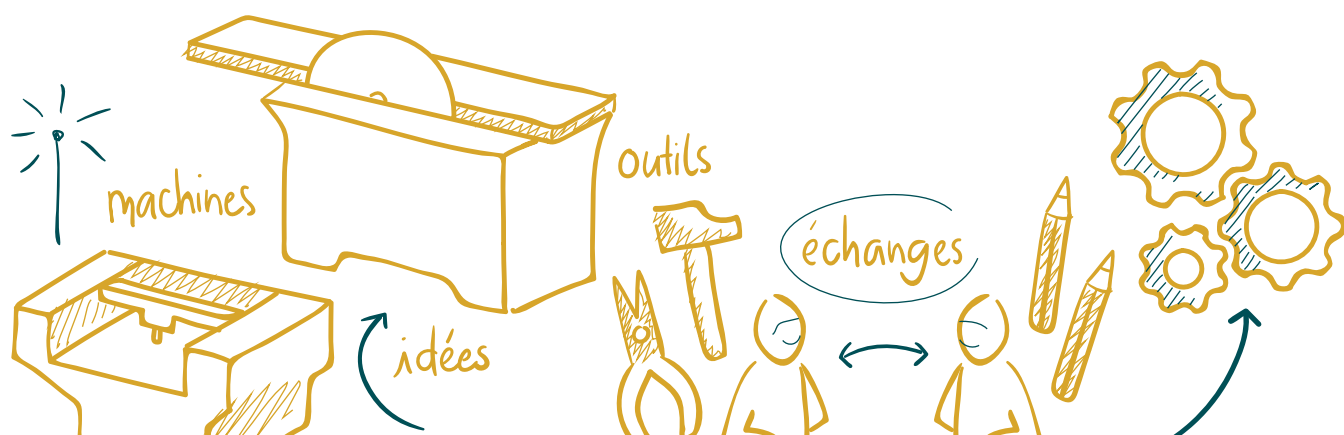


EN DIRECT

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN - NUMÉRO 298 - JANVIER-FÉVRIER 2022



GRAND FORMAT [ESPRIT MAKER]

FABLABS, DES ENDROITS OÙ IL FAIT BON INNOVER

SUPERSTRUCTURE ET MICROROBOTIQUE

TIRREX donne une envergure nouvelle à la robotique régionale

DURE(S) LOI(S) DU SPORT

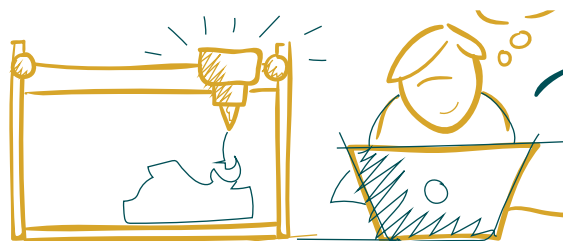
JO sous tension

MONDE [NUMÉRIQUE]

Un jeu sérieux valorise les principes du *Green IS* dans les entreprises

RAPPORTS [DE VOISINAGE]

L'Arc jurassien entre science et art



TOUS NOS VŒUX POUR 2022

EN DIRECT

NUMÉRO 298 - JANVIER - FÉVRIER 2022

3 | ACTUALITÉS

- Des solutions numériques pour rattraper le retard en compétences de l'horlogerie suisse
- TIRREX donne une envergure nouvelle à la robotique régionale
- Des structures micrométriques actionnables ? Bienvenue dans la 4^e dimension...
- Des contrats intelligents ET confidentiels
- Lutte contre le cancer : de nouvelles cibles en vue pour le système immunitaire
- JO sous tension
- Théories à l'épreuve du temps
- *Éclats*, revue électronique de sciences humaines et sociales

12 | MONDE [NUMÉRIQUE]

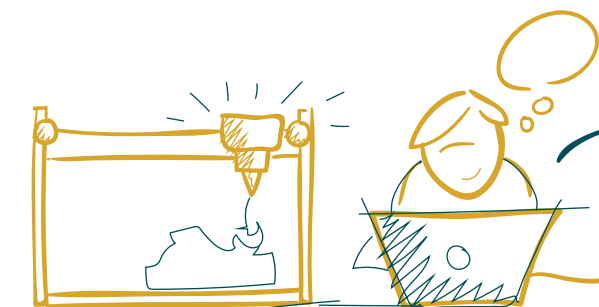
Un jeu sérieux valorise les principes du *Green IS* dans les entreprises

14 | RAPPORTS [DE VOISINAGE]

L'Arc jurassien entre science et art

16 | GRAND FORMAT [ESPRIT MAKER]

FabLabs, des endroits où il fait bon innover



REMETTRE LES MONTRES À L'HEURE

DES SOLUTIONS NUMÉRIQUES POUR RATTRAPER LE RETARD EN COMPÉTENCES DE L'HORLOGERIE SUISSE

Au cours des années 1970, l'effondrement du secteur horloger en Suisse se traduit par la fermeture des écoles et une chute spectaculaire de l'emploi, emportant avec lui un savoir-faire historique. Le pays ne sort pas indemne de cette épreuve : trente ans après l'amorce d'une reprise qui se confirme depuis les années 1990, la formation des horlogers est toujours un défi. La Suisse manque de main d'œuvre et certaines compétences métier font défaut. Emboîtement, réglage, polissage..., les tâches de fabrication spécialisées, et parfois exigeantes, ne font plus beaucoup recette auprès des jeunes. Devenir un horloger complet, capable de tout connaître d'une montre et d'intervenir à toutes les étapes de sa fabrication ou de sa réparation, est un rêve difficile à réaliser, qui requiert une formation de quatre ans, souvent abandonnée en cours de route.

Adapter l'offre de formation, la rendre plus attractive, sont des enjeux auxquels s'efforcent de répondre les marques horlogères. À la Haute Ecole de gestion Arc, Armand Brice Kouadio et ses adjointes scientifiques, Maria Bashutkina et Natasa Vukasinovic, souhaitent les aider dans cette ambition. L'équipe propose des solutions de formation innovantes, sur la base d'une enquête¹ menée auprès de grands groupes horlogers, d'entreprises de sous-traitance et d'instituts de formation. « L'objectif est d'attirer un public jeune, qui d'emblée ne s'intéresserait guère aux métiers de l'horlogerie, par le biais du numérique, un monde

qui, lui, leur parle davantage », explique ce professeur de gestion des ressources humaines. L'idée d'un jeu sérieux comme support de formation est retenue par l'équipe. Innovation ou utopie ? Les résultats de l'enquête montrent qu'en réalité, bien des aspects de l'apprentissage théorique et pratique des métiers horlogers sont susceptibles de faire l'objet d'une approche digitale. « Certains outils sont d'ailleurs déjà utilisés dans le cadre de la formation horlogère, comme la représentation numérique de mouvements en 3D permettant de mieux visualiser les pièces qui les composent. « De la même façon, repérer un dysfonctionnement ou une pièce défectueuse est tout à fait envisageable sur un support digital, et donne de plus la possibilité de travailler à distance, dans des ateliers disséminés dans le monde entier. »

S'ENTRAÎNER À LA PATIENCE

Mais au-delà de la technique, les chercheurs ont identifié que ce sont surtout les compétences transverses qui pourront faire l'objet d'entraînements par le jeu numérique, comme la précision, la dextérité, la rigueur, la patience, des qualités indissociables de l'exercice de tout métier horloger. Les auteurs de l'étude ne sous-estiment pas pour autant le fait que le mimétisme des gestes et la dimension tactile sont essentiels pour l'apprentissage et la transmission des savoir-faire. Ils préconisent de trouver

un équilibre entre apprentissage en atelier et enseignement par le numérique, qui, selon les métiers, pourrait représenter 50 à 70 % de la formation globale.

Un référentiel élaboré d'après les résultats de l'étude sera diffusé auprès des entreprises et des instituts de formation dans les prochaines semaines sous la forme d'un ouvrage électronique, également bientôt disponible en libre accès sur le net.



¹ Dans le cadre du projet Catch'up mené sur 18 mois et clos en fin d'année 2021, l'enquête regroupe une quarantaine d'entretiens qualitatifs et compte une centaine de réponses à un questionnaire.

Contact :
Centre du marketing horloger
Haute Ecole de gestion Arc
Armand Brice Kouadio
Tél. +41 (0)32 930 23 54
armand.kouadio@he-arc.ch

SUPERSTRUCTURE ET MICROROBOTIQUE

TIRREX DONNE UNE ENVERGURE NOUVELLE À LA ROBOTIQUE RÉGIONALE

De la plus grande à la plus petite des échelles, TIRREX¹ réunit l'ensemble des plateformes de recherche dédiées à la robotique en France. Prenant la suite de ROBOTEX en ce début d'année 2022, TIRREX est un projet comme son prédécesseur élu au titre du Programme d'investissements d'avenir, et comme lui accompagné d'un financement de l'État sur 8 ans. Un budget global de 12 millions d'euros, fléchés pour l'acquisition d'équipements, dote les 32 laboratoires de recherche fédérés par le nouveau réseau.

le Centre de micro- et nano-robotique (CMNR), hébergé à l'ENSMM, verra ses installations monter en puissance grâce aux 863 000 euros que lui apporte TIRREX, et grâce au soutien financier de la Région Bourgogne - Franche-Comté et du contrat de plan État Région (CPER), qui double ce budget. Les équipements supplémentaires ainsi financés donneront de nouvelles possibilités de développement au CMNR pour la mise au point de robots de très petites dimensions. « La plateforme est spécialisée dans la conception, la caracté-

risation, l'assemblage, la manipulation et la mesure des déplacements d'objets de dimensions inférieures à 100 µm », explique Guillaume Laurent, enseignant-chercheur en robotique à l'ENSMM / Institut FEMTO-ST, et coordinateur du projet TIRREX pour la plateforme bisontine.

La caractérisation d'objets de taille micro ou nanométrique, qu'ils soient fabriqués par l'homme,

comme les microcomposants, ou biologiques, comme les cellules, est un préambule indispensable à la conception de micromachines de dimensions correspondantes, capables d'exercer une action sur ces objets. Ces microrobots invisibles à l'œil nu créent de nouvelles possibilités d'investigation et ouvrent la voie à des applications révolutionnaires,

notamment dans le domaine de la santé. À titre d'exemple, on peut citer la manipulation de cellules par pince optique, faisant intervenir un microrobot à l'interface entre les cellules et un laser infrarouge, dont l'action directe sur le matériel biologique serait dommageable ; cette manipulation à distance donne la possibilité d'analyser des cellules une à une, un procédé utile à la mise au point de thérapies cellulaires pour des traitements médicaux personnalisés. Un autre exemple très parlant est celui de microrobots à tubes concentriques, très fins et très adroits, capables d'investir à des fins de diagnostic des zones particulièrement difficiles d'accès du corps humain, comme les fosses nasales ou l'oreille interne. « De nombreuses collaborations de recherche sont établies au CMNR en lien avec des industriels, auxquels il est également possible de fournir des prestations de service », souligne Guillaume Laurent.

Bien qu'elle n'ait pas encore la carrure de son aînée, la jeune plateforme CMNR peut se comparer à MIMENTO dans sa façon de fonctionner, et parce qu'elle aussi se développe dans le cadre d'un réseau national. À terme, l'objectif est que TIRREX se mue en Infrastructure de recherche, une configuration plus ambitieuse encore, dans laquelle la plateforme bisontine ne demandera qu'à grandir.

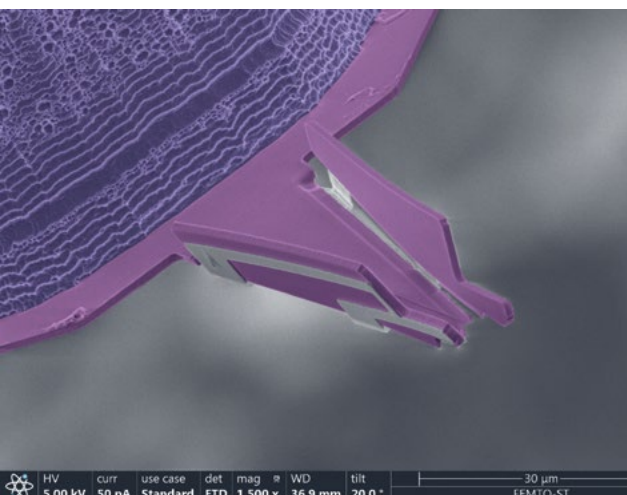
¹ TIRREX (Technological Infrastructure for Robotics Research of Excellence) est un projet retenu dans le cadre de l'action Équipements structurants pour la recherche (ESR / EquipEx+) du PIA3 ; il bénéficie du soutien du CNRS, de l'INRIA du CEA, de l'INRAE, de l'alliance ALLISTENE, du GDR Robotique, et de l'appui de nombreux industriels.



Anciennement plateforme µROBOTEX, le Centre de micro- et nanorobotique (CMNR) est hébergé à l'ENSMM.

Six domaines, équivalant à autant de plateformes technologiques, forment désormais le maillage du territoire français : robotique XXL ; robotique humaine et interactions ; robotique aérienne ; robotique mobile terrestre ; robotique médicale ; micro-nano robotique, ce dernier constituant une spécialité de l'Institut FEMTO-ST. À Besançon,

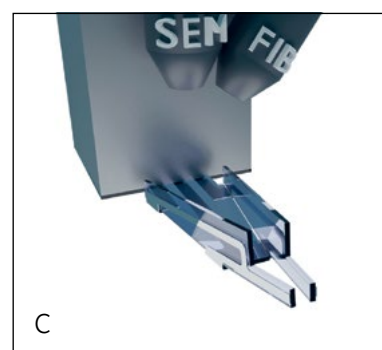
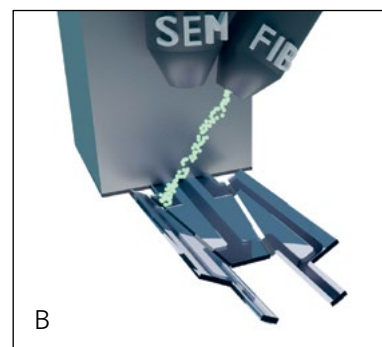
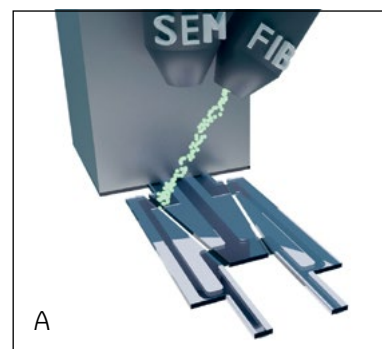
DES STRUCTURES MICROMÉTRIQUES ACTIONNABLES ? BIENVENUE DANS LA 4^e DIMENSION...



L'origami n'est pas un art réservé à l'usage du seul papier. Dans une déclinaison scientifique, c'est aussi l'un des nouveaux moyens mis au service de la miniaturisation des systèmes. Une équipe de l'Institut FEMTO-ST en a fait la preuve éclatante en réalisant le pliage d'un matériau bicouche, composé de silice et d'aluminium, et en réussissant selon le même principe à le rendre actionnable. Une première à l'échelle micrométrique : jusqu'alors, soit les structures étaient en 2D et animées, soit en 3D et statiques. On entre ici dans une quatrième dimension, celle du système 3D actionnable électrothermiquement. L'équipe s'était déjà fait remarquer en créant par pliage de silice la plus petite maison du monde, qui, perchée à l'extrémité d'une fibre optique, avait défrayé la chronique. Aujourd'hui, la technologie va plus loin encore, elle est illustrée par la réalisation d'une micropince, qui vaut à ses créateurs une formidable audience dans la

sphère scientifique. L'article relatant cette avancée dans la revue de référence *Advanced Materials* est en effet crédité d'un facteur d'impact de 30,8, une audience 11 fois supérieure à celle qui a honoré la micromaison. Le matériau est constitué d'un substrat en silicium de 380 μm recouvert d'une couche de silice de 1,2 μm, sur lequel

sont déposées des électrodes en aluminium de 0,2 μm. Soumis à un faisceau d'ions gallium, la membrane de silice se plie pour l'élévation des structures 2D en structures 3D, et les électrodes d'aluminium jouent le rôle de charnières. « L'angle de pliage varie de -70° à +90°, et l'ouverture initiale de la pince peut être adaptée à des objets dont la taille s'étend de quelques dizaines de nanomètres à quelques dizaines de microns », explique Jean-Yves Rauch, ingénieur de recherche au département AS₂M, l'un des concepteurs du procédé. Il reste à parfaitement contrôler l'intensité du faisceau pour maîtriser les mouvements des doigts des pinces, sans arriver au point de rupture du matériau. C'est donc un effet électrothermo-mécanique qui est à l'origine de cette innovation, pour laquelle se sont liguées des compétences en robotique, électronique, techniques de salle blanche, simulation des matériaux et informatique, autour des équipements du CMNR.



La micropince mise au point au Centre de micro- et nanorobotique est le premier système 3D actionnable électrothermiquement, réalisé à cette échelle.

Soumis à un faisceau d'ions gallium, la membrane de silice se plie pour l'élévation des structures 2D en structures 3D, et les électrodes d'aluminium jouent le rôle de charnières.

Contacts :
Institut FEMTO-ST
Département AS₂M
UFC / ENSMM / UTBM / CNRS
Guillaume Laurent / Jean-Yves Rauch
Tél. +33 (0)3 81 40 28 08 / 63 08 24 31
guillaume.laurent@ens2m.fr
jean-yves.rauch@univ-fcomte.fr

SÉCURITÉ INFORMATIQUE

DES CONTRATS INTELLIGENTS ET CONFIDENTIELS

La *blockchain* rend possible les transactions sur le net, elle est notamment impliquée dans la circulation des cryptomonnaies. L'un des défis posés par cette technologie est qu'elle intervient sur des réseaux publics : il est donc nécessaire à chacun des nœuds qui composent la chaîne d'effectuer des calculs cryptographiques pour en assurer la sécurité. Un tel protocole informatique nécessite une grande puissance de calcul et se montre donc extrêmement gourmand en énergie. Qualifié de « désastre environnemental » par l'économiste sud-coréen Hyun Song Shin en 2018, le système des validations par preuve de travail nécessaire au fonctionnement de la *blockchain* aurait généré pour l'usage du *bitcoin* plus de 69 millions de tonnes de CO₂ en 2017, soit l'équivalent des émissions pour l'année d'un pays comme l'Irlande (source : *Nature Climate Change*). C'est dans le cadre du projet européen LEGaTO, dont l'objectif est la réduction de la consommation d'énergie des réseaux informatiques

autant que l'optimisation de leurs performances en matière de sécurité, qu'une équipe de recherche de l'université de Neuchâtel a mis au point une solution novatrice pour le développement de contrats intelligents (*smart contracts*) confidentiels.

APPLICATIONS POUR APPAREILS MOBILES ET OBJETS CONNECTÉS

La conception en a été assurée par Christian Göttel, doctorant dans l'équipe du Pr Pascal Felber : « Cette solution est déployée à l'intérieur des processeurs, dans des enclaves qui sont des parties particulièrement isolées et protégées ». Ces enclaves offrent la possibilité de chiffrer des données et de les rendre confidentielles. Afin de pouvoir exploiter ces garanties de sécurité supérieures, il est nécessaire de restreindre l'accès au réseau de la *blockchain*. « En rendant la *blockchain* privée, il est non seulement possible d'employer les enclaves mais

aussi d'utiliser un protocole de consensus plus simple ; les données peuvent ensuite être véhiculées par internet en toute sécurité et avec une consommation énergétique bien moindre, puisqu'il n'est plus nécessaire que les nœuds développent des calculs cryptographiques pour en protéger l'accès. »

Si des recherches portant sur les enclaves dans le cadre de la sécurisation des données sont menées depuis plusieurs années, le programme développé ici est le premier à être opérationnel sur les enclaves de systèmes dont la puissance est limitée, comme sur les *smartphones*.

« L'objectif est de pouvoir mettre au point des applications sur appareils mobiles et objets connectés. » Les contrats intelligents confidentiels nés de cette solution informatique peuvent garantir la protection des données médicales, par exemple lorsque l'élaboration de modèles numériques utiles à un diagnostic nécessite la collecte d'informations provenant d'un très grand nombre de dossiers de patients. Ils peuvent aussi être utilisés dans le cadre du transport de produits sensibles tels qu'un médicament ou un produit chimique : grâce à la technologie des objets connectés faisant intervenir des capteurs de température ou d'humidité, ils vérifieront que les conditions requises ont bien été satisfaites avant de déclencher le paiement de la livraison.

Le prototype du programme mis au point à l'Institut d'informatique est accessible en ligne sous le nom de TZ4Fabric. Chaque acteur intéressé ou concerné par les technologies de l'industrie 4.0 peut le tester, l'utiliser, voire lui assurer de nouveaux développements.

Contact :
Institut d'informatique
Université de Neuchâtel
Christian Göttel
Tél. +41 (0)32 718 27 34
christian.goettel@unine.ch

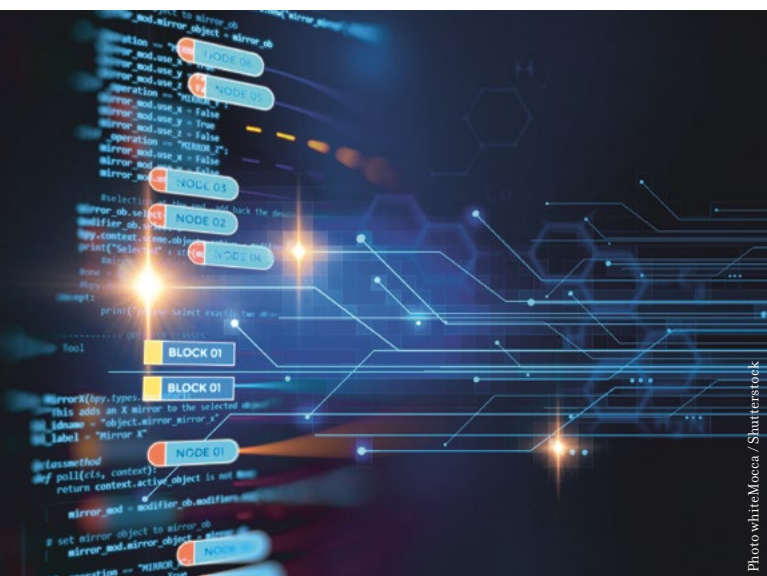


Photo:whiteMocca/Shutterstock

IMMUNOTHÉRAPIE

LUTTE CONTRE LE CANCER : DE NOUVELLES CIBLES EN VUE POUR LE SYSTÈME IMMUNITAIRE

L'utilisation d'anticorps ciblant les points de contrôle immunitaire est une option qui fait ses preuves en cancérologie depuis maintenant plusieurs années, et qui a révolutionné la discipline. Cependant les traitements actuels par immunothérapie présentent des limites dans le cas des cancers colorectaux, notamment métastatiques.

Au laboratoire RIGHT, le Dr Romain Loyon consacre ses recherches à comprendre les raisons d'une moindre efficacité sur ces pathologies de traitements éprouvés par ailleurs, et à trouver de nouvelles voies d'activation du

moyens de monter sa propre équipe et de se doter de matériel pour développer ses travaux, avec les rétrovirus en point de mire.

RETROVIRUS POTENTIELLEMENT ACTIFS

On sait aujourd'hui, grâce au séquençage de l'ADN, que depuis des milliers, voire des millions d'années, le génome humain comporte 8 % de rétrovirus endogènes. Mis en sommeil dans l'organisme grâce à un puissant système de régulation génétique,

endogènes pourraient être une source majeure d'antigènes de tumeurs. Mon objectif est d'identifier à la surface des lymphocytes T, qui sont les cellules les plus impliquées dans la réponse du système immunitaire à une agression, des récepteurs spécifiques des rétrovirus endogènes exprimés dans les cellules tumorales. » L'identification de ces récepteurs serait le point de départ du développement d'approches de thérapies cellulaires à base de lymphocytes T génétiquement modifiés. Si cette recherche s'oriente en priorité vers le traitement des cancers du côlon, qui représentent un enjeu de santé publique important, la découverte de nouvelles voies d'activation du système immunitaire *via* les rétrovirus endogènes pourrait également être utile au traitement d'autres pathologies. Servant cette quête, la complémentarité entre recherche fondamentale et clinique est un atout que souligne Romain Loyon : « Le travail scientifique de l'unité RIGHT est mené parallèlement au suivi clinique de cohortes de patients au CHU de Besançon. Cette configuration permet de travailler en laboratoire sur des cellules cancéreuses exprimant les rétrovirus endogènes, issues de tissus tumoraux de patients. C'est une opportunité fondamentale, et un point fort de la recherche en santé à Besançon. »



Photo Tomhomteoy / Shutterstock

système immunitaire pour pallier leur insuffisance.

Le jeune docteur a depuis un peu plus d'un an rejoint l'équipe TIM-C du Pr Olivier Adotévi, et travaille en étroite collaboration avec le Pr Christophe Borg, avec lequel il avait préparé sa thèse en immunologie avant d'effectuer un post-doctorat à l'université de Lausanne. Il bénéficie aujourd'hui d'un financement ANR (Agence nationale de la recherche) jeune chercheur, qui lui donne les

ces rétrovirus peuvent s'exprimer lorsque l'environnement qui contrôle l'expression des gènes dans les cellules est perturbé, comme c'est le cas dans les cellules cancéreuses.

« Identifier et cibler des antigènes des tumeurs est le fondement de toute immunothérapie, qu'elle s'oriente vers un vaccin curatif visant à stimuler et à activer la mémoire du système immunitaire, ou qu'elle privilégie une thérapie cellulaire. Les rétrovirus

Contact :
Laboratoire RIGHT
UFC / EFS / INSERM
Romain Loyon
Tél. +33 (0)3 81 61 56 15
romain.loyon@efs.sante.fr

DURE(S) LOI(S) DU SPORT

JO SOUS TENSION

Elle est la première ville de l'histoire à réaliser ce doublé : après avoir organisé les JO d'été en 2008, Pékin accueillera les Jeux olympiques d'hiver du 4 au 20 février 2022. Des Jeux marqués par un contexte sanitaire toujours préoccupant et contraignant, auquel s'ajoutent des tensions politiques ciblant la Chine.

Comment se passeront les Jeux d'hiver de Pékin ? S'il n'est pas devin, Denis Oswald connaît bien le terrain olympique et donne des éléments de connaissance pour mieux le comprendre. Médaillé de bronze en aviron à Mexico en 1968, plusieurs fois champion de Suisse dans la même discipline, Denis Oswald ne quittera la compétition que pour mieux s'engager dans des responsabilités à l'international et dans l'organisation des Jeux, pour lesquels il cumule 25 participations. Membre du comité exécutif du CIO, il est à ce titre l'une des 15 personnalités du sport international gouvernant le monde olympique.

Denis Oswald est également directeur du Centre international d'études du sport associé à l'université de Neuchâtel, dont il est par ailleurs professeur de droit émérite.

DES MESURES STRICTES

« Du point de vue sanitaire, Pékin bénéficie du retour d'expérience de Tokyo l'an dernier, et va sans aucun doute adopter des mesures aussi strictes pour garantir la sécurité des athlètes, des accompagnateurs et des journalistes », estime Denis Oswald. Déplacements limités entre village olympique, sites de compétition et hôtels, retour des athlètes dans leur pays quasiment dès la fin de leur épreuve, tests quotidiens et gestes barrières sous contrôle, les mesures draconiennes prises à Tokyo se sont révélées payantes : quelques dizaines de cas de COVID ont été déclarés, sur des milliers de participants venant des quatre coins du monde.

La tenue des Jeux, qui plus est sans public, n'a pas provoqué d'accélération de la circulation du virus au Japon, ce qui était clairement l'un des enjeux de la manifestation. Denis Oswald souligne que, malgré leur sévérité, les règles ont été bien observées, un respect pour autrui de la part des athlètes qui ne se limite pas aux aspects sanitaires. « Comme d'autres grands événements sportifs, les JO deviennent parfois un lieu d'expression. Une nouvelle version de la réglementation en cause a été adoptée l'an dernier, elle a emporté l'adhésion de la grande majorité des athlètes. » Édifiée par le CIO sur la base d'une enquête menée auprès de 4 000 d'entre eux, cette réglementation énonce des principes plus souples que par le passé, mais à l'intérieur d'un cadre posé noir sur blanc. Elle stipule notamment que les podiums, les aires de compétition et le village olympique sont trois endroits où aucune manifestation d'opinion, politique ou autre, n'est tolérée.



Jeux olympiques d'Athènes en 2004 - Photo Pixabay

Au-delà des prises de positions affichées par des athlètes à titre personnel, les Jeux olympiques échappent difficilement au politique. Alliant importance et dimension planétaire, ils cristallisent les tensions jusqu'au boycott de certains États protestant contre les agissements du pays organisateur. Appliqué à maintes reprises par le passé et dans des situations de crise très diverses, le boycott est une menace qui plane aussi sur les Jeux de Pékin, en protestation aux exactions commises par le gouvernement chinois envers le peuple ouïghour.

POURQUOI PÉKIN ?

« Le boycott n'a pas d'incidence à long terme sur les situations politiques et sur les relations entre les pays. En revanche, il prend le sport en otage, et ruine des efforts se comptant en années pour les athlètes. Aux Jeux de Montréal en 1976, où les Africains ont décidé de boycotter la manifestation alors qu'ils étaient déjà sur place, j'ai assisté au départ d'équipes en larmes au matin des compétitions, et vu des générations d'athlètes sacrifiées pour cette raison. » Face à ce douloureux problème, l'idée d'un boycott politique fait son chemin, et cette mesure a été annoncée par plusieurs pays. Certains dirigeants occidentaux avaient eu recours à cette forme de protestation pour défendre la cause tibétaine, en refusant d'assister à la cérémonie d'ouverture des JO de 2008. Une solution diplomatique plus en phase avec l'impartialité voulue par le monde du sport. Denis Oswald rappelle que « la mission première du CIO est d'assurer aux athlètes les meilleures conditions de compétition possible, en dehors de toute considération politique. Cette neutralité est garante de la bonne tenue des Jeux et du respect de

ses valeurs, dont l'une consiste à établir des contacts fraternels entre des gens de tous pays et de toutes cultures. Dès qu'on tolère la présence d'éléments politiques, on divise au lieu de réunir ». Il souligne par ailleurs que le CIO a le pouvoir de faire appliquer ses propres règles de fonctionnement et d'éthique lors des Jeux, placés sous sa compétence juridique, par le biais d'un contrat passé avec la ville hôte, mais qu'il n'a ni la mission ni la capacité de modifier le système politique d'un pays. La capitale chinoise a été élue pour ses capacités d'organisation, qu'elle a démontrées lors des JO d'été de 2008. Les installations d'alors seront en grande partie réutilisées, comme les piscines qui seront transformées en patinoires. Par le passé, beaucoup de villes n'ont pas anticipé ce que leurs investissements allaient devenir, comme Nagano en 1998 ou Athènes en 2004. D'autres ont vu leurs plans de conversion ruinés par les aléas politiques et économiques, comme Rio en 2016. D'autres encore ont choisi de réaliser des investissements

colossaux pour rééquiper leur pays, comme à Sotchi en 2014 pour la Russie. « Aujourd'hui, l'emploi de sites existants est une priorité. C'est à 90 % le cas pour Paris 2024, et rien ne sera construit à Los Angeles pour 2028. L'assistance d'experts est proposée aux villes postulantes, afin qu'elles exploitent au mieux leurs ressources pour proposer des jeux de qualité. » Grâce à cette nouvelle stratégie, les candidatures refluent au CIO. En 2014, seules Pékin et Almaty (Kazakhstan) s'étaient déclarées candidates pour organiser l'édition de 2022. Du côté de la population, les organisateurs espèrent que l'enthousiasme généralement porté par les Jeux puisse gagner les Chinois, qui, malgré leur nombre considérable, pratiquent peu le sport et encore moins les sports d'hiver.

Contact :
Centre international d'études du sport
CIES
Denis Oswald
Tél. +41 (0)32 718 39 00
secretariat.cies@unine.ch
www.cies.ch



Photo Wirestock Creators / Shutterstock

PUBLICATION

THÉORIES À L'ÉPREUVE DU TEMPS

À sa parution en 1838, l'ouvrage de Cournot, *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, apparaît révolutionnaire. Il est au cœur de l'essai signé par Marc Deschamps et Thierry Martin

Mathématicien de formation, Augustin Cournot (1801-1877) oriente rapidement ses travaux vers la philosophie et l'économie. Il fait naître au croisement de ces disciplines des théories étonnantes, dérangeantes pour l'époque, ce qui explique en grande partie l'indifférence, le scepticisme voire le rejet dont font preuve ses contemporains. Alors sous-estimée, l'œuvre du scientifique comtois révélera toute son importance au siècle suivant, en particulier dans le domaine des sciences économiques, au point qu'elle en établira des fondements théoriques universels et toujours d'actualité. L'ouvrage *Cournot, économie et philosophie* propose de revenir sur ces conceptions, à l'initiative de l'économiste Marc Deschamps et du philosophe Thierry Martin,

chercheurs respectivement au CRESE et au laboratoire Logiques de l'agir, à l'université de Franche-Comté.

Leurs analyses se complètent de celles d'historiens des sciences et de sociologues pour mieux comprendre la dimension multiple que revêt l'œuvre de Cournot et se poser la question de sa pérennité, pour s'interroger sur la façon dont le mathématicien a élaboré des concepts qui se déclinent non seulement en économie, mais aussi en philosophie, en histoire des sciences, en écologie environnementale et dans la vie sociale et politique.

L'ouvrage majeur que signe Augustin Cournot en 1838, *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, est au cœur de cet essai, parce qu'il est le premier à proposer une modélisation mathématique de mécanismes agissant sur des théories telles que la loi de l'offre et de la demande.

À sa parution, le livre est révolutionnaire. L'époque n'est pas encore à la modélisation, qui combine abstraction et preuve par l'expérimentation. Largement reconnues depuis, les méthodes énoncées dans les *Recherches* continuent à s'ériger en exemple, alors que la modélisation fait aujourd'hui partie intégrante du processus scientifique. C'est l'un des aspects abordés dans *Cournot, économie et philosophie*, qui veut aussi plus largement cerner les interactions disciplinaires dans la pensée et le cheminement d'un scientifique à l'influence incontestable.

Deschamps M., Martin T. (directeurs), *Cournot, économie et philosophie*, Éditions Matériologiques, collection «E-conomiques», 2020



PUBLICATION

ÉCLATS, REVUE ÉLECTRONIQUE
DE SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES

Nouvelle référence en lettres, langues, arts du spectacle, sciences du langage, de la communication et de l'information, *Éclats* est une revue scientifique animée par des doctorants de l'université de Franche-Comté et de l'université de Bourgogne, réunis sous la bannière de l'école doctorale LECLA à UBFC.

« *Éclats* n'est pas une revue de doctorants publiant leur production, mais une vraie revue scientifique animée par des doctorants », précise Pascal Lécroart, directeur de l'école doctorale.

Le sommaire comprend un dossier thématique constitué d'articles scientifiques, des comptes rendus d'ouvrages et de manifestations scientifiques, des entretiens, des témoignages et des parcours doctoraux ou des présentations d'œuvres artistiques, ainsi que l'indique le descriptif de cette publication annuelle, disponible sous format électronique.

Pour sa première édition, *Éclats* a choisi pour thème central « traduire l'autre ». Abordée selon des objectifs, des contextes et des sensibilités différentes, dans le monde de la recherche comme dans le domaine professionnel, la traduction échappe à toute définition formelle, et sa pratique pose de nombreux questionnements. Traduction rime avec adaptation et interprétation, une complexité linguistique et culturelle qui constitue le fil conducteur du dossier. Comment le mythe de Cendrillon est-il restitué aux enfants de la Chine populaire d'après 1949 ? Une traduction française parvient-

elle à témoigner de la double appartenance culturelle d'une œuvre littéraire, ici mexico-américaine ? Et pourquoi est-il si difficile de traduire l'humour, en particulier celui des auteurs de l'ex-Allemagne de l'Est ? Avec de tels exemples, *Éclats* illustre la vocation académique des sciences humaines et sociales. La revue témoigne que les chercheurs de ce domaine savent aussi se tourner vers le monde de l'entreprise, à qui ils peuvent utilement proposer leurs compétences et les richesses de leurs disciplines. La responsable de l'entreprise ERDIL explique ainsi dans ce premier numéro comment elle a monté sa société, comptant aujourd'hui plus de vingt collaborateurs, avec l'analyse sémantique automatique pour cœur de métier.

« Le comité de rédaction a souhaité élargir les formes d'intervention attendues dans une revue scientifique universitaire : il a donc lancé un appel à témoignage auprès de jeunes chercheuses et chercheurs, incluant le secteur privé, afin de faire connaître des travaux et des métiers, de susciter des réflexions, des questions et des envies », soulignent Oihana Husson et François-Claude Rey, doctorants membres du comité de rédaction de la revue.

Éclats, revue des doctorantes et doctorants de l'école doctorale 592 LECLA, plateforme de revues scientifiques PREO, MSH Dijon, <https://preo.u-bourgogne.fr/eclats/>



Ye Xian, une Cendrillon chinoise née en 850.
Image Shen Yun Performing Arts

Au sommaire :
dossier thématique,
comptes rendus
d'ouvrages et de
manifestations
scientifiques,
entretiens,
témoignages et
parcours doctoraux,
présentations
d'œuvres artistiques



Le numérique porte sa part de responsabilité sur l'empreinte écologique. Il est possible de réduire son impact, et des efforts louables sont faits en ce sens. Il est également possible de se servir du numérique, cette fois pour limiter les conséquences de l'activité globale d'une entreprise sur l'environnement : c'est le *Green IS*, dont les principes sont valorisés auprès des entreprises par le biais d'un jeu sérieux, mis au point par une équipe de la Haute Ecole de gestion Arc.

MONDE [NUMÉRIQUE]

UN JEU SÉRIEUX VALORISE LES PRINCIPES DU *GREEN IS* DANS LES ENTREPRISES

Ce jeu interactif et évolutif s'adapte aux particularités des entreprises autant qu'il aborde des problématiques communes à la plupart d'entre elles

L'impact nocif du numérique sur l'environnement augmente toujours plus. Les estimations à l'échelle mondiale en donnent une idée chiffrée : en 2019, le numérique représentait 4,2 % de la consommation énergétique totale, 3,8 % des émissions de gaz à effet de serre, et 0,2 % de la consommation d'eau douce. 34 milliards d'équipements informatiques étaient recensés, pour une masse avoisinant 5 fois celle du parc automobile français. On dénombrait 19 milliards d'objets connectés, alors qu'ils étaient quasi inexistant il y a seulement dix ans (Source : Bordage F. *Empreinte environnementale du numérique mondial*, www.greenit.fr). Face à ce constat, une démarche d'amélioration baptisée *Green IT* (*Information Technology*) vise à intégrer la dimension environne-

mentale dès la conception des équipements et des technologies numériques, de manière à réduire leur incidence. Le concept de *Green IS* (*Information System*), aussi connu sous le nom de *Green by IT*, va plus loin en considérant qu'il est aussi possible d'agir avec le numérique. Le *Green IS* préconise le recours aux outils numériques pour réduire l'impact environnemental généré par l'activité au sens large des entreprises. Là encore, les chiffres sont éloquentes : la réduction de l'empreinte environnementale du numérique, ou *Green IT*, ne représente que 2 % du potentiel de réduction global. Le *Green IS* permet de s'attaquer aux 98 % restants. Concrètement, le *Green IS* comprend des solutions telles que la visioconférence pour participer à une réunion, une plateforme pour inciter au covoiturage au sein d'une organisation, ou un outil de *monitoring* de la consommation

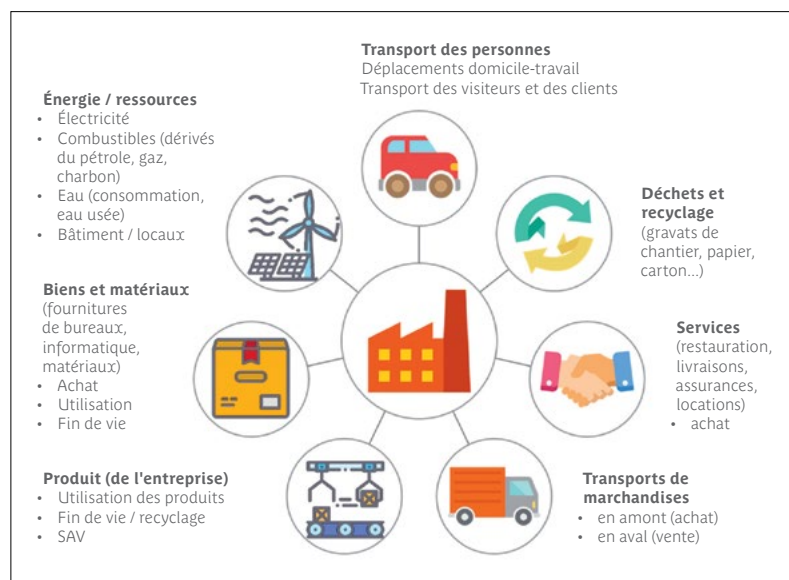
énergétique de locaux. Si de telles solutions sont déjà opérationnelles, elles ne sont pas encore assez nombreuses. Existantes ou à venir, elles posent aussi la question de leur pertinence, qu'il convient d'évaluer non seulement sur l'environnement, mais aussi en termes économiques pour l'entreprise.

DE L'IDÉE À LA SOLUTION LOGICIELLE

À l'Institut de digitalisation des organisations de la Haute Ecole de gestion Arc, Damien Rosat et Steve Berberat ont mis au point une méthode pour faire connaître le *Green IS* aux entreprises et pour les sensibiliser aux principes de ce concept récent, dans le cadre d'un projet financé par la HES-SO. « Notre préoccupation est de nous servir des bons outils pour atteindre notre objectif, car ce domaine neuf n'a encore que peu été étudié, et il n'existe pas de solution toute faite. » Leur démarche pionnière fait alors son chemin. Les chercheurs prennent appui sur des méthodologies éprouvées et valident leurs propositions grâce à des tests réalisés au sein de l'Institut et auprès d'une entreprise pilote. Ils bénéficient également de l'expérience de la société Entrée de jeu, spécialiste de l'élaboration de jeux sérieux, avec laquelle ils ont concocté avec le plus grand soin leur propre *serious game*. Car quoi de mieux qu'un peu de légèreté pour traiter de sujets d'importance ? Qu'une formule collaborative et immersive pour faire émerger les idées ? Ils optent donc pour un jeu de plateau avec des cartes à distribuer, un choix où la tradition vient malicieusement à contrecourant du domaine étudié. Ici, c'est la convivialité qui est privilégiée, elle qui donnera envie de participer au jeu, par exemple lors de journées *team building* organisées pour renforcer la cohésion des équipes. Il n'en reste pas moins

que le plateau comme les cartes sont téléchargeables sur internet et imprimables, une solution *open source* bien dans l'air du temps. Le jeu de base se compose de 28 cartes action, qui présentent des solutions *Green IS* autour des sept grands domaines d'impact environnemental identifiés autour de l'activité d'une entreprise : transport des personnes, consommation de l'énergie et autres ressources, achat de biens et de matériaux, utilisation de produits dans l'entreprise, transport des marchandises, mise en place de services, production de déchets et recyclage. Ces cartes exposent des initiatives qui font l'objet d'applications informatiques existantes ou à développer ; elles invitent à s'interroger sur leur pertinence, en fonction des données propres à l'entreprise. Est-il souhaitable de remplacer un véhicule essence par un véhicule électrique ? En combinant différents paramètres environnementaux et économiques, comme la pollution générée par la fabrication du véhicule électrique, le gain en émission de gaz à effet de serre, le coût d'acquisition..., la simulation par le jeu permet de savoir si une telle option est viable, et à quelle échéance. Les cartes sont amenées à évoluer, signe de l'adaptation des solutions qu'elles proposent aux problématiques des entreprises. Elles donnent aussi l'impulsion pour faire émerger de nouvelles idées, qui pourront faire l'objet de nouvelles cartes et initier la création de projets concrets au sein de ces organisations. « Les informations utiles sont déjà dans les

entreprises, elles proviennent en premier lieu des employés qui vivent au quotidien les situations propres à leur contexte. Le jeu est un moyen de transformer ces informations en idées, de tirer profit de cette connaissance et de cette expérience. » On l'aura compris, ce jeu interactif et évolutif s'adapte aux particularités des entreprises autant qu'il aborde des problématiques communes à la plupart d'entre elles. Les bonnes idées se devant d'être partagées dans l'intérêt général, elles seront à terme proposées sur une plateforme dédiée, point de départ de la conception de nouvelles solutions logicielles. Damien Rosat et Steve Berberat proposent de faire la démonstration de l'intérêt du *Green IS*, de ses principes et du jeu, sous forme d'ateliers participatifs, au cours de *workshops* directement organisés dans les entreprises. Un rendez-vous à prendre dès le mois de février, pour une collaboration... à la carte.



Domaines d'impact environnemental

Contacts :
 Institut de digitalisation des organisations
 Haute Ecole de gestion Arc
 Damien Rosat / Steve Berberat
 Tél. +41 (0)32 930 23 44 / 20 48
 damien.rosat@he-arc.ch
 steve.berberat@he-arc.ch



Quand science et art se rapprochent, quand l'Arc jurassien s'exprime autour de sa frontière, les conditions sont réunies pour créer des moments d'échange à la fois festifs et instructifs. Un regard nouveau pour aborder la question de la cohésion socioterritoriale transfrontalière.

Photo Ligne de partages

RAPPORTS [DE VOISINAGE]

L'ARC JURASSIEN ENTRE SCIENCE ET ART

Coupure arbitraire,
la frontière met
en valeur des airs
communs, qui
préservent de trop
de stéréotypes et
laissent place
à la nuance

Il fait bon dans les chaumières comtoises, les soirs d'hiver au coin du feu... Dans les salles de spectacle aussi, où la veillée est un genre qui se renouvelle mais continue à rassembler les voisins.

Français et Suisses de l'Arc jurassien ont ainsi assisté à la veillée organisée à Morteau en novembre dernier par des artistes et chercheurs neuchâtelois et francs-comtois, tous réunis autour d'un centre d'intérêt commun : la frontière. Séparation autour de laquelle se cristallisent parfois les mécontentements, les incompréhensions, les critiques, la frontière est aussi une coupure arbitraire, de temps en temps amenée à couper une maison en deux ou à faire changer une autre de nationalité. Elle se dessine au milieu de paysages de même nature et sépare des cultures puisant leurs origines aux mêmes sources ; elle est un

terrain d'échanges politiques, économiques et culturels. Pour ces raisons, la frontière met aussi en valeur des airs communs, qui préservent de trop de stéréotypes et laissent place à la nuance. C'est cette philosophie que souhaitent porter les chercheurs sur le devant de la scène, et que partagent aussi nombre d'habitants des zones frontalières.

ÉVÉNEMENTS À CHEVAL SUR LA FRONTIÈRE

Accompagnés du metteur en scène Jean-Charles Thomas et du dramaturge-ethnologue Nicolas Yazgi, l'anthropologue Ellen Hertz (UniNE), le géographe Alexandre Moine et le sociologue Christian Guinchard (UFC), dépassant eux aussi les frontières de leurs disciplines respectives, conjuguent leurs efforts et coordonnent leurs travaux de recherche pour mettre en évidence ce qui fonctionne (parfois) bien autour de la frontière. Au cœur de

leur dispositif de recherche-action, les artistes, également sensibles à la question, ont concocté un programme d'événements culturels dont le premier *opus* a rassemblé près de 80 participants à Morteau en novembre dernier.

Ligne de partages propose en effet « une exploration artistique de différentes manières de vivre la frontière franco-suisse dans l'Arc jurassien. Cette action se matérialisera progressivement à travers une mosaïque de témoignages filmés, d'une mise en image et en musique ainsi que d'événements théâtralisés participatifs. »

Différentes réalités vécues en zone frontalière sont ainsi présentées de façon humoristique, décalée, voire provocante, pour susciter les émotions, favoriser les prises de conscience et permettre les échanges. Saisis au détour de situations de la vie quotidienne et sociale, ces instantanés devraient se compléter, dès lors que la situation sanitaire le permettra à nouveau, de portraits réalisés dans d'autres lieux impliqués dans les dynamiques frontalières, comme des *homes* médicalisés ou des entreprises horlogères. Théâtre, musique, vidéo, photographie, lecture, témoignages..., les veillées ne sont pas envisagées comme des spectacles, mais bien comme des événements participatifs auxquels chacun peut apporter sa contribution. Le souhait est de voir se créer des liens durables à partir de ces soirées, de les entretenir par des partenariats avec des associations et des collectivités locales, désireuses de soutenir cette démarche de promotion du vivre ensemble dans l'Arc jurassien.

« Organiser la première veillée représentait un vrai pari sur le désir des gens, raconte Ellen Hertz. Il était nécessaire de trouver un bon équilibre entre

SCIENCES SUR LES PLANCHES

Produit par l'université de Neuchâtel sous l'impulsion de chercheurs en sciences humaines et sociales, le Théâtre de la connaissance livre sur scène, en collaboration avec des artistes professionnels, le fruit de recherches scientifiques en lien avec des préoccupations sociétales. L'événement figure parmi les outils de communication innovants mis en place par l'université. Inaugurés par une première édition en 2014, ces spectacles appelant la participation du public se complètent d'expositions et de conférences sur le même thème.

En septembre dernier, *Bienvenue à Heimatland* proposait au spectateur de se mettre dans la peau d'un migrant ; la pièce de théâtre faisait écho aux travaux consacrés à la question de la gestion migratoire dans le cadre du « NCCR On the move » et de la MAPS (Maison d'analyse des processus sociaux).

De la place des agriculteurs dans la société suisse à la question palestinienne, du territoire neuchâtelois aux confins du Groenland, le Théâtre de la connaissance ne connaît pas de frontière. C'est cependant celle qui partage l'Arc jurassien qui sera au centre d'une prochaine édition, et qui fera à cette occasion l'objet d'une nouvelle collaboration franco-suisse entre chercheurs et artistes. Pour en savoir plus... <https://www.unine.ch/theatre-connaissance>.



Le Suisse trait sa vache et vit paisiblement ? Théâtre de la connaissance, 2019 - Crédit photo : Jean-Paul Guinnard

généralités anthropologiques et particularismes locaux pour intéresser ».

Une option qui visiblement a fait mouche, et qui sera de la même façon retenue pour l'organisation d'une deuxième veillée à l'automne 2022, cette fois dans le canton du Jura, autour de l'espace frontalier Belfort-Montbéliard / Jura suisse, un contexte présentant ses propres caractéristiques.

Contacts :
Institut d'ethnologie
Université de Neuchâtel
Ellen Hertz - Tél. +41 (0)32 718 17 17
ellen.hertz@unine.ch

Laboratoire ThéMA
Université de Franche-Comté /
Université de Bourgogne / CNRS
Alexandre Moine - Tél. +33 (0)3 81 66 54 96
alexandre.moine@univ-fcomte.fr

Laboratoire de sociologie et d'anthropologie
Université de Franche-Comté
Christian Guinchard
christian.guinchard@univ-fcomte.fr



Espaces dédiés à la réflexion, à l'innovation, à la fabrication d'objets les plus hétéroclites, les tiers-lieux, et parmi eux les FabLabs, constituent une nouvelle façon de penser une conception ou une production. Ils ont toute leur place dans l'activité industrielle, à laquelle ils apportent dynamisme, créativité et flexibilité, des notions au cœur des enjeux de l'industrie 4.0.

GRAND FORMAT [ESPRIT MAKER]

FABLABS, DES ENDROITS OÙ IL FAIT BON INNOVER

Un FabLab, kékako ?... Si ce type de structures se développent à vitesse grand V depuis quelques années, de la ville à la campagne, de l'atelier le plus minimaliste à l'organisation la plus structurée, gagnant mairies, associations, entreprises, écoles et universités, le concept n'en demeure pas moins souvent un peu flou. Le mot FabLab lui-même, contraction de l'anglais *Fabrication Laboratory*, s'avère aujourd'hui restrictif et se doit d'être englobé dans le terme plus générique, et cette fois bien francisé, de tiers-lieu.



Mutualisation,
multidisciplinarité,
mixité sociale,
convivialité sont
les valeurs que
portent
les tiers-lieux

¹ UTBM Innovation Crunch Lab dans sa formule longue. Évocateur de dynamisme, le terme Crunch exprime la philosophie que l'UTBM veut impulser à ses projets d'établissement, et se décline à volonté. Il est né avec l'Innovation Crunch Time en 2017.

JOUER COLLECTIF

Un tiers-lieu est un espace de rencontre où l'on partage réflexion, expérience et compétences, moyens technologiques à l'appui, l'ensemble favorisant la créativité et l'innovation. De multiples formes de mutualisation au service de l'avancement de projets, de la fabrication d'un objet du quotidien à la conception d'une méthode de production industrielle. Les tiers-lieux s'adressent au particulier, à l'étudiant, au chercheur, à l'entrepreneur, sans aucune restriction d'ambition. C'est peut-être cette dimension universelle qui parfois échappe au sens commun, tant elle diffère d'habitudes ancrées depuis des décennies dans les pratiques. Mutualisation, multidisciplinarité, mixité sociale, convivialité sont les valeurs que portent les tiers-lieux. Cette philosophie teintée d'altruisme participe à l'émergence de nouvelles manières de faire et de penser. Elle remet au goût du jour la sous-culture *Do it yourself* des années 1970, que traduit également l'esprit *maker*. Mais ces références au faire soi-même, à la débrouillardise, sont aujourd'hui rehaussées par une caractéristique prévalant dans la plupart

des tiers-lieux : leur haute valeur ajoutée technologique. C'est le cas, à Belfort, du Crunch Lab¹ de l'UTBM, et à Neuchâtel, du FabLab Neuch de la Haute Ecole Arc. Tous deux sont des exemples rares de tiers-lieux portés par des établissements d'enseignement supérieur, ouverts à tous publics. Le Crunch Lab est le seul en Bourgogne - Franche-Comté. Actuellement déployé sur 800 m² en plein cœur du parc urbain d'activités Techn'hom, il est facile d'accès pour de nombreux entrepreneurs et pour les habitants de la ville. Il présente aussi la particularité de favoriser la proximité entre espaces de travail partagés et ateliers. Il prendra de plus amples proportions dès la rentrée 2023 à la suite de travaux d'envergure, qui porteront sa surface à 2 000 m².



LE CRUNCH LAB S'AGRANDIT

Ce projet de plus de 5 millions d'euros est financé par l'UTBM et la Région Bourgogne - Franche-Comté, et comprend l'amélioration énergétique du bâtiment dans lequel le Crunch Lab est hébergé. La conception du lieu, signée par l'agence d'architecture alsacienne DeA, qui a déjà réalisé le KMO à Mulhouse, promet connexion visuelle et circulation de lumière entre les

trois étages prévus : en rez-de-jardin les ateliers de fabrication et en rez-de-chaussée les espaces dédiés à l'idéation et au *coworking*, complétés d'un niveau supplémentaire qui accueillera une salle de réunion et un espace d'idéation, ainsi qu'une zone de convivialité.

Mais la discrétion parfois attachée à certains projets est aussi garantie par la façon dont sont aménagés les espaces.

Au troisième étage, une dizaine de bureaux fermés seront mis à la disposition des entreprises membres et des porteurs de projets pour une installation pérenne voire permanente. Les espaces de *coworking* « nomades » sont prévus pour accueillir une quarantaine de *makers* en même temps et sans rendez-vous. Officiellement lancé en 2018, le Crunch Lab emploie actuellement dix personnes.

Le FabLab Neuch est le seul FabLab universitaire de toute la Suisse romande, et accueille lui aussi tous les publics. Installé depuis bientôt dix ans au bout du long bâtiment de la Haute Ecole Arc, ce pionnier s'ouvre à un environnement d'entreprises et bénéficie de la proximité de la gare. La surface de ses locaux est entièrement dédiée à la fabrication, et les aspects de *coworking* et d'idéation sont développés dans des salles attenantes de l'école.

ÉQUIPEMENTS MUTUALISÉS

Impression 3D plastique, logiciels de modélisation, scanners 3D, tablettes graphiques, tournage, fraisage, découpe à fil chaud ou à jet d'eau, découpe laser sur bois, plexiglas, cuir ou carton, personnalisation d'objets par sublimation, couture et broderie sur tissu, thermoformage, soudure électronique, robotique..., les ateliers du Crunch Lab regorgent de possibilités ; ils sont accessibles même aux néophytes, grâce à une formation sur mesure et dispensée sur place. C'est « le lieu des rencontres improbables », pour reprendre les mots d'Olivier Lamotte, responsable du Crunch Lab, l'endroit où un ergothérapeute peut croiser le chemin d'un artisan ferronnier, pour donner naissance à un dispositif aidant une personne à mobilité réduite.

Car l'objectif des tiers-lieux est bien de donner aux adhérents les moyens de faire par eux-mêmes, tout en proposant un appui technique. C'est ainsi que se développent autonomie, créativité et innovation, des compétences identifiées comme des clés de réussite de l'industrie du futur. Le FabLab Neuch a même fait sa devise du proverbe chinois : « Qui écoute oublie, qui voit se souvient, qui fait apprend ».

IMPRESSION 3D ET ADN INDUSTRIEL

Déclinée en différents équipements complémentaires, l'impression 3D est la technologie phare du FabLab Neuch. Les imprimantes utilisant le procédé FDM sont rapides, très agiles, et faciles à utiliser ; le filament fondu dans leurs têtes d'impression est un matériau plastique relativement bon marché, qui autorise la réalisation de prototypes tout au long du processus créatif, de « confronter les idées à la réalité de la matière », comme l'indique Jérôme Mizeret, coordinateur de la R&D à la Haute Ecole Arc, fondateur et responsable du FabLab Neuch. Plusieurs de ces imprimantes Ultimaker installées côte à côte travaillent de concert. Ce sont elles qui, pilotées à distance, ont produit quelque 7 000 branches porte masques pour les hôpitaux, lors du premier confinement. Certaines



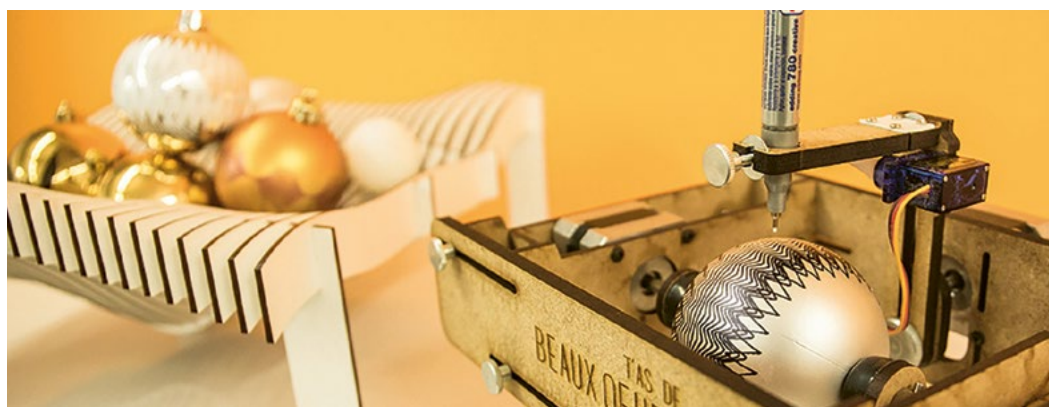
L'objectif des tiers-lieux est de donner aux adhérents les moyens de faire par eux-mêmes, tout en proposant un appui technique

« Ces technologies correspondent bien aux problématiques posées par les activités industrielles développées dans la région, et apportent des solutions concrètes aux entreprises »

sont équipées de deux fils plastiques, pour l'élaboration de pièces bicolores ou d'éléments ajourés. « L'un des fils peut être choisi pour sa solubilité dans l'eau. Il sert dans ce cas de matière support sur laquelle construire par exemple un balcon, dans le cas de la réalisation d'une maison. Une fois la pièce imprimée, il suffit de la passer à l'eau pour éliminer cette matière, et le balcon est suspendu dans le vide », explique Jérôme Mizeret, qui connaît parfaitement les procédés à l'œuvre.

« Les imprimantes Ultimaker, accessibles en *open source*, fonctionnent très bien car elles sont développées par les gens qui les utilisent. » À proximité, une imprimante plus imposante, plus lente mais aussi plus précise, vient compléter les premières : « Cette machine plus coûteuse fonctionne par pulvérisation de matière liquide sur un plateau ; elle intervient essentiellement à la fin du développement d'un processus de prototypage. Elle offre la possibilité, lorsque c'est opportun, de réaliser une pièce définitive très soignée ». Pour des réalisations plus fines encore, la technologie SLA offre une flexibilité et une précision inégalées, pour des produits de haute qualité. Elle utilise le principe de la photopolymérisation pour transformer des résines sensibles aux UV en matériaux solides. La fusion laser de poudres plastiques est une autre possibilité, grâce à un équipement acquis très récemment, pour la réalisation de pièces en polyamide. Comme dans le cas de l'Ultimaker, le procédé autorise la réalisation de structures ajourées, la poudre elle-même tenant lieu de support. Un autre procédé, cette fois à base de poudres agglomérées avec de la colle, donne la possibilité de créer des impressions couleur dans la matière.

Ce n'est bien sûr pas un hasard si l'impression 3D tient autant de place dans le parc machine du FabLab Neuch, qui dispose de presque tous les procédés que compte le domaine. « Ces technologies correspondent bien aux problématiques posées par les activités industrielles développées dans la région, et apportent des solutions concrètes aux entreprises, constate Jérôme Mizeret. Nos étudiants, notamment en microtechniques ou design produit, sont formés à l'ensemble de ces technologies, pour pouvoir par la suite apporter leur compétence en entreprise. »



L'INTELLIGENCE COLLECTIVE À L'HONNEUR

S'ajoutant aux possibilités d'impression du parc machine numérique, la découpe et le marquage laser sont réalisables sur papier, carton, bois, plastique, jusqu'à 1 cm d'épaisseur ; une fraiseuse dotée de différentes vitesses de coupe et possibilités de trajectoire permet de fabriquer des structures bois, polystyrène ou mousse en 3D. Plus classiquement, des

La prestation de service n'est pas dans la finalité d'un FabLab, ni de façon plus générale d'un tiers-lieu

perceuses à colonne, scies et autres outils non numériques investissent un atelier traditionnel, auquel s'ajoutent des équipements de base en électronique. L'ensemble constitue une chaîne de fabrication bien équipée, mise à disposition des utilisateurs. À disposition, car la prestation de service n'est pas dans la finalité d'un FabLab, ni de façon plus générale d'un tiers-lieu.

« Il existe une certaine confusion à ce niveau, car les entrepreneurs ont l'habitude de fonctionner avec des sous-traitants, de faire appel à d'autres structures quand la leur ne dispose pas des compétences voulues. Il leur faut trouver un minimum de temps pour se former et venir réaliser leurs pièces, ou pour tester des équipements dont ils souhaiteraient faire l'acquisition, ce qui n'est pas toujours facile. Mais se confronter à l'*open source* est important, c'est un enjeu d'avenir. »

L'évolution des pratiques donnera aux entreprises l'opportunité de découvrir le dynamisme et l'agilité qu'il est possible de gagner à tra-



OUTILLAGE SUR MESURE

Répondant à des besoins très particuliers, concernant des utilisateurs peu nombreux, certains outils peuvent difficilement faire l'objet d'une production industrielle. Les tiers-lieux sont bien placés pour proposer des solutions correspondant à des marchés de niche. Au FabLab Neuch, le stylo Pleco en est une parfaite illustration. C'est un pinceau électrolytique capable de nettoyer des pièces métalliques de très petites dimensions, serties dans des objets historiques de grande valeur, sans qu'il soit nécessaire de démonter ces pièces fragiles. Muni d'une cellule électrolytique et d'un tampon en mousse microporeuse, le stylo Pleco permet d'appliquer de façon très précise une solution de traitement qui vient d'un réservoir jusqu'à sa pointe, grâce à des pompes à membrane. Mis au point en 2017, Pleco aide depuis à restaurer les ors et les argents des bijoux du trésor de l'abbaye de Saint-Maurice d'Agaune, en Valais.

Il fait aujourd'hui partie de la boîte à outils de nombreux restaurateurs en Europe, comme à Rome, à Florence ou à Ljubljana en Slovénie, et jusqu'en Égypte. Fruit de la recherche scientifique, réalisé par impression 3D et découpe laser au FabLab Neuch, le stylo Pleco est un produit *open source* par excellence. À partir de plans disponibles sur le net, sa fabrication se décline dans d'autres FabLabs, en fonction des métaux à traiter et des habitudes de travail.

« L'utilisateur devient acteur du processus de fabrication, explique Gaëtan Bussy, qui a coordonné la mise au point du Pleco. L'outil ou la machine ne sont plus des boîtes noires mystérieuses, mais du matériel qu'on connaît, dont on peut maîtriser les réparations comme les évolutions ». Pour Jérôme Mizeret, le stylo Pleco est en conclusion « un condensé de la philosophie FabLab, en même temps qu'un pur produit de la recherche scientifique ».



Nettoyage localisé, à l'aide du pinceau électrolytique Pleco, des fils métalliques du chaperon d'une chasuble du XV^e siècle du Musée des tissus de Lyon. Photo Christian Degrigny
Détail des fils métalliques avant et après nettoyage. Photos Stéphanie Ovide

vailler ensemble, de bénéficier des apports de l'intelligence collective plutôt que de limiter sa créativité au nom d'une confidentialité qui n'est pas toujours essentielle, enfin d'imaginer de nouveaux modèles de développement économique.

UNE MANUFACTURE DE PROXIMITÉ POUR LES ENTREPRISES

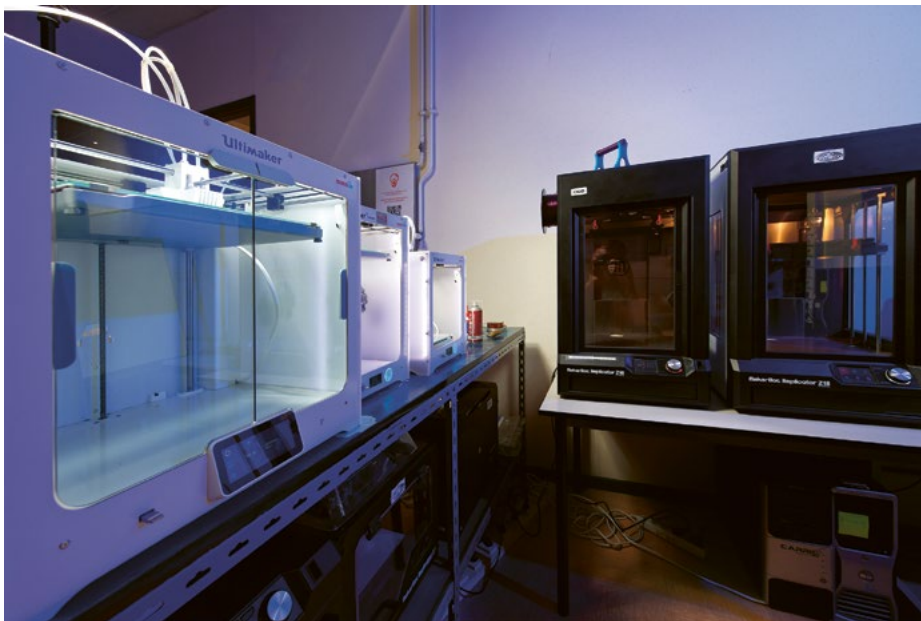
La Crunch Factory parie sur l'adhésion des entreprises à une démarche coopérative

C'est pour aller plus loin dans la démarche que le Crunch Lab donne aujourd'hui naissance à la Crunch Factory. Cette déclinaison est spécifiquement réservée aux entreprises et veut se construire avec elles. « Il s'agit de mettre à disposition, au sein d'une coopérative, d'outils de fabrication d'envergure industrielle. Là encore, la mutualisation des équipements et des compétences est au centre du concept », explique Olivier Lamotte.

Ce projet a obtenu en décembre dernier le label Manufacture de proximité, décerné conjointement par l'Agence nationale de la cohésion des territoires (ANCT) et par l'association France tiers-lieux, en réponse à un appel à projet national favorisant la mise en place et le développement d'outils au service de la dynamisation des territoires.

« De nouvelles machines seront installées au Crunch Lab dans l'espace réservé à la fabrication, et compléteront les ateliers existants. Des équipements typiques du 4.0 deviendront accessibles aux entreprises, qui pourront les intégrer à une démarche industrielle, avec le concours de scientifiques et de techniciens de l'UTBM : c'est par exemple le cas de l'impression 3D métal. »

Le futur parc machine accueillera également des solutions



Une partie du parc machines de l'UTBM Innovation Crunch Lab

numériques impliquées dans l'internet des objets, des moyens de production reconfigurables, différentes solutions robotiques, ou encore des équipements pour réaliser par exemple de l'usinage multiaxe. Dimensionnées pour assurer la production de petites et moyennes séries, les installations prévues privilégient souplesse, agilité et réactivité, des maîtres mots de l'industrie 4.0, auxquels il est encore parfois difficile de donner de la substance à l'intérieur de l'entreprise.

« L'approche développée dans les FabLabs et plus généralement dans les tiers-lieux casse les codes actuels de l'industrie ; elle permet d'expérimenter de nouvelles façons de travailler ou d'envisager d'autres organisations de la production, qui peuvent venir en complément de son fonctionnement habituel. » La Crunch Factory parie sur l'adhésion des



entreprises à une démarche coopérative, nourrie par des intérêts parfois divergents, mais qu'il est possible de rendre complémentaires. Les structures les plus petites pourront disposer de machines qu'elles ne peuvent intégrer à leur propre parc. Les plus grandes pourront réduire les coûts de leurs investissements en partageant des équipements avec d'autres sociétés, sous forme d'acquisitions mutualisées ou par le biais de locations ; elles pourront aussi mettre à disposition du collectif des équipements sous-exploités et surtout les compétences qui y sont associées.

AU COMMENCEMENT ÉTAIT L'IDÉE

Glossaire

Idéation : processus créatif de production, développement, et communication de nouvelles idées.

Design thinking : méthode de gestion de l'innovation élaborée à l'université Stanford aux États-Unis dans les années 1980. Il fait partie d'une démarche globale appelée design collaboratif.

Play & Pulse : méthode outillée permettant de mettre en œuvre une démarche alliant design thinking, conception centrée sur les utilisateurs et conception participative.

Présidant à toute logique de développement ou de production, la réflexion a toute sa place dans les tiers-lieux. Idéation, conception centrée utilisateur, *design thinking*..., ces termes récents dans le langage industriel remettent au goût du jour la démarche de processus créatif, l'enrichissent de méthodes et d'outils nouveaux.

Salles de réunion, salles d'idéation, espaces de *coworking* invitent à partager la réflexion, à bien définir des objectifs, à mettre en commun différents points de vues pour faire émerger une vision globale d'un projet, à travailler en équipe.

Un tiers-lieu représente un espace-temps privilégié, en marge du cadre de travail habituel et des contraintes du quotidien, voire un terrain neutre quand deux entreprises veulent travailler ensemble.

Comme pour le matériel et les machines, il est là aussi possible de bénéficier de l'appui de spécialistes : au Crunch Lab par exemple, Marjorie Charrier est enseignante-chercheuse en *design thinking*,

JURASSIC LABS, DES STRUCTURES EN RÉSEAU

Créé en 2017 et porté par la Communauté du savoir, Jurassic Labs est un réseau regroupant une douzaine de FabLabs de l'Arc jurassien franco-suisse, différentes organisations communales s'ajoutant aux deux structures universitaires que sont le Crunch Lab et le FabLab Neuch. Le réseau bénéficie du soutien d'établissements d'enseignement supérieur de l'Arc jurassien, dont l'université de Franche-Comté, l'université de Neuchâtel, l'ENSMM, l'UTBM et la Haute Ecole Arc. « Notre but est d'intensifier et d'enrichir les apports réciproques de ces structures, dont les vocations et les équipements sont différents », explique Jérôme Mizeret, coordinateur de Jurassic Lab. L'organisation régulière de rencontres permet de dynamiser le réseau, de Biarne dans le Jura, où est né le premier FabLab rural de France, à Ins dans le canton de Berne.

Camionnette-
podium bardée de
haute technologie,
le FabLab mobile
est chargé
de délocaliser
compétences et
moyens techniques
dans tout l'Arc
jurassien

et Laurent Cachalou conseiller en innovation.

Une fois les idées bien infusées et le projet formalisé, les membres du Crunch Lab sont à même de se déplacer sur site avec les entrepreneurs pour gérer les problématiques au plus près du terrain. Récemment, certains n'ont pas hésité à se mouiller pour tester des équipements connectés pour *aqua bike*, ou à chausser des bottes pour éprouver des dispositifs novateurs dans une ferme expérimentale.

Cette disponibilité et cette réactivité trouvent tout naturellement des prolongements dans le concept de FabLab mobile,

une camionnette-podium bardée de haute technologie, chargée de délocaliser les compétences et les moyens techniques, et de les amener dans les entreprises ou sur la place d'un village, au cœur de l'Arc jurassien. À domicile ou dans les structures dédiées, chacun peut bénéficier des apports des FabLabs et des tiers-lieux !



FABLAB PRATIQUE

Construire une imprimante 3D, réaliser un dessin vectoriel à l'aide d'un logiciel dédié, réparer un équipement électroménager, découvrir les méthodes *Play & Pulse...* de nombreux ateliers, formations et *workshops* sont proposés au Crunch Lab et au FabLab Neuch. Et pour profiter au mieux de leurs possibilités, les équipements et les salles sont disponibles en libre accès, tout comme ils peuvent faire l'objet de réservations. Rendez-vous sur leurs sites pour en savoir plus : <https://openlab.utbm.fr> et <http://fablab-neuch.ch>.



Figurine réalisée
en impression 3D avec
un filament chargé en bois.
UTBM Innovation Crunch Lab

Contacts :
UTBM Innovation Crunch Lab
Olivier Lamotte
Tél. +33 (0)3 84 58 33 44 / 06 08 52 03 68
olivier.lamotte@utbm.fr
<https://openlab.utbm.fr/>

FabLab Neuch
Haute Ecole Arc
Jérôme Miseret
Tél. +41 (0)32 930 11 15
jerome.miseret@he-arc.ch
<http://fablab-neuch.ch/>



EN DIRECT

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN

Direction recherche et valorisation | Université de Franche-Comté
Tél. +33 (0)3 81 66 20 06 / 20 88 | Journal-EnDirect@univ-fcomte.fr
endirect.univ-fcomte.fr

Directrice de la publication : Macha Woronoff | Rédaction, composition :
Catherine Tondou | Diffusion, site web : Laura Riefolo | Conception graphique :
Gwladys Darlot | Impression : L'imprimeur Simon, Ornans / Imprim'vert.

en direct est édité par : Université de Franche-Comté^{1/2}

1, rue Claude Goudimel | 25030 Besançon cedex
Présidente : Macha Woronoff | Tél. +33 (0)3 81 66 50 03

en association avec : Université de technologie de Belfort-Montbéliard^{1/2}
90010 Belfort cedex | Directeur : Ghislain Montavon | Tél. +33 (0)3 84 58 30 00

École nationale supérieure de mécanique et des microtechniques^{1/2}

Chemin de l'Épitaphe | 25030 Besançon cedex
Directeur : Pascal Vairac | Tél. +33 (0)3 81 40 27 00

Université de Neuchâtel¹ | Avenue du 1^{er} mars 26 | CH - 2000 Neuchâtel
Recteur : Kilian Stoffel | Tél. +41 (0)32 718 10 20

Haute Ecole Arc¹ | Espace de l'Europe 11 | CH - 2000 Neuchâtel
Directrice : Brigitte Bachelard | Tél. +41 (0)32 930 11 11

Établissement français du sang Bourgogne - Franche-Comté

1, boulevard A. Fleming | 25020 Besançon cedex
Directeur : Christophe Bésiers | Tél. +33 (0)3 81 61 56 15

¹ Établissement membre de la Communauté du savoir, réseau de collaboration de l'Arc jurassien franco-suisse. ² Membre fondateur de la communauté d'établissements UBFC

Avec le soutien de la région Bourgogne - Franche-Comté. ISSN : 0987-254 X.
Dépôt légal : à parution. Commission paritaire de presse : 2262 ADEP.
6 numéros par an. Pour s'abonner gratuitement, formulaire en ligne sur
endirect.univ-fcomte.fr