

Concours

Réalité virtuelle

Que sais-tu de la réalité virtuelle?

Les techniques utilisées pour représenter des personnes et des objets de manière virtuelle revêtent une importance sans cesse croissante non seulement au cinéma et dans le secteur des jeux pour PC, mais aussi dans les domaines de l'industrie, de la médecine et de la recherche. Mais qu'est-ce qui se cache précisément derrière ces technologies? Et dans quel but sont-elles mises à profit concrètement? Teste tes connaissances et remporte l'un de trois «Atlas de la Suisse» d'une valeur de CHF 248.

Un «Atlas de la Suisse» à gagner

Le DVD interactif de l'Atlas de la Suisse contient non seulement une mine d'informations utiles sur les transports, l'énergie, la communication, la nature et l'environnement, la société, l'économie, l'État et la politique, mais offre aussi des représentations fascinantes de paysages en 3D qui invitent à un voyage virtuel à travers la Suisse. Le concours est organisé jusqu'au 31 mars 2012.

www.satw.ch/concours

SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften
Académie suisse des sciences techniques
Accademia svizzera delle scienze tecniche
Swiss Academy of Engineering Sciences



Membre des
Académies suisses des sciences

«Atlas de la Suisse» à gagner

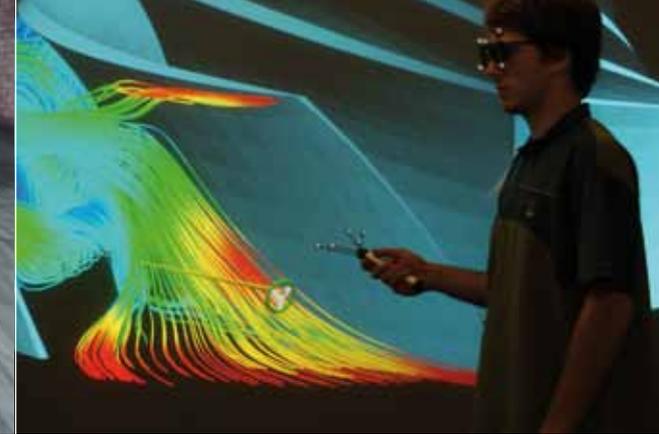
Prévoir le quotidien

Réunions virtuelles à domicile

Elucider les causes de décès



Etude ergonomique dans la troisième dimension: les chercheurs testent la position assise la plus confortable pour le conducteur virtuel.



Dans le laboratoire de réalité virtuelle, les chercheurs peuvent plonger dans leurs simulations de courant à l'aide d'une télécommande.

Étudier et construire en trois dimensions

Au laboratoire de réalité virtuelle de la Haute école de Lucerne, des ingénieurs testent leurs constructions pour une utilisation dans le quotidien, ce qui permet d'économiser du temps et de l'argent lors de la production de machines, d'avions ou de turbines.

Lorsque l'ingénieur-mécanicien Roger Waser examine l'écoulement dans une turbine hydraulique qu'il a construite sur ordinateur, cela peut paraître dangereux: Waser passe son bras entre les ailes de la turbine et l'agite à l'intérieur en toute insouciance. Le laboratoire de réalité virtuelle de la Haute école de Lucerne permet d'effectuer toute une série d'actions impossibles à réaliser dans la réalité. Les ingénieurs testent leurs inventions sur trois écrans qui mesurent chacun un mètre et demi sur deux mètres et sont placés autour d'un point central. Comme pour le cinéma 3D, deux vidéoprojecteurs projettent sur chaque écran deux images légèrement différentes; une pour l'œil droit et une pour l'œil gauche. L'observateur porte des lunettes pour l'effet stéréoscopique (voir encadré).

A la différence du cinéma, Waser peut contrôler les images sur l'écran en faisant basculer la télécommande dans sa main. Il peut aussi procéder à des mesures grâce à des outils virtuels ou inspecter des éléments séparés à partir d'une position quelconque. Pour ce faire, des «caméras de capture des mouvements» sont installées à l'extrémité supé-

rieure de chaque écran. Celles-ci envoient des rayons infrarouges qui sont reflétés par la télécommande. Au même moment, des points définis au niveau des lunettes de Waser reflètent les rayons. Le système calcule ainsi en temps réel sa position et adapte les images en fonction. Six ordinateurs sont mis à contribution à raison d'un par vidéoprojecteur. Rien que pour les graphismes, une capacité de mémoire de 70 gigaoctets est nécessaire alors que les performances graphiques sont près de 250 fois supérieures à celles d'une PlayStation 3.

Détecter à temps les problèmes de construction

«Nous utilisons les visualisations en 3D dans le laboratoire de réalité virtuelle afin de détecter à temps les problèmes de construction», explique le Professeur Ralf Baumann, directeur du laboratoire. Ainsi, grâce aux tests virtuels, les ingénieurs peuvent déterminer comment un avion ou un grand générateur de courant doivent être construits pour permettre et faciliter l'accès à certaines pièces lors de travaux d'entretien. «Nous épargnons ainsi du temps et de l'argent», dit Baumann. Dans le laboratoire de réalité virtuelle, il est également possible de comparer

différentes solutions à un problème. L'assistant de Baumann, André Unternährer, fait apparaître trois karts sur l'écran. La différence entre les trois véhicules en matière de position du volant et de forme des sièges est minime. Unternährer s'installe, sous la forme d'un modèle virtuel, dans les trois karts. Le programme informatique lui indique quel design de kart est le plus ergonomique et le plus confortable pour le conducteur. Les tests virtuels se révèlent également intéressants pour l'industrie: la Haute école de Lucerne a mené des études d'ergonomie analogues en collaboration avec une PME pour développer un véhicule électrique. «Les PME utilisent notre laboratoire pour visualiser leurs produits et mieux se rendre compte ainsi des possibilités d'amélioration», explique Baumann.

Vivre et comprendre le contenu des cours

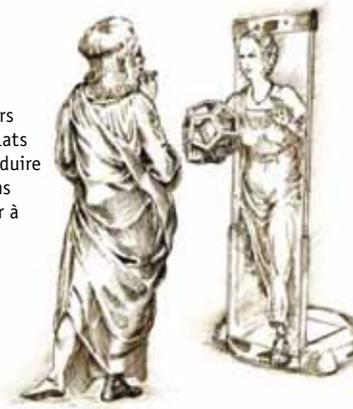
A la Haute école de Lucerne, la réalité virtuelle est utilisée pour la pratique et pour l'enseignement. Pour les cours de physique par exemple: les étudiants examinent, dans la Cyberclassroom et via des modules d'apprentissage programmés par les assistants, l'hydromécanique d'une turbine Francis ou les champs magnétiques d'une bobine d'Helmholz. Dans ce dernier cas, ils peuvent comprendre, en déplaçant les deux bobines dans l'espace, les effets d'une modification de la distance sur le champ ma-

gnétique produit. Lors d'un autre exercice, ils peuvent découvrir les forces qui agissent entre la roue dentée et l'axe d'un entraînement mécanique. Baumann en est convaincu: «La visualisation en 3D permet de comprendre et de vivre le contenu des cours. Les étudiants peuvent mieux se représenter les processus physiques».

L'effet stéréoscopique

La stéréoscopie consiste à reproduire des images avec une impression de profondeur spatiale. Le principe se base sur le fait que nous voyons ce qui nous entoure avec nos deux yeux, mais à partir de deux angles visuels. Notre cerveau peut ainsi attribuer une distance à tous les objets observés et former une image tridimensionnelle de ce qui nous entoure. Dans le laboratoire de réalité virtuelle, deux images légèrement différentes sont projetées sur chaque écran. Grâce à des lunettes spéciales (voir AHA), une image est vue par l'œil gauche et l'autre par l'œil droit. C'est ainsi que se crée l'impression tridimensionnelle dans notre cerveau.

Comme dans un conte: à l'ETH Zurich, les chercheurs développent des écrans plats transparents censés reproduire une image en 3 dimensions de son vis-à-vis sans avoir à porter de lunettes.



Réunions virtuelles grâce à la technologie Star Wars

Il n'est pas rare que sciences et science-fiction s'influencent mutuellement. La téléprésence est un thème traité au cinéma, mais aussi à l'ETH Zurich. Ici, les chercheurs développent un écran plat transparent qui permet d'inviter chez soi virtuellement et en trois dimensions un interlocuteur qui se trouve à des milliers de kilomètres.

Dans le film de science-fiction «La Machine à explorer le temps», l'inventeur Alexander Hartdegen entreprend un voyage dans la bibliothèque du futur. Un bibliothécaire surgit de nulle part derrière une vitre et propose à Alexander de l'aider dans sa recherche de livres. Celui-ci n'en croit pas ses yeux, puis réalise que le bibliothécaire est en fait une image tridimensionnelle virtuelle qui se trouve dans la vitre devant lui. Le Professeur Markus Gross a présenté cette séquence du film à l'étudiant en informatique Nicola Ranieri lors de l'entretien pour son doctorat et lui a dit: «C'est exactement cela que nous voulons développer.»

3D sur écrans plats transparents

Ce que l'on peut voir dans «La Machine à explorer le temps» est appelé «téléprésence» par les scientifiques de l'Institut für Visual Computing. Celle-ci devrait nous permettre, dans le futur, de nous retrouver en présence virtuelle de personnes se trouvant à des milliers de kilomètres. «La téléprésence est le perfectionnement logique du téléphone et de la vidéo-téléphonie au 21^e siècle», explique Ranieri. Ce

dernier développe actuellement un grand écran plat transparent qui produit une image tridimensionnelle sans que la personne qui la regarde ne doive porter de lunettes – exactement comme dans le film «La Machine à explorer le temps». «C'est important pour nous car la communication avec l'interlocuteur virtuel doit être aussi naturelle que possible», déclare Ranieri. Pour ses recherches, il utilise des écrans 3D qui sont déjà disponibles sur le marché et les développe en fonction de ses propres exigences. Il existe en effet déjà des écrans qui créent au moyen de minuscules lentilles placées sur ces derniers des images différentes pour l'œil gauche et l'œil droit. Il en résulte, pour celui qui regarde, une image en trois dimensions, à condition toutefois de garder une position idéale par rapport à l'écran. Ranieri veut mettre au point un système flexible où les deux personnes en contact téléphonique pourraient bouger librement dans l'espace. L'«automultiscopie» permet ainsi de produire et de diffuser des images quelle que soit la position de celui qui les regarde. «Il est même possible de regarder derrière les objets virtuels sur l'écran», ajoute Ranieri.

Traitement laborieux des images pour éviter l'effet «fantôme»

Mais il y a un problème: pour l'instant, de tels écrans peuvent représenter une profondeur de seulement 50 centimètres environ lorsque la qualité spatiale est correcte. Ce qui se trouve loin derrière commence à sauter dès que la personne qui regarde bouge la tête – lorsque, dans image virtuelle, une personne se trouve devant des montagnes situées au loin, par exemple. L'informaticien Nicola Ranieri voudrait résoudre ce problème en modifiant techniquement des écrans existants tout en programmant les données des images de manière à les reproduire avec une bonne impression spatiale. Il développe en outre de nouveaux algorithmes mathématiques avec lesquels les images sont automatiquement traitées via un ordinateur central. Autre point crucial: l'effet fantôme. «Dans le film «Star Wars», les personnes qui apparaissent sous forme d'hologrammes virtuels tridimensionnels ressemblent toujours un peu à des fantômes. Nous ne voulons pas de cet effet», explique Ranieri. Étant donné qu'avec l'automultiscopie, plusieurs copies légèrement modifiées sont générées et envoyées simultanément pour chaque image d'un film, la téléprésence nécessite de très nombreux calculs. «Pour maîtriser tout cela, nous devons développer de nouveaux algorithmes puissants», ajoute Ranieri.

Même si le projet de Ranieri tient encore de la science-fiction, la téléprésence devrait un jour nous faciliter la vie et soulager l'environnement. «Grâce à la technologie 3D, les hommes d'affaires et les scientifiques n'auront plus besoin de survoler la moitié de la planète pour se réunir. Ils économiseront des frais de voyage tandis que les émissions de dioxyde de carbone produites par les avions et no-cives pour l'environnement seront réduites», explique Ranieri. A quand le premier assistant virtuel capable de nous guider à travers sa bibliothèque, comme dans «La Machine à explorer le temps»? D'ici quatre ans, le premier prototype d'un système de téléprésence devrait être disponible, selon Ranieri. Mais nous risquons de devoir encore attendre un peu avant qu'un tel système nous fasse visiter les bibliothèques publiques.



Les corps sont scannés de l'extérieur avec une caméra stéréoscopique. On peut ainsi découvrir quelle arme a causé une blessure.



En 3D, les données peuvent être combinées à l'infini et présentées de façon compréhensible pour les novices en matière de médecine.



Expliquer des décès grâce à la haute technologie

Lorsque des personnes décèdent des suites d'une maladie inconnue ou sont victimes d'un crime, celles-ci sont examinées par un médecin légiste. Un nouveau procédé permet d'examiner les corps de manière virtuelle - une approche très utile pour élucider les crimes.

Un homme dont il faut déterminer s'il est réellement mort d'un infarctus, une femme qui a vraisemblablement été victime d'un crime, un jeune qui est décédé à l'hôpital après une chute à vélo. Voici des cas traités par l'Institut de Médecine légale de l'Université de Zurich. 450 corps environ sont examinés chaque année par les médecins légistes qui ont pour tâche de déterminer les causes et les circonstances des décès.

La haute technologie remplace le travail manuel

Autrefois, les spécialistes examinaient les corps manuellement. Si nécessaire, les corps étaient ouverts afin de découvrir les circonstances précises du décès. Les choses ont bien changé: depuis quelques années, une technologie totalement nouvelle est mise à profit à Zurich. Elle a été développée par Michael Thali, professeur de médecine légale, avec son équipe à l'université de Berne et à l'université de Zurich. Les personnes décédées font l'objet d'une autopsie virtuelle. Le procédé, dans le cadre duquel sont utilisés différents appareils high-tech, a été baptisé «Virtopsy». Autrement dit, les corps

sont soumis, lors d'une autopsie virtuelle, à un examen qui se déroule en deux étapes: dans un premier temps, les corps sont scannés de l'extérieur. Une caméra stéréoscopique dotée d'un bras robotisé commandé à distance parcourt ensuite la surface du cadavre. Sur la base de ces clichés, les médecins légistes peuvent créer sur l'ordinateur une image en trois dimensions du corps, où apparaissent l'ensemble des traces extérieures. On peut y voir, par exemple, des empreintes de pneus ou des marques de blessures causées par des objets.

Un aperçu précis de l'intérieur

Lors d'une seconde étape, les corps sont examinés au moyen d'une procédure d'imagerie médicale, de la même manière qu'en médecine «normale». Grâce à cette procédure, il est possible de saisir l'intérieur du corps en trois dimensions. Les clichés de cette seconde étape permettent, par exemple, de savoir si certains organes ont été altérés en raison d'une maladie et s'ils ont pu jouer un rôle dans le décès. Les médecins peuvent également voir quels os ont été brisés lors d'un accident. Et ce n'est pas

tout: si nécessaire, les médecins légistes peuvent, au moyen d'une substance de contraste, faire apparaître les vaisseaux sanguins dans le corps. Il leur est possible, par exemple, de rendre visibles les rétrécissements des vaisseaux coronaires lorsqu'ils soupçonnent un infarctus. Les clichés permettent aussi de savoir, après un accident, si le décès a été causé par des hémorragies internes. «L'autopsie virtuelle est aujourd'hui utilisée de façon très courante dans notre institut», explique Michael Thali. Les avantages sont évidents: l'autopsie virtuelle permet d'obtenir des images tridimensionnelles du corps de sorte que les résultats des médecins légistes peuvent être communiqués de manière claire à toutes les personnes concernées lors d'une procédure judiciaire. Les données étant enregistrées, des réponses peuvent être apportées à des questions en suspens même longtemps après l'inhumation. «Nous pouvons combiner les images du corps aux clichés d'objets et montrer, par exemple, si une blessure a été causée ou non par l'objet supposé», explique Thali. «De telles reconstructions s'avèrent extrêmement efficaces pour élucider les crimes.»

Imagerie médicale

L'imagerie médicale permet de représenter en images des propriétés non visibles d'objets. L'un des procédés les plus connus est la radiographie: on traite par rayons X une partie du corps, puis on mesure la puissance d'absorption de ces rayons. Les tissus mous absorbent moins les rayons X que les os, on peut alors voir le squelette de l'extérieur. En médecine et en médecine légale, plusieurs méthodes d'imagerie médicale sophistiquées sont utilisées pour rendre visibles les structures internes du corps. La tomographie assistée par ordinateur a aussi recours aux rayons X pour créer une image du corps tandis que la tomographie par résonance magnétique examine le corps au moyen de champs magnétiques. Les ultrasons sont aussi utilisés pour faire apparaître les organes. Dans le cadre des procédures d'imagerie ultrasonore modernes, on se sert d'outils de mesure performants qui traitent le corps par les rayons de façon précise et enregistrent les signaux avec finesse. On obtient alors des données qui doivent être traitées au moyen d'un logiciel hautement spécialisé. Ces données permettent d'obtenir des images tridimensionnelles du corps qui pourront ensuite être traitées par ordinateur.



▲ Les projets virtuels commencent aussi avec du papier, un crayon et un portable.



► Plus qu'un survol virtuel des Alpes: le „paysage de données de Suisse“ permet une navigation à travers les champs, les informations sur le trafic, les photos locales et les données statistiques.



▲ En étroite collaboration avec les développeurs, les propositions de design sont vérifiées quant à leur faisabilité afin que l'homme et la machine puisse communiquer de façon optimale.

► Sur l'écran 3D, les données complexes et abstraites deviennent des informations perceptibles.

Un Géo Trouvetou entre technique et création

Hans Peter Wyss est Interaction Designer et aide les entreprises à visualiser des données complexes. Pour ce faire, il développe des systèmes quadridimensionnels qui permettent de se déplacer non seulement dans l'espace, mais aussi dans le temps. Une tâche qui exige un savoir-faire aussi bien technique que créatif.

Je trouve fascinant d'imaginer sans cesse de nouveaux systèmes pour réduire le fossé qui sépare les hommes et la technique. En tant que collaborateur scientifique à la Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) de Windisch, je peux précisément créer des ponts entre la technique et les hommes. On appelle cela l'«Interface-Design». Je suis convaincu que ce domaine a été négligé de façon imparadonnable ces dernières années. Même si les ordinateurs sont devenus plus rapides et que les programmes ont fait l'objet d'améliorations permanentes, on ne s'est pas suffisamment consacré au développement d'outils plus efficaces pour l'utilisation des nouvelles technologies. Depuis plusieurs dizaines d'années, pour commander notre ordinateur, nous employons principalement les mêmes outils: une souris et un clavier.

Allier l'art et la technique

Enfant, je voulais devenir inventeur. Après le gymnase à Berne, j'ai suivi pendant un an une formation de Multimedia Producer. J'ai découvert à cette occasion tous les programmes graphiques

utilisés pour le traitement des films et des images, et la création d'animations. J'ai ensuite étudié les arts médiatiques à la FHNW. Je me suis surtout passionné pour les possibilités techniques qui permettent de faire interagir les œuvres d'art avec les observateurs. J'utilisais de nombreux capteurs, pour les interactions via le mouvement, la pression ou le son, par exemple. Désireux de développer mon savoir-faire technique, j'ai décidé, pendant mes études, d'effectuer un stage de plusieurs mois au Fraunhofer Institut de Stuttgart. De nombreuses recherches fondamentales y sont menées dans le domaine de la réalité virtuelle. C'est à cette époque que j'ai mis au point et programmé mon premier prototype d'appareil. Je l'ai même présenté plus tard à l'occasion d'un salon technique. C'est également par le biais du Fraunhofer Institut que j'ai trouvé mon poste actuel à l'Institut pour les technologies 4D de la FHNW.

Nous développons d'une part des programmes qui présentent simplement des données complexes et d'autre part des nouvelles commandes pour ces pro-

grammes. Nous utilisons des projections tridimensionnelles et rendons possible les voyages dans le temps, autrement dit les simulations dans la quatrième dimension. Nous développons généralement ce type de programmes en collaboration avec un partenaire industriel. Ainsi, par exemple, nous avons programmé, pour les CFF, une application de réalité virtuelle pour la construction. Les CFF souhaitent rénover 300 gares sans perturber le service ferroviaire – un projet très complexe. Notre institut a donc développé un système permettant aux planificateurs des CFF de visualiser et d'expérimenter à l'avance leur projet de construction. Ils ont simulé, pas à pas et de manière tridimensionnelle, plusieurs phases de construction sur un écran de deux mètres de haut, dans notre laboratoire de réalité virtuelle. Ils ont ainsi pu se faire une idée de leurs planifications et voir si l'harmonisation entre les différentes étapes de construction était optimale. Ils ont pu déterminer assez tôt quels types de machines pouvaient être utilisés afin d'éviter de se retrouver soudainement bloqués dans le bâtiment pendant les travaux.

De nouvelles applications pour le périphérique de contrôle «Xbox»

Dans le cadre d'un autre projet, nous avons présenté en trois dimensions les données relatives à la densité d'habitation et du travail sur une carte de la

Suisse. En guise de commande, nous utilisons «Kinect», le dernier périphérique de contrôle de la console de jeu «Xbox». Nous adaptons actuellement ce dernier à nos besoins et programmons le logiciel. Nous espérons dans le futur pouvoir survoler la Suisse virtuelle uniquement via des mouvements du corps effectués devant l'écran et visualiser en 3D les données relatives à certaines régions. Les experts de la circulation pourraient utiliser ce programme pour repérer rapidement les problèmes qui surviennent au niveau des nœuds routiers très fréquentés. Dans de tels projets, j'ai pour responsabilité de veiller à l'interaction parfaite entre l'utilisateur et le programme. Au moyen de programmes graphiques tels que Flash, je crée les premiers prototypes qui montrent comment devra se dérouler plus tard la communication entre un programme et l'utilisateur. Dès que l'on s'est mis d'accord sur un système, les programmeurs transforment ces idées en un nouveau programme informatique.

En plus de développer des nouveaux systèmes, j'aimerais enseigner plus tard l'«Interaction Design» à des adultes. Je pourrais ainsi contribuer à une meilleure compréhension mutuelle entre les techniciens et les créateurs et à une plus grande perméabilité entre les différentes disciplines. Tout le monde y trouverait son compte.

AHA!



Comment fonctionne le cinéma 3D?

Les films en 3D se basent sur le fait que nous voyons avec nos deux yeux des images différentes. Avec un seul œil, nous sommes en effet incapables de voir en trois dimensions. Pour s'en rendre compte, rien de plus simple: place un doigt à courte distance de tes yeux et ferme tour à tour l'œil droit et l'œil gauche. Ton doigt semble se déplacer. C'est uniquement dans le cerveau que les deux images sont réunies pour former une seule image tridimensionnelle.

Pour les tournages de films en 3D, on utilise donc des caméras équipées de deux lentilles dont l'écart correspond à peu près à celui qui sépare nos yeux. Au cinéma, les deux images sont projetées simultanément sur l'écran par un projecteur 3D. Résultat: nos yeux voient une image floue. Pour à nouveau séparer les différentes images pour l'œil gauche et l'œil droit, nous avons besoin de lunettes spéciales.

Deux technologies sont principalement utilisées actuellement: la technique du filtre de polarisation et le procédé d'obturation. La première technique est la technique de représentation la plus répandue dans le domaine de la 3D. Des filtres qui séparent la lumière en ondes lumineuses verticales et horizontales se trouvent devant les lentilles de projection

des projecteurs 3D. L'un des verres des lunettes laisse passer uniquement les ondes verticales et l'autre uniquement les ondes horizontales. La polarisation étant différente, l'œil gauche ne voit que l'image «gauche» et l'œil droit ne voit que l'image «droite». Les nouveaux projecteurs utilisent la lumière polarisée de manière non plus linéaire, mais circulaire. La lumière est donc polarisée dans le sens des aiguilles d'une montre pour un œil et dans le sens contraire des aiguilles d'une montre pour l'autre œil. Le spectateur jouit d'un meilleur confort de vision lorsque la lumière est polarisée de manière circulaire. Dans le cas du procédé d'obturation, les verres des lunettes gauche et droit s'ouvrent et se ferment très vite, jusqu'à 144 fois par seconde. Les différentes images pour l'œil droit et l'œil gauche sont également projetées sur l'écran à cette fréquence. Une image tridimensionnelle se forme à nouveau dans le cerveau du spectateur.

Aujourd'hui, les experts se divisent encore sur la question de savoir dans quelle mesure les films en 3D peuvent remplacer le film traditionnel. Ils sont toutefois nombreux à penser que d'ici peu, 80 pour cent des films de cinéma seront projetés en 3D.



iCompétence allie informatique, design et management. La FNHW a lancé cette filière interdisciplinaire en automne 2010. Celle-ci a suscité un énorme intérêt auprès des étudiants et est également destinée aux personnes qui changent d'orientation: www.fhnw.ch/technik/ic/ausbildungsgang-icompetence

Formation

Informaticien CFC/Informaticienne CFC

www.berufsberatung.ch/dyn/1109.aspx?id=152

Médiamaticien CFC/Médiamaticienne CFC

Multimédia, design, marketing, informatique, administration

www.berufsberatung.ch/dyn/1109.aspx?id=184&searchsubmit=true

Ingénieur HES en informatique/

Ingénieure HES en informatique

Bachelor of Science aux hautes écoles BFH, FNHW, FHO, FHZ, ZFH, HES-SO, SUPSI

www.berufsberatung.ch/dyn/1109.aspx?id=703&searchsubmit=true

Ingénieur HES en géomatique/

Ingénieure HES en géomatique

www.berufsberatung.ch/dyn/6036.aspx?id=3738&searchsubmit=true&search=Informatik

Informatique

ETH Zurich: www.ethz.ch/prospectives/programmes/infk

EPFL: bachelor.epfl.ch/informatik

Géomatique

ETH Zurich: Géosciences – Informatique – Aménagement du territoire

<http://www.ethz.ch/prospectives/programmes/geomatik>

A voir

Cinéma

Des films en 3D sur le plus grand écran de Suisse. C'est ce que propose le Musée des Transports de Lucerne. www.verkehrshaus.ch/fr/cinetheatre

Atlas de la Suisse

La Suisse en mode 3D avec options Panorama, Bloc-diagramme et Carte à prismes. Voici ce que vous offre le nouvel Atlas de la Suisse. Version démo sur le site www.atladerschweiz.ch/atlas/fr/

Impressum

SATW Technoscope 3/11, décembre 2011

www.satw.ch/technoscope

Concept et rédaction: Dr Béatrice Miller
Collaborateurs rédactionnels: Dr Felix Würsten, Samuel Schläfli
Photos: SATW/Franz Meier, HSLU, Virtopsy®, Markus Gross/ETH Zürich, FNHW, «Atlas de la Suisse», Fotolia
Photo de couverture: Livia Scapin et Frank Erb, étudiants à la FNHW

Abonnement gratuit et commandes

SATW, Seidengasse 16, CH-8001 Zürich
E-Mail redaktion.technoscope@satw.ch
Tel +41 (0)44 226 50 11

Technoscope 1/12 à paraître en avril 2012.