

Titre de la thèse	Evaluation et conception de dispositifs anti-cinétose
-------------------	--

Ecole Doctorale	ED548
Laboratoire	Impact de l'Activité Physique sur la Santé (IAPS)
Discipline	STAPS
Directeur(s) de Thèse & Encadrant(s)	Eric Watelain, MCF-HDR

Description du sujet de recherche

Contexte, originalité et pertinence par rapport à l'état de l'art :

Le mal des transports (voiture, bateau, avion, espace...) touche de manière plus ou moins importante près d'un tiers de la population à un moment de son existence. Parmi tous les moyens de transports, c'est en bateau que la prévalence de la maladie est la plus importante de 25 à 30 % (Lawther & Griffin, 1988). On estime à 3 millions le nombre de Français sérieusement handicapé par ce problème et ses conséquences. Un mal similaire, celui provoqué par l'immersion en réalité virtuelle, touche de 30 à 50% des sujets selon les populations étudiées. Elle constitue un verrou majeur à l'utilisation de ces technologies. Dans les deux cas, des solutions médicamenteuses ou non existent, mais ne sont pas pleinement satisfaisantes. Ce travail s'inscrit dans l'étude de solutions de cette 2^e catégories, les solutions non médicamenteuses, en collaboration avec une société spécialisée dans ce domaine, basée à Ollioules, commune limitrophe à la ville de Toulon.

Le terme scientifique pour exprimer le mal des transports est cinétose pour de 'ciné' (mouvement), -t- (consonne épenthétique) et -ose (affection médicale), probablement d'après l'anglais kinetosis. Il se décline ensuite selon la cause, par exemple naupathie ('naus' signifiant bateau en grec) pour le mal de mer ou cybercinétose pour le mal de la réalité virtuelle.

Le ou les mécanismes à l'origine de la cinétose ne sont pas encore clairement établies même si le système nerveux autonome et le système vagal en particulier semble jouer un rôle prépondérant. La plus ancienne des théories émises, la **théorie viscérale**, était que le mouvement perturbait le sang et les viscères, engendrant ainsi nausées et malaises. Au début du siècle dernier, une autre théorie émerge, la **théorie labyrinthique**, selon laquelle les cinétoses seraient provoquées par une hyper-stimulation des systèmes vestibulaires au sein de l'oreille interne. La théorie la plus acceptée actuellement est celle **des conflits sensorielles** (ou réarrangement sensoriel) présentée initialement par Reason et Brand en 1975. Ce serait alors la dissonance ou discordance sensorielle entre vision, proprioception et oreille interne qui provoque la cinétose, le système nerveux n'arrivant pas à privilégier l'information pertinente et négliger celle inutile. Une variante de cette théorie est celle de la verticale subjective. L'hypothèse est que c'est la verticale détectée (basée sur les informations sensorielles visuelles et/ou vestibulaires et/ou proprioceptives), qui, lorsqu'elle est en désaccord avec la verticale subjective interne, basée sur les expériences passées, provoquerait la cinétose (Bos & Ble, 1998). **La théorie de sensibilité à**

l'intoxication alimentaire (ou évolutionnaire - reflexe archaïque) a elle, été proposée par Treissman en 1977. Ebenholtz et al. (1994) propose une autre explication, la **Théorie des réflexes oculaires**. L'hypothèse est que les cinétoses seraient induites par des combinaisons inappropriées de mouvements oculomoteurs. Une autre théorie similaire, plus confidentielle dans la littérature scientifique, repose sur une **hyperactivité du réflexe cardio-vestibulaire** (Yates et al. 1998 ; Balaban 1999). **La théorie de l'instabilité posturale** est plus développée dans la littérature. Elle a été proposée par Riccio & Stoffregen (1991), d'abord comme une critique (Stoffregen & Riccio, 1991) puis comme une alternative à la théorie des conflits sensoriels, et ce du point de vue de la psychologie écologique. Elle repose sur le principe que notre système cherche constamment à maintenir notre stabilité posturale, et dans le cycle perception – action, le sujet adapte en permanence sa posture à l'environnement et au mouvement à venir. Enfin, parmi les principales théories présente dans la littérature, on retrouve enfin **la Théorie du cadre stationnaire** (théorie cognitive). Selon cette hypothèse, le système nerveux utilise ses indices sensoriels pour former un modèle interne de ce qui est stationnaire et, par conséquent, les conflits avec celui-ci pourraient générer des cinétoses (Prothero, 1998 ; Prothero & Draper 1997, 1999).

Pour pallier aux cinétoses différentes solutions médicamenteuses (Degironde, 2016) sont disponibles. Une des premières utilisations de médicaments pour contrer le mal de mer remonte à 1869 avec une combinaison de chloroforme et de teinture de belladone (Zhang et al. 2016). Actuellement, plusieurs classes de médicaments sont disponibles avec cependant des effets plus ou moins importants selon les sujets et surtout un certain nombre d'effets secondaires assez fréquents.

Il existe aussi des solutions non médicamenteuses notamment :

On peut notamment citer, différents modèles de lunette stroboscopiques (Reschke et al. 2006, 2007), de réduction du champ visuel ou encore renvoyant un fond visuel indépendant en réalité virtuelle (Independent Visual Background (IVB), reposant dans ce dernier cas sur la théorie du cadre stationnaire). Des bracelets élastique d'acupressure simple ou d'acustimulation électrique de type ReliefBand sont également proposés. La stimulation galvanique vestibulaire, si elle montre une certaine efficacité est, pour l'instant, assez expérimentale et réservée à certains laboratoires mais commence à arriver sur le marché. Là encore, toutes ses solutions ne sont pas pleinement satisfaisantes et surtout sujet-dépendantes.

La société boarding ring, partenaire de ce projet, propose actuellement deux systèmes, l'un amovible et transportable sous la forme de lunette, et l'autre fixé à l'habitacle sous forme de bandes lumineuses (Figure 1). Ceux deux systèmes recréent un « horizon » visuel l'un sous la forme d'une information horizontale, l'autre davantage verticale.



Figure 1 : Lunette Boarding glasses © et bandes lumineuse Boarding Ligth © anticinétose proposés par la société boarding ring.

Ces deux systèmes, reposent plus particulièrement sur la théorie du conflit sensorielle en apportant à la vision un complément d'information sur l'orientation de la tête ou du corps dans l'espace, limitant potentiellement le conflit. Ces deux systèmes, s'ils apportent un retour utilisateur favorables, n'ont cependant pas fait l'objet d'une validation scientifique. De même, la société travaille sur des solutions visuelles contre la cybercinétose encore en cours de développement.

Objectifs :

Une approche originale proposée dans le cadre de cette thèse repose davantage sur la théorie du cadre stationnaire et se focalise sur l'apport d'une biofeedback tactile et non visuel permettant au sujet de se repositionner par rapport à son modèle interne. L'approche théorique dont il s'inspire étant cognitive, la conscientisation du phénomène sera également une variable indépendante manipulée lors des études. Le **premier objectif** est de tester en laboratoire les effets de deux produits anti mal des transports proposés par la société Boarding ring. Le **deuxième objectif** est de concevoir, en collaboration avec la société Boarding ring, un dispositif nouveau reposant sur un biofeedback tactile puis d'en tester les effets.

Méthodes :

Ces expérimentations seront réalisées dans un simulateur de déplacement en bateau installé à l'université de Toulon. L'étude portera sur deux types de population, d'une part des jeunes participants entre 9 et 14 ans généralement sensibles aux cinétoses et d'autre part des adultes âgés entre 18 et 45 ans identifié comme cinétosensibles.

Des variables personnelles affectées par le mal des transports notamment physiologiques, biomécaniques et psychologiques permettront d'évaluer de manière globale le niveau de mal de transport et le délai d'apparition de ce dernier avec ou sans système de prévention.

Les systèmes testés seront les boarding glasses et les boarding light. Le nouveau dispositif reposera sur un type de biofeedback nouveau visant à aider le sujet à « recalibrer » l'utilisation de ses informations sensorielles provenant des principales entrées que sont la vision, la proprioception et l'oreille interne grâce à un vêtement connecté. Cette approche permettrait d'aider le sujet sensible au mal des transports à sensorielles ou « sélectionner » plus rapidement les entrées sensorielles à privilégier selon les conditions de transport, pour limiter voire éviter le mal des transports. Les deux systèmes pourront également être combinés (lunette + nouveau système).

L'approche multiparamétrique du mal des transports utilisée permettra également d'envisager, à plus long termes, la conception de systèmes plus individualisés en fonction du type de symptômes et de leur intensité.

Retombées attendues :

Evaluation des effets des systèmes conçus par le partenaire.

Conception d'un 2^e simulateur de cinétose à partir d'informations visuelles, en collaboration avec la société partenaire.

Conception d'un nouveau dispositif de prévention des cinétoses original qui pourrait donner lieu à un brevet commun entre l'université et la société partenaire.

Les expérimentations prévues permettront de mieux comprendre les mécanismes du mal des transports au regard des deux théories dominantes du moment : conflit sensoriel vs cadre stationnaire

Mots clés : Cinétose, prévention, santé, biomécanique, physiologie, simulateur.

Références :

- Balaban C.D. (1999). Vestibular autonomic regulation (including motion sickness and the mechanism of vomiting). *Current Opinion in Neurology*, 12(1), 29-33.
- Bos J. et W. Bles (1998). Modelling motion sickness and subjective vertical mismatch detailed for vertical motions. *Brain Research Bulletin*, 47(5), 537-542.
- Degironde M. (2016). Les cinétoses et leur prise en charge à l'officine. Thèse pour le doctorat en pharmacie, Université de Toulouse III Paul Sabatier.

- Ebenholtz S.M. et al. (1994). The possible role of nystagmus in motion sickness : a hypothesis. » *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 65(11), 1032-1035.
- Kennedy R.S., Lane N.E., Berbaum K.S. & Lillenthal M.G. (1993). Simulator sickness questionnaire: An enhanced method for quantifying simulator sickness. *International Journal of Aviation Psychology*, 3(3), 203–220.
- Lawther, A & Griffin M.J. (1988). Motion sickness and motion characteristics of vessels at sea. *Ergonomics*, 31(10), 1373-1394.
- Money K. (1990). « Motion sickness and evolution ». In : Motion and space sickness (A 93-55929 24-52). Boca Raton, FL, CRC Press, Inc., 1990, p. 1-7.
- Prothero J.D. (1998). The role of rest frames in vection, presence and motion sickness ». Thèse de doct. University of Washington.
- Prothero J.D., M.H. Draper et al. (1997). Do visual background manipulations reduce simulator sickness ». *Proceedings of the international workshop on motion sickness : medical and human factors*, 18-21.
- Prothero J.D., M.H. Draper et al. (1999). The use of an independent visual background to reduce simulator side-effects. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 70(3 Pt 1), 277-283.
- Reason J. & J. Brand (1975). Motion sickness. T. vii. Oxford, England : Academic Press. 310 p.
- Reschke M. et al. (2006). Stroboscopic vision as a treatment for motion sickness : Strobe lighting vs. shutter glasses. *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 77, 2-7.
- Reschke M.F. et al. (2007). Stroboscopic Vision as a Treatment for Space Motion Sickness. Strobe Lighting vs. Shutter Glasses *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 77(1), 2-7.
- Treisman M. (1977). Motion sickness : an evolutionary hypothesis. *Science* 197.4302, 493-495.
- Yates, B. et al. (1998). Physiological basis and pharmacology of motion sickness : an update. *Brain Research Bulletin*, 47(5), 395-406.
- Zhang L.-L. et al. (2016). Motion Sickness : Current Knowledge and Recent Advance. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, 22(1), 15-24.

Encadrement et conditions matérielles pour le doctorant

Le thésard sera entre 2,5 et 4 jours par semaine au laboratoire et le reste du temps dans l'entreprise partenaire (cf annexe). Il aura à sa disposition un bureau de chaque côté avec toutes les commodités pour travailler (réseau internet, imprimante, téléphone, photocopies, encadrement scientifique et technique...). L'entreprise s'engage à participer à hauteur de 51390 € pour les frais de fonctionnement sur 3 ans (cf annexe) avec notamment une gratification de master par an et une participation majeure dans la conception du 2^e simulateur de cinétose et du prototype qui sera évalué au laboratoire.

L'encadrement de la thèse sera effectué par un MCF-HDR de l'université de Toulon et l'entreprise partenaire s'engage à mettre à disposition un encadrement scientifique et technique par un ingénieur développeur à hauteur de 10% (M. Renaud Jeannin).

Compétences attendues et personnes à contacter

Compétences attendues :

→ Niveau master 2 avec au moins une mention AB et une forte valence en science du vivant notamment des connaissances et compétences en physiologie humaine, biomécanique et psychologie.

Autonomie.

Capacité de travail en équipe.

Une expérience en expérimentation humaine est souhaitée.

Personne(s) à contacter :

→ Eric Watelain 06 13 25 41 79 eric.watelain@univ-tln.fr