Implantation des nouvelles méthodes et techniques dans l'apprentissage des élèves sourds et malentendants

Présentée par

Nicoleta PETROIU

Dirigée par Serge PORTALIER

Professeur émérite des Universités,

Université Lyon 2









Développement Individu Processus Handicap Education

Ecole Doctorale Education, Psychologie, Information et Communication

Contexte

Social

Scolarisation des enfants sourds et malentendants dans les mêmes établissements et suivant le même programme que les élèves entendants (loi 2002).





Technologique

Le 3 avril 2010 Apple lance la première tablette tactile grand public. Entre 2010 et 2017, 1.1 milliards de tablettes ont été vendues.

Pédagogique

Nombreuses recherches (Bailleul et *al.*, 2009 ; le SCEREN, 2010 ; Louis et *al.*, 2006) ont contribué à l'amélioration de la pédagogie auprès des enfants sourds.





Historique

En 1966, Furth conclut que les retards des enfants sourds sont les conséquences du manque de stimulation que les enfants subissent dans les établissements scolaires.

Question de départ

« Les personnes sourdes peuvent tout faire, sauf entendre » - Marlee Matlin (2011)

Contexte

Plusieurs études (Paul et Jackson, 1993) ont considéré que « le niveau en lecture et en écriture des étudiants sourds âgés de 17 à 18 ans est en moyenne celui d'enfants bien-entendants âgés de 8 à 9 ans ».

La surdité n'est pas un empêchement majeur pour la poursuite des études primaires et secondaires, mais que très peu de sujets sourds accèdent aux études universitaires » (Lauwerier, Lenclave et Bailly, 2003).

Pourrait-on améliorer le processus d'apprentissage des élèves sourds et malentendants d'une manière significative et pérenne ?

Approche théorique

Avant 1960

1960 - 1970

Les années '90

Après 2000

Après 2010

« Sourd égal inférieur »

Pintner et Reamer (1920), Patterson et Pintner (1923), Oléron (1951) et Blair (1957) ont montré qu'il existe des différences significatives entre le fonctionnement cognitif de l'enfant sourd et celui de l'enfant entendant.

« Les sourds vivent et pensent dans le concret »

Dans les années 1960, on a noté un retard des enfants sourds dans l'écrit, la mémoire, la résolution de problèmes, ce qui a conduit à penser qu'ils ont une pensée concrète, sans créativité.

« Sourds intellectuellement « normaux » »

Vernon (1960-2005), ont montré que sourds et entendants sont très similaires quant à l'intelligence non verbale.

« Différent ne signifie pas déficient »

Marschark (2003) considère que « différent ne signifie pas déficient ». Selon lui, « les enfants sourds ne sont pas des entendants qui ne peuvent pas entendre » (Marschark, 2007).

Le 3 avril 2010 Apple lance la première tablette tactile grand public.

De 2010 à 2017, 1.1 milliards de tablettes ont été vendues.

Problématique

« L'iPad est la chose la plus importante que j'aie jamais faite » - Steve Jobs (2010)

L'introduction de ces nouveaux outils, ne pourrait-elle pas permettre d'introduire des logiciels adaptés aux spécificités cognitives des élèves sourds ? Trouver une solution pour faire progresser les personnes déficientes auditives par rapport à leurs performances à l'école

Hypothèse

Les nouvelles technologies informatiques et les tablettes tactiles influenceraient positivement le processus d'apprentissage des élèves sourds et malentendants.

Démarche

Développement d'un logiciel sur tablette mobile optimisé pour les utilisateurs sourds et malentendants : **Digisthésia**.



Solution

La conception et la validation d'une interface numérique de perception dédiée aux personnes sourdes et malentendantes.

But de Digisthésia

Tester et améliorer 4 des principales potentialités cognitives :

- ✓ l'attention
- ✓ la mémoire
- la vitesse de traitement de l'information
- la résolution des problèmes.

Méthodologie – Participants

80 Élèves Âgés de 11 à 16 ans, provenant de collèges de la région lyonnaise. Sourds et Entendants malentendants N'ont pas utilisé 20 20 Digisthésia Ont utilisé 20 20 Digisthésia

Focus Sourds et malentendants

- 19 filles et 21 garçons
- moyenne d'âge de 13 ans et 11 mois
- écart type d'1 an et 8 mois
- Implantés et appareillés, sans d'autres troubles associés
- ✓ Implantés/appareillés très jeunes → oralisés + bonne récupération auditive

Méthodologie - Procédure

« Un voyage de mille lieues commence toujours par un premier pas » - Lao Tzu (LXIV-VIe s. av. J.-C.)

L'échelle de l'intelligence non-verbale de Wechsler et Naglieri (WNV), la 1ère batterie qui autorise une évaluation nonverbale des capacités cognitives.

Pré Test Utilisation en autonomie de Digisthésia.

Traçage des résultats et suivi à distance des performances des élèves.

Post Test

Score WNV T₁

Score Digisthésia

Score WNV T₂

Evaluation initiale

Observation des élèves, recueil des besoins, création de la première version du logiciel.

Co-design: échanges avec les professionnels et élèves menant à l'amélioration de l'outil et mise en place de la version finale. **Test**

Deuxième passation de la WNV afin d'analyser si le sujet a progressé et en quoi le logiciel a permis (ou non), cette progression.

Étude longitudinale: 1,5-2 ans

Méthodologie - Outil (I)

La WNV ≈ Digisthésia

Les jeux de Digisthésia mettent en exergue les mêmes potentialités cognitives que celles qui sont testées par la WNV. Les résultats pourraient donc être comparés et opposés.

Mémoire ≈ Piège de la cascade

L'utilisateur doit reconstituer le chemin parcouru par un fantôme qui se déplace entre 9 plateformes. Il est en retard de plusieurs déplacements.

Attention ≈ La chasse au trésor

L'utilisateur doit retrouver une série de symboles qui lui sont montrés puis cachés derrière des tuiles d'une matrice.



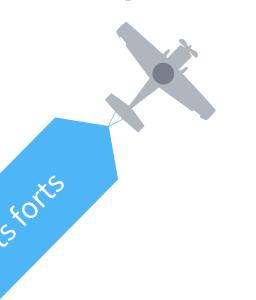
Vitesse de traitement ≈ Débarquement

Des parachutes portant des images descendent sur l'écran. L'utilisateur doit cliquer les symboles correspondants avant que les parachutes ne touchent le bas de l'écran.

Résolution des problèmes ≈ Puzzle

L'utilisateur doit reconstruire une image à partir de morceaux détachés, déplacés et retournés à un angle aléatoire.

Conception – un outil ciblé



Spécificités cognitives des sourds et malentendants



Points forts

Les sourds obtiennent des meilleures performances dans l'orientation spatiale de l'attention visuelle (Bosworth and Dobkins (2002a).

Mémoire court terme: mémorisation des figures complexes à court terme est plus développée pour les sourds et malentendants (Todmann et Cowdy, 1993).

Mémoire visuo-spatiale: capacités visuo-spatiales sont plus développées chez les sourds de naissance par rapport à des entendants ou devenus-sourds plus tardivement (Bellugi, 1990).



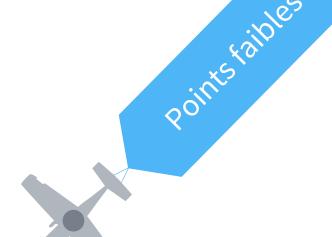
Points faibles

Problématiques systématiques d'attention et concentration (Dye et al., 2008b).

Vision périphérique (**attention visuelle**) facilement perturbée lors du parasitage des zones périphériques de l'écran (Proksch et Bavelier, 2002); facilement distraits par les stimuli extérieurs.

Les études sur la vitesse de traitement ont indiqué une lenteur chez l'enfant sourd (Salthouse, 2000).

Faibles performances dans les tâches de **résolution des problèmes** (les élèves sourds se concentrent plutôt sur l'information portée par chaque item pris isolément, pas sur relations entre les items).



Conception – un outil innovant



Théories de l'intelligence

Application de la Théorie de l'intelligence pour passer du support classique (papier) à un support interactif (la tablette tactile).



Interface Utilisateur

Optimisation des éléments d'interface statiques et les interactions avec l'écran pour les utilisateur sourds et malentendants.



Personnalisation

Les caractéristiques des activités cognitives transversales (l'attention, la mémoire, la vitesse de traitement et la résolution des problèmes) chez les personnes sourdes et malentendants.



eXpérience Utilisateur

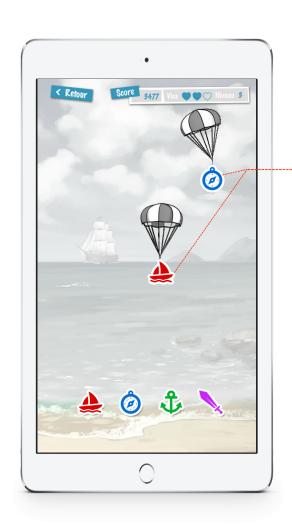
La partie d'un jeu comporte plusieurs tours qui se déroulent à différents niveaux de difficulté. Pour passer au niveau supérieur, tous les essais de l'utilisateur doivent être corrects.

Optimisation pour les sourds et malentendants

- simplifier la prise en main de chaque jeu
- maximiser l'intuitivité des interactions sur chaque écran
- minimiser l'usage d'éléments textuels comme de l'aides
- rendre les jeux appétants via leur design



Conception – Expérience Utilisateur





Couleurs

Contraste entre les zones interactives et le fond d'écran. Utilisation des couleurs pour donner des retours visuels en temps réel sur la correctitude d'un essai.



Animation

Utilisation de l'animation pour captiver l'attention sur les éléments importants.



Priorisation de l'attention par zone

Actions principales dans la zone centrale. Les zones de clic des actions secondaires ne se déplacent pas.



Forme

Les zones de clic des éléments interactifs ont une forme circulaire idéale et ne suivent pas nécessairement le contour des éléments affichés.



Résultats – 4 Études

« Non multa, sed multum » - Quintilien (X, 1, 59)



40 sujets ont joué

759 parties comptant

8503 tours avec un total de

38336 essais.

15 paramètres tracés pour chaque essai, dont :

- Score de l'essai
- ✓ Vitesse de réaction
- Niveau de difficulté

Etude 1 - Présentation



Hypothèse générale

La médiation des nouvelles technologies a renforcé les potentialités cognitives des élèves.



Hypothèses opérationnelles

Le logiciel Digisthésia aurait une influence positive sur 1) l'attention, 2) la mémoire, 3) la vitesse de traitement et la 4) résolution des problèmes de l'élève.



Objectif

Déterminer s'il existe des différences significatives entre les scores obtenus par les 2 groupes (groupe Digisthésia/groupe témoin) à la deuxième passation « T2 » de l'échelle de la WNV, après l'utilisation du logiciel Digisthésia.



Méthode

Participants

Tous les élèves (N = 80) repartis dans 2 groupes: participants ayant reçu l'entraînement avec Digisthésia (N= 40, $m_{\rm age}$ = 13 ans 11 mois) et le groupe de contrôle d'élèves n'ayant pas reçu l'entraînement (N= 40, $m_{\rm age}$ = 13 ans 1 mois)

Outil

La WNV – scores post-test

Etude 1 – Résultats (I)



Test de Mann-Whitney U

Comparaison des notes d'échelle WNV T2 obtenues par les élèves ayant reçu l'entraînement et le groupe témoin

	Sans entraîne	Sans entraînement N=40		N=40	4 000 1-1	
	m	ET	m	ET	<i>t</i> ou / <i>z</i> /	
WNV T2	88,40	14,05	94,70	15,21	-2,25	,024*

m :moyenne; ET : écart-type; *p<0,05 ; **p<0,01

-les scores obtenus après l'étape de post-test sont plus élevés pour les élèves ayant reçu l'entrainement avec notre logiciel

Etude 1 – Résultats (II)

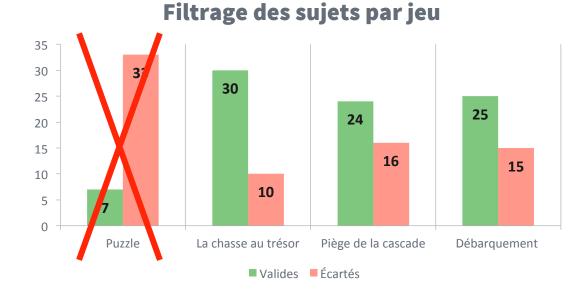


Objectif

Savoir si le logiciel Digisthésia aurait une influence positive sur **chacune** des 4 potentialités cognitives des élèves:

✓ l'attention

la vitesse de traitement de l'information





Test de Mann-Whitney U

Comparaison des moyennes obtenues pour chacune des sous-échelles WNV T2

	N	Sans entraînement		Entra	Entraînés		
N		m	ET	m	ET	• <i>t</i> ou /z/	p
Matrices	30	45.98	6.14	50.55	7.16	-2,93	0,003**
Code	25	43.90	9.05	48.18	8.46	-2,12	0,034*
Mémoire spatiale	24	46.43	8.81	51.20	8.21	-2,43	0,015*

m :moyenne; ET : écart-type; **p*<0,05 ; ***p*<0,01

Etude 1 - Discussion



Hypothèse générale

Il existe des différences significatives entre les scores obtenus à l'échelle WNV (au T2) entre le groupe témoin et le groupe d'expérimentation Digisthésia ⇒ validation de l'hypothèse 1



Hypothèses opérationnelles

Validation partielle car pas assez de données pour analyser le subtest Arrangement d'images.



Pour étayer

Notre étude ainsi que d'autres (McCabe, 2011; Morris et *al.*, 2012) montrent **que les nouvelles technologies ont une** influence positive sur le développement cognitif de la personne.

Nos résultats sont aussi consistants avec de nombreux travaux de recherche (Fernandez et *al.*, 2013 ; Hahn et Bussell, 2012 ; Huber, 2012 ; Kinash et *al.*, 2013 ; McClanahan et *al.*, 2012 ; Murray, 2011; Wainwright, 2012) qui ont montré les **avantages concernant l'usage des tablettes tactiles.**

Etude 2 - Présentation



Hypothèse

Le logiciel *Digisthésia* est plus adapté aux spécificités des élèves sourds et malentendants.



Objectif

Déterminer s'il existe des différences significatives entre les scores WNV en pré (T1) et post-test (T2) obtenus par les 2 groupes ayant utilisé *Digisthésia* (Entendants/Sourds et malentendants).

Vérifier si l'effet pour le groupe Sourds et malentendants est plus important.



Méthode

Participants

Tous les élèves (N = 80) repartis dans 2 groupes: participants entendants (N= 40, $m_{\rm \hat{a}ge}$ = 13 ans 1 mois) et les utilisateurs sourds et malentendants (N= 40, $m_{\rm \hat{a}ge}$ = 13 ans 11 mois)

Outil

La WNV – scores pré-test et post-test

Etude 2 – Résultats



Objectif

Vérifier si les différences entre les scores obtenus pour l'échelle WNV entre la première (T1) et la deuxième passation (T2) sont plus importantes pour les élèves sourds/malentendants qui ont utilisé *Digisthésia* que pour les utilisateurs entendants.



Test de Wilcoxon

	Négative ^a	Positive ^b	Egale ^c	Total	m nég	m pos	Z	р
Entendants	3	16	1	20	10,33	9,94	-2,58	0,010**
Sourds et malentendants	2	18	0	20	3,25	11,31	-3,68	0,000**

a: WNV post < WNV pre; b: WNV post > WNV pre; c: WNV post = WNV pre;

 $m \ n\acute{e}g$: moyenne des cas négatifs ; $m \ pos$: moyenne des cas positifs ; * p < 0.05 ; ** p < 0.01

Etude 2 - Discussion (I)



Hypothèse

L'entraînement avec le logiciel Digisthésia a eu une influence positive sur les 2 populations (sourdes/ entendantes)



Taille de l'effet

De manière intéressante, il a eu un effet plus accentué dans le cas des participants sourds et malentendants.

⇒ Le logiciel Digisthésia est **plus adapté** aux spécificités des personnes sourdes et malentendantes.



Comparaison inter-groupes

Exemple pour illustrer nos propos:

Analyse des temps de réflexion moyennes par niveau obtenues par les 2 groupes (entendants/ sourds et malentendants) aux jeux éducatifs « Piège de la cascade » (évalue la mémoire spatiale) et « Débarquement » (évalue vitesse de traitement).

Etude 2 - Discussion (II)

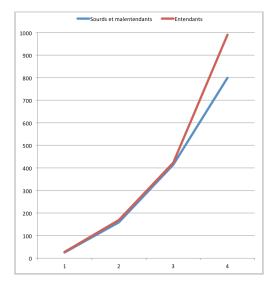


Observations

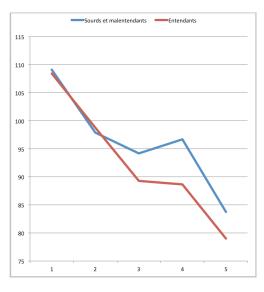
Les élèves sourds et malentendants ont obtenu de meilleurs scores (temps moyen de réflexion plus court) que les utilisateurs entendants pour le jeu éducatif « Piège de la cascade »

Les élèves entendants ont obtenu pour le jeu « Débarquement » des meilleurs scores (temps moyen de réflexion plus court) que les participants sourds et malentendants.

Piège de la cascade



Débarquement





Pour étayer

Nos résultats et nos observations sont consistants avec les travaux qui portent sur les caractéristiques des capacités cognitives chez les personnes sourdes et malentendantes:

- Les sujets sourds/malentendants favorisent le traitement visuel et ils obtiennent des meilleurs performances sur la mémoire visuo-spatiale que les participants entendants (Pisoni et Geers, 2000; Todmann et Cowdy, 1993).
- Les travaux sur la vitesse de traitement des personnes sourdes et malentendantes (Salthouse, 2000) mettent en évidence une lenteur chez ces personnes.

Etude 3 - Présentation



Hypothèse

Il existe une corrélation entre les sous-échelles de l'échelle non-verbale d'intelligence de Wechsler et les jeux éducatifs du logiciel *Digisthésia*



Objectif

Valider la pertinence de notre outil éducatif

Digisthésia ⇔ savoir s'il existe une corrélation entre les sous-échelles de l'échelle non-verbale de Wechsler et les jeux éducatifs du logiciel Digisthésia



Méthode

Participants

Tous les participants, mêmes échantillons

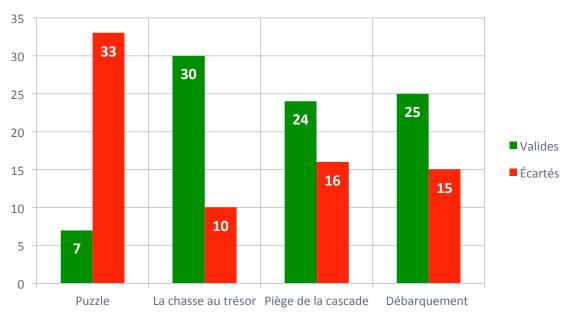
Outil

- l'échelle non-verbale d'intelligence de Wechsler et Naglieri
- le logiciel Digisthésia

\bigcirc

Sous-hypothèses

- 🤍 « La chasse au trésor » est corrélé avec le subtest « Matrices »
- 🧭 « Débarquement » est corrélé avec le subtest « Code »
- 🤍 « Piège de la cascade » est corrélé avec le subtest « Mémoire spatiale »
- × Puzzle » est corrélé avec le subtest « Arrangements d'images »



Etude 3 - Résultats



Analyses corrélationnelles - Coefficient du Spearman

Corrélations entre les jeux de Digisthésia et les sous-échelles de la WNV.

	N	Matrices	Code	Mémoire spatiale
Chasse au trésor	30	0,417*	,333	,141
Débarquement	25	,396*	0,541**	,419*
Piège de la cascade	24	,107	,337	0,880**

^{*} *p* < 0,05 ; ** *p*<0,01

Etude 3 - Discussion



Hypothèse

Corrélations positives entre 3 des sous-échelles de l'échelle non-verbale de l'intelligence de Wechsler et les 3 jeux éducatifs du logiciel *Digisthésia* ⇒ hypothèse partiellement validée



Pour étayer

Ces corrélations pourraient être dues au fait que certains des jeux éducatifs du logiciel Digisthésia ont été inspirés des épreuves de Wechsler ainsi que des travaux de Lumos Lab et du projet TERENCE.

Exemples des logiciels: TERENCE, Lumos Lab, Pictokids, Greta, Pictop, Muséo...



Conclusion

Notre étude ainsi que d'autres études, ont pointé les mêmes étapes dans la création et la validation d'un dispositif numérique.

Enfin, cette recherche a permis de valider notre logiciel éducatif Digisthésia.

Etude 4 - Présentation



Hypothèse

Il existe une corrélation entre le temps de réaction pour les essais et le niveau de difficulté du tour et que le temps de réaction changerait en fonction du niveau de difficulté au jeu d'une façon incrémentale.



Objectif

Savoir s'il existe une corrélation entre le temps de réaction pour les essais et le niveau de difficulté du tour.



Méthode

Participants

Toutes les parties des joueurs qui ont été validées.

Outil

Logiciel *Digisthésia*

Etude 4 - Résultats



Analyses corrélationnelles - Coefficient du Spearman

Corrélations entre les jeux de *Digisthésia* et les sous-échelles du WNV.

	N parties	r	Valeur de <i>p</i>
Chasse au trésor	225	-,289	0,000**
Piège de la cascade	86	-,496	0,000**
Débarquement	118	-,424	0,000**

^{*} p < 0.05; ** p < 0.01

-le temps de réaction est négativement corrélé avec le niveau de jeu

Etude 4 - Discussion



Hypothèse

Les temps de réaction sont corrélés négativement avec le niveau de jeu dans le cas des 3 jeux éducatifs du logiciel Digisthésia : « Chasse au trésor », « Piège de la cascade » et « Débarquement »

- ⇒ hypothèse partiellement validée
- ⇒ ces résultats montrent que les temps de réflexion diminuent avec la montée en niveau de difficulté.



Pour étayer

Nos résultats sont consistants avec plusieurs recherches (Hocine, Gouaïch, Di Loreto et Abrouk, 2011) qui portent sur les techniques d'adaptation utilisées dans les jeux sérieux.

Les jeux sérieux sont adaptés en fonction du niveau de difficulté (débutant, intermédiaire, expert)

⇒ la méthode s'appelle « dynamic difficulty adjustment » (ajustement dynamique de la difficulté) et plusieurs
travaux (Andrade G. et al., 2006; Hunicke R. et al, 2004; Spronck P. et al., 2004; Yun C. et al., 2010) se sont concentrés
sur ce sujet.

Discussion générale

• La médiation des nouvelles technologies a renforcé les potentialités cognitives des élèves

• Validation du logiciel *Digisthésia* pour les personnes sourdes et malentendantes

• Corrélations positives entre les sous-tests de la WNV et les jeux éducatifs du logiciel Digisthésia

• Corrélations négatives entre le temps de réaction pour les essais et le niveau de difficulté de jeu.

Limites, implications et perspectives

Limites



Question du transfert:

Les exercices de Digisthésia sont similaires aux tests, donc on peut se demander si l'amélioration observée n'est pas seulement une amélioration aux tests, plutôt qu'une réelle amélioration des capacités cognitives.

Il aurait été intéressant de mesurer un éventuel impact dans la vie quotidienne ou dans le milieu scolaire (par exemple, avec des échelles ou par l'analyse des résultats scolaires).

Limites, implications et perspectives

Implications



Pertinence

Création d'outils et méthodes concrètes pour une application pratique.



Adaptation

Nous nous sommes concentrés sur la création d'un outil adapté aux besoins et aux particularités des personnes sourdes et malentendantes.



Généralisation

La méthode que l'outil implémente est tout à fait applicable à d'autres populations et d'autres types d'outillages.





Création d'activité

Nous avons créé une startup sur la base de l'outil Digisthésia.



Objet d'activité

La création d'une plateforme de mesure et entraînement des capacités cognitives des utilisateurs.



Généralisation

La même démarche mais avec des données recueillies chez des adultes et des personnes âgées.

Convictions et Objectif

« On ne peut pas résoudre nos problèmes avec la même approche intellectuelle avec laquelle on les a créées. » – Albert Einstein



Notre activité

Valoriser l'existant

Résultats de recherches, outils et tests validés, méthodes et supports existants



Remplir le gap

Étudier les nouveaux comportements et affections que l'ère digitale a apportés.



Notre activité – exemples projets

Étudier les no

<u>Projet en cours</u>:

Stimulation cognitive pour les personnes handicapées vieillissantes.

Création d'une plateforme web et mobile visant à mesurer, entraîner et veiller sur la santé cognitive des personnes handicapées vieillissantes via des jeux sérieux.

Remplir le gap

Étudier les nouveaux comportements et affections que l'ère digitale a apportés.

<u>Projet en cours:</u> Addiction aux jeux numériques

L'addiction aux jeux vidéos a été reconnue comme maladie par l'OMS: le **trouble du jeu vidéo** est défini dans le projet de 11^e révision de la Classification internationale des maladies (CIM-11)

Merci de votre attention!





Nicoleta Petroiu nicoleta@digisthesia.com