

ACTUS

DEUXIÈME MANDAT DE RECTEUR POUR YVES FLÜCKIGER



Le Conseil d'État a renouvelé en juillet le mandat d'Yves Flückiger à la tête de l'Université, pour la période de 2019 à 2023. Né en 1955, Yves Flückiger a suivi une formation à l'Université de Genève où il a obtenu en 1983 son Doctorat en économie. Depuis 1992, il est professeur ordinaire au Département des sciences économiques, dont il a été, de 2004 à 2007, le directeur. Il dirige également l'Observatoire universitaire de l'emploi. Il a été vice-recteur de l'Université de Genève de 2007 à 2015 et en est le recteur depuis 2015.

CLAIRE-ANNE SIEGRIST RÉCOMPENSÉE POUR L'EXCELLENCE DE SON ENSEIGNEMENT



Claire-Anne Siegrist, professeure au Département de pédiatrie (Faculté de médecine), a reçu le prix *Best of ESPID Education Award* pour l'excellence de son enseignement dans le domaine de la prévention des maladies infectieuses pédiatriques. C'est la première fois que cette distinction, délivrée par la Société européenne pour les maladies infectieuses pédiatriques, est attribuée à une femme.

MÉDECINE

Mise au point d'un test rapide et simple détectant un traumatisme cérébral léger

Une équipe de chercheurs genevois et espagnols a mis au point un appareil qui permet de déterminer en dix minutes, à partir d'une simple goutte de sang, si un patient qui a subi un choc à la tête souffre d'un traumatisme léger ou s'il peut rentrer chez lui. Présenté dans un article paru le 9 juillet dans la revue *PLOS One*, le dispositif ressemble à une petite boîte et fonctionne sur le même principe que les tests de grossesse avec l'apparition d'une bande sur une languette en cas de résultat positif. Commercialisée dès 2019, cette découverte permettra de désengorger les urgences, de libérer les patients d'attentes souvent longues, et d'économiser sur des examens médicaux coûteux.

Aujourd'hui, en cas de suspicion de traumatisme cérébral à la suite d'un accident à la tête, les blessés doivent en effet subir un examen au CT scan qui envoie des rayons X au cerveau. Pourtant, dans la majorité des cas, on ne décèle aucune lésion.

Jean-Charles Sanchez, professeur associé au Département de médecine interne des spécialités (Faculté de médecine), et ses collègues de Barcelone sont partis du constat que lors d'un choc à la tête, certaines cellules cérébrales sont abîmées et relâchent des protéines, faisant augmenter leur taux dans le sang.



Le « TBIcheck », détecteur rapide de trauma cérébral léger.

Les scientifiques ont alors comparé le sang des patients et, grâce à des analyses protéomiques quantifiant des milliers de protéines simultanément, ils ont isolé quatre molécules indiquant la présence d'un traumatisme cérébral léger.

Dans son format actuel, l'appareil, appelé TBIcheck, permet d'affirmer qu'il n'y a aucun risque de trauma chez un tiers des blessés admis après un choc. Les chercheurs mettent déjà au point une version plus performante qui devrait permettre de renvoyer à la maison 50% des patients.

[Archive ouverte N°102590](#)

MÉDECINE

La soie d'araignée permet de délivrer le vaccin directement aux lymphocytes T

Une équipe internationale a mis au point une capsule en soie d'araignée pour délivrer sans encombre de petites molécules aux propriétés vaccinales jusqu'à l'intérieur des cellules immunitaires. Cette technique, dont la preuve de validité est rapportée dans la revue *Biomaterials* du mois de juillet, permet en particulier d'augmenter la réponse immunitaire des lymphocytes T, qui sont précisément les cellules que l'on cherche à stimuler dans certaines immunothérapies anticancer ou dans la vaccination contre des maladies infectieuses comme la tuberculose.

Les auteurs, dont fait partie Carole Bourquin, professeure aux Facultés de médecine et des sciences, ont recréé en laboratoire la soie de

l'épeire diadème (*Araneus diadematus*), une araignée de jardin très commune en Europe. Très léger, résistant, et non toxique, le matériau synthétisé a permis d'y insérer un peptide aux propriétés vaccinales. Ensuite, les chaînes de protéines sont enroulées sur elles-mêmes afin de former des microparticules injectables protégeant le peptide vaccinal de manière à ce qu'il ne soit pas dégradé par l'organisme et qu'il soit acheminé au cœur même de sa cible: les cellules des ganglions lymphatiques.

Les microparticules supportent une chaleur de plus de 100 °C pendant plusieurs heures, sans dommages. En théorie, ce procédé permettrait d'offrir des vaccins ne nécessitant ni adjuvant ni chaîne de froid.

ASTROPHYSIQUE

Un neutrino détecté par IceCube désigne une source de rayons cosmiques

Pour la première fois, des chercheurs ont identifié une source probable des rayons cosmiques. Il s'agit d'un « blazar », appelé TXS 0506+056, soit un trou noir supermassif en rotation rapide situé au centre d'une galaxie et émettant un jet de particules en direction de la Terre. C'est un unique neutrino, une particule évanescence mais captée par le détecteur IceCube en Antarctique, qui a mis les astronomes sur la piste. Une piste confirmée dans un deuxième temps par d'autres observatoires terrestres et spatiaux, comme l'indiquent deux articles parus dans la revue *Science* du 13 juillet et auxquels a participé l'équipe de Teresa Montaruli, professeure au Département de physique nucléaire et corpusculaire (Faculté des sciences).

Cela fait plus d'un siècle que les premiers rayons cosmiques ont été mesurés par les physiciens dont le Suisse Albert Gockel. Ces particules, d'une énergie parfois 100 millions de fois plus élevée que celles atteintes dans les accélérateurs du CERN, arrosent continuellement la Terre. Mais comme elles sont électriquement chargées, leur trajectoire dans l'Univers a été modifiée par les champs magnétiques traversés, rendant ainsi aléatoire la détermination de leur origine.

Produits par les mêmes sources, les neutrinos, dépourvus de charge, ayant une masse très faible, et n'interagissant quasiment pas avec la matière, n'ont pas ce problème. Ces particules sont capables de traverser l'Univers et ses composants sans même dévier de leur route.



Le laboratoire IceCube au pôle Sud, 2017.

Elles sont donc aussi très difficiles à mesurer. Composé de détecteurs répartis dans un kilomètre cube de glace près de la Station Amundsen-Scott au pôle Sud, l'observatoire IceCube est justement conçu pour cela.

C'est ainsi que le 22 septembre 2017, l'instrument détecte la collision d'un neutrino avec un atome. Son énergie est très élevée, 300 TeV (teraélectronvolts), signature sans équivoque d'une origine très lointaine et d'une accélération très importante. La traînée qu'il laisse sur son passage indique sa source: le blazar TXS 0506+056, un candidat déjà connu des astronomes situé à 4 milliards d'années-lumière.

Par la suite, des télescopes spatiaux et terrestres ont identifié une forte éruption de rayons gamma à la même date et dans la même direction.

ASTRONOMIE

Des étoiles « super-géantes » ont pollué les amas globulaires dans leur enfance

Les amas globulaires comptent parmi les objets les plus massifs et les plus anciens de l'Univers. Ils peuvent contenir jusqu'à un million d'étoiles âgées de 10 à 13 milliards d'années. Au sein d'un même amas, des mesures récentes ont révélé que ces étoiles présentent des compositions chimiques parfois différentes alors qu'elles sont nées du même nuage de gaz originel. Dans un article paru dans les *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* du 1^{er} août, une équipe internationale d'astronomes, dont fait partie Corinne Charbonnel, professeure au Département

d'astronomie (Faculté des sciences), a imaginé un modèle pour expliquer cet état de fait. Dans ce modèle, des étoiles 5000 à 10000 fois plus massives que le Soleil et n'ayant vécu que peu de temps (de quelques centaines de milliers à 2 millions d'années) auraient brûlé de l'hydrogène à une température de près de 80 millions de degrés avant de perdre leur matière et d'enrichir le milieu avec les éléments qu'elles auraient ainsi produits. Ces « super-étoiles » seraient nées d'un processus d'emballement de collisions entre étoiles au sein de ces amas qui sont des structures extraordinairement denses.

DIX CHERCHEUSES REÇOIVENT UN SUBSIDE TREMLIN

Les Subsidés tremplin, un programme de l'UNIGE qui soutient les chercheuses de la relève en les libérant de leurs charges académiques durant une période définie, ont été remis le 18 juin à dix lauréates: Joëlle Houriet (Faculté des sciences), Jennifer Fowlie (Faculté des sciences), Constance Carta (Faculté des lettres), Hasmik Jivanyan (Faculté des lettres), Cagla Aykac (Faculté des sciences de la société), Lucia Morado Vázquez (Faculté de traduction et d'interprétation), Coralie Blanche (Faculté de médecine), Laure Ikrief (Faculté de médecine), Slavka Pogranova (Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation) et Roberta Ruggiero (Faculté de droit).

MARGITTA SEECK PRIMÉE POUR SES TRAVAUX SUR L'ÉPILEPSIE



Spécialiste de l'épilepsie, Margitta Seeck, professeure au Département des neurosciences cliniques (Faculté de médecine), s'est vu remettre le prix Berger en épileptologie et neurophysiologie clinique par la Fédération internationale de neurophysiologie clinique. Ce prix, remis tous les quatre ans, récompense l'ensemble des recherches qu'elle mène depuis vingt ans dans le domaine de l'épilepsie et l'électroencéphalogramme. Elle est la première femme à être ainsi récompensée.

ÉVOLUTION

Entre le cerveau reptilien et le néocortex, seuls trois gènes font la différence

Embryon de serpent des blés («*Pantherophis guttatus*»).

Trois gènes suffisent pour décider si un neurone en fabrication contribuera au développement du cerveau dit reptilien (qui gère l'olfaction, le contrôle de la température et d'autres fonctions vitales de base) ou du néocortex (qui contrôle les fonctions cognitives supérieures telles que le langage) superposé au premier et que l'on retrouve chez les mammifères. Tel est le résultat d'une étude parue le 28 juin dans la revue *Cell* et menée par une équipe internationale dont fait partie Athanasia Tzika, maître-assistante au Département de génétique et évolution (Faculté des sciences). Un résultat surprenant puisque les spécialistes pensaient jusqu'à présent que l'évolution du néocortex chez les mammifères avait nécessité l'apparition de nombreux nouveaux gènes. La fabrication des neurones découle de la division de cellules dites RGC (*Radial Glia Cells*). Cette division peut se faire de deux manières.

La première, la neurogénèse directe, entraîne la formation d'un cerveau de reptile. Les cellules RGC se divisent selon un processus rapide mais ne produisant que peu de neurones. La seconde, la neurogénèse indirecte, fabrique un cerveau de mammifère. Dans ce cas, les cellules RGC se divisent selon un mode plus lent mais donnant naissance à un très grand nombre de neurones qui forment le cerveau beaucoup plus développé du mammifère. Pour en savoir plus, les chercheurs ont étudié et comparé la production de neurones dans la zone olfactive de cerveaux de reptiles et de cerveaux reptiliens de souris. C'est ainsi qu'ils ont observé que deux gènes, *Robo 1* et *2*, sont très fortement exprimés lors de la neurogénèse directe, alors que le gène *Dll1* l'est très peu, aussi bien chez le serpent que dans la partie reptilienne du cerveau de la souris. Lors de la neurogénèse indirecte dans le néocortex de la souris, c'est l'inverse.

Grâce à des techniques de biologie moléculaire, les chercheurs ont ensuite augmenté l'expression de *Robo 1* et *2* et réduit celle de *Dll1* dans le néocortex de la souris. Résultat, les RGC ont fabriqué des neurones par neurogénèse directe, comme chez les reptiles. Le tissu du mammifère s'est constitué aussi rapidement que celui du reptile, mais avec moins de neurones. En effectuant l'opération inverse sur un embryon de serpent, la neurogénèse indirecte a pu être provoquée, générant des tissus néocorticaux typiques d'un mammifère.

PHYSIQUE

L'ytterbium se profile comme l'élément clé dans la future mémoire quantique

La communication et la cryptographie quantiques sont l'avenir de la communication hautement sécurisée. De nombreux défis physiques et technologiques sont encore à relever avant de pouvoir mettre sur pied un réseau quantique mondial, notamment celui de la propagation du signal quantique sur de longues distances. Une étape importante à franchir consiste à créer des mémoires capables de stocker l'information quantique portée par la lumière. Comme elle l'explique dans un article paru le 23 juillet dans la revue

Nature Materials, l'équipe de Nicolas Gisin, professeur au Département de physique appliquée (Faculté des sciences), a découvert un nouveau matériau dans lequel un élément, l'ytterbium, est capable de stocker et protéger la fragile information quantique tout en fonctionnant à des fréquences élevées.

Cela en fait un candidat idéal pour développer de futurs répéteurs quantiques pouvant servir à la construction de réseaux quantiques permettant de propager les signaux sur de longues distances.

CÉDRIC LANIER ET EVA PFARRWALLER PRIMÉS



Deux membres de l'Unité des internistes généralistes et pédiatres (UIGP, Faculté de médecine) ont été primés cet été. Cédric Lanier (à gauche) obtient le premier prix de recherche du Collège de médecine de premier recours 2018 pour ses travaux sur la communication médecin-patient et le dossier médical électronique. La Fondation pour la recherche de la Société suisse de médecine interne générale, qui soutient la promotion de la relève en médecine interne générale, a, quant à elle, attribué à Eva Pfarrwaller (à droite) et à une équipe alliant des membres de l'UIGP et de l'UDREM un subside qui leur permettra d'étudier les choix de carrière des étudiants en médecine et les facteurs influençant leurs décisions dès leur formation prégraduée.

PHILIP JAFFÉ ÉLU AU COMITÉ DES DROITS DE L'ENFANT



Philip Jaffé, professeur à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation, a été élu au Comité des droits de l'enfant par les États parties à la Convention de l'ONU relative aux droits de l'enfant. Directeur du Centre interfacultaire en droits de l'enfant et professeur ordinaire à la Faculté de psychologie et des sciences de l'éducation de l'UNIGE (FPSE), il est le deuxième Suisse, après Jean Zermatten à siéger dans cet organe.

ASTRONOMIE

Découverte d'une exoplanète ayant une période de révolution de dix ans



Vue d'artiste d'une exoplanète de type Jupiter orbitant en dix ans autour de son astre. L'étoile EPIC248847494 est 2,7 fois plus grande que le Soleil mais moins massive. Elle est en train de se transformer en géante rouge.

L'équipe dirigée par Helen Giles, chercheuse au Département d'astronomie (Faculté des sciences) et membre du Pôle de recherche national PlanetS, a mis au point une méthode permettant d'attester la présence d'une planète autour d'une autre étoile que le Soleil à partir d'un unique transit au lieu de trois comme l'exige la procédure actuelle. Grâce à cette méthode, décrite dans un article paru dans la revue *Astronomy & Astrophysics* du mois de juillet, les chercheurs ont réussi à identifier l'exoplanète ayant la période de révolution la plus longue connue à ce jour: EPIC248847494b dont la masse est inférieure à 13 fois celle de Jupiter et qui tourne en dix ans (3650 jours) autour de son astre, une « sous-géante » située à 1800 années-lumière de la Terre.

La technique de détection d'exoplanètes dite du transit consiste à mesurer la faible baisse de luminosité de l'étoile lorsque son compagnon passe juste devant. Elle est, avec la technique de la vitesse radiale, la plus efficace dans la chasse aux planètes extrasolaires. Mais le fait de devoir attendre au moins trois passages, un critère instauré pour éviter des faux résultats, limite le champ des trouvailles aux candidates ayant des périodes de révolution relativement courtes (de quelques jours à quelques mois). Il faudrait en effet attendre plus de trente ans avant de pouvoir attester la découverte d'une géante gazeuse comme Jupiter qui met onze ans pour faire le tour du Soleil.

Helen Giles a déniché l'unique transit d'EPIC248847494b dans les archives du satellite Kepler. Une belle courbe sans équivoque montrant une occultation partielle de 53 heures. L'astronome genevoise a ensuite consulté les données du satellite Gaïa pour connaître le diamètre et l'éloignement de l'étoile. Elle en a déduit une distance entre la planète et son astre (4,5 fois la distance Terre-Soleil) et son temps de révolution. Enfin, à l'aide du télescope suisse Leonhard-Euler au Chili, elle a mesuré la vitesse radiale de l'étoile et déduit ainsi la masse de la planète qui s'est avérée assez petite pour exclure qu'il s'agisse d'une étoile.

Helen Giles estime que cette technique pourrait être utilisée pour chasser des planètes habitables de la taille de la terre. Elle permettrait même de voir si la planète possède une ou plusieurs lunes.

JEAN-LUC VEUTHEY ET DAVY GUILLARME DISTINGUÉS PAR LA CHROMATOGRAPHIC SOCIETY



Jean-Luc Veuthey, professeur, et Davy Guillarme, chercheur à la Section des sciences pharmaceutiques (Faculté des sciences), sont les lauréats 2018 respectivement de la Martin Medal et de la Jubilee Medal. Ces deux distinctions leur sont remises par la Chromatographic Society.

BART VANDEREYCKEN DÉCROCHE UN PRIX EN MATHÉMATIQUES



Professeur associé à la Section de mathématiques (Faculté des sciences), Bart Vandereycken a reçu le prix de la « Society for Industrial and Applied Mathematics » pour un article « exceptionnel ». Les travaux de Bart Vandereycken portent sur l'analyse numérique.

Abonnez-vous à « Campus » !

par e-mail (campus@unige.ch) ou en remplissant et en envoyant le coupon ci-dessous :

Je souhaite m'abonner gratuitement à « Campus »

Nom

Prénom

Adresse

N° postal/Localité

Tél.

E-mail

Découvrez les recherches genevoises, les dernières avancées scientifiques et des dossiers d'actualité sous un éclairage nouveau.

Des rubriques variées vous attendent traitant de l'activité des chercheurs dans et hors les murs de l'Académie. L'Université de Genève comme vous ne l'avez encore jamais lue!



Université de Genève
Presse Information Publications
24, rue Général-Dufour
1211 Genève 4
campus@unige.ch
www.unige.ch/campus

BIOLOGIE

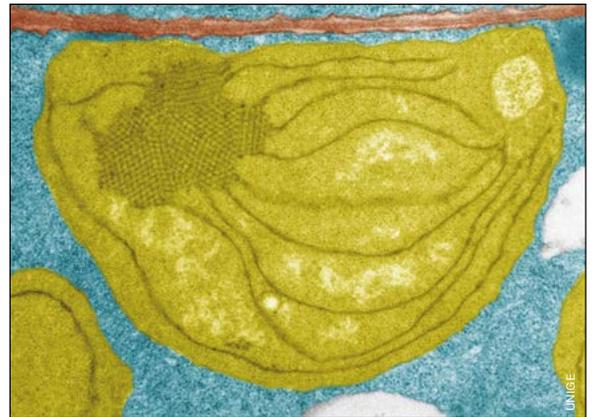
Quand démarre la germination, la jeune pousse n'a que 48 heures pour verdier

Tant qu'il demeure dans sa graine, l'embryon de plante est à l'abri et peut y rester des mois, voire des années. Mais dès que la germination démarre, alors la capsule éclate et il se développe rapidement pour survivre dans un environnement hostile. La pousse ne peut cependant pas immédiatement recourir au rayonnement solaire pour trouver l'énergie nécessaire à sa croissance. En réalité, elle dispose de réserves internes pour quarante-huit heures et doit, dans ce court laps de temps, créer ce qu'il faut de chloroplastes fonctionnels pour lancer une photosynthèse capable de produire les sucres dont elle a besoin.

Dans un article paru dans la revue *Current Biology* du 20 août, une équipe de biologistes genevois et neuchâtelois, dont fait partie Luis Lopez-Molina, professeur au Département de botanique et biologie végétale (Faculté des sciences), rapporte l'identification d'un élément clé contribuant au succès de cette course contre la montre.

Le processus de germination est notamment réglementé par l'hormone de croissance appelée acide gibbérellique (GA) dont la production est réprimée tant que les conditions extérieures sont défavorables.

La différenciation des proplastides en chloroplastes capables de photosynthèse n'est, quant à elle, possible qu'en présence d'une protéine appelée TOC159 qui permet l'importation dans ses organelles de milliers de protéines



Précurseur de chloroplaste (jaune) dans une cellule d'embryon de plante.

indispensables à sa transformation. Sans cette protéine, la plante ne verdit jamais.

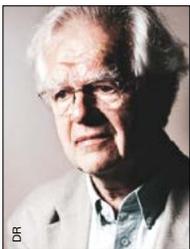
Les chercheurs ont découvert que tant que l'hormone GA est réprimée, un mécanisme assure l'acheminement de TOC159 vers la voirie cellulaire afin d'y être dégradée, un sort partagé par les autres protéines nécessaires à la photosynthèse. Mais dès que les conditions extérieures deviennent favorables à une germination, alors la concentration de GA augmente et bloque indirectement la dégradation des protéines TOC159. Celles-ci peuvent dès lors s'insérer dans la membrane des proplastides et permettre l'importation des cargaisons de protéines photosynthétiques qui échappent, elles aussi, à la déchetterie cellulaire.

CAROLINE TAPPAREL VU LAURÉATE DU PRIX 3R



Le Prix 3R, qui récompense un chercheur genevois ayant contribué de manière significative au développement de méthodes alternatives à l'expérimentation animale, a été remis cette année à Caroline Tapparel Vu, professeure assistante au Département de microbiologie et médecine moléculaire (Faculté de médecine), pour son projet « Propagation of respiratory viruses in human airway epithelia reveals persistent virus-specific signatures », publié dans la revue *Journal of Allergy and Clinical Immunology*.

JEAN-FRANÇOIS BILLETER LAURÉAT DU PRIX MICHEL-DENTAN



Professeur honoraire de la Faculté des lettres, le sinologue Jean-François Billeter s'est vu remettre le prix Michel-Dentan 2018 pour deux ouvrages formant un diptyque. *Une rencontre à Pékin* dresse le portrait de Weng, sa future femme, médecin à Pékin dans les années 1960. Avec « Une autre Aurélia », l'auteur donne corps à l'absence, à partir de notes prises après le décès de cette même épouse, en 2012.

GÉNÉTIQUE

Découverte d'une nouvelle mutation génétique provoquant la cécité

Une équipe dirigée par Stylianos Antonarakis, professeur honoraire à la Faculté de médecine, a découvert la cause d'une maladie génétique récessive qui empêche les yeux de se développer et les détruit progressivement, provoquant la cécité. Comme le montre un article paru dans la revue *Human Molecular Genetics* du 16 mai, le responsable est la forme mutée d'un gène appelé MARK3. C'est la première fois que l'on fait un lien entre une anomalie du développement de l'œil et la forme mutée d'un gène.

Les auteurs l'ont découvert grâce à l'analyse des génomes des membres d'une famille ayant des enfants atteints par l'anomalie en

question. À des fins de confirmation, ils ont ensuite modifié l'équivalent de MARK3 chez des drosophiles. Les mouches issues de cette manipulation ont également été atteintes de cécité.

Selon les chercheurs, l'identification de ce trouble lié à MARK3 aidera à comprendre le mécanisme de la maladie, à fournir des services de diagnostic et à encourager des efforts pour développer un traitement personnalisé. Le génome humain est composé de 20 000 gènes et tous sont susceptibles de provoquer des maladies en cas de mutation. À l'heure actuelle, un tel lien n'a pu être établi que pour quelque 4 000 d'entre eux.

SCIENCES AFFECTIVES

Le cerveau dispose d'un mécanisme capable de couper l'envie de se venger

Ce n'est pas par malin plaisir qu'Olga Klimecki-Lenz, chercheuse au Centre interfacultaire des sciences affectives (CISA), a mis au point l'*Inequality Game*, un jeu économique destiné à déclencher le sentiment d'injustice, puis de colère avant d'offrir la possibilité de se venger. Son but était de mieux comprendre les mécanismes cérébraux mis en jeu lorsque ces émotions sont ressenties par des individus. Dans un article paru le 12 juillet dans la revue *Scientific Reports*, Olga Klimecki-Lenz et ses collègues montrent ainsi, grâce à l'imagerie cérébrale, quelles zones s'activent sous le coup de l'injustice et de la colère. Mais le plus important pour les auteurs est l'identification de l'emplacement dans le cortex dorsolatéral préfrontal (DLPFC) d'un mécanisme qui supprime l'acte de vengeance. Plus ce dernier est actif pendant la phase de provocation du jeu, moins le participant se venge.

Les recherches portant sur la colère et le comportement vengeur qui en découle sont jusqu'à présent surtout indirectes. Elles sont fondées sur les souvenirs d'un sentiment de colère que l'on demande aux participants de se remémorer ou sur l'interprétation de la colère exprimée par des visages photographiés. L'objectif d'Olga Klimecki-Lenz est, au contraire, la mesure en direct de l'activité du cerveau d'une personne se mettant réellement en colère et développant un comportement vengeur.

Joueurs factices Cette tâche est rendue possible par l'*Inequality Game*. Dans ce jeu, le participant a des interactions économiques avec deux autres joueurs qui obéissent en réalité à un programme informatique – ce qu'il ignore. Le premier de ces joueurs factices est aimable, ne propose au participant que des interactions financières profitables pour tous et envoie des messages sympathiques. Le second, en revanche, fait en sorte de multiplier uniquement ses propres gains, tout en lézant le participant et en lui envoyant des messages agaçants.

Le participant est installé dans un appareil d'imagerie par résonance magnétique (IRM) permettant aux scientifiques de mesurer son activité cérébrale. Il n'est alors confronté qu'aux photographies des deux autres joueurs et aux messages et transactions financières qu'il reçoit et émet. Lors de la première phase du



jeu, le participant est aux commandes et choisit quels gains il distribue à qui. En moyenne, les 25 volontaires enrôlés dans l'expérience font preuve à ce stade de justice et œuvrent pour que le jeu soit bénéfique pour tous.

C'est ensuite que les choses se corsent. Dans la phase suivante, en effet, le participant ne commande plus mais subit les décisions des deux autres joueurs et surtout les provocations et injustices du « méchant ». Celles-ci induisent un sentiment de colère évalué sur une échelle allant de 0 à 10 par le participant lui-même.

Lors de la dernière phase, enfin, le participant redevient maître du jeu et peut choisir de se venger ou non en pénalisant les deux autres joueurs.

Rôle crucial Durant la phase de provocation, plus précisément lorsque les participants regardent la photographie du joueur fourbe, l'IRM a d'abord révélé une activité du lobe temporal supérieur ainsi que de l'amygdale, connue surtout pour son rôle dans le sentiment de peur et dans la pertinence des émotions. Plus le participant indique un degré élevé de colère, plus l'activité des deux zones est forte.

C'est dans la troisième phase de jeu que s'est révélé le rôle crucial du cortex dorsolatéral préfrontal, une zone primordiale dans la régulation des émotions et située à l'avant du cerveau. La plupart des participants ont en effet eu tendance à se venger du joueur injuste dès que l'occasion s'est présentée. Mais 11 d'entre eux sont malgré tout restés justes envers le joueur « méchant ».

Les chercheurs du CISA ont remarqué que plus l'activité du DLPFC est importante durant la phase de provocation, moins cet état de vengeance perdure et est violent. Au contraire, une faible activité de DLPFC était liée à une vengeance plus prononcée du participant suite à la provocation par le joueur « méchant ».

« Nous avons observé que le DLPFC est coordonné avec le cortex moteur qui dirige la main qui fait le choix du comportement vengeur ou non, explique Olga Klimecki-Lenz. Il y a donc une corrélation directe entre l'activité cérébrale dans le DLPFC, connu pour la régulation émotionnelle, et le comportement envers le joueur injuste. On peut dès lors se demander si une augmentation de l'activité de DLPFC par une stimulation trans-magnétique permettrait de diminuer les actes de vengeance, voire de les supprimer. »