

WORKSHOP

Organisé par le LEAD-CNRS UMR5022

Jean-Michel Boucheix

PROGRAMME

Judi 8 février 2024

Thursday, February 8, 2024

8h30 - 17h00

APPRENDRE EN RÉALITÉ VIRTUELLE : QUELS BÉNÉFICES ? WHAT ARE THE BENEFITS OF LEARNING IN VIRTUAL REALITY?

Jean-Marie Burkhardt

LaPEA, IFSTTAR, Paris, France

Psychologie et ergonomie de la réalité virtuelle et augmentée pour l'apprentissage professionnel : 25 ans de recherches et d'applications

Psychology and ergonomics of virtual and augmented reality for professional learning: 25 years of research and applications

Andreas Gegenfurtner

Augsburg University, Allemagne

Théorie cognitive de l'expertise visuelle

Cognitive theory of visual expertise

Martin Merkt & Daniela Decker

Centre Leigiz, Bonn, Allemagne

Soutenir l'orientation (spatiale) dans les environnements d'apprentissage en RV

Supporting orientation in virtual reality learning environments

Université
de Bourgogne
6 Esplanade Erasme
Bâtiment MSH
Amphithéâtre
21000 Dijon

Mireille Bétrancourt & Sophie Bénard-Linh Qang

TECFA, Genève, Suisse

Entraîner la cognition spatiale avec la réalité virtuelle

Training spatial cognition with virtual reality

Anaïs Raison & Franck Ganier

Lab-STICC-CNRS UMR6285, Brest, France

Modélisation du déroulement de l'apprentissage procédural en environnement virtuel et développement d'une méthodologie d'évaluation d'un modèle comportemental d'identification des phases

Modeling of procedural learning in a virtual environment and development of a methodology for evaluating a behavioral model for phase identification

Laurie Porte, Noé Monsaignon

& Jean-Michel Boucheix, LEAD-CNRS UMR5022, Dijon, France

Bénéfices du guidage pour l'apprentissage en réalité virtuelle. Quelle application des principes de l'apprentissage multimédia en réalité virtuelle :

signalisation visuelle, feedback et effets de modalité
The benefits of guidance for learning in virtual reality. How to apply the principles of multimedia learning in virtual reality: Visual signaling, feedback and modality effects



INTRODUCTION

Apprendre en immersion dans un casque de réalité virtuelle fait depuis très récemment l'objet d'un engouement croissant. Les travaux et publications scientifiques sur ce thème sont en rapide et constante augmentation. Apprendre dans une situation de simulation de la réalité, comme si l'on y était présent, interagir directement avec l'environnement, voir l'effet de ses actions : les propriétés de la réalité virtuelle constituent-elles des « promesses » d'un apprentissage optimisé ? En comparaison d'un apprentissage avec un support numérique multimédia sur écran, les processus perceptifs et cognitifs d'apprentissage sont-ils modifiés en réalité virtuelle, et de quelle manière ? Les travaux de recherche en psychologie et ergonomie cognitive ont d'abord concerné l'apprentissage de procédures, plutôt en milieu professionnel, qui pour des raisons de sécurité ou d'accessibilité, ne pouvaient pas s'acquérir en situation réelle. Puis, et de manière croissante, les recherches ont concerné l'acquisition et la compréhension de connaissances conceptuelles portant souvent sur des thèmes de science et de technologie en milieu éducatif scolaire (sciences de la vie et de la terre) ou plus informel (démonstrations, musée) ou encore sur le développement de fonctions cognitives (cognition spatiale, par exemple). Cette journée d'étude permettra de présenter, et de discuter, d'un ensemble de recherches empiriques et expérimentales actuelles, basées sur des modèles théoriques, représentatives des questions posées par l'apprentissage en réalité virtuelle et de leur optimisation au regard des contraintes et caractéristiques du système cognitif humain. Elle est ouverte aux chercheurs, mais aussi aux professionnels de la formation, aux enseignants, ergonomes, étudiants avancés intéressés par l'apprentissage en réalité virtuelle, « ses mythes et ses réalités ».

Immersive learning in a virtual reality headset has recently become increasingly popular. The number of scientific studies and publications on the subject is growing rapidly and steadily. Learning in a simulated reality situation, as if you were actually there, interacting directly with the environment, seeing the effect of your actions: are the properties of virtual reality the "promise" of optimized learning? Compared to learning with a multimedia digital medium on a screen, are perceptual and cognitive learning processes modified in virtual reality, and in what way? Research in psychology and cognitive ergonomics initially focused on the learning of procedures, mainly in the workplace, which for reasons of safety or accessibility could not be acquired in a real-life situation. Then, and increasingly so, research focused on the acquisition and understanding of conceptual knowledge, often relating to science and technology themes in the educational environment (life and earth sciences) or more informally (demonstrations, museum), or on the development of cognitive functions (spatial cognition, for example). This workshop day will present and discuss a range of current empirical and experimental research, based on theoretical models, representative of the questions posed by virtual reality learning and their optimization with regard to the constraints and characteristics of the human cognitive system. It is open to researchers, but also to training professionals, teachers, ergonomists and advanced students interested in virtual reality learning, "its myths and its realities".



8h30 : Accueil inscriptions

8h45 : Présentation de la journée par Jean-Michel Boucheix

9h00 : Andreas Gegenfurtner

ugsburg University, Allemagne

Théorie cognitive de l'expertise visuelle

Cognitive theory of visual expertise

9h50 : Martin Merkt & Daniela Decker

Centre Leigniz, Bonn, Allemagne

Soutenir l'orientation (spatiale) dans les environnements d'apprentissage en RV

Supporting orientation in virtual reality learning environments

10h40 : Pause

11h00 : Mireille Bétrancourt & Sophie Bénard-Linh Qang

TECFA, Genève, Suisse

Entraîner la cognition spatiale avec la réalité virtuelle

Training spatial cognition with virtual reality

12h00 : Pause déjeuner

14h00 : Jean-Marie Burkhardt

LaPEA, IFSTTAR, Paris, France

**Psychologie et ergonomie de la réalité virtuelle et augmentée pour l'apprentissage professionnel :
25 ans de recherches et d'applications**

Psychology and ergonomics of virtual and augmented reality for professional learning: 25 years of research and applications

14h50 : Anaïs Raison & Franck Ganier

Lab-STICC-CNRS UMR6285, Brest, France

**Modélisation du déroulement de l'apprentissage procédural en environnement virtuel et développement
d'une méthodologie d'évaluation d'un modèle comportemental d'identification des phases**

*Modeling of procedural learning in a virtual environment and development of a methodology for evaluating a behavioral
model for phase identification*

15h40 : Pause

16h00 : Laurie Porte, Noé Monsaigneon & Jean-Michel Boucheix

LEAD-CNRS UMR5022, Dijon, France

**Bénéfices du guidage pour l'apprentissage en réalité virtuelle. Quelle application des principes de
l'apprentissage multimédia en réalité virtuelle : signalisation visuelle, feedback et effets de modalité**

*The benefits of guidance for learning in virtual reality. How to apply the principles of multimedia learning in virtual reality: Visual
signaling, feedback and modality effects*

17h00 : Clôture de la journée



Andreas Gegenfurtner

Professeur, Psychologie, Méthodes pour la recherche sur
l'Apprentissage, Université de Augsburg, Allemagne

Théorie cognitive de l'expertise visuelle

Une théorie cognitive de l'expertise visuelle est proposée pour modéliser le traitement de l'information visuelle des experts du domaine. Lors de l'élaboration de la théorie, nous avons intégré des données empiriques provenant de multiples méthodes d'enquête—notamment des observations qualitatives, des entretiens qualitatifs, l'oculométrie et la neuroimagerie—utilisées dans la recherche sur l'apprentissage et l'enseignement dans les professions. Destinée à comprendre la perception, l'interprétation et l'évaluation des informations visuelles dans les tâches professionnelles, la théorie repose sur trois hypothèses sous-jacentes : la capacité étendue, le traitement basé sur les connaissances et l'interaction basée sur la pratique. La vision professionnelle experte est décrite comme un ensemble de huit processus dans le registre visuel et la mémoire de travail à long terme ; ces processus sont la sélection des informations visuelles, l'ignorance des informations visuelles, l'observation basée sur la connaissance, l'extension du champ visuel par le traitement parafovéal, l'organisation de morceaux d'images, l'intégration, l'utilisation de pratiques visuelles pour interagir avec l'environnement, et le contrôle. Nous discutons des implications pédagogiques et méthodologiques de la théorie en ce qui concerne (a) le développement de l'expertise des novices par la formation et la pratique délibérée dans les lieux de travail à forte intensité visuelle—y compris, mais sans s'y limiter, les arts, l'éducation, les sports, la médecine, les transports et la programmation—et (b) l'utilisation de méthodes mixtes lors de l'étude de la vision professionnelle.

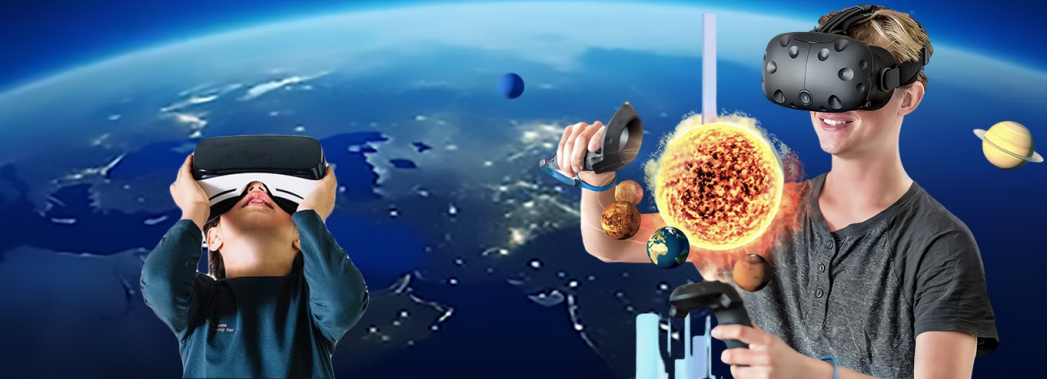


Andreas Gegenfurtner

Professor Psychology, Methods for research
for learning, Augsburg University, Germany

Théorie cognitive de l'expertise visuelle

A cognitive theory of visual expertise is proposed to model the visual information processing of domain experts. During theory development, we integrated empirical evidence from multiple methods of inquiry—including qualitative observations, qualitative interviews, eye tracking, and neuroimaging—used in research on learning and instruction in the professions. Devoted to understand the skilled perception, interpretation, and evaluation of visual information in work tasks, the theory is based on three underlying assumptions: extended capacity, knowledge-based processing, and practice-based interaction. Expert professional vision is described as a set of eight processes in the visual register and long-term working memory; these processes are selecting visual information, ignoring visual information, knowledge-based noticing, extending the visual field through parafoveal processing, organizing image chunks, integrating, using visual practices to interact with the environment, and monitoring. We discuss educational and methodological implications of the theory as they relate (a) to the expertise development of novices through training and deliberate practice in vision-intensive workplaces—including, but not limited to, the arts, education, sports, medicine, transportation, and programming—and (b) to the use of mixed methods when studying professional vision.



Martin Merkt & Daniela Decker

Chargé de Recherche & Doctorante
Institut allemand pour l'éducation et la Formation des adultes,
Centre Leibniz pour l'apprentissage tout au long de la vie, Bonn, Allemagne

Soutenir l'orientation (spatiale) dans les environnements d'apprentissage en réalité virtuelle

Alors que la réalité virtuelle (RV) offre un grand potentiel pour l'acquisition de compétences dans des domaines pratiques, l'utilité de la RV est souvent limitée par les problèmes d'orientation des apprenants dans des environnements d'apprentissage à 360° dans lesquels les informations pertinentes peuvent être placées en dehors du champ de vision actuel. Dans trois expériences, nous étudions les effets de différents types de repères (repère lumineux, repère de mouvement, repère d'agent pédagogique) sur la navigation des apprenants dans la RV de bureau (Expériences 1 et 2) et dans les environnements d'apprentissage immersifs de la RV (Expérience 3). Outre l'évaluation des temps de recherche en tant que mesure de l'orientation, nous avons évalué la mémoire des apprenants pour les connaissances factuelles fournies dans l'environnement d'apprentissage au cours de la tâche de recherche. Alors que nous avons constaté des effets positifs constants du repère de mouvement sur les temps de recherche, le repère lumineux n'a facilité la recherche que lorsqu'il était plus prévisible dans un modèle intersujets, mais pas dans un modèle intrasujet. D'une expérience à l'autre, les résultats concernant les résultats de l'apprentissage n'étaient pas cohérents. En outre, l'utilisation de repères pendant la phase d'apprentissage n'a pas affecté la mémoire des participants concernant les positions des objets dans l'environnement RV (Expérience 3). Les implications et les orientations de la recherche future seront discutées.

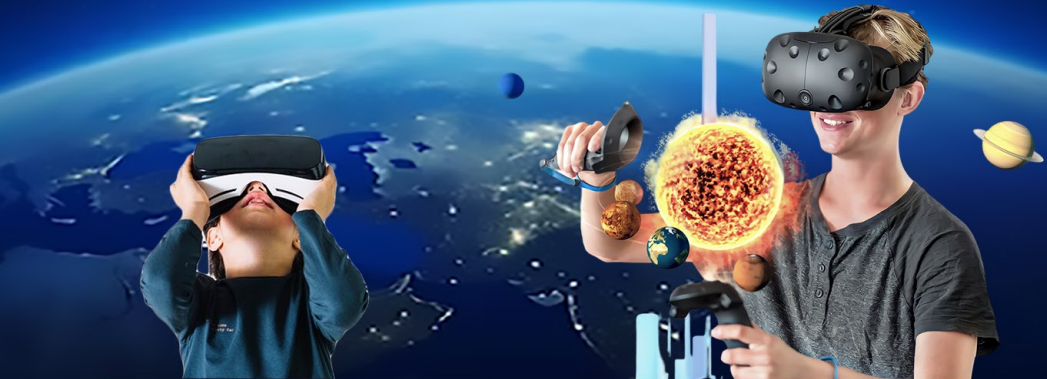


Martin Merkt & Daniela Decker

Researchers German Institute for adults education and training, Bonn, Germany

Supporting orientation in virtual reality learning environments

Whereas virtual reality (VR) offers much potential for the acquisition of skills in hands-on domains, the usefulness of VR is often constrained by learners' problems to orient in 360° learning environments in which relevant information may be placed outside of the current field of view. In three experiments, we investigate the effects of different types of cueing (light cue, movement cue, pedagogical agent cue) on learners' navigation in desktop VR (Experiments 1 & 2) and immersive VR learning environments (Experiment 3). Next to assessing search times as a measure of orientation, we assessed learners' memory for factual knowledge that was provided in the learning environment during the search task. Whereas we found consistent positive effects of the movement cue on search times, the light cue only facilitated searching when it was more predictable in a between subject design, but not in a within subject design. Across the experiments, there were inconsistent findings regarding learning outcomes. Further, cueing during the learning phase did not affect participants' memory for the positions of the objects in the VR environment (Experiment 3). Implications and directions for future research will be discussed.



Mireille Bétrancourt & Sophie Bénard-Linh Qang

Professeure & Doctorante

Psychologie Cognitive et Ergonomie, Université de Genève,

Mireille Betrancourt : Directrice du laboratoire TECFA (Technologies pour la Formation et l'Apprentissage).

Entraîner la cognition spatiale avec la réalité virtuelle

La cognition spatiale, définie comme la capacité à construire et manipuler des représentations mentales de l'espace, varie largement d'un individu à l'autre. Les recherches montrent que les aptitudes spatiales sont liées à de nombreuses autres capacités cognitives, notamment la résolution de problèmes, l'abstraction et la déduction. Les aptitudes spatiales semblent également prédire le succès académique, car elles sont nécessaires pour la compréhension de nombreux sujets scolaires (par exemple, les phénomènes naturels, les mathématiques, la géographie). Cependant, les aptitudes spatiales sont rarement enseignées en tant que telles à l'école. Cette présentation montrera comment la réalité virtuelle, particulièrement pertinente pour représenter de grands espaces, peut être utilisée à la fois pour étudier le développement des capacités visuospatiales au fil du temps et pour entraîner ces capacités en développant des connaissances stratégiques. La présentation sera illustrée par les résultats du projet SPAGEO

(<https://tecfa.unige.ch/tecfa/research/spageo/>), dans lequel la réalité virtuelle sur ordinateur a été utilisée dans un contexte authentique d'école primaire pour entraîner la pensée spatiale chez les enfants de 7 à 10 ans. Les perspectives aborderont les possibilités d'utiliser une réalité virtuelle plus immersive dans le contexte scolaire.



Mireille Bétrancourt & Sophie Bénard-Linh Qang

Professor & PhD student

Cognitive psychology and ergonomics

Mireille Betrancourt : Head of TECFA, Technologies for training and Learning, Geneva Switzerland

Training spatial cognition with virtual reality

Spatial cognition, defined as the ability to construct and handle mental representations of space vary widely across individuals. The research shows that spatial abilities are related to many other cognitive abilities, including problem solving, abstraction and inference making. Spatial abilities seem to predict academic success as well, as they are required for the understanding of many school topics (e.g., natural phenomena, mathematics, geography). However, spatial abilities are rarely taught per se in school. In this talk, I will present how virtual reality, that is particularly relevant to represent large space, can be used to both study the development of visuospatial abilities over time and to train visuospatial abilities through the development of strategic knowledge. The talk will be illustrated with the findings of the SPAGEO project (<https://tecfa.unige.ch/tecfa/research/spageo/>), in which desktop virtual reality was used in authentic primary school context to train spatial thinking in children age 7 to 10. The perspectives will address the potentials of using more immersive virtual reality in school context.



Jean-Marie Burkhardt

Directeur de Recherche, LaPEA - Laboratoire de Psychologie et d'Ergonomie Appliquée

Psychologie et ergonomie de la réalité virtuelle et augmentée pour l'apprentissage professionnel : 25 ans de recherches et d'applications

Dans cette présentation, je retracerai les travaux menés dans le champ de la conception et de l'évaluation des environnements virtuels et des dispositifs de réalité augmentée pour l'apprentissage, avec un focus sur les contenus professionnels. En m'appuyant sur des exemples des recherches et des dispositifs développés sur une période de 25 ans, je tâcherai d'analyser les évolutions en termes de questionnement de recherche, d'applications et d'approches, et proposerai d'en tirer quelques implications pour nourrir la prospective sur insertion sur le terrain de ces technologies en cours d'émergence.



Jean-Marie Burkhardt

Applied Psychology and Ergonomics lab. Université Gustave Eiffel, IFSTTAR & Université de Paris.

Psychology and ergonomics of virtual and augmented reality for professional learning: 25 years of research and applications

In this presentation, I will trace the work carried out in the field of design and evaluation of virtual environments and augmented reality devices for learning, with a focus on professional content. Drawing on examples of research and devices developed over a period of 25 years, I will attempt to analyze developments in terms of research questions, applications and approaches, and propose some implications to feed the prospective insertion in the field of these emerging technologies.



Anaïs Raison & Franck Ganier

Doctorante & Professeur

Psychologie Cognitive et Ergonomie, Université de Brest.

Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information de la Communication et de la Connaissance
(Lab-STICC), CNRS UMR6285.

Modélisation du déroulement de l'apprentissage procédural en environnement virtuel et développement d'une méthodologie d'évaluation d'un modèle comportemental d'identification des phases

L'apprentissage procédural, ou acquisition de compétences, est un phénomène dynamique généralement décomposé en trois phases distinctes menant à l'automatisation d'une compétence : une phase cognitive, une phase associative et une phase autonome. Cette thèse en psychologie cognitive vise à élaborer un modèle d'identification automatique et en temps réel de ces phases en environnement virtuel. L'enjeu de ces travaux à plus long terme est de pouvoir proposer une adaptation de l'environnement virtuel de formation à la progression de chaque apprenant. Le premier objectif de cette présentation est de montrer le développement du modèle à partir de la combinaison de la théorie ACT-R (Anderson, 2009) et d'approches basées sur les données comportementales. Une expérience en réalité virtuelle a été menée auprès de 63 participants et différentes analyses des traces de l'activité et de la charge de travail mental ont été réalisées afin d'examiner des approches de distinction des phases d'apprentissage. Ces propositions de découpage de l'activité des apprenants sont discutées et des perspectives d'améliorations sont fournies. Le second objectif de cette présentation est de proposer une méthodologie d'évaluation de la pertinence de ce modèle à partir du type de mécanismes cognitifs sous-jacents (implicite versus explicite) aux différentes phases de l'apprentissage. Un protocole utilisant le paradigme de la double tâche a été défini dans l'intention de tester la nature des ressources cognitives en jeu au fur et à mesure de la pratique d'une tâche procédurale en environnement virtuel.



Anaïs Raison & Franck Ganier

PhD student & Professor

Cognitive psychology and Ergonomics, University of Brest.

Information, Communication and Knowledge Sciences and Technologies Laboratory

Modeling of procedural learning in a virtual environment and development of a methodology for evaluating a behavioral model for phase identification

Procedural learning, or skill acquisition, is a dynamic phenomenon generally broken down into three distinct phases leading to the automation of a skill: a cognitive phase, an associative phase and an autonomous phase. The aim of this thesis in cognitive psychology is to develop a model for automatic, real-time identification of these phases in a virtual environment. The longer-term aim of this work is to be able to adapt the virtual training environment to the progress of each learner. The first objective of this presentation is to demonstrate the development of the model based on a combination of ACT-R theory (Anderson, 2009) and approaches based on behavioral data. A virtual reality experiment was conducted with 63 participants, and various analyses of activity traces and mental workload were carried out to examine approaches for distinguishing learning phases. These proposals for breaking down learner activity are discussed, and prospects for improvement are provided. The second objective of this presentation is to propose a methodology for assessing the relevance of this model, based on the type of cognitive mechanisms underlying the different phases of learning (implicit versus explicit). A protocol using the dual-task paradigm has been defined with the intention of testing the nature of the cognitive resources at play as a procedural task is practiced in a virtual environment.



Laurie Porte, Noé Monsaingeon & Jean-Michel Boucheix

Chercheur associé, Post-doctorant & Professeur émérite Psychologie cognitive
LEAD – CNRS UMR5022, Université de Bourgogne, Dijon, France

Bénéfices du guidage pour l'apprentissage en réalité virtuelle. Quelle application des principes de l'apprentissage multimédia en réalité virtuelle : signalisation visuelle, feedback et effets de modalité

Bien que la réalité virtuelle immersive (RVI) permette d'immerger des élèves dans une leçon, ses effets sur l'apprentissage sont hétérogènes. L'application des principes de l'apprentissage multimédia permettrait d'adapter les contenus en RVI aux capacités cognitives des apprenants. Dans le cadre d'un projet sur l'apprentissage de la forêt par le numérique, deux études expérimentales auront lieu. L'Expérience 1 sera réalisée auprès de collégiens et opposera l'application du principe de modalité en RVI et sur écran. Selon ce principe, l'apprentissage est facilité lorsqu'un contenu imagé est accompagné d'une narration vocale, comparé à lorsqu'il est accompagné d'un texte. Des mesures d'apprentissages et de comportement oculaire seront réalisées pendant une leçon en RVI ou sur écran, avec narration vocale ou avec texte. Il est attendu une inversion de l'effet de modalité en RVI, avec un bénéfice du contenu accompagné du texte comparé à la narration vocale. En revanche, le support écran devrait montrer des bénéfices de la narration vocale comparé au texte. L'Expérience 2 s'intéressera à l'application du principe de guidage par la signalisation et du principe de feedback. Des élèves en formation sur des métiers de la forêt auront pour tâche d'explorer trois zones forestières en RVI et de déterminer laquelle est la plus adaptée pour accueillir des visiteurs. La signalisation consistera à guider l'attention des apprenants avec des indices visuels. Les feedbacks immergeront, en RVI, les apprenants dans les conséquences de leurs décisions. La qualité de la décision sera évaluée et les comportements oculaires mesurés. Sont attendu des effets bénéfiques de la signalisation et du feedback sur la qualité de la décision et sur la répartition de l'attention sur des zones pertinentes. Ces études permettront d'éclairer le potentiel éducatif de nouvelles technologies et d'améliorer leur usage dans l'apprentissage.



Laurie Porte, Noé Monsaingeon & Jean-Michel Boucheix

Associate researcher, post-doctoral researcher, Professor Emeritus, Cognitive psychology
LEAD – CNRS UMR5022, University of Bourgogne, Dijon, France

The benefits of guidance for learning in virtual reality: How to apply the principles of multimedia learning in virtual reality: Visual Signaling, feedback and modality effects

Although immersive virtual reality (IVR) makes it possible to immerse students in a lesson, its effects on learning are heterogeneous. The application of multimedia learning principles would enable IVR content to be adapted to learners' cognitive abilities. As part of a project on digital forest learning, two experimental studies will take place. Experiment 1 will be carried out with secondary school students and will contrast the application of the modality principle in IVR and on-screen. According to this principle, learning is facilitated when visual content is accompanied by voice narration, compared with when it is accompanied by text. Measures of learning and ocular behavior will be carried out during a lesson in IVR or on screen, with voice narration or with text. A reversal of the modality effect is expected in IVR, with a benefit of text-accompanied content compared to voice narration. On the other hand, the screen medium should show benefits of voice narration compared to text. Experiment 2 will look at the application of the principle of guidance by signaling and the principle of feedback. Forestry students will be asked to explore 3 forest areas in IVR and determine which is the most suitable for visitors. Signposting will consist of guiding the learners' attention with visual clues. In IVR, feedback will immerse learners in the consequences of their decisions. The quality of the decision will be evaluated and eye behaviors measured. Beneficial effects of cues and feedback on decision quality and on the distribution of attention to relevant areas are expected. These studies will shed light on the educational potential of new technologies and improve their use in learning.

