

en direct

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN - NUMÉRO 279 - NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2018

GRAND FORMAT [PYRAMIDE DES ÂGES]

ACTEURS ET SCÉNARIOS DU VIEILLISSEMENT

TRANSFERT [DE TECHNOLOGIES]

LA CENTRALE MIMENTO
TOUJOURS PLUS PERFORMANTE

HISTOIRE [MODERNE]

LA GUERRE
POUR TERRAIN DE SPORT

TERRE [D'INVENTEURS]

EN HOMMAGE À
HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE



EN DIRECT

NUMÉRO 279 - NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2018

3 | ACTUALITÉS

- Greffe de moelle osseuse : 40 ans de progrès scientifique à Besançon
- Nouveau jeu de construction moléculaire pour la connectique
- Nanomédicaments : les lipides ciblés par simulation numérique
- Fabrication additive : une réponse énergétique des pièces différente
- 7 degrés de liberté et 1 Micron d'or pour le robot de FEMTO-ST
- Jeter, trier, réparer... le paradoxe chinois
- Une micro-usine pour se mettre à l'échelle des microtechniques
- «Le discret pouvoir des odeurs»
- «Genèse des innovations»

11 | TRANSFERT [DE TECHNOLOGIES]

La centrale MIMENTO toujours plus performante

12 | HISTOIRE [MODERNE]

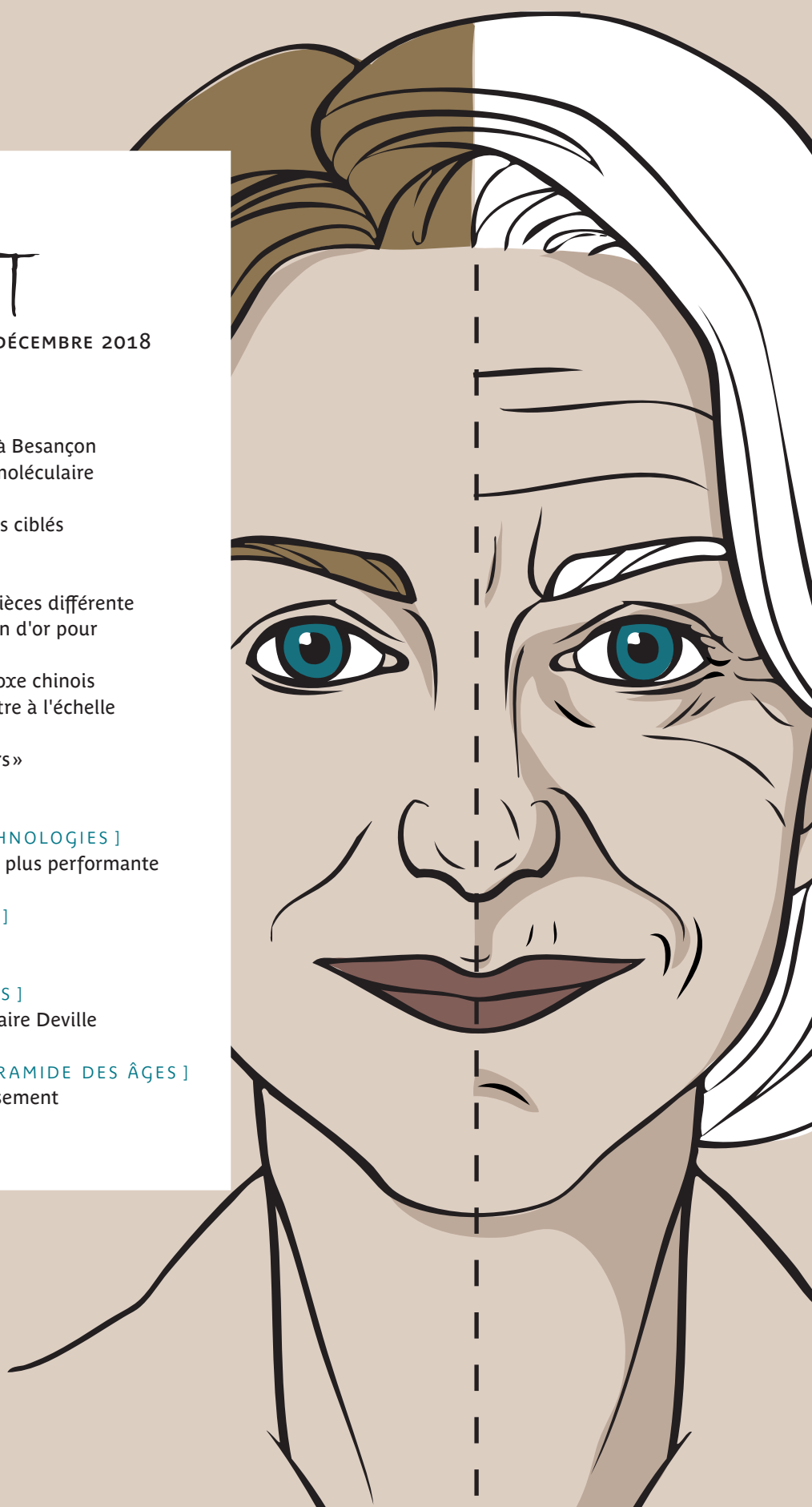
La guerre pour terrain de sport

14 | TERRE [D'INVENTEURS]

En hommage à Henri Sainte-Claire Deville

16 | GRAND FORMAT [PYRAMIDE DES ÂGES]

Acteurs et scénarios du vieillissement



GREFFE DE MOELLE OSSEUSE

40 ANS DE PROGRÈS SCIENTIFIQUE À BESANÇON

La première greffe de moelle osseuse réalisée à Besançon est une autogreffe, pratiquée sur un patient adulte avec ses propres cellules. Ce premier succès enregistré en 1979 marque de son symbole une histoire riche en avancées scientifiques, qu'une collaboration étroite entre les équipes du CHU de Besançon et de l'EFS Bourgogne - Franche-Comté a hissée au plus haut niveau.

UNE MEILLEURE COMPATIBILITÉ DES GREFFONS

Qu'elles soient prélevées chez le patient ou chez un donneur, les cellules souches hématopoïétiques (CSH) sont à l'origine de la production des globules rouges, des globules blancs et des plaquettes dans la moelle osseuse, qu'un dysfonctionnement peut rendre responsable de graves hémopathies telles que les leucémies. La greffe de moelle osseuse, et donc de CSH, est souvent la seule voie de guérison pour ces pathologies. L'autogreffe est rendue possible grâce à la cryopréservation des CSH, une technique parfaitement maîtrisée à l'EFS BFC : les cellules, prélevées sur des patients lors d'une période de rémission, sont congelées dans l'azote, puis réinjectées à un moment opportun pour assurer la reconstruction de la moelle, après une chimiothérapie à forte dose visant à éradiquer la maladie chez le patient. Pour garantir l'innocuité des cellules ainsi préservées, une opération de purification consistant à traiter les cellules *in vitro* par chimiothérapie avant de procéder à leur congélation a été utilisée, une technique pour laquelle Besançon était pionnière dans les années 1990, même si celle-ci

n'est plus à l'ordre du jour. L'allogreffe de CSH, avec des cellules prélevées chez un donneur, se heurte à un écueil majeur, celui de la maladie du greffon contre l'hôte (GVH) : le patient reçoit, en même temps que la moelle du donneur, un système immunitaire qui n'est pas encore le sien, et qui peut se retourner contre son propre organisme. C'est pourquoi le don n'a longtemps été possible que pour les frères et sœurs d'un patient, avec lesquels la compatibilité pouvait être maximale. Jusqu'à ce que les progrès de l'immunologie, avec une meilleure détermination du système HLA, permettent d'établir des compatibilités possibles entre groupes tissulaires et offrent l'opportunité de pratiquer des greffes avec le don de bénévoles, qui sont aujourd'hui quelque 40 millions inscrits dans les fichiers internationaux. C'est ainsi qu'un pilote d'avion russe, irradié à Tchernobyl, a pu être soigné pour une leucémie aiguë à Seattle avec les cellules d'une donneuse HLA compatible... franc-comtoise. Les greffes haplo-identiques, pratiquées à partir de cellules prélevées sur les frères et sœurs, les parents ou les enfants majeurs des patients, à demi compatibles, sont depuis quelques années possibles grâce à une plus grande maîtrise de l'administration des traitements immunosuppresseurs,

permettant de lutter contre la GVH dans un premier temps et d'assurer ensuite la reconstruction du système immunitaire du patient. « Aujourd'hui, grâce aux différentes possibilités offertes par la science, chaque patient a toutes les chances de trouver un greffon compatible », conclut le Pr Éric Deconinck, chef de pôle cancérologie et chef de service hématologie du CHU de Besançon.

PRÉLÈVEMENT DE MOELLE OU DE SANG

Parallèlement à ces progrès dans la compatibilité des greffons, les techniques de prélèvement des CSH ont fait l'objet d'avancées majeures : il est possible, depuis les années 1990, d'effectuer un prélèvement de CSH directement dans le sang et non plus seulement dans la moelle osseuse, en procédant par centrifugation des CSH provenant du sang périphérique. C'est ainsi que se sont développés, et c'est une petite révolution, les prélèvements à partir d'une prise de sang classique. « L'injection de facteurs de croissance stimulent le passage des CSH de la moelle osseuse vers le sang : le prélèvement est effectué pendant un court laps de temps, quelques heures pendant lesquelles la quantité de CSH dans le sang est maximale », explique Éric Deconinck. Autre technique révolutionnaire, les prélèvements de « sang de cordon » lors d'un accouchement, qui ont donné lieu dès 1992 à Besançon à la création d'une banque de sang placentaire. Implantée à l'EFS, celle-ci est l'une des trois seules entités nationales dédiées à cette activité ; elle a pu voir le jour grâce à l'implication des gynécologues et des sages-femmes, et à la solidarité des futures mamans.

LES LYMPHOCYTES T, AMIS ET ENNEMIS

L'action des lymphocytes T est un problème central de toutes les allogreffes de CSH, surtout lorsqu'elles ne sont pas compatibles à 100 %. « Car ce sont les lymphocytes T qui sont responsables du rejet du greffon et également du phénomène de GVH. Mais c'est aussi la combativité dont ils font preuve qui permet à l'organisme de se défendre des agressions extérieures et de lutter contre la récurrence des tumeurs. » Le défi consiste à trouver un équilibre pour aider à la reconstruction du

système immunitaire grâce aux lymphocytes T, tout en préservant l'organisme du malade de la GVH. La recherche de cet équilibre, s'appuyant sur la quantité de lymphocytes injectés, les méthodes pour les contrôler voire les détruire, et le moment où cette élimination doit s'opérer, représente un défi constant pour les médecins greffeurs. Travaillant dans cet objectif, les chercheurs du laboratoire Interactions hôte-greffon-tumeur & ingénierie cellulaire et génique ont été parmi les premiers en France à mettre au point des gènes suicides pour la thérapie génique : les lymphocytes T sont programmés

pour pouvoir être détruits à la demande dès lors qu'une réaction de type GVH est constatée. La thérapie génique recèle d'autres promesses encore, dont la greffe de CSH pourra à l'avenir bénéficier. C'est l'un des sujets qui seront abordés lors de la manifestation organisée le 13 novembre prochain pour célébrer le quarantième anniversaire de l'aventure de la greffe de moelle osseuse à Besançon.

Contact : Laboratoire Interactions hôte-greffon-tumeur & ingénierie cellulaire et génique - EFS / UFC / INSERM
Pr Éric Deconinck
edeconinck@chu-besancon.fr
eric.deconinck@univ-fcomte.fr

LE MONDE DE NANO

NOUVEAU JEU DE CONSTRUCTION MOLÉCULAIRE POUR LA CONNECTIQUE

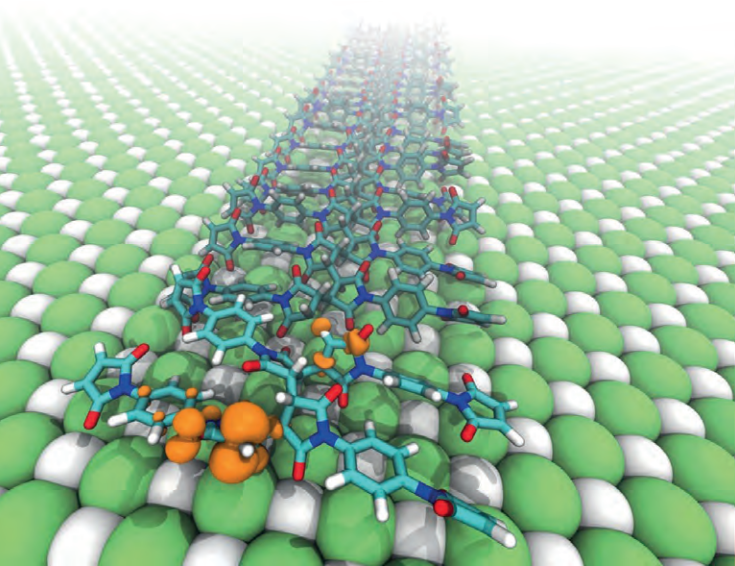


Image artistique représentant la structure des nanofils obtenus sur une surface de chlorure de potassium (KCl)

Imaginez une chaîne composée de plusieurs maillons, posée sur une surface. Immobile, cette chaîne s'allonge au fur et à mesure que d'autres maillons disposés

aléatoirement sur la surface viennent s'y accrocher. Cette configuration à peine imagée est celle de la construction de nanofils de polymère à partir de molécules, selon une méthode pluridisciplinaire et totalement inédite¹. Directeur de recherche CNRS à l'Institut FEMTO-ST, Frédéric Chérioux est l'un des artisans-bâtisseurs de ce savant et

imperceptible montage. Son expertise en chimie a été mise à profit dans ce projet des plus ambitieux, également investi par la simulation numérique et

la microscopie à force atomique. « C'est la première fois qu'une polymérisation en chaîne est réalisée à cette échelle sur une surface. Elle est obtenue à température ambiante grâce à de la lumière ultraviolette qui provoque la réaction de polymérisation. » Agissant sur une configuration moléculaire au départ désordonnée, la surface oriente les particules de façon à créer un fil à la structure parfaitement organisée ; les lois de la thermodynamique expliquent par ailleurs que le fil croît d'autant plus facilement qu'il gagne en longueur, au point d'atteindre des dimensions inespérées. « Ces fils à la géométrie irréprochable sont sans défaut, une condition nécessaire pour qu'ils conservent des propriétés physiques optimales ; cela s'est vérifié même après plus de deux mille réactions

élémentaires. » Pour visualiser la progression, la disposition et la manipulation des molécules, la microscopie à force atomique, capable d'observer un atome isolé sur une surface, est la méthode d'observation par excellence d'un fil dont les dimensions, 5 nm de large par 1000 de long, feraient paraître énorme un cheveu posé à côté. 5 nm, c'est la taille idéale pour ces nanofils chargés d'établir des connexions entre composants électroniques, et c'est aussi réduire de moitié la taille des fils aujourd'hui proposés par l'industrie : un encombrement minimum pour augmenter la densité des composants, et ainsi assurer une performance accrue des dispositifs. Et 1 µm de long, c'est multiplier par 20 la longueur actuelle des fils les plus longs, et donc faciliter leur manipulation. La démonstration de principe du mécanisme de croissance des nanofils, obtenue par l'expérimentation et validée par la simulation numérique, a fait l'objet d'une parution dans la prestigieuse revue scientifique *Nature Chemistry* en août dernier. L'étape suivante consistera à rendre les nanofils fonctionnels. De chaque côté de l'épine dorsale qui constitue leur structure, des molécules « neutres » pourraient en effet être dotées de différentes fonctions, magnétiques, optiques... Des développements à venir, sur la base de ce que Frédéric Chérioux qualifie de « beau succès pluridisciplinaire ».

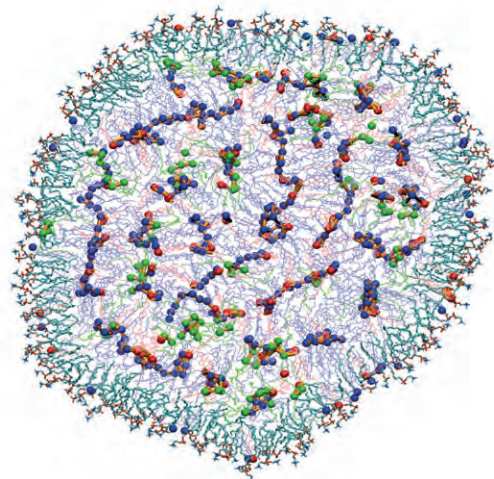
¹ L'équipe est constituée de chercheurs de l'Institut FEMTO-ST, de l'Institut matériaux, microélectronique, nanosciences de Provence (IM2NP), et de l'université de Lincoln (Angleterre)

Contact : Institut FEMTO-ST
UFC / ENSMM / UTBM / CNRS
Département MN2S
Frédéric Chérioux
Tél. +33 (0)3 63 08 24 25
frederic.cherieux@femto-st.fr

IN VIVO - IN VITRO - IN SILICO

NANOMÉDICAMENTS : LES LIPIDES CIBLÉS PAR SIMULATION NUMÉRIQUE

Trouver les bonnes cibles pour améliorer l'efficacité des traitements médicamenteux ou pour en inventer de nouveaux est une préoccupation permanente pour les chercheurs. C'est le fil conducteur des travaux de Christophe Ramseyer, physicien de formation, converti à la simulation numérique, et sensibilisé aux problématiques posées par la biotechnologie. S'il considère sa polyvalence comme un véritable atout, c'est en toute logique qu'il participe à des recherches marquées par une pluridisciplinarité plus grande encore, impliquant médecins, pharmacologues, chimistes, physiciens et numériciens. « Aujourd'hui, les théories et les expériences, sur lesquelles se sont de tout temps basées les avancées de la science, s'enrichissent des apports de la simulation numérique, qui permet d'élaborer des scénarios impensables sans le recours aux ordinateurs et à leur force de calcul. » Spécialiste de la modélisation de molécules en interaction avec l'organisme et l'environnement, Christophe Ramseyer participe au laboratoire Chrono-environnement à des recherches sur les nanomédicaments et le traitement des cancers. En plein essor, celles-ci ciblent le plus souvent l'ADN des cellules cancéreuses ou des récepteurs protéiques impliqués dans la croissance effrénée des cellules cancéreuses. Christophe Ramseyer s'intéresse, lui, plus particulièrement aux lipides composant les membranes des cellules et cherche à identifier des marqueurs lipidiques spécifiques à ces enveloppes.



Modélisation du LDL

Le chercheur a remarqué que la répartition des lipides est différente dans les membranes de cellules saines et de cellules apoptotiques, c'est-à-dire vouées à la destruction dans l'organisme. « Notre hypothèse est que l'ordonnement des lipides est également particulier dans les membranes des cellules cancéreuses, qui pourraient alors constituer non seulement une cible nouvelle pour les nanomédicaments anticancéreux, mais surtout une spécificité des cellules cancéreuses ouvrant la voie à de nouvelles thérapies ciblées. »

Avant d'atteindre son but, le voyage du médicament dans l'organisme est long et périlleux. Il doit en particulier faire face à un adversaire redoutable : le foie, et son métabolisme. Pour atteindre leur objectif thérapeutique, les principes actifs du médicament doivent en général être protégés et véhiculés par des nanoparticules. Christophe Ramseyer et ses collègues exploitent une voie originale en impliquant des nanoparticules déjà présentes

dans l'organisme et furtives vis-à-vis du foie : les lipoprotéines de basse (LDL) et haute (HDL) densité, qui transportent naturellement le cholestérol entre le foie et les cellules. « Si on pouvait charger les lipoprotéines avec des médicaments, elles pourraient vraisemblablement opérer comme un cheval de Troie, et libérer le médicament qu'elles

transportent sans éveiller de vigilance particulière. » Un défi de taille est donc d'introduire le principe actif à l'intérieur de ces transporteurs naturels de cholestérol. Les recherches s'orientent dans deux directions, deux projets de recherche dans lesquels Christophe Ramseyer est impliqué : le premier en collaboration avec le

pharmacologue Patrick Couvreur, de l'Institut Galien Paris sud, le second en région Bourgogne - Franche-Comté, au sein du laboratoire d'excellence LipSTIC.

Contact :
Laboratoire Chrono-environnement
UFC / CNRS
Christophe Ramseyer
Tél. +33 (0)3 81 66 64 82
christophe.ramseyer@univ-fcomte.fr

PROCÉDÉS DE FABRICATION

FABRICATION ADDITIVE : UNE RÉPONSE ÉNERGÉTIQUE DES PIÈCES DIFFÉRENTE



Tests sur pièces obtenues par fabrication additive

Elle est à l'origine de la réalisation d'objets aux formes les plus extravagantes, ouvre à des perspectives de créativité inédites et à des possibilités de fabrications uniques ou en petites séries à moindre coût : la fabrication additive, procédant par ajout de matière et bousculant les traditions de fabrication par usinage, a un plus d'un atout dans son jeu. À partir de polymère, de métal ou encore de

céramique, elle met en œuvre différentes techniques qui, pour être bien maîtrisées et en développement constant, n'en laissent pas moins certaines questions en suspens. Celle des propriétés des objets présente de véritables zones d'ombre, et intéresse de près Philippe Lesage, enseignant en résistance des matériaux à l'UTBM et ingénieur en essais environnementaux au sein de l'équipe COMM du

laboratoire ICB¹. La méthode de caractérisation qu'il a mise au point avec ses collègues permet d'analyser des pièces métalliques et de comparer les propriétés d'objets de formes identiques, obtenues par usinage et par fabrication additive. « Si certaines propriétés sont équivalentes, la réponse énergétique des pièces n'est, elle, pas la même selon le procédé de fabrication employé. » La méthode développée ici combine analyses modales et tomographiques pour élaborer des comparaisons d'ordre mécanique et topologique sur des alliages d'aluminium, et va plus loin que les tests physicochimiques auxquels les techniciens ont habituellement recours. Marteau de choc et banc vibrant servent à mettre les pièces en situation de fonctionnement réel, à les soumettre à des contraintes sur de longues périodes. Résultat : certaines pièces issues de la fabrication additive présentent des fissures, alors que pour une même sollicitation, leurs clones obtenus par usinage sont intacts. Une explication à ce phénomène serait à chercher du côté de la porosité du matériau : « Les pores et les fissures que peuvent engendrer dans le matériau les procédés de fabrication additive pourraient être des lieux d'absorption d'énergie, qui rendraient la pièce plus vulnérable aux contraintes sur le long terme ». Les travaux

des chercheurs s'orientent dans cette direction sans toutefois négliger d'autres pistes d'interprétation possibles. La méthode de caractérisation mise au point devrait être déclinée à d'autres matériaux usuels en fabrication additive ; la preuve de concept initiale a fait l'objet en avril dernier d'une publication scientifique dans la revue de

référence *Mechanics Research Communications*.

¹ COMM : Conception, optimisation et modélisation en mécanique. ICB : Laboratoire interdisciplinaire Carnot de Bourgogne.

Contact :
ICB - Équipe COMM
Philippe Lesage
Tél. +33 (0)3 84 58 31 35
philippe.lesage@utbm.fr

MICROMANIPULATION

7 DEGRÉS DE LIBERTÉ ET 1 MICRON D'OR POUR LE ROBOT DE FEMTO-ST

Trois rotations, trois translations et une fonction de préhension, ce qui est une première pour un robot parallèle : 7 degrés de liberté (DDL) caractérisent le dispositif mis au point au département AS2M de l'Institut FEMTO-ST. Ce micromanipulateur à 7 DDL a valu à ses auteurs un Micron d'or au salon Micronora qui s'est tenu en septembre dernier à Besançon, après avoir fait l'objet de publications scientifiques et de dépôts de brevets.

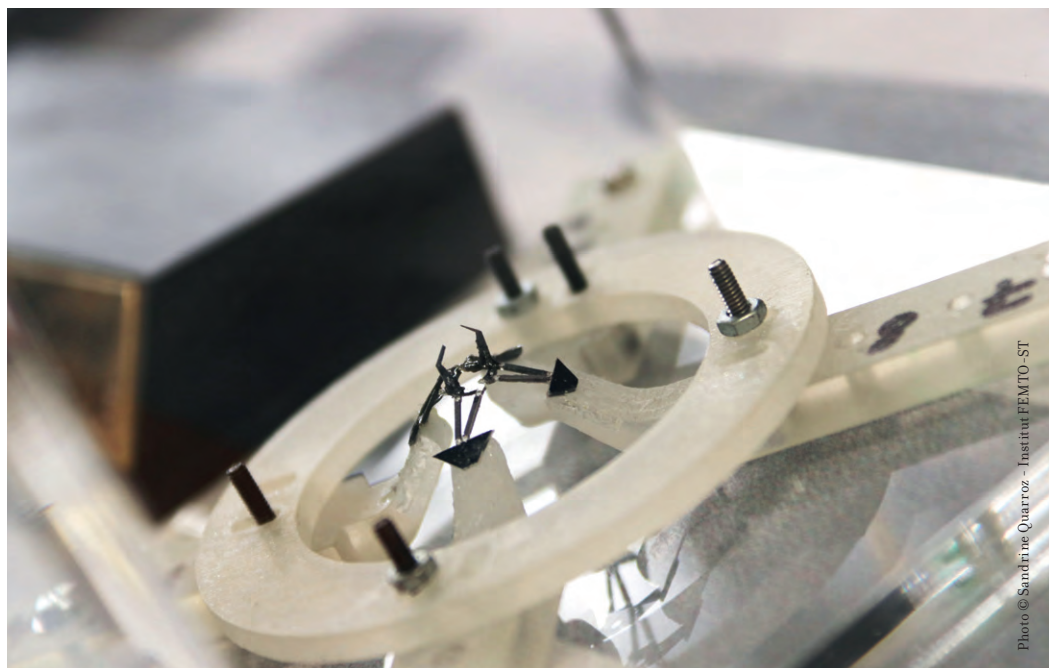
Redwan Dahmouche en résume le fonctionnement : « Huit actionneurs fixés à la base du robot commandent tous ses mouvements, y compris la fermeture de l'organe terminal, qui peut être une pince pour la saisie ou des ciseaux pour la découpe par exemple. » Au cœur du dispositif, une plateforme articulée, composée de deux parties mobiles, donne la possibilité de diriger le robot dans l'espace au moyen des actionneurs et de réaliser simultanément les opérations voulues avec une grande dextérité et dans un volume extrêmement compact. La solution se décline en trois dimensions : avec

ses 10 mm de côté, le premier démonstrateur détient le record du plus petit robot à 7 DDL au monde ; les deux autres prototypes présentés à Micronora mesurent respectivement environ 10 et 40 cm. Autant de versions permettant de démultiplier les possibilités et les applications auxquelles le robot est destiné, dans le domaine industriel pour

la manipulation de composants de faible dimension, en médecine pour la réalisation de chirurgies mini-invasives, et plus généralement dans toute situation présentant de fortes contraintes d'encombrement, comme sur les plateformes de nanomanipulation. Il est à noter qu'un procédé de fabrication inédit, rendant possible l'intégration d'éléments en élastomère dans une structure silicium, a présidé à la naissance du plus petit de la série dans la salle blanche de la centrale MIMENTO. « Grâce à ce procédé, les articulations sont élastiques, ce qui permet de supprimer les jeux mécaniques et les frottements secs », explique Redwan Dahmouche.

Le projet de micromanipulateur a bénéficié de financements de la région Bourgogne - Franche-Comté, de la SATT Grand-Est et de l'ANR via l'ÉquipeEx ROBOTEX.

Contact : Institut FEMTO-ST
UFC / ENSMM / UTBM / CNRS
Département AS2M
Redwan Dahmouche
Tél. +33 (0)3 81 40 27 91
redwan.dahmouche@femto-st.fr



Micromanipulateur à 7 degrés de liberté

Photo © Sandrine Quarroz - Institut FEMTO-ST

RÉCUP' ET RECYCLAGE

JETER, TRIER, RÉPARER...
LE PARADOXE CHINOIS

Des millions de smartphones sont remis à neuf à Shenzhen avant d'être distribués en Chine ou exportés vers des pays au faible pouvoir d'achat, en Afrique, Asie du Sud, Asie du Sud-Est et Moyen-Orient.

Où vont nos smartphones démodés, nos climatiseurs à bout de souffle et nos machines à laver éreintées ? Depuis 20 ans, les discours véhiculés notamment par les médias occidentaux insistent sur le fait que les pays riches, des États-Unis à la Corée, de l'Europe de l'Ouest à Singapour, envoient leurs déchets vers les régions pauvres du globe. Un *dumping* environnemental qui ferait de la Chine « la poubelle du monde ». Dans la thèse en ethnologie qu'il a soutenue cette année à l'université de Neuchâtel, Yvan Schulz apporte un regard critique sur ces discours ; il explore un phénomène qui l'a conduit à mener des investigations pendant deux ans dans le sud de la Chine. « Nous envisageons les appareils électriques et électroniques usagés ou endommagés principalement

sous l'angle du déchet, d'où l'expression consacrée *e-déchets*, ou *e-waste*. C'est méconnaître une autre réalité : bon nombre de ces appareils sont réparés ou recyclés sur place, devenant ainsi une marchandise et un moyen de subsistance pour des milliers de Chinois. » Les pratiques de réutilisation, largement répandues, se sont développées en marge de la politique étatique, qui, depuis les années 2000, favorise le recyclage des appareils dans de grandes usines chargées de récupérer uniquement les matériaux. « Or les ateliers de réparation et les réseaux de revente évitent le gaspillage et donnent aux foyers les plus démunis, en Chine ou ailleurs, la possibilité d'acquérir ou de conserver des équipements à faible coût. » La thèse d'Yvan Schulz met en évidence un

paradoxe criant de la politique environnementale chinoise, accordant sa préférence à un système de recyclage prétendument vert, mais en réalité souvent polluant, et niant voire décourageant des pratiques de réutilisation qui vont davantage dans le sens de la préservation de l'environnement... mais pas dans celui de la consommation de masse et de la logique productiviste d'un pays en plein essor. La Chine est aujourd'hui considérée comme « l'usine du monde », en raison de la forte croissance des activités industrielles sur son sol ; le pays a également vécu un boom économique sans précédent et l'avènement

du consumérisme. Autant d'arguments obligeant à considérer la question de la gestion des rebuts électriques et électroniques. « La Chine est en passe de devenir le premier pays générateur d'e-déchets au monde. Les quantités d'appareils dont se défont les Chinois ont depuis bien longtemps dépassé celles que les commerçants importent. À quand des exportations d'e-déchets de la Chine vers l'étranger ? Fortement sensibilisé par cette problématique, Yvan Schulz poursuit actuellement ses recherches au *China Centre* de l'université d'Oxford, où il effectue un post-doctorat sur ce sujet pendant deux ans.

Contact : Institut d'ethnologie
Université de Neuchâtel
Yvan Schulz
Tél. +41 (0)32 718 17 10
yvan.schulz@unine.ch

MOYENS DE PRODUCTION 4.0

UNE MICRO-USINE
POUR SE METTRE À L'ÉCHELLE
DES MICROTECHNIQUES

Début 2016, les techniciens et chercheurs de la Haute Ecole Arc Ingénierie présentaient un prototype de micromachine, une station d'usinage miniature capable de produire des composants horlogers avec un rendement et une qualité comparables à ceux des moyens de production traditionnels. La Micro⁵, aujourd'hui commercialisée par le biais de licences de fabrication industrielles, est le point de départ d'un projet plus vaste de micro-usine, prévoyant d'occuper plusieurs machines à différentes tâches, dans un espace restreint. Cette micro-usine regrouperait des opérations d'usinage, de polissage et de contrôle dans une sorte de grande armoire multifonction, avec des compartiments connectés entre eux de façon totalement automatisée. Directeur de la Haute Ecole Arc Ingénierie, Philippe Grize est l'instigateur du projet : « L'intérêt de cette solution, outre un faible encombrement et une consommation énergétique réduite, est de rendre l'appareil de production beaucoup plus flexible. » Plutôt qu'investir dans des machines coûteuses, qui, pour des raisons de rentabilité et d'amortissement, conditionnent la production à long terme, opter pour les moyens d'une micro-usine « modulable » et « agile » signifie ajuster facilement ses capacités de fabrication à la demande des marchés. L'idée est de fournir aux entrepreneurs une infrastructure comprenant intelligence, connectique et transitique standardisées, sur laquelle il leur sera possible

d'implémenter eux-mêmes des « briques technologiques » en fonction de leurs besoins et de leurs compétences. « Avec l'évolution des techniques, on est passé au XX^e siècle de l'artisanat à l'industrie, qui a permis la production de masse. On revient aujourd'hui à la notion de produit unique, mais en conservant l'efficacité industrielle », remarque Philippe Grize. Le projet concerne spécifiquement la production microtechnique, avec les applications que l'on connaît dans l'horlogerie, le luxe ou encore les MedTech. Il prend le nom de MicroLeanLab,

un laboratoire dédié à la microfabrication et animé par ses acteurs, entreprises, structures de recherche et centres de formation, qui mettront en commun leurs idées et leurs expériences selon une mouvance collaborative bien dans l'air du temps pour expérimenter concrètement les défis de l'Industrie 4.0. Le projet est envisagé sur cinq ans avec un besoin de financement estimé à plusieurs millions de francs suisses.

Contact : Haute Ecole Arc Ingénierie
Philippe Grize
Tél. +41 (0)32 930 11 20
philippe.grize@he-arc.ch

PUBLICATION

« LE DISCRET
POUVOIR DES ODEURS »

Des cinq sens traditionnellement mis à notre crédit, l'odorat est sans doute celui qui, de tout temps, a été le moins considéré pour son rôle dans la vie émotionnelle et sociale de l'être humain. Ce n'est que depuis les années 1970 qu'il force l'attention à ce propos, depuis que des études sur l'animal ont conduit à vouloir percer ses mystères chez l'homme. C'est cette épopée de la connaissance que relate *Le discret pouvoir des odeurs* de Jean-Louis Millot, professeur en neurosciences à l'université de Franche-Comté, disparu en mars 2018, quelques jours avant la parution de son livre. L'auteur explique les mécanismes de l'olfaction chez l'animal et chez l'homme, établit des

comparaisons et met en évidence les singularités des systèmes, du papillon à l'escargot, du poisson à l'*homo sapiens*. Il remonte aux croyances des Égyptiens, qui faisaient du cœur le centre névralgique du fonctionnement de l'organisme, aux connaissances des Grecs qui les premiers établirent des liens entre olfaction et cerveau, avant de relayer les enseignements d'études contemporaines menées à travers le monde sur le sujet : les recherches effectuées au laboratoire de neurosciences intégratives et cliniques de l'université y figurent en bonne place. Les compétences en matière d'olfaction présentent des

disparités énormes d'une espèce animale à une autre. L'homme n'est doté « que » d'une dizaine de millions de neurorécepteurs olfactifs, quand les rongeurs en possèdent cinquante millions et les canidés plus de deux cents. Ainsi le chien pourrait sentir jusqu'à cinq cent mille odeurs différentes, quand les capacités de l'homme se limitent à mille. Chez l'être humain, l'olfaction est une compétence acquise dès le plus jeune âge, elle est plus développée chez les femmes que chez les hommes, intimement liée au goût, et universelle.

On sait aujourd'hui que les odeurs ont un impact sur les émotions et sur les comportements, et qu'elles peuvent avoir valeur de symptôme ou de thérapie pour certaines pathologies. Au-delà des réactions d'attraction ou de répulsion, elles jouent sur l'humeur, les capacités d'apprentissage, la perception du temps qui passe, l'attirance sexuelle, les performances cognitives ou l'identification entre une mère et son nouveau-né. À l'inverse, leur perception est susceptible d'être modifiée sous l'influence d'une maladie comme la dépression, pour laquelle on constate une diminution du volume des bulbes olfactifs ; la dégénérescence neuronale liée à la maladie d'Alzheimer porte en premier lieu sur les zones du cerveau impliquées dans l'olfaction : une perte d'odorat est un indicateur de la maladie bien avant les troubles de la mémoire, et peut faire l'objet de tests de dépistage précoce.

Si l'influence des odeurs est reconnue scientifiquement, il est aussi clairement établi que cette influence n'est que contributive et que les odeurs ne sauraient à elles seules endosser un pouvoir déterminant. Un pouvoir discret, mais qui n'a pas fini de se révéler.

Millot J.-L., *Le discret pouvoir des odeurs*, L'Harmattan, 2018

PUBLICATION

« GENÈSE DES INNOVATIONS »

De tout temps et dans toutes les disciplines, les grands innovateurs, qu'ils soient ou non célèbres, ont marqué de leur nom de nouveaux objets, procédés ou techniques de production.

« Cette grande aventure n'aurait cependant pas été possible sans le concours et le talent de... » Tous pourraient compléter cette phrase dans un légitime hommage à

ceux qui n'ont pas manqué de les aider à cheminer dans leur parcours. Car le génie solitaire n'est qu'un mythe. Mais il existe bien un génie qui anime les innovateurs, celui qui aiguise leur curiosité, les pousse à la rencontre, leur donne l'audace d'expérimenter. Cette forme de

pensée nommée « rationalité créative » est au cœur de l'innovation. Tout comme le contexte économique, social, politique ou religieux a un rôle à jouer dans ce processus. C'est ce que démontrent les auteurs de l'ouvrage *Genèse des innovations*, puisant dans une diversité de formes d'innovation, de secteurs et d'époques, pour étayer leur thèse.

L'invention de « l'imprimerie à caractères mobiles en alliage métallique » par Gutenberg au XV^e siècle en est un exemple illustre et parlant. À cette époque, d'autres procédés d'impression existent déjà, de même que l'encre de Chine ; les connaissances sur les alliages métalliques s'affûtent dans le domaine de l'artillerie, les orfèvres maîtrisent parfaitement le polissage et la gravure, et les viticulteurs se servent de

pressoirs à vis. Gutenberg a le génie d'établir des ponts entre ces compétences, de s'entourer de ceux qui les possèdent, de faire la synthèse de l'existant pour le mettre au service de son innovation : une presse à imprimer équipée d'une vis sans fin, aux matrices munies de types de caractères résistants et bien ciselés, encrés d'un mélange

rendu huileux pour être mieux adapté... Outre les aspects techniques, le contexte de l'époque joue aussi en faveur de l'innovation, révélant des besoins en matière d'éducation, et surtout une volonté de l'Église, qui traverse alors une

crise, de diffuser des textes en nombre et sans erreur. La machine-outil pour la production mécanique d'ébauches de montres, inventée par Japy, la porcelaine sans toxicité pour la santé des usagers, signée Brongniart, l'actinomètre électrochimique, mis au point par Becquerel pour analyser la lumière solaire, et d'autres encore, se prêtent dans cet ouvrage à l'exercice de la biographie, utilisée comme méthode pour mieux cerner la genèse d'une innovation. Un genre renouvelé, dont l'innovation est la vedette, avant son auteur.



Chouteau M., Forest J., Nguyen C. (sous la direction de), *Genèse des innovations - Les biographies comme vecteur de connaissances du processus d'innovation*. Pôle éditorial de l'UTBM, 2018



La centrale de technologie MIMENTO est depuis près de 30 ans spécialisée dans le domaine des micro- et nanotechnologies. Ses équipements et les compétences de ses chercheurs, ingénieurs et techniciens lui confèrent une place de premier ordre sur la scène nationale, et s'adressent à l'entreprise tout autant qu'au monde académique.

TRANSFERT [DE TECHNOLOGIES]

LA CENTRALE MIMENTO TOUJOURS PLUS PERFORMANTE

Occupant près de 1300 m² de locaux sur le site de Temis Innovation à Besançon, MIMENTO dispose d'une salle blanche de 865 m² de classe ISO 5 à 7, correspondant à des développements technologiques et des fabrications à des échelles micro et nano. MIMENTO fait partie du réseau RENATECH, le réseau national de grandes centrales mis en place par le CNRS, servant l'ambition de participer à la recherche technologique au meilleur niveau mondial. MIMENTO est une plateforme de l'Institut FEMTO-ST, dont les activités et le développement sont financés par l'Europe, l'État, la Région et diverses collectivités locales. Elle trouve également des sources de financement dans les contrats qu'elle passe avec l'industrie, à laquelle elle propose un éventail complet de micro- et nanotechnologies. « Pouvoir assurer toutes les étapes du processus technologique au sein d'une même entité est une garantie pour assurer à nos partenaires des développements de haute technicité, souligne Christophe Gorecki, directeur de la centrale MIMENTO.

ENTRETIEN ET MAINTENANCE AU TOP NIVEAU

Pour améliorer encore les conditions qu'exige la technologie à si petite échelle, un budget supplémentaire de l'ordre de 350 000 euros a récemment été alloué aux besoins en infrastructures et en maintenance de la salle blanche. « L'entretien des équipements représente aujourd'hui un investissement presque aussi important que l'achat des machines, ce qui est une nécessité pour que la salle blanche fonctionne de manière optimale », explique Christophe Gorecki. La centrale continue en parallèle d'améliorer ses équipements pour toujours mieux répondre aux besoins des entreprises ; elle est aujourd'hui par exemple en capacité de travailler sur des *wafers* 6", correspondant aux standards industriels. MIMENTO a vu son budget global augmenter de 30% depuis l'extension de sa salle blanche en 2013. Sa position va se renforcer encore avec

ÉQUIPEMENTS MICRO ET NANO POUR GRANDE CENTRALE

- Photolithographie
- Gravure plasma
- Gravure chimique
- Traitement thermique
- Dépôt de couche mince
- Connectique et packaging
- Nanotechnologies
- Caractérisation

l'extension du réseau RENATECH sur le Grand-Est, qui prévoit de développer les centrales dites de proximité : plus petites, elles sont chacune dédiée à des activités technologiques spécifiques. MIMENTO aura pour mission de piloter l'ensemble de ces centrales, renforçant par là même son rayonnement régional et confirmant sa dimension de grande centrale technologique nationale.

Contact :
Centrale de technologie MIMENTO
Christophe Gorecki
Tél. +33 (0)3 81 66 66 07
christophe.gorecki@femto-st.fr



À l'aube de la Première Guerre mondiale, le sport français offre des disciplines déjà très populaires, représentées par de véritables héros, et compte un nombre croissant de pratiquants. Quels impacts le sport et la Grande Guerre ont-ils eu l'un sur l'autre ? Le nouveau livre¹ de Paul Dietschy apporte un éclairage inédit à cette interrogation.

HISTOIRE [MODERNE]

LA GUERRE POUR TERRAIN DE SPORT

Sur la ligne de front, on joue au foot, on s'entraîne à la boxe et à la gymnastique

Alors que le centième anniversaire de la Première Guerre mondiale prête sa conclusion à de nombreuses célébrations, *Le sport et la Grande Guerre* sert la mémoire de

manière originale. L'ouvrage montre de quelle façon le sport est entré dans la vie des combattants et surtout comment le conflit a influencé le cours de l'histoire du sport moderne, qui en France n'en était qu'à ses débuts au moment de la déclaration de guerre. L'ouvrage est signé par

Paul Dietschy, professeur en histoire contemporaine à l'université de Franche-Comté et directeur du Centre Lucien Febvre, dédié à la recherche dans cette discipline. Il est le fruit de l'analyse d'un corpus composite issu d'archives des fédérations sportives, de la presse spécialisée, de l'armée et des récits de soldats, des informations glanées pendant

plus de dix ans.

Sur la ligne de front, on joue au foot, on s'entraîne à la boxe et à la gymnastique, et dans une moindre mesure on pratique le vélo, une activité spatialement plus difficile à gérer par les autorités militaires... On parle à cette époque de « football association », qui correspond au foot tel qu'on le connaît aujourd'hui et déjà très populaire, par opposition au « football rugby », à l'appellation par la suite tronquée, qui, davantage élitiste, était aussi plus médiatique grâce à l'entrée en lice de la France dans le Tournoi des cinq nations en 1910. La boxe avait, elle, trouvé son héros avant-guerre avec Georges Carpentier, qui devint en 1920 le premier Français champion du monde de boxe anglaise. Sans doute moins auréolée de prestige, la gymnastique aidait à entretenir sa forme physique grâce à des équipements de fortune installés jusque dans les boyaux des tranchées.

LE SPORT, « HUIS-CLOS LUDIQUE »

Esprit de compétition, virilité, combativité, si ces valeurs sont exhortées par les autorités militaires, pour les soldats le sport est avant tout un moyen d'échapper à la guerre, c'est un « huis-clos ludique » où la

En 1919, la création
de la Fédération
française de football
aide à structurer
l'organisation
et réglementer des
pratiques disparates

hiérarchie est abolie et où la vie reprend l'avantage sur la mort. Un médecin, Louis Maufrais, témoigne ainsi dans ses cahiers de l'espoir de ses camarades de se « casser une patte » lors d'un match pour sortir du front. Après la guerre, le monde du sport change. La fin des hostilités marque la fin de l'affrontement qui dominait alors entre des fédérations sportives aux philosophies teintées d'idéologie, notamment catholique. En 1918, s'organise ce qui deviendra la Coupe de France, et en 1919, la création de la Fédération française de football aide à structurer l'organisation et à réglementer des pratiques disparates. L'idée de s'exercer à un sport entre peu à peu dans la culture française, quand jusqu'alors l'effort physique se devait d'être utile, pour une population encore essentiellement rurale.

UN COUP D'ARRÊT À L'ÉLAN SPORTIF DU DÉBUT DU SIÈCLE

Malgré ces évolutions, qui participent à donner l'illusion d'un élan né du conflit, la Grande Guerre marque en réalité un véritable « coup d'arrêt » au mouvement amorcé à la Belle

Époque. Les classes d'âge de 1914 sont décimées par le conflit, responsable de la disparition d'un quart des internationaux de rugby français et de plusieurs vainqueurs du Tour de France, et qui fauche des héros du sport tel Jean Bouin, champion mythique de course à pied. Il faut attendre la fin des années 1920 et les années 1930 pour voir naître les premières politiques sportives, et avec elles allouer des subventions

qu'accaparaient auparavant de toutes autres priorités. Et c'est lors de la Seconde Guerre mondiale que le développement du sport contemporain trouve de nombreuses origines. Une autre guerre, une autre histoire...



¹ Dietschy P., *Le sport et la Grande Guerre*, Éditions Chistera, septembre 2018

Pour
les soldats,
le sport est
avant tout
un moyen
d'échapper
à la guerre

Contact :
Centre Lucien Febvre
UFC
Paul Dietschy
Tél. +33 (0)3 81 66 54 33
paul.dietschy@univ-fcomte.fr



Son nom est peu connu du grand public, il est pourtant attaché à des découvertes et des avancées scientifiques de premier plan dans les domaines de la chimie et des matériaux.

Henri Sainte-Claire Deville (1818-1881) fut aussi doyen de la faculté des sciences de Besançon, qui, aujourd'hui muée en UFR Sciences et techniques de l'université de Franche-Comté, lui rend hommage en donnant son nom à l'un de ses amphithéâtres, à l'occasion du bicentenaire de la naissance du scientifique.

TERRE [D'INVENTEURS]

EN HOMMAGE À HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE

« Entrez, Messieurs, dans une Faculté des Sciences, vous trouverez partout et constamment vie et activité. [...] Pour qu'une Faculté des Sciences soit un centre de travail et d'activité scientifique, il faut que les professeurs soient dans leurs laboratoires au milieu de leurs instruments et qu'ils y soient à l'aise ».

En 1854,
sa renommée
confine à
la célébrité
lorsqu'il parvient
à produire
chimiquement
de l'aluminium

Lorsqu'il prend ses fonctions de doyen de la faculté des sciences de Besançon et prononce son discours d'investiture, Henri Sainte-Claire Deville n'a que 26 ans. En cette année 1845, la faculté ouvre ses portes dans la capitale comtoise suivant les directives de Napoléon, après que la Révolution de 1793 avait décidé la suppression des universités.

C'est donc une charge et une organisation toutes nouvelles qu'inaugure le scientifique dans des locaux alors installés dans les bâtiments universitaires de la rue Mégevand. Également professeur de chimie, Henri Sainte-Claire Deville se voit bientôt confier par la ville

de Besançon une étude sur les eaux du Doubs et sur les sources environnantes, pour laquelle il invente des procédés analytiques. Il détermine la présence de carbonate de calcium dans le Doubs, ce qui n'est pas une surprise dans ces eaux riches en calcaire. Cependant il met aussi en évidence, et c'est là une première, l'existence de silice, de nitrates et d'azote dans la rivière et dans les sources, concluant au rôle fertilisant des eaux pour les prairies. En parallèle à ces analyses de terrain, le chimiste réussit dans son laboratoire bisontin à réaliser la synthèse de l'anhydride de l'acide nitrique (N_2O_5), démontrant qu'il est possible d'obtenir un anhydride d'acide monobasique, contrairement aux certitudes défendues par ses confrères les plus illustres. C'est une découverte capitale pour la science comme pour sa carrière : elle lui vaut la considération du monde scientifique européen, et une nomination à l'École normale supérieure à Paris.

DE LA CHIMIE DES EAUX À CELLE DES MATÉRIAUX

Henri Sainte-Claire Deville fait ses bagages et quitte Besançon en 1851, non sans avoir fait l'éloge des qualités scientifiques de ses collègues et d'une ville qui sut se montrer accueillante avec lui et généreuse pour la faculté. Ce n'est que peu d'années plus tard, en 1854, que sa renommée confine à la célébrité lorsqu'il parvient à produire chimiquement de l'aluminium. L'empereur Napoléon III finance ses travaux, qui aboutiront à la présentation des premiers lingots d'aluminium à l'exposition universelle de 1855 à Paris, aux côtés des joyaux de la Couronne ! En 1859, la production de l'usine de Nanterre atteint 500 kg, essentiellement à destination de la bijouterie. Car le « procédé Deville », pour être innovant, n'en est pas moins coûteux, et place l'aluminium au même prix que l'or. Même

INAUGURATION SCIENTIFIQUE

C'est l'un des sept amphithéâtres de l'UFR Sciences et techniques : « l'amphi C » perdra son anonymat pour prendre le nom d'Henri Sainte-Claire Deville le 13 décembre prochain. Sous le patronage de la Société chimique de France, interventions retraçant la carrière du chimiste français et démonstrations autour de ses travaux ponctueront une manifestation placée sous le signe de la mémoire pour accompagner l'inauguration. Des posters habilleront les murs de l'amphithéâtre de façon pérenne pour évoquer l'œuvre du scientifique. « Il est important pour les étudiants d'avoir une certaine connaissance de l'histoire des sciences, de comprendre comment la recherche a évolué au gré des influences dont elle a bénéficié ou qu'elle a subies », explique Sylvain Picaud, directeur de l'Institut UTINAM, à l'initiative de l'hommage qui sera rendu à Henri Sainte-Claire Deville.

si le choix de la bauxite comme minéral d'origine pour extraire l'alumine s'avère judicieux pour réduire les coûts de fabrication, une idée là encore signée Deville, il faudra attendre 1886 et la découverte du procédé électrolytique de production de

l'aluminium pour que ce dernier devienne un matériau bon marché. Le chimiste en avait eu l'intuition : « L'aluminium est susceptible de devenir un métal usuel ». Lui-

même avait expérimenté l'approche électrolytique, mais les cinq piles alors à sa disposition n'étaient pas assez puissantes pour fournir l'intensité électrique nécessaire au procédé.

Le scientifique fait d'autres recherches sur des métaux peu communs, comme le platine ; il est l'auteur du concept fondamental de

dissociation chimique ; il détermine la composition chimique de nombreux produits pétroliers ; mais, farouche défenseur de l'expérimentation, il se dresse contre la théorie atomique, qui pour lui n'est qu'une « vue de l'esprit ». Unanimement reconnu pour ses travaux, élu membre de nombreuses académies des sciences de par le monde, admis dans les cercles scientifiques et littéraires parisiens, Henri Sainte-Claire Deville s'éteint en 1881, à l'âge de 63 ans,

vaincu par les vapeurs toxiques qu'il respire au cours de ses expériences sur les métaux.

Le chimiste
se voit confier
par la ville
de Besançon
une étude sur
les eaux du
Doubs et sur
les sources
environnantes

Page 14 : extrait d'une huile sur toile de Léon Augustin Lhermitte, 1890, Paris, École normale supérieure. © Bridgeman images

Contact : Institut UTINAM
UFC / CNRS
Sylvain Picaud / Edith Burgey
Tél. +33 (0)3 81 66 64 78 / 69 13
sylvain.picaud@univ-fcomte.fr
edith.burgey@utinam.cnrs.fr



© Musées des arts et métiers - Cnam / photo Denis Pruvet

D'après Gabriel Jules Thomas,
Buste d'Henri Sainte-Claire Deville, 1882.
Il est l'un des rares objets témoins de la production
en aluminium antérieure à 1886



Photo © Pixabay

« Il y a on ne sait quelle aurore dans une vieillesse épanouie. »
Victor Hugo

GRAND FORMAT [PYRAMIDE DES ÂGES]

ACTEURS ET SCÉNARIOS DU VIEILLISSEMENT

ENTRE DÉCLIN ET JEUNISME, UNE TROISIÈME VOIE

L'âge de la retraite sonne souvent celui de la vieillesse dans l'imaginaire collectif. Or, l'espérance de vie des prétendants à la retraite est en moyenne de vingt ans. Un laps de temps bien trop important pour ne l'envisager que sous le signe du déclin qui lui est si souvent associé. Le déclin, une conception cultivée depuis des siècles en Occident, alors que parallèlement l'amélioration des conditions de vie produit des seniors bien plus fringants qu'au XVII^e siècle ! Il ne s'agit cependant pas de tomber dans le culte du jeunisme et de la performance, qui est un autre piège tant les représentations qu'il véhicule peuvent créer des contraintes ou se montrer excluantes pour certains. Entre les deux extrêmes, la psychologue socioculturelle Tania Zittoun, directrice de l'Institut de psychologie et éducation de l'université de Neuchâtel, propose d'explorer les capacités d'apprentissage et de développement

de la personne âgée. « Une vie est ponctuée de ruptures : deuils, séparations, déménagements, réorientations professionnelles..., que l'individu apprend à assimiler tout en continuant à être cohérent avec lui-même, à rester la même personne. Il est important de préserver cette intégrité lorsque les facultés s'amoindrissent et que la mobilité décline, en prenant appui sur les capacités d'apprentissage et d'adaptation dont la personne a toujours fait preuve. La synthèse d'expériences amène à une sorte de philosophie de vie personnelle, qui n'est d'ailleurs pas l'apanage de l'âge, mais qui s'enrichit au fil du temps. À cette compétence s'ajoute une connaissance du monde sur le long terme, évolution des sociétés, changements de régimes politiques, conflits, guerres, bouleversements technologiques... qui, elle, est spécifique à l'âge : tirer profit des apports de ces deux niveaux d'expérience, personnel et social, semble une voie à privilégier pour, au-delà des seuls critères de performance physique et cognitive, envisager la vieillesse comme une étape à part entière de la vie et du développement de la personne.

EXPÉRIENCES ET CONTEXTES DE VIE

Il est important
de préserver
l'intégrité de la
personne lorsque
les facultés
s'amoindrissent
et que la mobilité
décline

Venant nourrir cette réflexion, le réseau AGILE, coordonné par la psychologue Michèle Grossen, de l'université de Lausanne, est financé par l'association européenne pour la recherche sur l'apprentissage et l'instruction (EARLI). Des études menées dans ce cadre en Serbie, en Suède, au Danemark, au Luxembourg, aux Pays-Bas et en Suisse apportent une perspective socio-culturelle au vieillissement. « Les représentations attachées à la vieillesse changent d'un pays à l'autre, les politiques financières aussi, et ces variations de contextes, comme les expériences acquises, conditionnent le développement des personnes âgées », explique Tania Zittoun. Au Danemark, l'engagement politique des 70/80 ans, qui ont vécu l'évolution de leur pays et continuent à se positionner, est avéré ; en Serbie, où les structures adaptées et l'accueil familial sont insuffisants, les personnes âgées ne témoignent que peu d'intérêt à ce qui se passe autour d'eux ; en Suisse, les résidents de maisons de retraite font preuve de « créativité quotidienne », transformant par leur présence des espaces anonymes en lieux de vie, utilisant des photos et objets personnels comme supports pour se projeter dans l'avenir. Les recherches menées veulent déboucher sur des recommandations à l'intention des politiques, afin que les mesures publiques viennent étayer concrètement les conclusions des chercheurs, notamment à propos des modes de logement.

SE GARDER DE METTRE LA VIEILLESSE DANS DES CASES

La psychologie expérimentale se refuse à établir des catégories de personnes âgées, autant qu'elle ne donne de définition de la vieillesse. Au laboratoire de psychologie de l'université de Franche-Comté, François Maquestiaux veut affiner les théories en vigueur sur le vieillissement : s'il ne remet pas en cause leur intérêt, il craint que leur caractère généraliste n'encourage les représentations stéréotypées. « Chez les personnes âgées, le traitement des informations est 1,5 fois plus lent que chez les jeunes ; les capacités de réflexion, de raisonnement et d'attention sont amoindries. C'est ce que disent les théories du vieillissement. Cette tendance est réelle, mais il est important de se rendre compte qu'elle comporte bien des nuances. »

Dans une étude comparative qu'il a menée avec des étudiants de master sur les capacités à effectuer des doubles-tâches chez des personnes âgées actives et chez des étudiants, le chercheur a noté des différences qui ne sont pas toujours

Les variations
de contexte, comme
les expériences
acquises, conditionnent
le développement
des personnes âgées

en faveur des théories généralistes, postulant que les différences jeunes-âgés sont d'autant plus marquées que les tâches sont difficiles. Ainsi, les Bisontins ont constaté chez les seniors une perte de réflexe, de capacité de traitement automatique de l'information lorsqu'il s'agit de tâches cognitives réputées très faciles à accomplir. « En revanche, lorsque les tâches sont plus complexes, nécessitent davantage de ressources mentales et d'énergie, les personnes âgées montrent des performances quasiment comparables à celles des plus jeunes », constate François Maquestiaux. Sa collègue Marie Mazerolle souligne quant à elle l'importance du contexte de passation des tests psychologiques, qui peut se montrer préjudiciable. « Les personnes âgées, même les plus actives, ne sont en général plus familières des conditions d'examens, à l'inverse des jeunes ; elles n'ont pas non plus les mêmes relations avec la technologie, souvent impliquée dans ces tests. Ces deux facteurs ont une réelle influence sur les performances. » Marie Mazerolle relève notamment que, lorsque la « pression évaluative » est élevée, les personnes âgées, moins sûres d'elles, ont tendance à recourir aux éléments visuels mis à leur disposition plutôt que de faire confiance à leur mémoire, par exemple pour retrouver un mot dans une liste. Si la structure du test les oblige à recourir à leur mémoire plutôt qu'à des informations visuelles, on voit très nettement leurs performances cognitives augmenter. « Ces expériences montrent que dans certaines études, les caractéristiques liées à l'âge sont sans doute surestimées ; cette tendance s'ajoute à une propension naturelle à croire en de grandes différences entre personnes âgées et jeunes, ce qui aide à entretenir les stéréotypes. »

DÉPISTER LES TROUBLES DU LANGAGE

Ces dernières années, les progrès scientifiques ont mené à une meilleure connaissance de la maladie d'Alzheimer et plus généralement des pathologies neurodégénératives qui vont souvent de pair avec le vieillissement de la personne. Ils ont mis en évidence que les troubles du langage sont un symptôme inaugural pour certaines maladies, à prendre en considération

au même titre que ceux de la mémoire. Sur la base de ces informations nouvelles, une équipe de chercheurs francophones en logopédie et neuropsychologie a mis au point un test de dépistage des troubles du langage à l'intention des médecins, gériatres et neurologues, pour les aider dans leur diagnostic auprès de la personne âgée. Marion Fossard, du Centre de logopédie de l'université de Neuchâtel, a participé à l'élaboration de ce test aux côtés de collègues québécois, français et belges. « Le DTLA¹ consiste en un questionnaire

		DTLA - Dépistage des troubles du langage chez l'adulte et la personne âgée		
4 points/réponse /12	6. Compréhension de phrases Répondre par oui ou non si la phrase entendue correspond à l'image Exemple 1: La fille porte le garçon Exemple 2: Le garçon porte la fille			
	C'est le garçon que la fille porte [] La fille est portée [] Le garçon est porté par la fille []			
2 points/réponse /12	7. Dictée			
	Mots:	Escompte []	Archange []	Second []
	Non-mots:	Audre []	Bable []	Fuche []

DTLA - Protocole final, juin 2017 - extrait

rapide à administrer, basé sur des tâches langagières comme des tâches de répétition et de lecture de mots, de compréhension de phrases et de dénomination d'images. » Au total, neuf « sous-tests » bâtis selon des méthodes et des paramètres psycholinguistiques scientifiquement

reconnus pour leur pertinence et leur caractère discriminant. Le test permet d'établir un score global sur 100 points, tenant compte de l'âge et du niveau d'éducation de chacun. L'atteinte d'un « seuil d'alerte » incitera le praticien à procéder à une évaluation plus complète des capacités langagières et mnésiques de la personne.

Le DTLA est depuis un an utilisé en routine au CHU de Lille et au Centre de la mémoire du Centre hospitalier vaudois à Lausanne, où, parallèlement au succès qu'il rencontre, il fait l'objet d'évaluations et de recherches pour affiner ses performances.

¹ DTLA : dépistage de troubles du langage pour personnes âgées.

POUR OU CONTRE LA TECHNOLOGIE ?

De façon générale, on sous-estime largement les capacités des personnes âgées, une vision notamment encouragée par la publicité, qui, pendant des décennies, s'est focalisée sur leurs difficultés, offrant l'image réductrice d'une vieillesse handicapée et sans ressources, notamment par rapport aux nouveaux outils technologiques. Aujourd'hui, les smartphones et tablettes ont remplacé les téléphones à grosses touches dans le discours publicitaire, pariant sur un tout autre marché. Mais donnant toujours une image parcellaire et sectaire de la vieillesse.

À l'Institut de psychologie et éducation de l'université de Neuchâtel et en collaboration avec l'université de Bari (Italie), Antonio Iannaccone s'intéresse à la façon dont les personnes âgées s'approprient les nouvelles technologies de la communication et aux conséquences de

la présence de ces outils dans les dynamiques complexes qui caractérisent les relations intergénérationnelles.

Une étude exploratoire¹ a notamment mis en évidence le lien entre nouvelles technologies de la communication et qualité de vie relationnelle des personnes âgées. L'impact est positif quand les relations familiales sont bonnes, grands-parents, enfants et petits-enfants s'échangeant facilement photos et textos, et planifiant une large partie des activités par tablettes ou smartphones interposés ; il devient négatif lorsque les systèmes familiaux élargis sont peu harmonieux, les technologies étant susceptibles d'alimenter les conflits en raison de leur immédiateté et de leur traçabilité. « Dans l'ensemble, les personnes âgées considèrent que les technologies aident à la coopération, à la coordination et au contact. Le plus complexe reste de trouver comment communiquer malgré les différences entre générations », rapporte Antonio Iannaccone. Le

chercheur souligne que l'étude, volontairement réalisée auprès de personnes âgées actives, fera par la suite l'objet de comparaisons avec l'expérience de personnes présentant d'autres vécus. « Il semble que le problème n'est pas tant d'apprendre que de se trouver dans une posture psychologique favorable et de bonnes conditions d'accès aux transformations technologiques, explique Antonio Iannaccone. Ce sont les difficultés dans les relations interpersonnelles et la faible confiance en soi qui sont souvent à l'origine de résistances, voire de refus vis-à-vis de l'utilisation de la technologie. » Le chercheur pressent combien la digitalisation de la société risque de marginaliser les personnes « technologiquement fragiles », et notamment les personnes âgées, essentiellement parce que les logiques de l'une et des autres ne sont pas facilement compatibles.



¹ Étude menée par Vittoria Cesari Lusso, Sophie Lambolez et Antonio Iannaccone (université de Neuchâtel), financée par la fondation LEENAARDS en 2015.

Bien vieillir signifie
en premier lieu
continuer à être
pleinement intégré à
la famille
et à la société

LOGIQUES ET RAISONNEMENTS

Pourtant bien vieillir signifie en premier lieu pour les personnes âgées continuer à être pleinement intégré à la famille et à la société. L'anthropotechnologue Carole Baudin étudie en quoi certaines technologies actuelles ne sont pas toujours adaptées à ce public : c'est l'une des questions que posait le projet LISOMAD¹, auquel elle a participé de 2013 à 2015 auprès de personnes âgées de 80 à 93 ans ; cette recherche trouve depuis des prolongements au sein du groupe Conception de produits centrée utilisateurs, dont la chercheuse est responsable à la Haute Ecole Arc Ingénierie. Carole Baudin aussi pointe la logique, « fonctionnelle et mécanique », de ces générations pour qui un bouton = une fonction, et qui n'est pas celle qui prévaut dans l'utilisation des nouvelles technologies. « Lorsqu'on suggère à une personne de 90 ans de « sélectionner un contact dans un menu pour pouvoir l'appeler », les termes employés n'ont absolument aucun sens pour elle, car ils recouvrent une tout autre réalité. » L'objectif de l'anthropotechnologie² est de concevoir et d'adapter des produits en fonction des besoins exprimés par les utilisateurs : ici, par les personnes âgées elles-mêmes, et non seulement par les soignants et les

aidants, comme c'est souvent le cas. Dans l'étude LISOMAD, la technologie e-Lio[®] de visioconférence par télévision a été testée directement auprès d'elles. Résultat : si le choix du média TV semblait pertinent pour un public âgé de plus de 80 ans, l'installation de câbles, de caméras et d'un réseau internet étaient d'emblée des freins à l'acceptabilité. L'installation a généré pour certains un « effet boîte noire » dont le mystère s'est révélé traumatisant. Et au-delà de l'aspect technique proprement dit, la solution ne s'est pas montrée pertinente pour favoriser les contacts avec les soignants : « Les personnes âgées ont besoin de présence et de lien social, qu'une connexion à distance ne saurait satisfaire ».

Carole Baudin met en avant que ce qui fonde la légitimité d'une technologie, pour les personnes âgées, n'est pas tant sa fonctionnalité que son utilité. « Si elles constatent que la technologie présente un vrai intérêt, alors elles feront les

efforts nécessaires pour s'y adapter et se l'approprier. La technologie n'est pas une réponse en soi ! » Venant imager cette affirmation, une réflexion est actuellement en cours autour de la notion de « compagnon technologique », pour associer des fonctionnalités à un objet qui a une valeur ou un sens pour les personnes âgées. S'habiller seul apparaît, par exemple, comme un critère déterminant pour le bien-être et l'autonomie : c'est sur ce sujet qu'un groupe d'étudiants a choisi de travailler en priorité. Leur proposition de « mécaniser » un chevalet, objet faisant partie de l'univers des personnes âgées, rassemble les compétences d'ergothérapeutes, de couturiers et les moyens des FabLabs autour de ce projet innovant.



¹ LISOMAD : Lien social pour le maintien à domicile, étude pilotée par la Haute Ecole Arc, financée par le Réseau des villes de l'Arc jurassien.

² Geslin P. (sous la direction de), L'anthropotechnologie : cultures et conception, Éditions ISTE, 2017

MESURER L'EFFICACITÉ TECHNOLOGIQUE

Un frigo resté ouvert ou une plaque de gaz allumée, ou encore une chute : pour prévenir de ces oublis ou difficultés, la SEM Numerica de Montbéliard a équipé d'un système d'alerte

numérique une vingtaine de maisons ou appartements occupés par des personnes âgées vivant seules. Des capteurs et des détecteurs de mouvements disséminés à des endroits

stratégiques, déterminés en fonction des habitudes de vie de la personne, repèrent les anomalies. Les informations sont transmises via une tablette numérique à la personne elle-même et/ou à son

entourage, un choix opéré lors de l'installation du système. Cette expérimentation intervient dans le cadre du projet ANA (Assistance numérique à l'autonomie), auquel participent la psychologue Magalie Bonnet et deux spécialistes en ergonomie cognitive de l'UTBM, Sara Escaich et Nicolas Bert, enseignant-chercheur référent du projet. Chacun, avec les outils propres à son domaine, estime le dispositif

et formule ses recommandations. Du côté de la psychologie, il s'agit de mesurer l'impact de la solution ANA sur la qualité de vie des personnes âgées, et d'évaluer si elle répond bien aux attendus en matière de sécurité. L'ergonomie cognitive complète l'information en regardant comment les gens vivent avec l'usage de la technologie. « La SEM Numerica a fourni les équipements servant aux premiers tests *in situ* ; en

étudiant le vécu des personnes sur une période minimale d'un an, nous serons à même de proposer des aménagements et des perfectionnements, qui pourront directement être opérés au laboratoire ELLIADD par notre pôle de recherche ERCOS, spécialisé dans l'intégration du facteur humain à la conception de produits. » La présentation du projet ANA est accessible sur Numericabfc.com.

SINGULARISER LES PARCOURS DES AIDANTS

Appartenant le plus souvent au cercle de la proche famille, ceux qu'on nomme les aidants font aujourd'hui l'objet de nombreuses réflexions et études. Enseignante-chercheuse en psychologie à l'université de Franche-Comté, Magalie Bonnet s'intéresse au cas particulier des aidants s'occupant de personnes âgées atteintes de la maladie d'Alzheimer ou d'un cancer. Son travail s'inscrit dans le cadre de la cohorte ICE¹, constituée pour mieux comprendre et soutenir les aidants de personnes atteintes de maladies chroniques. Au terme de quelque soixante-dix entretiens déjà menés à domicile, Magalie Bonnet a mis en évidence des phases critiques dans le parcours des aidants concernés, qui diffèrent selon la pathologie impliquée. Si le couperet du diagnostic représente dans tous les cas un choc auquel ils doivent faire face, la « gestion » du rôle est différente. « On remarque notamment qu'une phase critique survient au bout de deux ans chez les aidants de patients atteints de cancer, une étape pour laquelle ils ont autant besoin d'aide que lors du diagnostic. »

Magalie Bonnet note également que de manière générale, ce sont les enfants qui s'occupent de parents souffrant de la maladie d'Alzheimer, quand les conjoints sont les plus investis lorsqu'il s'agit de personnes atteintes de cancer. Pour les premiers, la perte des facultés de leurs parents au point qu'ils ne puissent un jour plus reconnaître leurs propres enfants est une crainte et une souffrance récurrente ; pour les seconds la phase de rémission du cancer, lorsque la personne n'est plus vraiment malade mais n'est pas non plus guérie, est un entre-deux compliqué à vivre. « Notre objectif est de réussir à mettre en évidence les spécificités des parcours, de montrer que chaque maladie a un impact particulier sur le vécu et sur la qualité de vie des aidants, afin de pouvoir apporter à ceux-ci un soutien adapté et efficace. »

La psychologue souligne par ailleurs que la maladie et la perspective de mort qui en découle génèrent un caractère d'urgence et provoquent une réactivation de l'histoire familiale. Il s'agit de savoir qui endossera le rôle d'aidant en fonction de la place dans la fratrie, des liens entretenus avec les parents, de la dette ressentie vis-à-vis d'eux ou des frères et sœurs par rapport à une aide reçue par le passé, de la difficulté à venir en aide à une figure par essence protectrice..., toutes choses se jouant le plus souvent de manière inconsciente. C'est aussi le temps où les secrets de famille, les non-dits ou les rancœurs remontent à la surface. « C'est le moment de dire les choses : si elles restent ignorées, elles ressurgissent plus tard de façon larvée, se cristallisant notamment dans les histoires d'héritage... »



Photo © Pixabay

¹ La cohorte ICE (Informal Carer of Eldery) concerne 7600 aidants en Bourgogne - Franche-Comté, invités à participer à une étude sur 5 ans. Elle est coordonnée par Virginie Nerich (UFR Santé, Pôle pharmaceutique), pilotée par l'UMQVC (Unité de méthodologie et de qualité de vie en cancérologie) du CHU de Besançon, en collaboration avec le PGI (Pôle de gérontologie et d'innovation). www.etude-ice.org/la-cohorte-ice

DE L'AIDE POUR LES AIDANTS

Agissant la plupart du temps dans l'urgence, les proches s'investissent sans limite jusqu'au moment où il faut bien reconsidérer la question de l'aide dans une perspective à long terme : la situation dure et devient difficile à gérer. « C'est en général au bout de six mois ou un an que des aides extérieures prennent le relais ; la présence des aidants reste effective, mais souvent diminue au profit des professionnels », remarque la sociologue Veronika Kushtanina, chercheuse au LASA. « C'est une étape difficile, les personnes âgées se considérant seules et en manque d'attention de la part de leur famille, quand les proches, épuisés, ont l'impression de ne jamais en faire assez et sont en manque de reconnaissance. » Analysant ces processus souvent douloureux et menaçants pour l'entente familiale, Veronika Kushtanina remarque que l'existence de dispositifs légaux pour soutenir les aidants familiaux exerçant une activité professionnelle reste largement ignorée des intéressés (recherches ARTF). « La plupart du temps, les gens s'arrangent avec leurs collègues ou leurs responsables directs de manière officieuse. » Les situations sont très variables selon la structure professionnelle, la position dans la hiérarchie, l'ancienneté, les relations entretenues avec des collègues qui font plus ou moins preuve de compréhension. Si la demi-journée accordée par l'employeur ou le don d'heures consenti par des collègues sont des arrangements bienvenus, la loi prévoit elle aussi des dispositifs d'aide. Le congé de solidarité familiale, concernant les personnes en fin de vie, permet aux aidants

de percevoir une rémunération partielle pendant 21 jours. « Seules quelques-unes des 35 personnes que nous avons interrogées lors de notre dernière étude connaissaient ce dispositif, et aucune ne l'a utilisé », témoigne Veronika Kushtanina. Le congé de proche aidant assoupli au 1^{er} janvier 2017 est, lui, non rémunéré ; il donne la possibilité de prendre une journée en urgence et présente l'avantage d'être fractionnable, un dispositif là encore méconnu. Fatigués, et souvent psychologiquement ébranlés par la difficulté de la situation qu'ils ont à vivre, mal informés, les aidants se sentent « peu aidés » par des politiques publiques « pourtant favorables au maintien à domicile ».

D'INNOVATIONS SOCIALES EN DIPLÔMES

Le pôle de gérontologie et d'innovation (PGI) Bourgogne - Franche-Comté¹ propose depuis sa création en 2010 de diriger ses actions vers la prévention, tout en prenant en compte l'aspect social de l'avancée en âge et du vieillissement de

la population. Cette démarche pionnière en France fait écho aux attendus des politiques sociales d'aujourd'hui, qui dépassent les aspects curatifs du vieillissement. « Détail révélateur de cette évolution, on parle désormais moins de perte d'autonomie que d'autonomie tout court », souligne Isabelle Moesch, enseignante-chercheuse en sociologie à l'université de Franche-Comté, et cheffe de projet sur les aspects de formation au PGI. Dans des travaux misant sur l'interdisciplinarité, le pôle aborde les questions non seulement de la mobilité ou de la nutrition, mais aussi de l'estime de soi,



Photo © Pixabay

de la dépression, du suicide, de la sexualité, du lien social... Des travaux à l'origine de la création de la grille FRAGIRE, qui, en 18 items et une quinzaine de minutes, permet d'évaluer les risques de fragilité chez les personnes âgées et de pouvoir y opposer des solutions appropriées. Selon une démarche cohérente menée avec ses partenaires, le PGI a impulsé la mise en place d'un diplôme universitaire (DU), accessible en formation continue aux professionnels comme aux étudiants. Dans la droite lignée du projet FRAGIRE, ce diplôme d'évaluateur social de l'autonomie des personnes âgées à domicile (ESAPAD) réunit des enseignements en psychologie, sociologie, sciences politiques, sciences médicales, droit et sécurité informatique dans une maquette pédagogique de 180 heures, dispensées à raison d'une semaine par mois pendant six mois, et assorties de trois semaines de stage. La formation ESAPAD, destinée en priorité aux détenteurs d'un Bac+2, a ouvert ses portes en septembre dernier à l'UFR Sciences juridiques, économiques, politiques et de gestion (SJEPC) de l'université de Franche-Comté, avec le soutien financier de l'Assurance retraite et de la CARSAT BFC.

¹ Les membres fondateurs du PGI sont l'université de Franche-Comté, l'université de Bourgogne, les CHU de Besançon et de Dijon, la CARSAT BFC, l'association Gérontopôle Pierre Pfitzenmeyer et l'Institut régional du vieillissement

BOUGER POUR MIEUX VIEILLIR

C'est un fait acquis : pratiquer une activité physique est bénéfique pour la santé, c'est une bonne habitude à prendre dès le plus jeune âge et à conserver tout au long de la vie. L'exercice physique agit positivement sur le système cardiovasculaire, le tissu osseux et les capacités cognitives et mnésiques. De nombreux travaux ont été consacrés au lien entre activités physiques et vieillissement par des chercheurs de l'université de Franche-Comté, dont les conclusions, toujours actuelles, sont consignées dans un ouvrage dédié à cette problématique¹. Dans une autre publication², placée comme la précédente sous la supervision de Gilles Ferréol, directeur du laboratoire C3S de l'UFC, il est rappelé que notre niveau de pratique d'activités physiques est bien inférieur à celui qui a été programmé par notre biologie au cours de l'évolution. La discordance entre la vie contemporaine et notre patrimoine génétique est responsable de l'augmentation

de pathologies comme l'obésité, le diabète ou encore les maladies cardiovasculaires. Forts de ces constats, des spécialistes en sciences de la motricité, Alexandre Moudon et Marc Cloes, de l'université de Liège, ont participé à diverses expériences pour encourager la pratique physique chez les seniors, ayant toutes apporté la preuve d'effets favorables sur leur comportement. « Ce n'est que par des actions coordonnées, de l'échelle la plus locale à la plus globale, que la promotion de l'activité pourra oser espérer contrebalancer la problématique de la sédentarisation », concluent les auteurs, qui attirent l'attention sur « le défi colossal que représente la remise en mouvement de la population. »

¹ Ferréol G. (sous la direction de), *Activités physiques et sportives et vieillissement - Enjeux sanitaires et sociaux*, Éditions E.M.E, 2009

² Ferréol G. (sous la direction de), *Égalité, mixité, intégration par le sport*, L'Harmattan, 2016

Contacts :

Université de Neuchâtel

• Institut de psychologie
Tania Zittoun / Antonio Iannaccone
Tél. +41 (0)32 718 19 89 / 18 50
tania.zittoun@unine.ch
antonio.iannaccone@unine.ch

• Institut des Sciences du langage
et de la communication
Centre de logopédie
Marion Fossard
Tél. +41 (0)32 718 18 95
marion.fossard@unine.ch

Université de Franche-Comté

• Laboratoire de psychologie
François Maquestiaux / Marie Mazerolle /
Magalie Bonnet
Tél. +33 (0)3 81 66 53 52 / 54 72
francois.maquestiaux@univ-fcomte.fr
marie.mazerolle@univ-fcomte.fr
magalie.bonnet@univ-fcomte.fr

• LASA
Isabelle Moesch / Veronika Kushtanina
isabelle.moesch@univ-fcomte.fr
veronika.duprat-kushtanina@univ-fcomte.fr

• C3S
Gilles Ferréol
Tél. +33 (0)3 81 66 67 16
gilles.ferreol@univ-fcomte.fr

Haute Ecole Arc Ingénierie

• Groupe conception de produits
centrée utilisateurs
Carole Baudin
Tél. +41 (0)32 930 25 18
carole.baudin@he-arc.ch

UTBM

• Équipe ERCOS
ELLIADD / UFC
Sara Escaich / Nicolas Bert
Tél. +33 (0)3 84 58 37 65
sara.escaich@utbm.fr
nicolas.bert@utbm.fr



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 95 / 20 88 | Journal-EnDirect@univ-fcomte.fr

endirect.univ-fcomte.fr

Directeur de la publication : Jacques Bahi | Rédaction : Catherine Tondou

Composition : Gaëlle Ruf | Conception graphique : Gwladys Darlot

Impression : Simon graphic, Ornans / Imprim'vert.

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

1, rue Claude Goudimel | 25030 Besançon cedex

Président : Jacques Bahi | 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 : Bernard Cretin | 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 : Pascal Morel | 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 du Conseil régional de Bourgogne - Franche-Comté et de l'Association arcjurassien.ch. ISSN: 0987-254 X. Dépôt légal : à parution.
Commission paritaire de presse : 2262 ADEP - 6 numéros par an.
Pour s'abonner gratuitement, formulaire sur endirect.univ-fcomte.fr

en direct

LE JOURNAL DE LA RECHERCHE ET DU TRANSFERT DE L'ARC JURASSIEN - NUMÉRO 279 - NOVEMBRE - DÉCEMBRE 2018

GRAND FORMAT [PYRAMIDE DES ÂGES]

ACTEURS ET SCÉNARIOS DU VIEILLISSEMENT

TRANSFERT [DE TECHNOLOGIES]

LA CENTRALE MIMENTO
TOUJOURS PLUS PERFORMANTE

HISTOIRE [MODERNE]

LA GUERRE
POUR TERRAIN DE SPORT

TERRE [D'INVENTEURS]

EN HOMMAGE À
HENRI SAINTE-CLAIRE DEVILLE

