doit pouvoir en effet utiliser le casque et l'application sans ordinateur, câbles et balises qui seraient gênants pour le patient et les tests cliniques réalisés. Le coût du casque (autour de 400 €) reste accessible pour une application clinique. Puisque le casque suffit, l'utilisateur peut se passer de l'achat d'une tablette ou d'un smart-phone compatible et nécessaire à son bon fonctionnement.

## 2.2. Le DidRen

Le test clinique retenu pour développer une application en réalité virtuelle est le « DidRen » test (Hage, 2009). Dans ce test, le patient est assis sur une chaise et il est muni d'un casque comportant un pointeur laser en son sommet, dirigé vers l'avant (illus. n°1). Face à lui se trouvent trois cibles qu'il va devoir viser avec le pointeur laser, dans un ordre prédéterminé : centre, gauche, centre, droite. L'écart entre les cibles est tel que pour passer de celle du milieu à une des extrémités, la nuque doit effectuer une rotation de 30°. Il faut que le pointeur reste au centre de la cible pendant un certain temps appelé temps de validation (0,8 s par défaut) afin de passer à la cible suivante. Le test doit être effectué le plus vite possible par le patient ; le temps de passation est une mesure de la mobilité cervicale du patient.



Illus. n°1.

Le DidRen test « réel » (à gauche) et sa représentation schématique en vue de haut (à droite).

Les positions et dimensions par défaut sont mentionnées.

Nous l'avons déjà signalé : l'avantage majeur de la VR par rapport à la réalité « vraie » est de pouvoir paramétrer et modifier l'environnement. Dans le cas du DidRen test par exemple, il est possible de modifier la distance entre les cibles, ce qui revient à changer l'angle de rotation nécessaire pour les viser.

On peut aussi en principe changer le nombre de cibles, le temps de validation, le nombre de cycles, imposer un départ aléatoire (gauche ou droite plutôt que toujours du même côté), modifier la position des cibles, la taille des cibles, mettre les cibles en mouvements, et même enregistrer des données cinématiques complexes grâce au capteur de mouvement intégré dans le casque VR. Les possibilités d'évolution de l'environnement VR sont extrêmement larges ; tous ces changements seraient beaucoup plus complexes, chronophages pour le clinicien, voire impossibles à mettre en œuvre dans le test réel. Le DidRen VR devrait ainsi présenter une modularité suffisante pour développer des programmes de rééducation complexes et évolutifs.

### 2.3. L'application DidRen VR

L'application, développée en utilisant le moteur Unity 3D, permet actuellement d'effectuer le test clinique classique dans l'environnement VR créé par le casque et inclut 7 autres modalités présentées dans l'illustration n°2. Le principe reste le même dans chacun des tests : il faut viser les cibles les unes après les autres, dans un certain ordre, le plus vite possible. L'utilisateur contrôle la position d'un faisceau laser virtuel par des mouvements de tête. Ce qui change d'une modalité à l'autre est la position des cibles. Cela a pour avantage de pouvoir tester d'autres mouvements que des rotations axiales, à savoir des flexions et extensions de la nuque ainsi que des rotations composées.



Illus. n°2.

#### Les différents modes de test implémentés.

Les cibles horizontales correspondent au test classique.

Une interface utilisateur — un menu — permet de gérer l'application, de sélectionner le test voulu, régler les paramètres. Ces derniers sont : le temps de validation (de 0,1 à 1,5 s), le nombre de cycles, la taille de la zone de validation

(illus. n°3), le côté de départ, la position des cibles et la séparation angulaire entre deux cibles (de 0 à 60°). Tous ces paramètres sont enregistrés en fin de session et chargés automatiquement lors d'une nouvelle ouverture de l'application.



Illus. n°3.  
Les 4 tailles autorisées pour la zone de validation.

Durant chaque test, l'application va enregistrer plusieurs données et créer des fichiers utilisables ultérieurement par le thérapeute. Ces fichiers contiennent des données générales et des données cinématiques. Les données générales rassemblent : le test effectué, la date de début et de fin, le temps total (score du patient), le côté de départ, les positions des cibles et un lien vers le fichier de données cinématiques correspondantes. Les données cinématiques contiennent les composantes d'accélération, vitesse, position, accélération angulaire, vitesse angulaire et position angulaire. Elles sont calculées au départ des données enregistrées par le capteur inertiel (accélération et vitesse angulaire) intégré dans l'Oculus Quest 2.

## 2.4. Conclusion partielle

Une première version pleinement fonctionnelle du DidRen VR est réalisée. Cette application constitue un outil innovant d'évaluation de la mobilité cervicale, mais également, grâce à un environnement largement paramétrable, de rééducation. Une vidéo de démonstration est disponible à l'adresse [https://www.youtube.com/watch?v=Pqerty4Bj\\_5A](https://www.youtube.com/watch?v=Pqerty4Bj_5A). Des tests sur sujets sains (URCA) et sur patients (CeREF) seront effectués durant la dernière année du projet NOMADe.

## 3. Le Jeu des familles d'hypothèses

### 3.1. Contexte et objectif

Au cours du vingtième siècle, l'empirisme clinique a progressivement laissé place à des diagnostics plus spécifiques conduisant à des traitements optimisés et à une prise en charge plus précoce des patients. Le processus de diagnostic



est, en principe, réalisé après avoir relié l'examen clinique complet du patient aux connaissances médicales actuelles, ce qui en fait toute la complexité (Els-stein, 2009; M. Jones, 2002; Maitland, 2013). Comme toutes les disciplines médicales de soins primaires, la pratique moderne de la kinésithérapie muscu- lo-squelettique, appelée thérapie manuelle orthopédique et reconnue comme qualification professionnelle particulière (QPP) par le Ministère belge de la santé, nécessite un diagnostic disciplinaire basé sur un raisonnement clinique systématique. Ce dernier intègre l'histoire, les examens subjectifs (anamnèse) et physiques du patient sur base d'un modèle de santé biopsychosocial et des informations disponibles en médecine (EBM) et pratique (EBP) fondées sur des preuves.

Dans l'optique d'une pratique efficace, le raisonnement clinique systéma- tique est obligatoire. Selon les normes éducatives de la Fédération internatio- nale des physiothérapeutes manipulateurs orthopédiques (IFOMPT), l'ensei- gnement et l'apprentissage du raisonnement clinique devraient d'ailleurs être une partie essentielle du système d'éducation des kinésithérapeutes (Norman, 2005; Rushton, 2016). Il s'agit d'un processus cognitif dynamique basé sur différentes étapes incontournables : la perception et l'interprétation des don- nées recueillies lors de l'examen subjectif et physique, le développement d'hyp- othèses, l'exécution des traitements, les explications au patient et le diagnos- tic disciplinaire. C'est tout sauf un processus linéaire : il est itératif, interactif, cyclique et collaboratif avec le patient. Il tente de réaliser un équilibre subtil basé sur la triade suivante : 1°) le thérapeute avec ses préférences, son expérience clinique, ses connaissances générales et spécifiques, ses croyances, ses compé- tences manuelles et comportementales; 2°) le patient avec ses préférences, ses objectifs, ses croyances, son environnement physique et social; 3°) la sélection et l'utilisation des meilleures preuves scientifiques publiées dans la littérature (Reid, 2018). Une notion aussi centrale que le raisonnement clinique se doit donc d'être enseignée dans un cursus de base de kinésithérapie : comment ? A priori, les cas cliniques constituent un point de départ pertinent.

Les cas cliniques sont généralement introduits dans les programmes d'études dans un contexte particulier, avec l'hypothèse sous-jacente qu'en supprimant la barrière artificielle entre la science et le domaine clinique, les étudiants appré- cieront et apprendront à marier ces deux domaines (Amev, 2017; Balla, 1990). Le raisonnement clinique des étudiants devrait alors augmenter avec l'utilisa- tion des connaissances scientifiques, mais ce processus d'apprentissage est trop souvent hasardeux et incohérent (Balla *et al.*, 1990). Le développement d'ou- tils pratiques qui peuvent être facilement utilisés pour enseigner et apprendre le



raisonnement clinique est donc un besoin critique de la profession. En dehors des écoles de kinésithérapie, ces outils pourraient également être utilisés dans le cadre de plusieurs activités éducatives et de développement professionnel telles que le mentorat clinique, les sessions de tutorat basées sur des cas, l'orientation et le mentorat des nouveaux employés.

À l'heure actuelle, on peut constater un manque d'outils d'apprentissage pour travailler l'apprentissage du raisonnement clinique : l'équipe du projet NOMADe souhaite proposer une solution pour combler cette lacune. L'idée est d'élaborer un nouvel outil pédagogique sous forme d'un jeu de cartes ludique, simple, complet, peu coûteux et structuré qui pourrait être utilisé par les enseignants des écoles de kinésithérapie et leurs étudiants.

### **3.2. Le raisonnement clinique hypothético-déductif et l'organisation des connaissances chez les étudiants**

Le modèle hypothético-déductif reste le modèle de raisonnement clinique le plus durable en kinésithérapie (Rushton, 2016). Pendant l'examen subjectif, les questions sont utilisées comme un moyen de trouver un ou plusieurs signes et symptômes qui conduiraient à la génération d'hypothèses. Le raisonnement hypothético-déductif implique que les étudiants en kinésithérapie s'engagent dans une réflexion pour créer des hypothèses qui sous-tendent le contenu et le processus de leurs propres structures de décision et de connaissance (Croskerry, 2009).

La génération d'hypothèses est un événement analytique lent et précoce dans le processus du raisonnement clinique et est utilisée surtout par les thérapeutes novices. Lors de chaque « étude de cas clinique » proposée aux étudiants, différentes catégories d'hypothèses doivent être considérées en même temps que toutes les autres informations sur le patient rencontré pendant l'interrogatoire et les tests. Dans le modèle de reconnaissance des schémas, rencontré chez les thérapeutes plus expérimentés, le processus hypothético-déductif est alors modifié sous une forme de concordance rapide, intuitive et non analytique de la présentation clinique avec un schéma préalablement formé de constructions de signes et symptômes cliniques (ou schémas cliniques) précédemment appris par le thérapeute (Croskerry, 2009). Ces schémas cliniques sont basés sur la mémoire des expériences cliniques vécues par le thérapeute et seront utilisés pour reconnaître et interpréter des situations cliniques inattendues. Plus le thérapeute a d'expérience, plus il a de chances de détecter de légères variations dans l'examen clinique (Yeung, 2015).

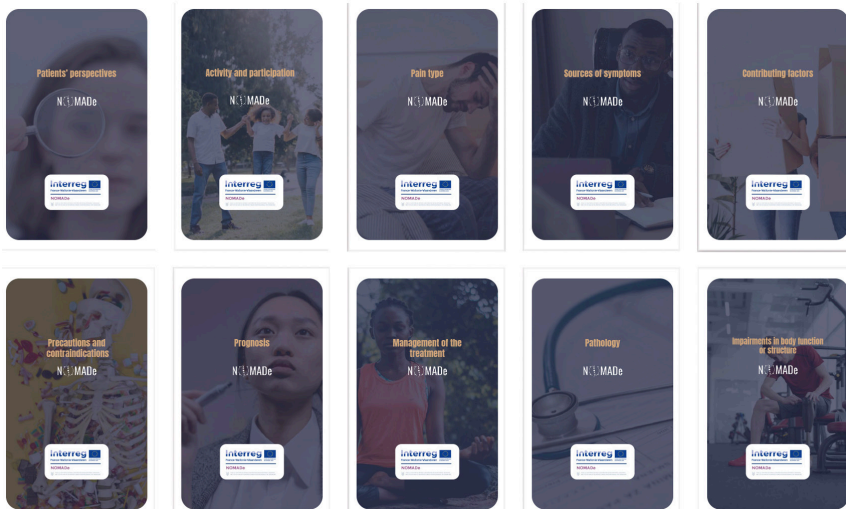
Nous pouvons souligner que le raisonnement clinique, tant pour le type hypothético-déductif que pour les schémas de reconnaissance, est influencé positivement par la cognition et surtout la métacognition (Medina, 2017), soit la capacité d'autoréflexion sur le processus de réflexion et d'autorégulation dans le suivi de la prise de décision (Flavell, 1979). Au cours de leur formation en kinésithérapie, les étudiants reçoivent régulièrement des évaluations formatives et sommatives/certificatives ainsi qu'un retour d'informations pour faciliter l'apprentissage. Cependant, lorsqu'ils obtiendront leur diplôme, ce niveau de supervision ne sera plus disponible et il est donc important qu'ils développent leurs capacités métacognitives pendant leur formation en kinésithérapie. L'utilisation de la métacognition dans le raisonnement clinique est donc importante, car il s'agit d'une méthode permettant de considérer « quoi apprendre ? », « quand apprendre ? » et « comment apprendre ? » (Medina, 2017).

### 3.3. Le Jeu des familles d'hypothèses

Apprendre à trier les caractéristiques/informations cliniques des patients qui distinguent les éléments importants conduisant à des hypothèses doit se faire en utilisant des exemples réels (Monteiro, 2013). Cette méthode permet d'apprendre à distinguer et à examiner les caractéristiques les unes des autres et à interpréter leur pertinence. L'apprentissage du raisonnement clinique par les « *serious games* » (Koivisto, 2018) a montré des bénéfices chez les infirmières et il peut être intéressant d'appliquer cette stratégie des exemples « réels » en jouant à des kinésithérapeutes. Il est donc nécessaire de développer un outil qui puisse nous conduire à atteindre cet objectif tout en offrant un cadre structuré stable et flexible présentant la possibilité d'intégrer de nouveaux concepts et idées au fil du temps. Sur la base de ces informations, l'équipe du projet NOMADe a développé un nouvel outil qui possède toutes les caractéristiques mentionnées ci-dessus et destiné aux étudiants en kinésithérapie ou aux kinésithérapeutes en formation post-professionnelle : le Jeu des familles d'hypothèses.

Les règles du jeu, dont les cartes sont présentées dans l'illustration n°4, sont disponibles à l'adresse <http://nomadeproject.et/gameplay>. Le principe sera brièvement évoqué ci-dessous.

Le design du jeu a été élaboré pour répondre à trois objectifs. Le premier est de faciliter la compréhension des familles tout en prêtant attention à l'aspect inclusif. Pour ce faire, une recherche approfondie de visuels libres de droits a été réalisée au sein du site [Pexels.com](https://www.pexels.com). Ces derniers intègrent une vision mul-



Illus. n°4.

Design des cartes principales dans le Jeu des familles d'hypothèses.

ticulturelle, multigenre et symbolique par rapport à la famille abordée. Par exemple, les facteurs contributifs sont représentés par l'action de porter une charge lourde. Le second objectif est d'assurer une version multilingue permettant son utilisation autant dans les régions francophones que néerlandophones. Pour ce faire, un système de miroir a été mis en place au centre de la carte avec une traduction de part et d'autre. Enfin, le dernier objectif est de professionnaliser le contenu pour attirer le public ciblé et de le labéliser avec les différents logos Interreg et des partenaires.

Le jeu se joue en petits groupes d'étudiants (5 ou 6). Un cas clinique est d'abord proposé aux groupes oralement ou par écrit, par l'enseignant ou par un étudiant. Ce sont les deux premières étapes du raisonnement clinique : la collecte des données et la représentation du problème. Le groupe d'étudiants en interaction sélectionne alors les cartes représentant les « famille d'hypothèses » pour générer une liste d'hypothèses appartenant aux différentes familles proposées. Cette liste est écrite au verso des cartes. Il est essentiel que les familles d'hypothèses soient définies au préalable par l'enseignant, lors d'un cours théorique par exemple. Afin d'être plus explicites, nous proposons ici d'utiliser les hypothèses catégorielles suivantes (Jones, 2019) : 1°) activités et participation : capacités et restrictions ; 2°) perspective ; 3°) source des symptômes ou du dysfonctionnement ; 4°) type de douleur ; 5°) pathologie ; 6°) altérations de la fonction ou de la structure corporelle ; 7°) facteurs contributifs ; 8°) précautions et contre-indications à l'examen et au traitement ; 9°) gestion

du traitement; et enfin 10°) pronostic. Le jeu est en fait structuré à partir de modèles existants déjà enseignés : la Classification internationale du fonctionnement, du handicap et de la santé (CIF) et les standards éducatifs de l'IFOMPT.

Ensuite, l'étudiant ou le groupe d'étudiants liste, pour les mettre en évidence, les caractéristiques clés des données cliniques en écrivant sur les autres cartes à jouer toutes les informations qui devraient être considérées comme des éléments explicatifs possibles de l'hypothèse choisie. Sur base des hypothèses choisies, l'étudiant ou le groupe d'étudiants indique, sur la carte « atout » de chaque famille d'hypothèse, l'hypothèse la plus représentative qui caractérise l'étude du cas clinique présenté. Une fois que toutes les hypothèses ont été indiquées, un groupe d'étudiants peut présenter ses familles d'hypothèses à un autre groupe de participants. Soit la même étude de cas clinique a été analysée et les autres participants peuvent comparer leurs choix d'hypothèses, soit les études de cas cliniques sont différentes pour les étudiants et les autres étudiants peuvent intervenir pour poser des questions. Le jeu prend fin lorsqu'ensemble, le(s) joueur(s) et l'enseignant ont passé en revue toutes les possibilités d'hypothèses.

Le jeu est principalement basé sur l'engagement et l'apprentissage actif (Chamberland, 2001) de l'étudiant en lui proposant de s'amuser pour apprendre le raisonnement clinique.

### **3.4. Conclusion partielle**

La conception du Jeu des familles d'hypothèses vise à travailler la cognition et la métacognition. Aussi, les enseignants peuvent se concentrer sur des questions qui favorisent la conscience métacognitive couplée à un feedback sur les efforts des apprenants dans ce domaine, demander une explication par rapport à la clinique affichée et ainsi bien entraîner les apprenants. Par l'interprétation et la justification, l'utilisateur doit exprimer sa façon de penser et stimuler les processus d'apprentissage et d'éducation.

Des tests concluants du jeu ont déjà été réalisés sur des petits groupes d'étudiants; d'autres tests et collectes de feedbacks seront réalisés durant l'année académique 2021-2022 avec le design définitif du jeu.

## 4. Le mot de la fin

Le projet NOMADe est actuellement à mi-parcours. Malgré une année fortement perturbée par les mesures sanitaires relatives au COVID-19, les équipes ont pu garder des contacts réguliers, en ligne à défaut de présentiel, et ainsi réaliser des avancées significatives. Outre les deux réalisations présentées, divers projets sont actuellement en progrès : un capteur électromyographique low-cost couplé au capteur de mouvement déjà réalisé, la réalisation d'une application d'évaluation ergonomique d'outils manuels, l'organisation de conférences, etc. Restez informés en consultant le site <http://nomadeproject.eu>.

## Remerciements

Merci à toute l'équipe du projet pour son implication et la qualité de ses recherches !

Le projet Interreg FWVI NOMADe est réalisé avec le soutien financier du Fonds européen de développement régional (FEDER).

## Bibliographie

- Adamovich, S.V., Fluet, G.G., Tunik, E., Merians, A.S. (2009). Sensorimotor training in virtual reality : a review. *NeuroRehabilitation*, 25(1), 29-44.
- Amey L., Donald, K.J., Teodorczuk, A. (2017). Teaching clinical reasoning to medical students. *British Journal of Hospital Medicine* (London), 78(7), 399-401.
- Balla, J.I., Biggs, J.B., Gibson, M., & Chang, A.M. (1990). The application of basic science concepts to clinical problem-solving. *Medical Education*, 24(2), 137-147.
- Baus, O., & Bouchard, S. (2014). Moving from virtual reality exposure-based therapy to augmented reality exposure-based therapy : a review. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8, 112. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00112>
- Brun, L. (2020). Cybercinétose en milieu professionnel. *Références en santé au travail*, 161, 107-115.
- Buisseret, F., Bonge, E., Dehouck, S., Eggermont, S., Estievenart, W., Gérard, M., Hage, R., Thiry, P., Velings, N., & Dierick, F. (2020). NOMADe : présentation du projet et premières réalisations. *Revue des Questions Scientifiques*, 191(5), 9-18.
- Chamberland, M., Hivon, R., Tardif, J., & Bedard, D. (2001). Évolution du raisonnement clinique au cours d'un stage d'externat : une étude exploratoire. *Pédagogie Médicale*, 2(1), 9-17.
- Confédération européenne des Syndicats. (2017). Travailler ne doit pas faire mal ! Récupéré le 06/08/20 de <https://www.etuc.org/fr/pressrelease/travailler-ne-doit-pas-faire-mal>

- Croskerry P. (2009). A universal model of diagnostic reasoning. *Academic medicine : Journal of the Association of American Medical Colleges*, 84(8), 1022-1028.
- Elstein, A.S. (2009). Thinking about diagnostic thinking : a 30-year perspective. *Advances in Health Sciences Education : Theory and Practice*, 14 Suppl 1, 7-18.
- Fedris, Agence fédérale des risques professionnels. (2016). *Rapport annuel statistique 2016*. Récupéré le 06/08/20 de [https://fedris.be/sites/default/files/assets/FR/Statistiques/Statistische\\_jaarverslagen\\_BZ/rapport\\_statistique\\_2016.pdf](https://fedris.be/sites/default/files/assets/FR/Statistiques/Statistische_jaarverslagen_BZ/rapport_statistique_2016.pdf)
- Flavell, J.H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring : A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Hage, R., & Ancenay, E. (2009). Identification of a relationship between cervical spine function and rotational movement control. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52, 653-667.
- Jones, M., Edwards, I., & Gifford, L. (2002). Conceptual models for implementing biopsychosocial theory in clinical practice. *Manual therapy*, 7(1), 2-9.
- Jones, M.A., & Rivett, D.A. (2019). *Clinical reasoning in musculoskeletal practice* (2<sup>nd</sup> edition ; foreword by A. Moore). Edinburgh :Elsevier Health Europe.
- Koivisto, J., & Hamari, J. (2019). The rise of motivational information systems : A review of gamification research. *International Journal of Information Management*, 45, 191-210.
- Kuroki, Y., Nishi, T., Kobayashi, S., Oyaizu, H., & Yoshimura, S. (2006). 3.4: Improvement of motion image quality by high frame rate. *SID Symposium Digest of Technical Papers*, 37, 14-17.
- Maitland, G. (2013). *Vertebral manipulation* (8<sup>th</sup> edition). Butterworth-Heinemann.
- Medina, M.S., Castleberry, A.N., & Persky, A.M. (2017). Strategies for improving learner metacognition in health professional education. *American Journal of Pharmaceutical Education*, 81(4), 78.
- Monteiro, S.M., & Norman, G. (2013). Diagnostic reasoning : where we've been, where we're going. *Teaching and Learning in Medicine*, 25, S26-32.
- Norman, G. (2005). Research in clinical reasoning : past history and current trends. *Medical Education*, 39(4), 418-27.
- Price, J., Rushton, A., Tyros, V., & Heneghan, N.R. (2021). Expert consensus on the important chronic non-specific neck pain motor control and segmental exercise and dosage variables : An international e-Delphi study. *PLoS One*, 16(7), e0253523.
- Reid, D., Rebbeck, T., & McCarthy, C. (2017). Clinical reasoning for complex cervical spine conditions. *International Journal of Osteopathic Medicine*, 27, 45-51.
- Rushton, A.B.B., Jordaan, K., Langendoen, R., Levesque, J., Maffey, L., & Pool, L. (2016). Educational standards in orthopaedic manipulative therapy. <https://www.ifompt.org/site/ifompt/IFOMPT%20Standards%20Document%20definitive%202016.pdf>
- Weiss, P.L., Bialik, P., & Kizony, R. (2003). Virtual reality provides leisure time opportunities for young adults with physical and intellectual disabilities. *Cyberpsychology & Behavior : The Impact of the Internet, Multimedia*

---

*and Virtual Reality on Behavior and Society*, 6(3), 335-342. <https://doi.org/10.1089/109493103322011650>

Yeung, E., Woods, N., Dubrowski, A., Hodges, B., & Carnahan, H. (2015). Establishing assessment criteria for clinical reasoning in orthopedic manual physical therapy : a consensus-building study. *Journal of Manual & Manipulative Therapy*, 23(1), 27-36.



