science & médecine
Le Monde

AVC
Le cerveau sous pression

Angiogramme du cerveau d'une patiente de 48 ans après un AVC.
ZEPHYR/SCIENCE PHOTO LIBRARY/COSMOS

L'accident vasculaire cérébral ou AVC est, en France, la première cause de mortalité chez les femmes, la troisième chez les hommes. Tabagisme, obésité et sédentarité augmentent les risques. La prévention est donc essentielle, tandis que la recherche sur la prise en charge et la rééducation progressent

FLORENCE ROSIER

Le 4 juillet 2016, j'ai été prise d'un violent mal de tête, raconte Véronique Coelho, âgée de 40 ans. *Mon mari a appelé les pompiers. Très vite, le SAMU m'a transportée à l'hôpital Lariboisière, à Paris.* » Ce fulgurant mal de tête était l'annonce d'un accident vasculaire cérébral (AVC) imminent. L'AVC, ou « attaque cérébrale ». Face à ce drame, la métaphore climatique est souvent utilisée. C'est un « coup de tonnerre dans un ciel serein », la « foudre qui frappe le cerveau ». Il dévaste 150 000 vies chaque année en France. Une personne sur cinq meurt dans le mois qui suit.

« A Lariboisière, j'ai subi trois interventions », poursuit Mme Coelho. Ces trois traitements – nous y reviendrons – ont sans doute permis à cette jeune femme de survivre avec des séquelles limitées. Hospitalisée deux mois à Fernand-Widal (AP-HP), elle y suit toujours une rééducation, chaque matin, mais a pu rentrer vivre à son domicile. *« J'ai beaucoup récupéré sur l'usage de la parole. Je peux aujourd'hui marcher lentement et me servir un peu de mon bras droit. Début septembre, je vais essayer de reprendre à mi-temps mon travail de gardienne d'immeuble. »*

Le parcours de cette femme est emblématique des récents progrès de la prise en charge des AVC. Du 16 au 18 mai, une conférence européenne sur le sujet se tenait à Prague : la conférence de l'ESO (European Stroke Organisation), où deux avancées marquantes ont été annoncées. La première permet d'allonger jusqu'à vingt-quatre heures après l'AVC le délai d'intervention, chez certains patients, pour ôter le caillot sanguin responsable de l'accident par voie mini-invasive – c'est la thrombectomie. La seconde contribue à prévenir les récidives d'un AVC grâce à une autre intervention mini-invasive, chez certaines personnes : celles qui ont une petite anomalie anatomique du cœur, le foramen ovale perméable. *« Ces deux progrès vont très vite changer nos pratiques »,* souligne le professeur Pierre Amarenco, chef du service de neurologie à l'hôpital Bichat (AP-HP, Paris).

L'AVC, une urgence absolue. *« Chaque minute de perdue, c'est deux millions de neurones détruits »,* rappelle la Société française neuro-vasculaire (SFNV). L'accident survient quand une des grosses artères qui irriguent notre cerveau se bouche ou se rompt. Dans le premier cas (80 % des AVC), un caillot sanguin ou une plaque de lipides obstrue l'artère : la circulation sanguine se bloque. C'est l'AVC ischémique, ou « infarctus cérébral ». Dans le second cas (20 % des AVC), l'artère éclate : c'est l'hémorragie cérébrale. Dans tous les cas, une zone plus ou moins vaste du cerveau, privée d'oxygène, est lésée ou détruite. Selon sa localisation et son étendue, l'AVC entraîne des séquelles variées : paralysie d'une partie du corps (bras ou jambe, visage), troubles du langage, de la vision, de l'équilibre… *« Malgré les progrès thérapeutiques à la phase aiguë de l'AVC, une personne sur deux garde des séquelles neurologiques de sévérité variable. On estime qu'en France actuellement un peu plus de 500 000 personnes vivent avec des séquelles d'AVC »,* écrit la professeure Marie-Germaine Bousser dans son ouvrage *AVC : en réchapper et y échapper* (Le Muscadier-Inserm, 2016).

➔ LIRE LA SUITE PAGES 4-5

Ados derrière les murs

Dans une unité pédo-psychiatrique fermée, des jeunes imaginent comment aménager leur prise en charge.

LIRE PAGE 2

Sur la piste de la matière noire

Elena Aprile traque ces particules invisibles depuis des décennies.

LIRE PAGE 8

« Moi, présidente des lits ados… »

PSYCHIATRIE DES MINEURS - Au sein d'un groupe thérapeutique d'écriture, des jeunes hospitalisés au service « lits ados » de l'hôpital Robert-Ballanger d'Aulnay-sous-Bois ont élu leur « présidente ». Elle portera leurs revendications pour un meilleur quotidien

CHRISTELLE ENAULT

Dans la salle d'activités bordée d'une terrasse sur laquelle des plantes se gorgent de soleil, quatre filles et un garçon se concertent pour élire leur président. Il portera leurs revendications pour un meilleur quotidien, la semaine suivante, devant les soignants de l'unité d'hospitalisation des adolescents du centre hospitalier intercommunal Robert-Ballanger d'Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis).

Le service, où se relaient 25 professionnels, compte 9 lits et accueille des jeunes de 12 à 18 ans, 24 heures sur 24, pour des séjours de trois semaines à plusieurs mois. Les locaux, de plain-pied, sont situés au milieu d'une étendue d'herbe, non loin du bâtiment principal moderne en dégradé d'orangé. L'hôpital couvre les villes d'Aulnay-sous-Bois, Livry-Gargan, Le Blanc-Mesnil, Sevran, Tremblay-en-France et Villepinte.

En ce jour de mai, comme chaque mardi, à 15 heures, la psychologue clinicienne, Louise Battistel, et le cadre de santé, Vincent Chaleil, lancent la réunion du groupe thérapeutique mêlant écriture et parole, intitulé « Je de mots », avec les adolescents hospitalisés. *« On va faire de vraies élections avec un vote anonyme sur la base de votre programme commun conçu lors des séances précédentes »,* lance la psychologue, enjouée, à côté d'un baby-foot aux joueurs rouges et bleus.

En cercle autour d'une table, les jeunes griffonnent le prénom de l'élu sur un carré de papier blanc. *« A voté »,* annonce la thérapeute trentenaire, en recevant les bulletins dans le couvercle d'une boîte à chaussures, urne improvisée. *« Je peux dépouiller ? »,* demande Cécile (les prénoms des adolescents ont été modifiés pour préserver leur anonymat), 15 ans, sortie la semaine dernière et revenue terminer la séquence. *« La période d'élection présidentielle nous a donné l'idée de travailler sur l'expression des idées par le discours*, explique le cothérapeute Vincent Chaleil, barbe et moustache grisonnantes, piercing à l'oreille. *On a tous mis sur papier notre programme pour les lits ados, avec des idées pas vraiment terre à terre au début : une piscine sur le toit, des chips en accès libre, l'adoption d'un chien. Puis, finalement, les ados se sont orientés vers des choses possibles. »*

Avec trois voix contre deux, la discrète Rachel, 13 ans, longues tresses noires aux pointes blondes, est élue. Elle sourit. *« Comment va-t-on présenter les propositions aux soignants ? »,* s'enquiert la psychologue. *« On fait une lettre, genre moi, présidente des lits ados »*, commence Cécile, cheveux bouclés tirés en chignon et cils recourbés. Lou, 16 ans, poursuit : *« Je vous fais part de ce que mes compatriotes et moi aimerions changer au sein de cette organisation, euh… archaïque. Non, ça fait un peu trop, je me suis laissée aller »,* reconnaît-elle, amusée, alors que Mayssane, 15 ans, prend note au crayon à papier. Rachel, la présidente, complète : *« Nous avons réfléchi pendant des jours aux changements à apporter pour les générations à venir. » « Ça fait un effet, ce que vous écrivez »*, encourage la psychologue. Le jeune Kiims, 15 ans, approuve d'un *« Mmh, mmh ». « Puis on peut dire : voici le programme pour lequel nous nous battons »,* martèle Lou.

Tous relisent leurs propositions. *« Des repas améliorés, des couloirs décorés, des fruits à disposition, un canapé confortable, avoir le droit de fumer, d'allumer la télé après le déjeuner, faire plus d'activités dehors comme la bibliothèque, le cinéma et le parc »*, égrène la coquette Cécile. *« Peut-on préciser chaque point pour aider Rachel ? »*, demande la psychologue. *« Aux repas, on voudrait assaisonner les plats »*, résume Mayssane.

L'orthographe n'est pas la priorité. *« L'idée, c'est qu'ils mettent des mots sur ce qu'ils ressentent,* souligne Louise Battistel. *Ecrire est un moyen de décharge émotionnelle. »* Lise Nadereau, la pédopsychiatre responsable de l'unité, analyse l'importance du groupe : *« La mise en mots et en sens peut être compliquée dans les entretiens individuels hebdomadaires. Le groupe procure un effet de réassurance et de confiance en soi par identification aux autres. Les médiations permettent de déposer son vécu en dehors du face-à-face, qui peut être déstabilisant. »*

« Toujours réexaminer leur enfermement »

L'hospitalisation aux lits ados intervient après un rendez-vous de préadmission avec le jeune et la famille. Les motifs varient : état dépressif sévère avec tentative de suicide grave, troubles du comportement ou entrée dans un processus psychotique. Les journées s'articulent autour des entretiens avec les pédopsychiatres, des visites familiales, des cours de l'enseignante spécialisée et des activités hip-hop, bien-être, cuisine, sport, djembé, ciné-club et arts plastiques, coordonnées par les infirmières, aides-soignants, auxiliaires de puériculture et éducateurs. Le groupe « Je de mots » est le seul atelier non obligatoire. L'unité est fermée, mais des jours de sortie peuvent s'aménager. Devant la baie vitrée décorée par leur soin d'un lapin rose et de fleurs jaunes, les jeunes s'interrogent sur leur liberté de mouvement. *« L'ouverture des portes, on ne l'obtiendra jamais*, dit Lou en soupirant. *Peut-être au moins celle de la terrasse d'ici. »* Le cadre de santé questionne : *« Si c'était ouvert, vous ne pensez pas que les ados fugueraient ? »* Lou réplique d'emblée : *« Non, on irait sur la terrasse, plutôt que devant la télé. Avec l'air libre, on ne se sentirait plus en prison. »* La pédopsychiatre Clémentine Rappaport, chef de pôle, qui a contribué à l'ouverture des lits en 2004, décrypte : *« On sait bien que certains essayeront de fuguer à un moment ou à un autre. Nous travaillons avec cette dimension, qui fait partie de la symptomatologie des ados. Même si on a des craintes sur les dangers environnants, c'est important de toujours réexaminer leur enfermement. La place des ados dans la société est justement de bousculer les adultes dans leur organisation sociale. »*

Une autre discussion s'engage sur les cigarettes proscrites. *« On pourrait dire : avoir le droit de fumer avec l'accord des parents »,* suggère Cécile. *« On essaye. Les soignants ne sont pas obligés d'accepter »*, concède Lou. Un temps, les cigarettes étaient autorisées. *« Puis, il y a eu des problèmes avec des parents pas au courant*, se souvient Vincent Chaleil. *C'est un questionnement récurrent. Parfois, on se dit, si je l'avais laissé fumer, peut-être qu'il n'aurait pas eu ce moment d'agitation. »* Le docteur Lise Nadereau acquiesce : *« Fumer peut aussi donner lieu à un moment privilégié avec un soignant. Mais il y a un côté arbitraire, pourquoi on accorde ça et pas plus. »* La pédopsychiatre ajoute : *« Je de mots nous permet de continuer notre réflexion sur la mise en place prochaine d'un groupe soignant-soigné afin que les ados parlent de leur vie dans le service, avec l'objectif que leur soin se passe le mieux possible. A la suite de cette élection, nous aurons déjà un porte-voix temporaire. »*

« C'est normal qu'on ait la parole. On a notre mot à dire, c'est notre quotidien ! Et aujourd'hui, Rachel est devenue notre Emmanuel Macron », annonce, taquine, Lou, en référence à la cadette élue. *« Etre présidente change ma vision du monde »,* ironise Rachel. *« N'oubliez pas que M. Macron n'est pas seul, il a une équipe qui le soutient, comme vous ici. Vous êtes les ministres de Rachel »*, déclare en souriant la psychologue.

Après la séance, le cadre de santé et la thérapeute notent leurs impressions. Vincent Chaleil est enthousiaste : *« Ils étaient vachement dynamiques. »* Louise Battistel approuve : *« Aujourd'hui, on avait une enveloppe groupale suffisamment sécurisante pour leur donner la possibilité d'être dans la création pour que puisse advenir un Je. »* L'écriture et la parole sont ici les médiations choisies pour exprimer son imaginaire, comme le scande en rimes le poème rédigé par le duo de thérapeutes présentant le groupe aux adolescents : *« Chacun peut écrire ce qu'il a sur le cœur, c'est juste un moment pour s'évader ailleurs. »* ■

SOPHIE BOUTBOUL

LES LACUNES D'UN SECTEUR SINISTRÉ

Début avril, une mission d'information du Sénat a rendu un rapport sur la psychiatrie des mineurs en France avec 52 propositions pour affronter une *« double crise, démographique et universitaire »*. Le rapporteur, Michel Amiel, sénateur (RDSE) des Bouches-du-Rhône, médecin généraliste pendant trente-cinq ans, en a rédigé les 547 pages. *« On peut nous reprocher le nombre élevé de préconisations, mais la psychiatrie des jeunes est vraiment sinistrée »,* précise-t-il. Exemple avec les Alpes-de-Haute-Provence, qui n'ont aucun lit spécialisé en psychiatrie infanto-juvénile, comme la Martinique, Mayotte, l'Eure, la Creuse, les Côtes-d'Armor, la Corrèze, l'Aube, l'Ardèche et la Manche.

En 2014, en psychiatrie infanto-juvénile, 9 502 places en hôpital de jour et 2 257 lits d'hospitalisation ont été utilisés. Entre 1986 et 2000, le nombre de lits d'hospitalisation à temps complet avait chuté de 70 %, avant une hausse dès 2001. Si le rapport soutient la réouverture de lits dans les zones sous-dotées, il indique qu'il faut veiller à éviter les hospitalisations inutiles et donc favoriser les capacités d'accueil en hôpital de jour, en centre d'activité thérapeutique à temps partiel et dans les structures de soins-études. *« Les lits ados ne sont ni un lieu de vie ni un lieu de relégation »*, souligne la pédopsychiatre Clémentine Rappaport, en poste à Aulnay-sous-Bois depuis 1995.

Au centre hospitalier de Digne-les-Bains (Alpes-de-Haute-Provence), la réactivité en psychiatrie de l'adolescent est de mise : pour les hospitalisations d'urgence, des conventions ont été signées avec le centre hospitalier de Manosque et avec celui de Gap, à 85 km de Digne-les-Bains. *« A Gap, ils sont parfois en manque de lits pour leurs propres ados. La semaine dernière, on a dû faire patienter un jeune sur un lit-porte* [structure temporaire] *aux urgences*, s'irrite le docteur Mireille Bruna, pédopsychiatre, chef de pôle à Digne-les-Bains. *Certains mois, on appelle l'Agence régionale de santé en disant : "Comment on fait, là ?" ».*

« Eviter les catastrophes »

Par ailleurs, les huit lits de Gap ne peuvent accueillir les jeunes que du lundi au vendredi. *« Si on en reçoit un le jeudi en crise et qu'il sort le lendemain, ça ne fonctionne pas »*, insiste le docteur Bruna. *« Le dernier recours, c'est l'hospitalisation au service adultes. On l'évite le plus possible pour la sécurité du jeune et car les soignants ne sont pas formés aux besoins de l'ado. Mais, quand la famille nous dit : "J'ai trop peur, il ne peut pas rentrer à la maison", on est forcé de trouver une solution. Ces situations inextricables nous obligent à beaucoup de créativité. »*

Le sénateur Michel Amiel déplore des inégalités territoriales si criantes : *« Le travail dans ces zones sous-dotées relève d'un vrai militantisme. Chaque département devrait avoir un panier de soins et de services minimum avec des lits pour éviter les catastrophes. »* La répartition des médecins est également disparate, puisque la densité moyenne est de 15 pédopsychiatres pour 100 000 jeunes de moins de 20 ans. Elle est de 4 pour les zones les moins dotées et de 100 à Paris.

Claude Finkelstein, de la Fédération nationale des patients en psychiatrie, regrette qu'il n'y ait pas plus de services spécialisés pour les adolescents. *« Il y a une politique de soins dans l'urgence, mais pas de prévention. Les centres médico-psychologiques (CMP) pourraient se déplacer dans les lycées, là où le mal-être peut commencer, pour informer. On pourrait aussi avoir un numéro vert anonyme avec des écoutes ciblées pour les adolescents »*, pointe-t-elle. La mission d'information met par ailleurs l'accent sur le repérage et le dépistage, qui doivent concentrer l'action des professeurs, médecins généralistes et services de protection de l'enfance *« afin d'interrompre le continuum des troubles le plus en amont possible »*, avec un renforcement des formations des enseignants et des travailleurs sociaux en psychologie de l'adolescent.

Au centre hospitalier Robert-Ballanger d'Aulnay-sous-Bois (Seine-Saint-Denis), les liens sont déjà forts entre ces services. *« Pour pallier le manque de moyens gigantesque du secteur nord de la Seine-Saint-Denis, on construit des partenariats avec l'éducation nationale, les tribunaux, l'aide sociale à l'enfance »*, détaille Clémentine Rappaport. La chef de pôle poursuit : *« Ici, nous avons une grosse possibilité de réponses pour les ados – consultations en accueil jeunes spécialisé, pédiatrie, consultation rapide en ambulatoire, lits ados – et, malgré cela, on est surchargés. En CMP, il y a un an d'attente pour une première consultation. Cela engendre une forte culpabilité chez les professionnels. »*

Cinquante adolescents sont hospitalisés chaque année aux lits ados, 280 représentent la file active de patients vus au moins une fois par an à l'accueil jeunes, nombre qui s'élève à 500 en consultation hospitalière. *« Comme nous sommes extrêmement sollicités, cela crée un certain dynamisme de survie »*, constate le docteur Rappaport. ■

SO. BO.

TÉLESCOPE

SANTÉ CONNECTÉE

Des traqueurs de calories détraqués

Votre montre connectée indique que vous avez brûlé quelques calories de plus que prévu, et vous vous accordez une petite douceur ? Attention, vous êtes peut-être victime d'une mauvaise mesure de vos dépenses énergétiques, signale une équipe de Stanford, qui a testé sept de ces dispositifs. Si le rythme cardiaque était correctement mesuré, leur appréciation des calories dépensées était médiocre : aucun ne parvenait à descendre sous une marge d'erreur de 20 %, certains allant jusqu'à 97 %. Une explication à une étude publiée en septembre 2016 dans *JAMA* ? Celle-ci avait montré que les porteurs de ces dispositifs cherchant à perdre du poids avaient « fondu » de 50 % de moins que les personnes qui n'en disposaient pas.

› *Shcherbina et al., Journal of Personalized Medicine du 24 mai.*

ESPACE

Les raisons de l'échec de Schiaparelli

L'Agence spatiale européenne a rendu public le 24 mai son rapport d'enquête sur l'atterrissage raté sur Mars du module Schiaparelli de la mission ExoMars, le 19 octobre 2016. Au moment de l'entrée dans l'atmosphère, après le déploiement du parachute, l'engin s'est mis à tourner très vite, saturant la mémoire de sa centrale inertielle. L'ordinateur de bord a alors mal estimé l'altitude, concluant qu'elle était négative et a déclenché le largage du parachute. Or le module était encore à 3,7 kilomètres de haut et il s'est finalement écrasé à 540 km/h sur la planète. Les experts recommandent, pour la future mission ExoMars 2020 – qui doit aussi poser un module scientifique sur la Planète rouge –, d'améliorer les modélisations du vol en parachute, d'augmenter les marges de sécurité et d'ajouter des tests de contrôle (comme le signe de l'altitude calculée).

Cancer : des femmes privées d'Avastin

ONCOLOGIE - Malgré un avis favorable de la Haute Autorité de santé, ce traitement innovant contre le cancer du col de l'utérus ne bénéficie pas du statut qui permettrait sa prise en charge

Médecins oncologues et associations de patients se mobilisent depuis des mois. Environ 400 femmes n'ont plus accès à l'Avastin (bevacizumab), un traitement contre le cancer du col de l'utérus à un stade avancé ou en récidive. Commercialisé par Roche, ce médicament d'action ciblée (anticorps monoclonal) n'a pas été inscrit dans la liste dite « en sus ». Cette *« liste des médicaments facturables en sus des prestations d'hospitalisation »* permet de garantir l'accès aux produits innovants mais onéreux.

Le cancer du col de l'utérus touche chaque année près de 3 000 femmes. Les formes persistantes (rechute ou métastatiques) présentent un pronostic assez sombre. Elles concernent quelque 400 patientes. *« Nous savons depuis 2014 que ce médicament* [l'Avastin] *améliore l'efficacité globale de la chimiothérapie et la durée de vie »*, au vu d'une étude parue dans le *New England Journal of Medicine,* qui montrait une amélioration de la médiane de survie globale de 3,9 mois, pointe le Groupe d'investigateurs nationaux pour l'étude des cancers de l'ovaire et du sein (Gineco). Ce réseau de cancérologues avait interpellé les pouvoirs publics dès janvier. Des patientes n'ont pas pu avoir accès à ce traitement. Et *« nombre de ces femmes s'inquiètent de savoir si, en cas de rechute, elles y auront droit »*, explique Brigitte Massicault, présidente d'Imagyn (Initiative des malades atteintes des cancers gynécologiques), association de patientes. Elle se bat depuis des mois, en vain jusqu'ici. *« Il y a un médicament qui existe et qui permet de leur donner un peu de temps de sursis. Et on le leur refuse »*, dénonce *Rose Magazine,* un magazine gratuit destiné aux femmes atteintes d'un cancer.

Comment expliquer cette situation ? Déjà commercialisé pour traiter différentes tumeurs en phase avancée, par exemple du sein, de l'ovaire, du côlon, l'Avastin a obtenu une autorisation de mise sur le marché pour le cancer du col de l'utérus à un stade avancé ou métastatique en mars 2015. La commission de la transparence de la Haute Autorité de santé (HAS) a ensuite été saisie. Elle a rendu un avis en juillet 2016. Conclusion : le service médical rendu (SMR) dans cette indication est jugé *« important »*. *« Ce médicament représente une avancée, et la commission a recommandé le remboursement »,* explique le docteur Anne d'Andon, chef du service évaluation des médicaments à la HAS.

« Nous avons un avis favorable médicalement et scientifiquement justifié mais il est vrai que le prix est un obstacle », estime le docteur d'Andon. Problème : les règles pour cette liste « en sus » ont changé en mars 2016. Seuls les médicaments ayant une « bonne note » peuvent être éligibles sur cette liste, les autres non. Ainsi, dans le cas de l'Avastin, dans cette indication, *« il n'y a pas de financement dérogatoire mais une prise en charge par les groupements homogènes de séjour »*, précise l'Assurance-maladie. En clair, c'est à l'établissement hospitalier de prendre en charge – ou non – ce surcoût.

Situation « très inégalitaire »

« Au sein de la plupart des établissements, les cancérologues se voient imposer de ne pas prescrire, c'est en totale contradiction avec leur éthique », précise l'oncologue Patricia Pautier, à l'institut Gustave-Roussy, et présidente de Gineco. Reste alors la prise en charge par la patiente. Une injection d'Avastin, qui doit être effectuée toutes les trois semaines – et de sept à huit fois –, coûte 1 600 euros. *« Je peux le prescrire à des patientes qui viennent du Koweït, mais pas à d'autres patientes françaises dépendant du régime général, c'est injuste »*, dénonce-t-elle. *« Nous avons du mal à comprendre, c'est kafkaïen. C'est une situation très inégalitaire »*, renchérit l'oncologue Anne Floquet à l'institut Bergognié (Bordeaux), membre du conseil scientifique de Gineco.

Au ministère de la santé, on assure que *« le problème est identifié. Ce système ne donne pas satisfaction »*. *« Les services ont déjà été mandatés pour trouver des solutions »*, ajoute-t-on. La nouvelle ministre de la santé, Agnès Buzyn, cancérologue qui a présidé la HAS, connaît bien le sujet. *« Des travaux sont en cours pour faire évoluer les critères actuels,* assure le professeur Christian Thuillez, qui préside la commission de la transparence de la HAS. *Nous souhaitons que ce médicament soit mis à disposition de ces femmes et qu'il soit pris en charge. » « Si, dans la majorité des cas, le cadre actuel fonctionne, cette non-inscription illustre la rigidité des critères qui ne peuvent pas couvrir toutes les situations »*, déplore Frédéric Chassagnol, directeur de l'accès au marché chez Roche.

D'autres médicaments ne seraient plus couverts par cette liste en sus. *« Il ne peut y avoir une médecine à deux vitesses, c'est une perte de chances »*, dénonce Imagyn. Plus largement, c'est la question du prix de ces thérapies innovantes – de plus en plus chères en cancérologie – qui est posée, ce que dénoncent nombre de médecins et patients. ■

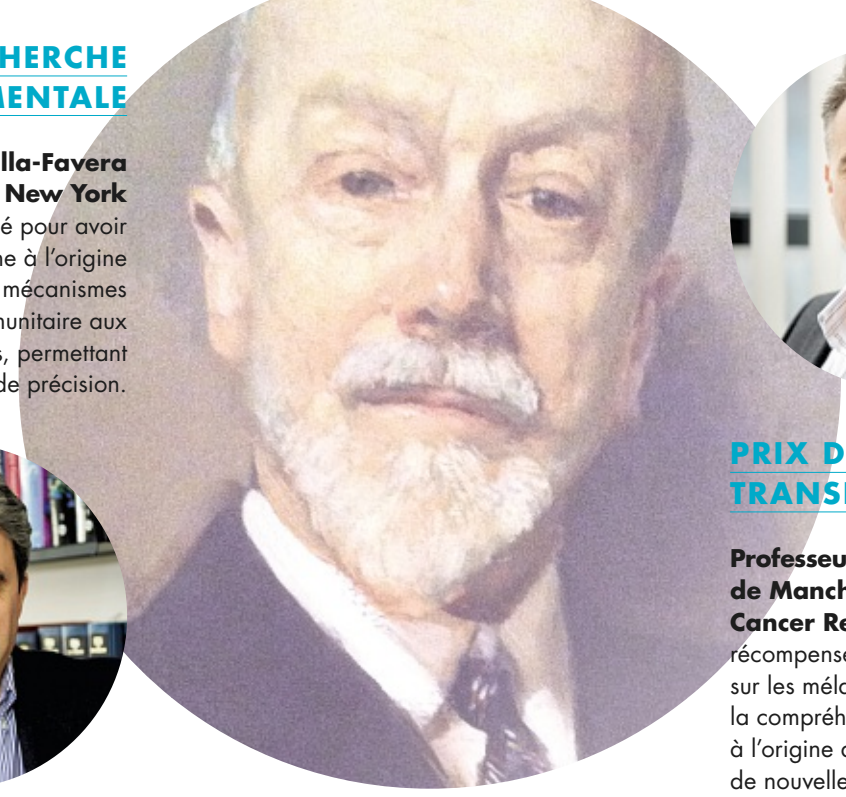
PASCALE SANTI

45e PRIX FONDATION ARC LÉOPOLD GRIFFUEL
30 MAI 2017

À l'initiative de la Fondation ARC, le prix Léopold Griffuel récompense chaque année depuis 1970, les plus grandes avancées de la recherche sur le cancer. Issu d'un legs des époux Griffuel, ce prix éponyme offre une dotation de 300 000 € à deux chercheurs exceptionnels qui travaillent au quotidien pour guérir toujours plus de patients.

PRIX DE RECHERCHE FONDAMENTALE

Professeur Riccardo Dalla-Favera de l'Université Columbia de New York aux États-Unis, récompensé pour avoir identifié le premier gène à l'origine des cancers et étudié les mécanismes de résistance du système immunitaire aux traitements des lymphomes, permettant de développer la médecine de précision.



PRIX DE RECHERCHE TRANSLATIONNELLE ET CLINIQUE

Professeur Richard Marais de l'Université de Manchester et Directeur du Cancer Research UK de Manchester, récompensé pour ses travaux pionniers sur les mélanomes, qui ont permis d'améliorer la compréhension des anomalies génétiques à l'origine de ces cancers pour offrir de nouvelles perspectives thérapeutiques.

DON en CONFIANCE comitecharte.org

LA RECHERCHE AVANCE. AVEC VOUS, ELLE ACCÉLÈRE.

Avec la Fondation ARC, vos dons financent les projets les plus prometteurs, en France comme à l'international, pour accélérer la recherche et gagner du temps face au cancer. Soutenez la recherche contre le cancer, rendez-vous sur **fondation-arc.org**

FONDATION ARC POUR LA RECHERCHE SUR LE CANCER
Reconnue d'utilité publique

V1

Rééducation d'un patient hémiplégique à la suite d'un AVC, à l'unité neuro-vasculaire du CHU de Bordeaux.
BURGER/PHANIE

Etat d'urgence contre **l'AVC**

▶ SUITE DE LA PREMIÈRE PAGE

Quid du coût des AVC ? En France, *« la dépense* [publique] *a été de 8,6 milliards d'euros en 2007 »,* relevait Gérard de Pouvourville dans *Archives of Cardiovascular Diseases,* en février 2016. Le coût des nouveaux cas sur un an varie entre 7 839 euros (AVC ischémique peu sévère) et 41 437 euros (AVC hémorragique sévère). Mais *« la prise en charge médico-sociale du handicap représente un poste important, mal connu »,* concluait l'économiste.

L'histoire de Véronique Coelho illustre deux grandes tendances épidémiologiques. La première est la hausse des nouveaux cas d'AVC chez les plus jeunes. En France, le taux de patients hospitalisés pour AVC a augmenté de 20 % chez les moins de 65 ans entre 2002 et 2014, souligne la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (DREES). *« Près de 25 % des patients atteints étaient âgés de moins de 65 ans en France en 2014 »,* notent les auteurs d'un article publié dans le *Bulletin épidémiologique hebdomadaire* (*BEH*) du 16 mai 2017.

Une hausse chez les plus jeunes

Pourquoi cette hausse ? *« Sans doute parce que les facteurs de risque d'AVC – hypertension artérielle, diabète, obésité, sédentarité… – sont mal contrôlés chez les plus jeunes. Le tabagisme est en nette augmentation chez les femmes jeunes en France. Quant au cannabis, il favorise les AVC ischémiques en provoquant des caillots ou des spasmes artériels »,* résume le professeur Yannick Béjot, coresponsable du Registre des AVC, au CHU de Dijon. On sait aussi que les pilules contraceptives (surtout celles de dernière génération) augmentent le risque d'AVC. *« C'est surtout l'association pilule et tabac qui démultiplie ce risque »,* souligne Yannick Béjot.

« Les médecins ont suspecté deux causes à mon AVC. Soit la pilule contraceptive, mais je ne fumais pas beaucoup. Soit un problème de valve cardiaque », indique Véronique Coelho. L'arrêt du remboursement des pilules de troisième génération, en mars 2013, a-t-il eu un impact sur le nombre d'AVC ? Impossible de répondre. *« Les données hospitalières ne sont pas croisées avec les données individuelles des patients »,* regrette Yannick Béjot.

La seconde grande tendance épidémiologique est la baisse de la mortalité par AVC. En France, *« la létalité par AVC ne cesse de diminuer depuis les années 2000 »,* relève la DREES. Depuis 2000, cette baisse atteint de 30 % à 39 %, selon les âges et les sexes, *« sans que ce soit au prix d'un handicap accru »,* insiste Yannick Béjot. Elle reflète une meilleure organisation des filières de soins. Un Plan AVC 2010-2014 a ainsi permis le déploiement de 140 unités neuro-vasculaires (UNV), spécialisées dans la prise en charge des AVC.

Cette chute de la mortalité tient aussi à deux progrès thérapeutiques récents dans l'AVC ischémique : la thrombolyse et la thrombectomie. La première dissout biochimiquement le caillot coupable – comme un « Destop » qui débouche nos artères. La seconde procède à son extraction mécanique – c'est la « méthode du tire-bouchon ». Véronique Coelho a bénéficié de ces deux traitements, mais aussi d'une craniectomie. Cette intervention chirurgicale permet de décompresser le cerveau envahi par un œdème, après certains AVC. Le neurochirurgien ôte alors un volet de la boîte crânienne, qu'il remettra en place une fois l'œdème évacué.

Revenons sur la thrombolyse, arrivée en 2003 en France. Dès 1995, une étude américaine montrait l'intérêt d'administrer en intraveineux une enzyme qui dissout le caillot : le rt-PA (activateur tissulaire du plasminogène). Et ce, le plus précocement possible. En France, le délai maximal autorisé pour ce traitement est de quatre heures trente. Car la thrombolyse n'est pas dénuée de risques : dans 6 % des cas, elle provoque une hémorragie cérébrale. De plus, le médicament administré, le rt-PA, pourrait avoir des effets neurotoxiques. L'équipe Inserm de Denis Vivien, à Caen, a développé un anticorps qui, chez la souris, semble avoir un effet neuroprotecteur.

En 2009 est apparu un autre traitement, la thrombectomie, dont l'efficacité a été démontrée en 2015. Le médecin introduit un fin tuyau dans l'artère fémorale du patient, au niveau de l'aine. Ce cathéter va permettre de guider un instrument encore plus fin jusqu'à l'artère bouchée. Là, le médecin déploie un petit filet métallique qui va « pêcher » le caillot. Le tout est ensuite retiré de l'artère.

Cette méthode améliore les résultats de la thrombolyse. Surtout, elle permet de traiter des patients qui arrivent au-delà du délai-limite de quatre heures trente. Mais, jusqu'ici, on croyait qu'il ne fallait pas dépasser un délai de six heures pour la thrombectomie. Une étude américaine présentée à Prague vient de montrer que certains patients tirent bénéfice de cette technique jusqu'à vingt-quatre heures après leur AVC ! *« Près de la moitié (48,6 %) des patients recevant la thrombectomie étaient autonomes dans leurs activités quotidiennes, 90 jours après ce traitement, contre seulement 13,1 % de ceux qui ne l'avaient pas reçu. C'est* [une différence] *incroyable »,* se réjouit la docteur Cathy Sila, principale investigatrice de ces travaux.

Un bémol cependant : dans cette étude, les patients inclus ont été choisis selon des critères très stricts. Ils présentaient une hémiplégie alors que le scanner ne montrait qu'une lésion limitée. De fait, *« ce délai de vingt-quatre heures ne concernera qu'un tout petit pourcentage de patients,* dit Pierre Amarenco. *Mais il permettra de traiter plus souvent certains patients, comme ceux qui présentent un AVC au réveil ».* Une chose est sûre : *« L'âge en soi n'est plus une contre-indication à la thrombectomie,* souligne le neurologue. *Ce matin même, j'ai traité une patiente de 92 ans qui commençait à récupérer. »*

> **« AVEC UNE PRISE EN CHARGE CORRECTE DES ACCIDENTS ISCHÉMIQUES TRANSITOIRES, CE SERAIT 30 000 MORTS OU DÉPENDANCES QUI SERAIENT PRÉVENUES »**
> PROFESSEUR PIERRE AMARENCO
> HÔPITAL BICHAT À PARIS

Le second progrès marquant présenté à Prague concerne la prévention du risque de récidive de certains AVC. *« Environ 60 % des gens de moins de 60 ans qui font un AVC ischémique de cause inconnue présentent une particularité anatomique du cœur : le foramen ovale perméable »,* indique Pierre Amarenco. Ce foramen est un orifice entre les oreillettes droite et gauche : durant la vie fœtale, il permet au sang oxygéné venant de la mère d'accéder au cœur gauche. Le plus souvent, il se ferme après la naissance. Mais, chez 30 % des gens, il reste ouvert. On suspectait cette anomalie de favoriser la formation de caillots. Pour autant, l'intérêt de procéder à sa fermeture restait controversé. A Prague, deux études rigoureuses – dont une menée par le professeur Jean-Louis Mas (Inserm, hôpital Sainte-Anne, à Paris) – en ont démontré le bénéfice. *« Cette fermeture diminue de 97 % le risque de récidive d'AVC, cinq ans et demi après l'intervention »,* résume Pierre Amarenco. L'intervention se fait en introduisant dans l'artère, par un cathéter, une mini-prothèse métallique qui se déploie pour fermer ce « trou ». *« De 5 000 à 10 000 patients par an pourraient bénéficier de ce traitement »,* avance le neurologue.

Réparer les dégâts post-AVC

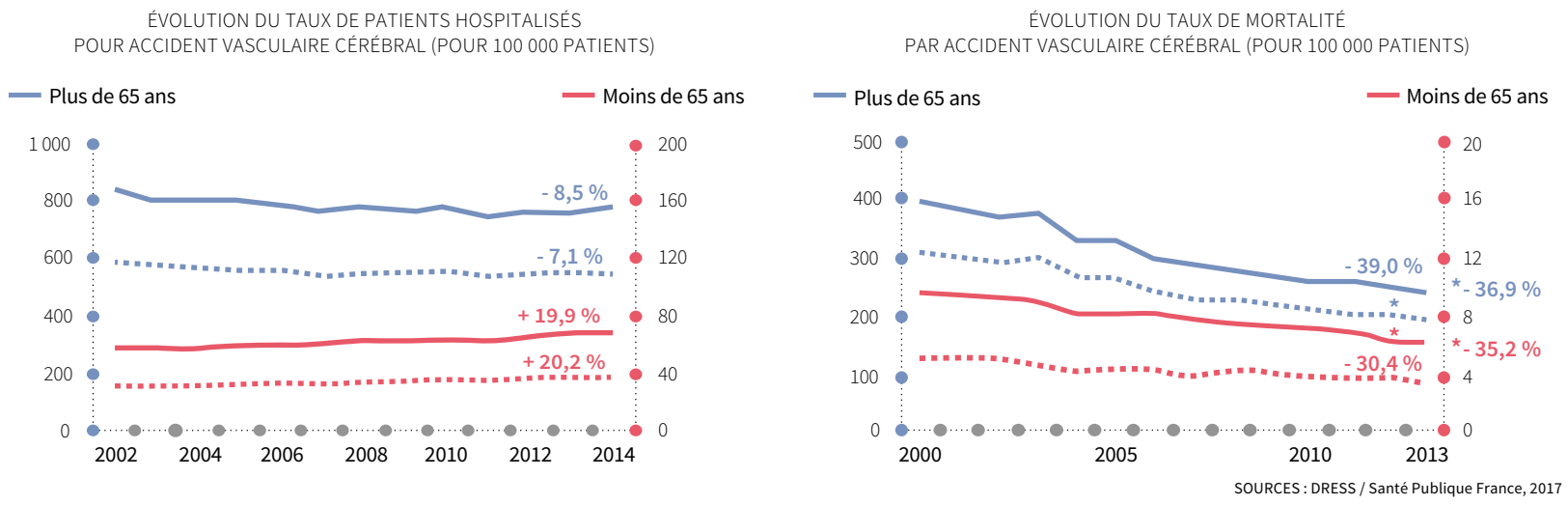
D'autres pistes sont explorées pour réparer les dégâts post-AVC. Par exemple, les greffes cérébrales de cellules souches. Elles donnent lieu à une vingtaine d'essais préliminaires chez l'homme. *« On distingue deux approches. La première concerne les patients avec des séquelles installées, six mois à trois ans après l'accident. Le protocole consiste à injecter dans leur cerveau des cellules souches de la moelle osseuse. Elle a récemment donné des résultats encourageants chez un petit nombre de patients. La seconde approche vise à perfuser par voie intraveineuse, dans les quinze jours après l'AVC, des cellules souches du tissu adipeux »,* résume Olivier Detante, du CHU de Grenoble. Ce neurologue coordonne un projet européen, Resstore, qui devrait commencer en 2018. Il évaluera la seconde approche chez 400 patients.

De nombreuses voies de protection des neurones, après l'AVC, sont aussi explorées. Les molécules susceptibles d'avoir cet effet protecteur sont variées : petites protéines, molécule mimant le « bon » cholestérol… Souvent, leurs effets n'ont jusqu'ici été montrés que chez l'animal.

Quid de la rééducation post-AVC ? Elle vise à favoriser la « plasticité cérébrale », cette admirable faculté de notre cerveau à se réorganiser face à une nouveauté (ici, une lésion cérébrale). Cette rééducation repose sur un trépied éprouvé : la kinésithérapie, l'ergothérapie et l'orthophonie. Mais d'autres techniques sont en cours d'évaluation. Ainsi de la stimulation magnétique transcrânienne (rTMS). Elle consiste, par l'intermédiaire d'un champ magnétique appliqué à la surface du scalp, à moduler l'activité des réseaux de neurones. Mais *« il est encore trop tôt pour la proposer systématiquement »,* estime Paolo Bartolomeo, de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière.

Traiter en urgence les AVC est une priorité. Pour autant, le principal levier de progrès, contre ce fléau, tient à la prévention. A deux niveaux. En amont, l'enjeu est d'améliorer le contrôle des

Une incidence en hausse et une mortalité en baisse



SOURCES : DRESS / Santé Publique France, 2017

LA LONGUE RÉADAPTATION DES PATIENTS

facteurs de risque d'infarctus cérébral : hypertension, tabagisme… mais aussi troubles du rythme cardiaque. L'un d'eux, la fibrillation atriale, est très fréquent chez les sujets âgés. Selon une étude parue le 15 mai dans le *Journal of the American College of Cardiology*, quatre patients américains sur dix à haut risque d'AVC, souffrant de fibrillation atriale, ne sont pas correctement traités. Des centaines de milliers d'AVC par an pourraient être évités.

Le second niveau de prévention tient à la *« fumée qui précède l'éruption prochaine du volcan »,* selon Pierre Amarenco. Autrement dit, les signes annonciateurs d'un AVC. *« Dans 25 % des cas, l'AVC ischémique est précédé de symptômes d'apparition soudaine, brefs et réversibles, qui surviennent dans les heures, les jours ou les semaines antérieures. »*

Ces signes d'alerte sont les mêmes que ceux d'un AVC : une faiblesse, une paralysie ou une perte de sensibilité brutale d'un bras ou d'une jambe, des difficultés pour parler, un trouble visuel (typiquement, un voile noir qui tombe sur l'œil), une perte d'équilibre, une déformation du visage ou de la bouche. Comme ils régressent rapidement, cela rassure. A tort. Car, dans 12 % à 20 % des cas, ces « accidents ischémiques transitoires » (AIT) sont suivis d'un AVC dans les trois mois qui suivent.

Prise en charge précoce

Quand ces signes d'alerte surviennent, il faut immédiatement appeler le 15. L'espoir réside aussi dans les cliniques SOS-AIT : la toute première a été mise en place en 2003 à l'hôpital Bichat, par le professeur Amarenco, précurseur. Dans une clinique SOS-AIT, les patients bénéficient d'examens réalisés en moins de trois heures. Dès 2007, l'équipe de Pierre Amarenco montrait qu'une prise en charge ultraprécoce de ces AIT réduit de 80 % le risque d'AVC ultérieur.

« La thrombectomie permet d'éviter 4 000 morts ou dépendances par an en France. Avec une prise en charge correcte des accidents ischémiques transitoires, ce serait 30 000 morts ou dépendances qui seraient prévenues, insiste Pierre Amarenco. *Le Royaume-Uni a mis en place 200 cliniques consacrées à l'AIT. En France, il n'y en a que deux ! Il faudrait adosser une clinique SOS-AIT à chaque unité neuro-vasculaire »,* plaide-t-il. La Direction générale de l'offre de soins vient de monter un groupe de travail sur le sujet.

Seules 5 % à 10 % des personnes ayant fait un infarctus cérébral sont aujourd'hui traitées par thrombolyse en France. Pourquoi ? L'organisation des filières de soins peut encore être améliorée. *« Nous avons des professionnels de qualité qui réalisent des actes extraordinaires. Alors pourquoi près de la moitié des victimes d'AVC ne passent-elles pas par une UNV ? »*, s'interroge Bernard Belpois, trésorier de France AVC, association d'aide aux victimes. *« En 2014, la proportion de patients hospitalisés en UNV atteignait 51,5 % pour les AVC ischémiques et 33,2 % pour les hémorragies intracérébrales »,* confirment les auteurs de l'article du *BEH* en février.

Dans la ville d'Helsinki (Finlande), l'organisation des soins a permis de « *multiplier par dix, en dix ans, le taux de patients bénéficiant de la thrombolyse : il est passé à 31 % »,* souligne Marie-Germaine Bousser. Sans doute ne faut-il pas aller trop loin, en raison du risque hémorragique lié à cette technique.

Reste le poids de la maladie pour les proches, qui compromet jusqu'à leur propre santé. *« Près de la moitié des aidants des victimes d'AVC ne passent pas le cap de dix ans »,* relève Bernard Belpois. Lui-même est aidant pour son épouse, Jacqueline, qui a fait un AVC en 1997, à 54 ans. Il témoigne de *« la solitude de l'aidant, face à un problème comme une chute, qui peut survenir de jour ou de nuit. Il y a aussi des moments de grande détresse, quand le creux de la vague dure ».* Aujourd'hui, dit-il, *« l'accompagnement de mon épouse est de plus en plus exigeant. L'hémiplégie se complique de beaucoup de douleurs et de tous les handicaps cachés que vivent les victimes et leurs proches ».*

« Pendant huit ans, j'ai mis ma vie entre parenthèses, dit Paul Ramazeilles, qui a été aidant pour sa femme, victime d'un AVC en 2004. *Nous disposons de certaines aides, mais l'aidant n'est pas assez pris en considération en France. Ce serait bien de développer le "baluchonnage" comme au Canada. »* Déjà expérimenté en France, ce système offre à l'aidant la possibilité d'être remplacé à son domicile durant quelques heures ou quelques jours.

« Quand on survit à un AVC avec des séquelles importantes, on est tributaire des autres. C'est extrêmement difficile à surmonter, témoigne Bernard Auchère, qui a fait un AVC hémorragique en 2004, à 53 ans. *Malgré tout, je suis convaincu que c'est une chance de survivre. Même avec une autonomie réduite, ça vaut le coup. »*

« J'étais chef d'entreprise, comptable de formation. Depuis mon AVC, je suis presque incapable de compter. » Mais il a récupéré la parole. Ce battant utilise un tricycle sur mesure, adapté à son hémiplégie droite. *« Une victime d'AVC qui s'en sort doit avoir un but, se projeter dans un lendemain. Il faut qu'elle se reconstitue une vie sociale, même minime. Les facultés qu'il me reste, je les mets au service d'une association pour les victimes d'AVC. J'essaie de le faire au mieux. »* ■

FLORENCE ROSIER

Des chiffres Environ 150 000 AVC ont lieu chaque année, soit un toutes les 4 minutes. C'est la première cause de handicap acquis et la troisième cause de mortalité en France, tous sexes confondus – plus de 60 000 personnes. Chez les femmes, c'est la première cause de mortalité. De 10 000 à 15 000 personnes de moins de 45 ans en pleine activité voient chaque année leur vie bouleversée par un AVC.

Une urgence Il faut agir dans les premières heures après l'accident. *« Une minute de perdue, ce sont deux millions de neurones détruits »,* estiment les médecins. Le traitement diffère selon le mécanisme en cause : dans 80 % des cas, l'AVC résulte d'une ischémie (artère bouchée), dans 20 %, d'une hémorragie (artère rompue).

Des séquelles Une personne sur cinq décède dans le mois qui suit, mais les trois quarts des survivants en gardent des séquelles définitives. Un tiers deviennent dépendants, un quart ne reprendront jamais d'activité professionnelle. Le pronostic en termes de handicap est moins bon chez les femmes.

Les facteurs de risques Certains sont communs aux deux sexes : hypertension artérielle (HTA), diabète, tabac, arythmie cardiaque. D'autres sont propres aux femmes : HTA durant la grossesse, associations pilule et HTA ou pilule et tabac.

Source : France AVC (www.franceavc.com)

La salle de kinésithérapie est une lente ruche. En ce matin de mai, on y butine précieusement chaque petit progrès. Jamais patients n'ont autant mérité leur nom. Il y a quelques semaines ou quelques mois, la foudre s'est abattue sur leur tête. Une des grosses artères irriguant leur cerveau s'est bouchée ou rompue brutalement, endommageant une partie de leur tissu cérébral. Cet accident vasculaire cérébral (AVC) leur a laissé des séquelles : une paralysie d'un côté du corps (hémiplégie), un trouble de la parole (aphasie), un déficit visuel…

Nous sommes dans le service de médecine physique et de réadaptation de l'hôpital Fernand-Widal (AP-HP), à Paris. Chaque matin, les patients y suivent une rééducation adaptée : kiné, orthophonie, ergothérapie… Leur obsession ? Se délivrer au mieux d'un handicap qui les mine, retrouver une forme d'autonomie. *« La moitié de nos patients ont eu un AVC. Les autres ont souffert d'un traumatisme crânien, d'un cancer du cerveau ou d'une hernie discale »,* indique le professeur Alain Yelnik, qui dirige ce service.

Ce qui impressionne, dans cette pièce qui unit tant d'efforts et tant de souffrances, c'est la volonté, l'opiniâtreté de ceux que le sort a frappés. Concentrés, ils luttent en silence. A leurs côtés, des équipes soignantes au dévouement exemplaire. Aucune infantilisation des patients. Ici, c'est Marie Wannepain, kinésithérapeute, qui tente une première mise en position debout d'un jeune homme fauché par un AVC sévère. Là, un autre kiné, Paul Raynaud, mobilise les articulations de la main d'une septuagénaire qui grimace. *« Le but est de limiter les raideurs des doigts liées à l'hémiplégie. C'est un peu douloureux »,* explique-t-il.

Plus loin, un homme et une femme hémiplégiques règlent eux-mêmes les paramètres d'un « pédalier assisté ». Plus loin encore, un homme déambule avec précaution sur un tapis roulant, suspendu par un harnais. *« L'AVC a touché le cervelet, qui joue un rôle crucial dans la coordination des mouvements. D'où ses troubles de l'équilibre »,* indique Alain Yelnik. Ce tapis sert parfois de robot de locomotion : le patient a les jambes maintenues par un exosquelette qui lui fait exécuter les mouvements de la marche. La rééducation par la contrainte est aussi employée : elle consiste à empêcher le patient d'utiliser sa main ou sa jambe valide, pour qu'il fasse appel au membre paralysé.

Nous voici maintenant dans la salle d'ergothérapie. *« Notre but est de redonner au patient une autonomie dans ses gestes du quotidien : s'habiller, faire sa toilette, prendre ses repas… Nous effectuons aussi des visites à domicile »,* détaille Alix Passieux, l'ergothérapeute.

Un jeune homme au crâne couturé déplace, à l'aide de son bras, un robot couplé à un ordinateur : les yeux rivés à l'écran, il fait circuler une voiture sur un parcours virtuel. Une dame de 86 ans joue à un jeu de société, Le Lynx. Elle s'attache à reconnaître des objets très variés, sur un plateau qui affiche plusieurs centaines d'images. Depuis son AVC, elle a perdu la vision dans toute la moitié gauche de son champ visuel. Mais ses progrès sont notables : *« Elle reconnaît maintenant bien plus d'objets dans le champ visuel déficient »,* note Alix.

« Les premiers mois après un AVC, notre obsession est de stimuler une véritable récupération », insiste Alain Yelnik. Cette récupération repose sur la « plasticité cérébrale », cette étonnante capacité qu'a notre cerveau de se réorganiser face à une situation nouvelle, comme un apprentissage ou une lésion. Si les neurones qui contrôlent la main ont été détruits, par exemple, leurs congénères épargnés qui contrôlent le coude pourront prendre le relais.

« La plasticité cérébrale est éminemment variable d'une personne à l'autre en fonction de nombreux facteurs tels que l'âge, l'existence d'un risque vasculaire ou de lésions cérébrales préexistantes, les prédispositions génétiques, la situation psychologique ou affective… », écrit Marie-Germaine Bousser, neurologue, dans son ouvrage *AVC : en réchapper et y échapper* (Le Muscadier-Inserm, 2016).

L'âge ne fait pas tout. En février, un AVC a fauché Marie-Louise Leblanc, âgée de 80 ans, qui était seule à son domicile. *« Je suis restée vingt-quatre heures à terre. Ça travaille alors dans la tête ! »* Après neuf jours de soins intensifs à l'hôpital Lariboisière (Paris), elle restera deux mois dans le service de Fernand-Widal. Depuis peu, elle est rentrée à son domicile malgré son hémiplégie modérée. *« On m'a dit que j'avais eu beaucoup de chance. Ici, je vois mes progrès. J'espère me promener bientôt dans les jardins ! »* Une autre patiente de 86 ans a étonné ce service : *« Malgré son AVC sévère, elle a récupéré sa capacité de lecture »,* indique Alain Yelnik.

Stimulation intense

Deux facteurs sont déterminants. D'une part, l'intensité et la variété des stimulations cérébrales. *« Dans l'idéal, il faut deux à trois heures de rééducation par jour, dès le quatrième ou cinquième jour après l'AVC. Cette rééducation doit rester plaisante. Mais on n'hésite plus à pousser le patient un peu au-delà de ses limites. »*

Second facteur-clé : l'état du cerveau, qui dépend bien sûr du siège et de la taille de la zone détruite. *« Quand l'AVC endommage une aire capitale comme la "capsule interne", où passent tous les neurones moteurs du cortex qui se projettent vers le tronc cérébral, le patient ne pourra pas récupérer de mouvements. »*

L'état antérieur du cerveau joue également. *« Les fonctions cognitives, par exemple, résultent de l'activité de vastes réseaux de neurones interconnectés. Si les câblages de la région lésée restent intacts, le patient pourra mobiliser d'autres réseaux »,* explique Paolo Bartolomeo, chercheur à l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM), à Paris. Une communication efficace entre l'hémisphère sain et l'hémisphère lésé est essentielle. Une structure du cerveau apparaît cruciale : c'est le corps calleux, ce vaste éventail de fibres qui relie les deux hémisphères. En 2015, l'équipe de Paolo Bartolomeo a montré que la présence d'un déficit du corps calleux nuit à la récupération cognitive post-AVC.

En cas d'hémiplégie, la jambe récupère toujours plus vite que le bras atteint. *« Cela tient au fait que nos jambes occupent dans notre cortex une place beaucoup plus modeste que nos bras »,* dit Alain Yelnik. De un à trois mois après l'accident, le patient a retrouvé le maximum de ses capacités de marche. Pour le bras, ce délai est de six mois à un an. Pour la parole, il atteint deux à trois ans.

D'autres techniques de rééducation post-AVC, encore expérimentales, sont en développement. Parmi elles, la stimulation magnétique transcrânienne. *« Elle donne des résultats encourageants. Mais son efficacité doit être confirmée, d'autant qu'elle nécessite un matériel coûteux »,* estime Alain Yelnik. ■

FL. R.

LE LIVRE

Arago, scientifique et politicien épique

Une biographie revient sur la vie originale d'un astronome devenu pendant quelques semaines chef de l'Etat

En octobre, pour les 350 ans de l'Observatoire de Paris, sera inaugurée une statue en l'honneur de François Arago (1786-1853), un ancien membre et directeur de cette institution. De quoi réhabiliter un personnage hors norme dans l'histoire des sciences en France. C'est en tout cas le souhait de Guy Jacques, l'auteur d'une biographie de cette célébrité oubliée, aux multiples facettes.

Arago est un scientifique bien sûr, polytechnicien, astronome, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences. Mais c'est aussi un politicien, qui dirigea même l'Etat pendant quelques semaines entre mars et juin 1848. Aspect plus méconnu, il fut un grand vulgarisateur. Ses cours à l'Observatoire dans un amphi de 800 places font salle comble. Une édition pirate paraît même, qui le contraint à reprendre la main : son *Astronomie populaire* à succès sera publiée en 1854, après sa mort, avant l'ouvrage du même nom de Camille Flammarion. A l'Académie des sciences, Arago est à l'initiative de la parution des *Comptes rendus de l'Académie des sciences* et de l'ouverture de certains débats aux journalistes.

Outre ces deux métiers, François Arago est considéré comme ayant imprimé sa marque à l'Observatoire de Paris, qu'il dote d'une coupole portant son nom, ou à l'Académie des sciences, qu'il contribue à réformer. C'est aussi, comme le qualifie Guy Jacques, un passeur d'idées. Il s'est notamment battu pour la reconnaissance du procédé photographique de Daguerre et a correspondu et échangé avec Alexandre Humboldt à propos d'océanographie et de climatologie.

L'intérêt du livre est de rappeler méthodiquement l'œuvre multiple de ce savant qui commence précocement sa carrière, embauché pour mesurer la terre en arpentant le méridien du côté de l'Espagne. Ses observations du Soleil, des comètes ou de la lumière de la Lune conduisent souvent à des découvertes pionnières en optique et en astronomie. En électromagnétisme, il fait également des percées. Il s'intéresse par ailleurs au climat, suggérant de disposer de références pour le niveau de la mer.

En politique, son rôle est plus ambigu. Salué un temps par le mouvement ouvrier, il aura aussi donné l'ordre de tirer sur une barricade durant les journées de juin 1848. C'est également sa signature qui est apposée sur le texte abrogeant l'esclavage. Guy Jacques regrette que, lors d'hommages, les aspects scientifiques de la carrière d'Arago aient souvent été omis au profit de son engagement politique.

Même si l'auteur rêverait d'un musée Arago et si son enthousiasme pour ce personnage est palpable, il a l'honnêteté de ne pas cacher les controverses et détestations entourant le savant. De nombreux auteurs ne le considèrent pas comme un grand scientifique. Il s'est brouillé avec d'autres astronomes, dont Urbain Le Verrier, le découvreur de Neptune. Avec un tel matériau, riche et parfois épique, il est dommage que le texte reste sobre et factuel, peinant à emporter le lecteur dans la passion qu'un tel personnage suscite. ■

DAVID LAROUSSERIE

« François Arago, l'oublié », *de Guy Jacques (Nouveau Monde Editions, 205 p., 21 €).*

LIVRAISON

« La tortue qui respirait par les fesses »
La bibliothécaire Brooke Barker tuait son ennui en dessinant des animaux sur les fiches de prêt des livres. Son passe-temps et sa soif encyclopédique pour les tracas des animaux ont donné un livre de vignettes aphoristiques. Le titre anglais, « Faits tristes sur les animaux », rend mieux justice à la compassion amusée de l'auteure. Un ver de terre à neuf cœurs peut-il trouver l'âme sœur ? L'anthropomorphisme comme exercice de style.
› *De Brooke Barker (Flammarion, 224 p., 13 €).*

DANS LES TEMPÊTES DE JUPITER

En orbite depuis juillet 2016 autour de Jupiter, la sonde spatiale américaine *Juno* scrute la planète géante sous toutes ses coutures, comme ici avec un zoom sur une immense tempête ovale située dans l'hémisphère Sud. Les premières études scientifiques tirées des données de *Juno* ont été publiées il y a quelques jours dans *Science* et dans les *Geophysical Research Letters.* Elles dressent le portrait d'une Jupiter tourmentée, avec par exemple des tempêtes au-dessus de ses deux pôles et un champ magnétique encore plus intense que ce qui était prévu par les modèles. Pour Scott Bolton, responsable scientifique de la mission, *« il se passe tellement de choses que nous n'attendions pas que nous avons dû prendre un peu de recul et commencer à repenser à cela comme si c'était une Jupiter totalement nouvelle ».*

(PHOTO : NASA/JPL-CALTECH/SWRI/MSSS/ BJORN JONSSON)

IMPROBABLOLOGIE

« CINQUANTE NUANCES DE GREY » A-T-IL FAIT GRIMPER LA NATALITÉ ?

Par PIERRE BATHÉLÉMY

Quand tu es ici, tu es totalement à moi, me souffle-t-il en s'attardant sur chaque mot. Je peux faire de toi tout ce qui me plaît. Tu comprends ?

Son regard est maintenant intense. Je hoche la tête, la bouche sèche. J'ai l'impression que mon cœur va éclater dans ma poitrine.

– Déchausse-toi, m'ordonne-t-il d'une voix douce. »

Celles et ceux qui n'auront pas reconnu ce passage – où la psychologie des personnages est explorée d'une plume virtuose pleine de qualités littéraires – ont manqué quelque chose dans leur vie : la lecture de *Cinquante nuances de Grey*, de la Britannique E. L. James. Publiée en anglais en 2011 et 2012, cette trilogie raconte la relation torride d'une jeune femme, Anastasia, et du fameux Mister Grey, sur fond de sexe, de domination et de sadomasochisme. Une recette qui s'est révélée un énorme succès commercial et le précurseur de la mode éditoriale dite de la « romance érotique ».

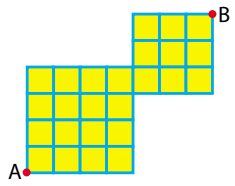
Les médias grand public ont fait leurs choux gras de cette révolution du « porno pour manman ». Ainsi, en 2012, le site ABC News écrivait-il de *Cinquante nuances de Grey* (*CNDG* pour abréger) : *« C'est une des plus chaudes séries de best-sellers de tous les temps. Elle a fait s'évanouir des millions de lecteurs »* qui étaient surtout des lectrices. Ces dernières n'ont pas fait que tomber en pâmoison, à en croire ABC News : elles avouaient aux journalistes avoir aussi multiplié les coïts. On imaginait ces bonnes mères de famille qui, tout émoustillées par leur lecture polissonne, attendaient avec impatience, fouet et porte-jarretelles, le retour de leur Grey de banlieue. Une frénésie de sexe qui, selon de nombreux journaux, devait immanquablement avoir pour résultat une protubérance sur la courbe des naissances, un baby-boom estampillé *CNDG*.

Dans une étude publiée le 8 mai par la revue *Early Human Development*, Victor Gresh a voulu savoir si cette prédiction démographique s'était vérifiée aux Etats-Unis, où des millions d'exemplaires de *CNDG* s'étaient écoulés. Pour le déterminer, ce membre du département de pédiatrie de l'hôpital universitaire Mater Dei de Malte a récupéré un jeu de statistiques des naissances survenues sur le sol américain entre 2007 et 2015. Pour schématiser, sa démarche était la suivante : prenons les dates de sortie des ouvrages, décalons-nous de neuf mois en aval et regardons si survient un pic de nourrissons par rapport aux années précédentes et suivantes.

Résultat : de grands tableaux indigestes de chiffres et… rien de perceptible, ce quelle que soit l'origine ethnique des couples. Victor Gresh a cependant supposé que ce résultat négatif ne faisait que traduire l'efficacité des méthodes contraceptives et qu'il n'invalidait pas forcément la thèse de la recrudescence copulatrice. Il est donc allé regarder du côté d'un marqueur plus subtil : le sex-ratio, c'est-à-dire la fraction de bébés mâles. Comme de précédents travaux l'ont noté, il naît plus de petits garçons en cas de grande fréquence des rapports sexuels (en général juste après le mariage ou quand les soldats reviennent de la guerre ; après, c'est comme pour tout, on se calme). Nouvelle désillusion : le « libidomètre » supposé qu'est le sex-ratio se révèle d'une stabilité désespérante. Apparemment, même les couples qui voulaient un enfant n'ont pas eu une activité sexuelle débridée au moment de la sortie des livres d'E. L. James… Il est aussi possible que les vertus aphrodisiaques de *CNDG* aient été exagérées par des lectrices désireuses de trouver au moins une justification à leur achat. ■

AFFAIRE DE LOGIQUE – N° 1011

Hep, taxi !



Autour des 25 blocs immobiliers carrés de Cubic-City, les côtés, mesurant tous 1 km, sont des routes à double sens. Un autobus part de A pour aller en B.
Il peut passer 2 fois par le même carrefour, mais jamais 2 fois par la même route.
1A. Quel est le nombre de km du plus long chemin qu'il puisse parcourir entre A et B ?
Deux taxis partent au même moment, l'un de A vers B, l'autre de B vers A. Ils roulent sans arrêt à la vitesse constante de 26 km/h, suivant chacun l'un des chemins les plus courts (13 km). Quand un taxi a le choix entre deux directions, il choisit l'une des deux avec la probabilité 1/2.
2A, 2B. Quelle est la probabilité qu'ils se croisent (à mi-chemin) ?
(Le résultat est à donner sous forme de fraction irréductible : son numérateur en 2 A et son dénominateur en 2 B.)

Participez au concours « Dans le 1000 » chaque semaine du mercredi au lundi suivant, du problème 1001 au 1025, sur le site www.affairedelogique.com
Commencez quand vous voulez. La première fois, inscrivez-vous. Il suffira ensuite de vous identifier. Vous pouvez modifier votre réponse jusqu'au dernier moment.
40 points sont attribués à chaque problème. Votre score se cumule de semaine en semaine. Il suffit d'obtenir 400 points sur 1 000 pour gagner un prix.

LE GRAND PUBLIC AU COLLÈGE DE FRANCE À PARIS LE 1ER JUIN
Le Collège de France consacre la journée du 1er juin, de 9 h à 18 h, à une série d'exposés s'adressent à un public non-spécialiste.
Le thème : les travaux du mathématicien Jean-Christophe Yoccoz, auteur de résultats spectaculaires en théorie des systèmes dynamiques, médaille Fields 1994, disparu en septembre 2016.
dynamique2017.math.cnrs.fr/hommage

« NUIT DES MATHS » EN PAYS DE LOIRE : ÇA COMMENCE EN JUIN
L'association « Nuit des maths » organise cette année des événements en pays de Loire dès le mois de juin avec des interventions, entre autres, de l'équipe du magazine *Tangente* : vendredi 9 (18 h) à Mareau-aux-Prés (45), mercredi 14 à Selommes (41), samedi 17 à 14 h à Vendôme (41) et à 19 h à Blois (41), et le 30 (18 h) à La Riche (37).
www.nuitdesmaths.org/programme-2017

EXPOSITION À BLOIS « SECRETS DE PAPIER » JUSQU'AU 17 SEPTEMBRE
Tout l'été, la Maison de la Magie de Blois livrera ses « Secrets de papier », exposition inédite pour découvrir toutes les métamorphoses et les effets magiques du papier, de l'origami aux découpages et aux *pop-up*, en passant même par un spectacle joué dans des décors de carton.
Informations sur : www.maisondelamagie.fr

E. BUSSER, G. COHEN ET J.L. LEGRAND © POLE 2017 affairedelogique@poleditions.com

Solution du problème 1009

• 1A. **À partir de 63 trombones, on obtient tous les nombres de 1 à 63 avec au minimum 3 manipulations.**
• 1B. **Avec 8 manipulations, la plus longue chaîne possible est de 4 607 trombones.**
Le principe : après n manipulations, on a détaché n trombones isolés. On obtient donc les nombres de 1 à n. Le plus économique est alors d'avoir constitué une chaîne de $(n + 1)$ trombones, qui permet, avec les trombones isolés, d'obtenir toutes les longueurs jusqu'à $(2n + 1)$. Une chaîne de $(2n + 2)$ trombones s'avère alors la plus économique pour les nombres jusqu'à $(4n + 3)$, etc. On continue jusqu'à dénombrer $(2n + 1)$ chaînes (ou trombones isolés), chaque manipulation augmentant de 2 le nombre de chaînes.
Total : $n + (n + 1)(1 + 2 + 2^2 + 2^3 + \ldots + 2^n) = (n + 1)\,2^{n+1} - 1$.
Ainsi, pour $n = 3$, cela donne 63 trombones.
Pour $n = 8$, $9 \times 512 - 1 =$ **4 607** trombones.
• 2A, 2B, 2C : **Il y a dans la chaîne 120 trombones rouges, 46 bleus et 34 verts.**
La suite est entièrement déterminée par les trois premiers termes. Les 22 premiers : RBVRRRRBRBVRVRBVRRB…
La condition sur les 50 trombones enlevés : au rang 4 on retrouve le 1, au rang 8 le 2, …, au rang $4q$ le rang q.
La condition sur les 150 trombones restants : aux rangs 5-6-7 on retrouve les 4-5-6, plus généralement, au rang $4q + r$ (où $1 \leq r \leq 3$) on retrouve le terme du rang $3q + r$.
En désignant par $T(x)$ le nombre de trombones d'une couleur donnée sur une chaîne de x, on a la relation :
$$T(4q + r) = T(3q + r) + T(q).$$
De proche en proche, à partir des valeurs $T(x)$ pour $x \leq 22$, on trouve les nombres **120, 46 et 34** pour $x = 200$.

CARTE BLANCHE

Les idées noires de la physique

Par ROLAND LEHOUCQ

Ciel noir », « corps noir », « trou noir », « matière noire » et « énergie noire » : les physiciens ont plusieurs fois éprouvé le besoin de noircir certains de leurs concepts, toujours en rapport avec d'importantes énigmes. Le problème du ciel noir a résisté aux astronomes et à de profondes conséquences cosmologiques. L'énigme du rayonnement du corps noir fut à l'origine de la physique quantique. La possibilité du trou noir intrigua les astrophysiciens bien avant la première détection. La matière noire est invoquée pour expliquer la dynamique des galaxies. Enfin, l'énergie noire serait la cause de l'accélération de l'expansion de l'Univers !

Considérant que le noir qualifie l'absence de lumière visible, il faut, pour comprendre pourquoi les physiciens utilisent parfois le qualificatif « noir », saisir ce qu'ils veulent dire par « voir ». Depuis fort longtemps, les physiciens n'observent plus les phénomènes au moyen de leurs seuls sens. Ils utilisent des instruments qui révèlent un monde autrement imperceptible afin d'en extraire de l'information. Le premier et principal vecteur d'information ayant été la lumière, il est naturel que les physiciens aient conservé le vocabulaire de la vision dans leur langage informel.

Mais, désormais, les phénomènes étudiés ne se manifestent plus seulement avec les ondes lumineuses, mais aussi gravitationnelles ou avec des particules comme le neutrino. Même si la lumière n'entre plus forcément en jeu, il faut toujours que le dispositif utilisé capte un message résultant d'une interaction avec le système observé.

Ce qui résiste à la détection

Pour les physiciens, « voir » signifie donc « entrer en interaction ». Ils vont donc qualifier de « noir » ce qui résiste à la détection, ce avec quoi l'interaction se fait mal ou ce dont ils ne parviennent pas à capter d'informations avec les moyens à leur disposition.

L'énigme du ciel noir posait déjà, à sa façon, ce problème : pourquoi ne percevons-nous pas la lumière des étoiles qui devrait nous parvenir de toutes les directions du ciel si l'Univers est infini ? Le corps noir absorbe toutes les ondes lumineuses sans en réfléchir aucune : quel sera son rayonnement ? Tout le monde sait qu'un trou noir est un astre si massif qu'il empêche la lumière d'échapper à son emprise gravitationnelle : comment en avoir de l'information ? La matière noire désigne une masse qui agit par sa gravitation sans interagir avec la lumière. Enfin, l'énergie noire est peut-être l'idée la plus obscure : inobservable, elle serait la cause d'une force qui s'oppose à la gravitation ordinaire. Récemment, les biologistes ont eux aussi parlé de « matière noire du vivant » pour désigner les 90 % de micro-organismes inconnus car leur génome individuel ne peut être séquencé.

En dépit de leur hétérogénéité, ces idées noires soulèvent toutes des questions qui résistent à nos lumières : s'agit-il de réalités, d'hypothèses encore invérifiables, ou de chimères ? Au-delà de ces épineuses interrogations épistémologiques, les idées noires suggèrent aussi une réflexion sur l'influence des mots empruntés au langage ordinaire qui se retrouvent dans le discours scientifique : la « noirceur » de ces idées n'infuse-t-elle pas quelques bribes d'imaginaire dans l'esprit scientifique ?

A ce titre, on peut observer que les différents noirs ne possèdent pas les mêmes résonances affectives : le noir du ciel nocturne est limpide et glacial, quand celui du corps noir est opaque et brûlant. La matière noire des biologistes introduit à son tour d'autres évocations, celle de l'activité souterraine des micro-organismes ou de la fécondité de riches terres noires. Bref, chaque idée noire transforme le sens de l'adjectif « noir », mais ce dernier, en retour, colore l'expression scientifique. ■

Roland Lehoucq
Astrophysicien,
Commissariat à l'énergie atomique
et aux énergies alternatives
PHOTO : PHILIPPE STROPPA

L'exposition des jeunes enfants aux écrans est devenue un enjeu de santé publique majeur

TRIBUNE - Médecins et professionnels de la petite enfance alertent sur les graves troubles – semblables à ceux du spectre autistique – qu'ils observent de plus en plus chez les petits

Nous, professionnels de la santé et de la petite enfance, souhaitons alerter l'opinion publique des effets graves d'une exposition massive et précoce des bébés et des jeunes enfants à tous types d'écrans : smartphone, tablette, ordinateur, console, télévision.

Nous recevons de très jeunes enfants stimulés principalement par les écrans, qui, à 3 ans, ne nous regardent pas quand on s'adresse à eux, ne communiquent pas, ne parlent pas, ne recherchent pas les autres, sont très agités ou très passifs.

La gravité de ces troubles nous conduit à réinterroger les éléments déjà exposés dans des articles précédents. Captés ou sans cesse interrompus par les écrans, parents et bébé ne peuvent plus assez se regarder et construire leur relation. Les explorations du bébé avec les objets qui l'entourent, soutenues par les parents, sont bloquées ou perturbées, ce qui empêche le cerveau de l'enfant de se développer de façon normale.

Ces deux mécanismes – captation de l'attention involontaire et temps volé aux activités exploratoires – expliquent à eux seuls les retards de langage et de développement, présents chez des enfants en dehors de toute déficience neurologique. Mais comment comprendre les troubles plus graves que nous observons chez ces enfants présentant des symptômes très semblables aux troubles du spectre autistique (TSA) ? Des absences totales de langage à 4 ans, des troubles attentionnels prégnants : l'enfant ne réagit pas quand on l'appelle, n'est pas capable d'orienter son regard vers l'adulte ni de maintenir son regard orienté vers l'objet qu'on lui tend hormis le portable. Des troubles relationnels : l'enfant ne sait pas entrer en contact avec les autres. Au lieu de cela, il les tape, lèche, renifle… A ces désorganisations du comportement s'adjoignent parfois des stéréotypies gestuelles et, enfin, une intolérance marquée à la frustration surtout lorsqu'on enlève « son » écran à l'enfant.

Lorsque nous interrogeons les parents, nous découvrons trop souvent la place centrale des écrans dans la famille. L'enfant est en contact permanent avec les écrans : de façon directe ou indirecte, quand un écran est allumé dans la pièce où l'enfant se trouve, ou lorsque le parent regarde son portable mais ne regarde plus son enfant.

Que s'est-il passé qui conduise à un tableau si grave ? Une expérience cruciale en psychologie, celle du « Still Face » menée par le docteur Tronick en 1975 aux Etats-Unis, peut nous aider. Des bébés d'environ 1 an communiquent avec leur parent (échanges de sourire, pointage, babillage mélodieux…). Puis on demande au parent de se détourner de l'enfant et de revenir vers son enfant en lui présentant un visage sans expression émotionnelle pendant deux minutes. D'abord le bébé tente de relancer son parent avec des sourires orientés, des babillages modulés, un pointage pour partager une émotion. Sans réponse du parent, le bébé cherche à s'éloigner, à fuir ce qui est source de stress. Enfin il se désorganise : il émet des sons stridents, se jette en arrière, perd le contrôle de ses gestes. Il éprouve un état de stress intense. En prolongeant l'expérience, on verrait très probablement le bébé se replier sur des gestes d'autostimulation, adopter un regard errant et ne plus répondre aux sollicitations humaines, trop stressantes car irrégulières.

L'ENFANT EST EN CONTACT PERMANENT AVEC LES ÉCRANS DE FAÇON DIRECTE, OU INDIRECTE LORSQUE LE PARENT REGARDE SON PORTABLE MAIS NE REGARDE PLUS SON ENFANT

Nous faisons l'hypothèse que des enfants de moins de 4 ans, présentant des symptômes proches des TSA, vivent depuis leur naissance des expériences de « Still Face » répétées par manque de stimulation et d'échanges humains suffisamment continus. Un bébé pour lequel ne s'est pas constitué l'accordage primaire avec son parent, grâce auquel se synchronisent les regards, la voix et les gestes, ne peut se développer de façon normale. Il ne peut accéder à une conscience de soi et développer un langage humain de communication et d'échange avec l'adulte. Lorsque nous demandons aux parents de retirer les écrans, nous observons des redémarrages : davantage de regards adressés, un temps d'attention prolongé, des échanges de sourires, un besoin de jouer, davantage de curiosité, un développement du langage.

La surexposition aux écrans est pour nous une des causes de retard grave de développement sur laquelle nous pouvons agir de façon efficace.

Ces symptômes ont un coût pour la société qu'il est urgent d'évaluer. Aujourd'hui, ces enfants sont adressés systématiquement pour un bilan hospitalier puis pour une prise en charge multidisciplinaire et entrent dans le champ du handicap.

La première intention de tout professionnel de l'enfance devrait être de poser la question de l'exposition aux écrans.

Ce problème doit être un enjeu de santé publique. ■

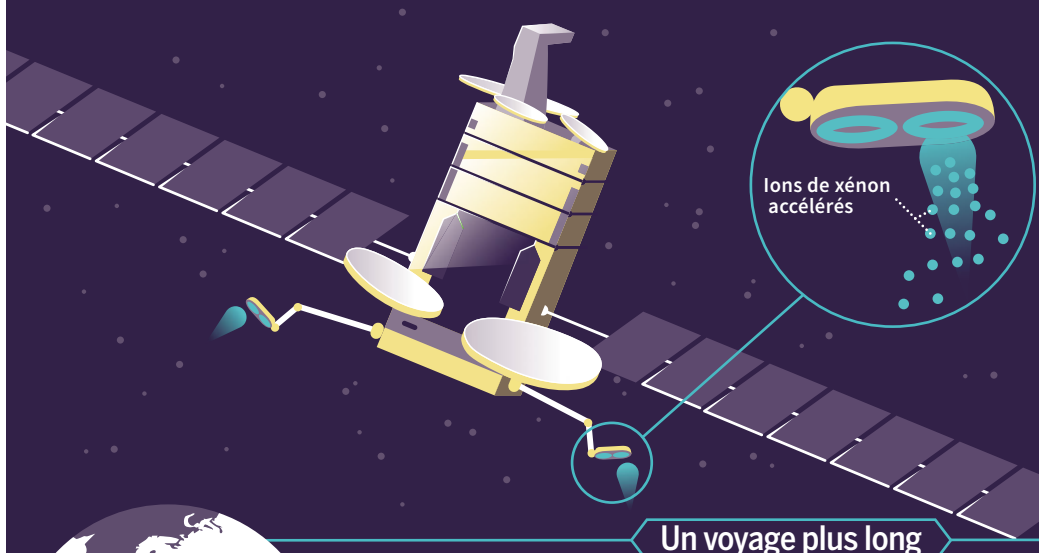
¶
Retrouvez la liste complète des signataires sur Lemonde.fr

Le supplément « Science & Médecine » publie chaque semaine une tribune libre. Si vous souhaitez soumettre un texte, prière de l'adresser à sciences@lemonde.fr

UN SATELLITE À PROPULSION ÉLECTRIQUE

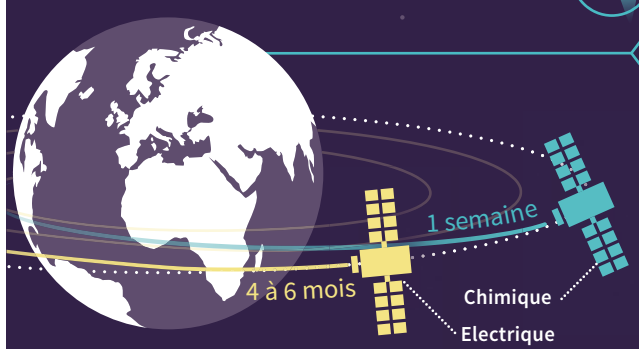
Des propulseurs à plasma orientables

Le satellite dispose de deux bras articulés au bout desquels se trouvent à chaque fois deux moteurs à plasma de nouvelle génération, des propulseurs dits « à effet Hall ». Ils sont orientés pour permettre la meilleure poussée. Celle-ci est provoquée par l'éjection de xénon ionisé, un gaz fortement accéléré (plusieurs dizaines de km/s) lors de son passage entre deux grilles chargées électriquement.



Un voyage plus long

Le trajet vers l'orbite géostationnaire à 36 000 km dure de quatre à six mois au lieu d'une semaine pour la propulsion chimique. Basée sur des plates-formes Eurostar E 3000 et Eurostar Neo, cette nouvelle classe de satellites utilise l'énergie produite par les panneaux solaires et accumulée dans des batteries au lithium. Celles-ci servent quand les panneaux sont dans l'ombre, c'est-à-dire 20 % du temps.



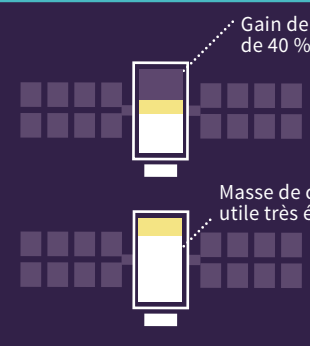
Des coûts moins élevés

La propulsion électrique permet d'économiser 40 % du poids au lancement.
Si l'investissement est supérieur de quelques millions d'euros par rapport à la technologie traditionnelle, ce surcoût est compensé par une réduction plus importante du prix de lancement. Les opérateurs peuvent aussi utiliser la masse dévolue jusqu'ici à la propulsion chimique pour augmenter la charge utile.

Propulsion chimique
Propulsion électrique
Masse sèche, charge utile incluse

TOUT-CHIMIQUE

TOUT-ÉLECTRIQUE



SOURCE : AIRBUS DEFENCE AND SPACE
INFOGRAPHIE : VICTORIA DENYS

Une fusée Ariane-5 emportera, jeudi 1er juin, Eutelsat 172B, un satellite de télécommunications de 3,5 tonnes dont la charge utile a une puissance de 12 kilowatts. Commandé par l'opérateur français Eutelsat, numéro trois mondial, il permettra au japonais Panasonic de fournir Internet en vol aux passagers sur les routes aériennes au-dessus du Pacifique. Fabriqué par Airbus Defence and Space, ce satellite a pour particularité d'être tout électrique. Depuis le début des années 2000, cette technique est utilisée pour le maintien à poste du satellite. La nouveauté réside dans l'utilisation de l'électricité, qui se substitue au carburant chimique pour l'acheminer vers sa position définitive géostationnaire (36 000 km d'altitude), une fois séparé de la fusée, à quelques centaines de kilomètres de la Terre. ■

DOMINIQUE GALLOIS

Elena Aprile, la chasseuse de matière noire

PORTRAIT - Il y a quinze ans, la physicienne italo-américaine a imaginé un système de détection de la mystérieuse particule. Encore bredouille, elle ne perd pas espoir de la débusquer

La traque de la matière noire est une activité à haut risque. Songez plutôt : des dizaines de scientifiques, des millions d'euros, des années de quête d'une particule dont vous ignorez tout – le poids, la taille, l'énergie, la nature exacte des interactions avec le reste du monde –, sans même disposer de la certitude que la bestiole existe vraiment. Depuis vingt ans, nombre d'impétrants ont lâché l'affaire, découragés par les échecs à répétition. Pas Elena Aprile.

Vendredi 19 mai, la porte-parole de la collaboration internationale Xenon1T a annoncé que son détecteur avait à son tour fait chou blanc. Après un gros mois d'enregistrement, l'installation hypersensible enfouie sous 1 kilomètre de roche, au Gran Sasso, dans les Abruzzes (Italie), n'est pas parvenue à détecter le passage de la mystérieuse particule. Décourageant ? *« Au contraire*, assure la physicienne italo-américaine, dans son bureau de l'université Columbia, à New York. *C'est de plus en plus excitant. Nous n'avons jamais été si proches. »*

Proche de ce qui représenterait assurément un événement majeur de l'histoire de la physique. Depuis quarante ans, les astrophysiciens savent que quelque chose cloche dans la compréhension des mouvements des étoiles et des galaxies. L'observation ne colle pas avec la théorie – à savoir les équations de Newton et Einstein. Pas un petit décalage, ce grain de sable qu'il suffirait d'extraire pour que tout rentre dans l'ordre. Non : pour faire à nouveau tout coïncider, les théoriciens ont calculé qu'à côté de la matière habituelle – celle qui compose tout ce que nous touchons, respirons, regardons – il en existe une autre, et que cette autre représenterait 83 % de la masse de l'Univers. Elle aurait permis la formation du cosmos tel qu'il apparaît aujourd'hui. Sa force gravitationnelle ferait tenir ensemble galaxies et amas de galaxies. En revanche, ses particules n'interagiraient pas avec les autres particules, ne produisant donc pas ces fameux photons sans lesquels nous restons désespérément aveugles.

Elena Aprile, professeure à l'université Columbia (New York), en 2016.
TANIA/A3/CONTRASTO-REA

L'un des graals de la physique moderne

Pas, ou plutôt presque pas. Et ce « presque » est devenu l'un des graals de la physique moderne. L'objectif unique d'Elena Aprile. En 2002, la physicienne a imaginé un dispositif permettant de détecter la collision d'une particule de matière noire avec un atome de xenon. Elle l'a installé dans le laboratoire du Gran Sasso, pour le protéger des rayons cosmiques. Elle a évacué le « bruit de fond » constitué par la radioactivité intrinsèque de tous les éléments présents et a perfectionné la sensibilité des capteurs. Elle a surtout considérablement agrandi la machine, passant de 10 kilos à 1 tonne du précieux liquide. En vain, jusqu'ici. *« Evidemment, nous aimerions trouver. Avoir consacré sa vie à chercher une particule qui se dérobe n'est pas toujours facile… Mais les échecs sont chaque fois plus intéressants car ils réduisent l'espace possible. Simplement, il faut être fort, physiquement et mentalement. Têtu. Soucieux du détail. Et aimer la compétition. »*

L'esquisse d'un portrait-robot. A l'entendre, l'entêtement serait même son *« principal défaut »*. *« J'ai appris à écouter un peu les autres. Mais je reste terriblement exigeante. Trop, sans doute. »* Explication de son collègue Christian Weinheimer, de l'université de Münster (Allemagne), membre de la collaboration depuis 2009 : *« Elle travaille exceptionnellement dur et ne demande rien qu'elle ne soit prête à s'infliger à elle-même. »* Malade du contrôle ? *« Absolument. Je suis une* control freak*, et là, ça ne s'arrange pas avec l'âge. Je n'arrive pas à être juste manageur. J'ai besoin de participer à tout. Et si ces 135 personnes fonctionnent aussi bien ensemble, ce n'est pas parce que je suis un grand manageur mais parce que je mets les mains dans la glaise avec elles. »*

La compétition, enfin. Presque une seconde nature. *« Il y a les leaders et les suiveurs,* analyse-t-elle. *Moi je n'ai jamais pu suivre personne. Et je ne supporte pas d'être la deuxième. A l'école déjà, je devais toujours être la première. Je ne savais pas encore ce que j'allais faire de ma vie mais je savais deux choses : ça devait être grand et, pour ça, je devais quitter Marigliano. »* Dans la petite ville des environs de Naples, la jeune fille excelle dans les matières scientifiques. Elle se rêve ingénieur. Le père entrepreneur met son veto. Un métier d'homme. Ce sera donc la physique et, rapidement, l'exil. Naples, d'abord. Puis le CERN, à Genève, pour un stage d'été. *« J'avais 23 ans, j'ai pris le train, je ne suis jamais rentrée. »* Elle y rencontre Carlo Rubbia, pas encore nobélisé, mais déjà charismatique. *« Je l'ai suivi à Harvard, et puis j'ai obtenu un poste de professeur assistant à Columbia en 1986. »* Il y a trois ans, elle a bien failli quitter l'université new-yorkaise. *« On me faisait une proposition que je ne pouvais pas refuser. Je l'ai dit à la direction. Ils ont augmenté mon salaire et surtout refait tout le labo. »*

Un écrin de verre qu'elle quitte régulièrement pour aller griller une cigarette au pied du bâtiment de physique. Car là-haut, au 10e étage, tout n'est qu'ordre et beauté. Xenon 10, le premier-né de ses détecteurs, conçu en 2002, voisine avec une petite centrale de refroidissement du précieux gaz. Le soleil fait briller le métal. Dans la salle de réunion, une superbe table en verre rouge, des sièges design rouges et un distributeur de bonbons… rouges. Elena Aprile en engloutit une poignée et entre dans son bureau. Là, c'est au mur qu'il faut regarder. Les reproductions japonaises, témoignages de deux années passées auprès de Tadayoshi Doke, son *« deuxième mentor »*. Et le portrait de son idole, *« Mme Curie »*. *« Sa vie, son œuvre, tout est incroyable. Et le Nobel, évidemment. Vous vous rendez compte, depuis la création du prix, en 1901, il y a eu deux femmes lauréates en physique. Vera Rubin* [théoricienne de la matière noire] *aurait pu l'avoir, mais elle est morte en décembre. C'est honteux. »*

Cette honte, elle a bien l'intention de la réparer. Lorsque nous l'avions rencontrée une première fois, l'an passé, au Gran Sasso, la récompense suprême lui servait de leitmotiv. Un collaborateur semblait douter ? *« Tu ne veux pas aller à Stockholm ? »,* se moquait-elle. L'évocation de sa rivale, Rita Bernabei, qui à la tête de l'équipe DAMA prétendit un temps avoir mis en évidence la particule ? *« Au mieux, on l'amènera avec nous en Suède. »* Sauf qu'entretemps Elena Aprile et sa bande ont prouvé que le signal alors enregistré ne pouvait provenir de la matière noire. Un de moins.

Monde « impitoyable »

Dans ce monde qu'elle décrit elle-même comme *« impitoyable »*, Donna Aprile n'entend rien lâcher. Elle connaît trop ses adversaires pour les sous-estimer. Le projet américain LUX – devenu LZ –, installé dans une mine du Dakota du Sud, est né d'une scission de Xenon, en 2006. *« Ils voulaient planter la bannière étoilée sur le détecteur, moi ce n'était pas ma priorité »,* résume-t-elle. Quant à Panda X, le rival chinois, il s'est tranquillement servi dans son contingent d'étudiants chinois. *« Ils ont aussi recruté mon ex-mari*, ajoute-t-elle en souriant. *Au moins, les choses sont claires. »*

On imagine l'ambiance… *« Elle dirige la collaboration comme une mamma italienne tient sa famille*, explique Dominique Thers, dont le labo nantais Subatech (IMT Atlantique-CNRS-université de Nantes) a rejoint le clan en 2009. *Avec une générosité exceptionnelle. Et une autorité… certaine. Elle peut traverser le monde pour assister à la soutenance de thèse d'un étudiant qu'elle apprécie. Si elle s'implique, c'est sans limites. Sinon, elle peut aussi être parfaitement désagréable. »*

Ce samedi 6 mai, elle ne nous a présenté que son visage le plus accueillant. Disponible, précise, franche. Joyeuse. Tout juste a-t-elle admis qu'à 63 ans, et même si elle se sentait *« nettement plus jeune »*, le temps commençait à presser. *« Si dans cinq ans nous n'avons toujours pas trouvé, je passerai à autre chose. »* La matière noire pourrait donc ne pas exister ? Elle s'est redressée, faisant osciller la croix pendue à son cou. *« Pour l'instant, il n'y a que Dieu qui pourrait nous le dire… S'il existe. »* ■

NATHANIEL HERZBERG

VIE DES LABOS

Ne pas publier !

Publish or perish. Publier ou périr. Dans le monde de la recherche, la formule résume la terrible pression qui pèse sur les scientifiques. Faute de présence régulière dans les revues spécialisées, pas de crédits et peu d'avancement. Presque la mort professionnelle. Deux biologistes australiens, spécialistes des espèces menacées, invitent pourtant à revoir la formule. Dans le journal *Science,* ils appellent leurs collègues à bien réfléchir avant de rendre publics certains détails de leurs travaux. En résumé : ne pas publier pour ne pas faire périr les plus fragiles.

David Lindenmayer et Ben Scheele, de l'Université nationale australienne de Canberra, n'ignorent pas qu'ils prennent à rebours un principe cardinal de la science. Depuis près de quatre siècles, la publicité des découvertes tient lieu de pierre angulaire à la construction de la vérité et à sa diffusion. Sans transparence, pas de vérification possible, ni de partage des connaissances. Les nouveaux moyens de communication ont rendu les informations plus accessibles que jamais, *« avec de nombreux avantages, comme l'amélioration de la répétabilité des travaux et l'augmentation des collaborations »*, écrivent les deux chercheurs. *« Mais cette accessibilité crée aussi des problèmes majeurs pour la conservation des espèces en danger »*, ajoutent-ils. En clair : *« Des informations censées aider la protection des espèces nourrissent en réalité des actions illégales qui nuisent à la diversité. »*

Une aide involontaire aux trafiquants

Des scientifiques rabatteurs pour les braconniers ? Pas volontairement, bien sûr. Mais, en publiant les données géographiques et les descriptions précises des lieux d'habitation des espèces rares, les chercheurs mâchent le travail des trafiquants. Selon Lindenmayer et Scheele, plus de vingt espèces de reptiles, à peine décrites, sont devenues les cibles des trafiquants. Découvert en 1999 dans le sud-est de la Chine, le gecko cavernicole chinois (*Goniurosaurus luii*) coule des jours heureux sur le Web. Des élevages en proposent l'achat pour 100 euros pièce. Mais l'espèce a pratiquement disparu de la vie sauvage.

La tortue indonésienne *Chelodina mccordi* a subi le même sort. Découverte en 1994 sur la petite île de Roti, elle a, avec son long cou, vite séduit les collectionneurs. Et, à près de 1 000 euros pièce, attiré les braconniers, en quête d'un nouveau filon. Aujourd'hui, l'animal est classé par l'Union internationale pour la conservation de la nature comme en *« danger critique »*, le dernier stade avant l'extinction.

Les trafiquants ne constituent pas les seules menaces. Les amoureux de la nature en représentent une autre. Lindenmayer et Scheele regrettent encore les minutieuses descriptions qu'ils ont réalisées d'un lézard à l'apparence de long ver rose baptisé *Aprasia parapulchella. « Le résultat d'un long travail avec des fermiers privés, qui nous laissaient entrer sur leurs terres,* raconte David Lindenmayer. *A peine notre étude publiée dans* L'Atlas de la Nouvelle-Galles du Sud, *des amateurs ont voulu aller les voir, violant les propriétés privées, abîmant les habitats, détruisant les relations que nous avions patiemment nouées avec les fermiers. »*

Pour les chercheurs australiens, une seule solution : l'autocensure. Une conclusion à laquelle certains naturalistes étaient déjà arrivés. A Hongkong, Jian-Huan Yang a ainsi renoncé, en 2015, à préciser la localisation de la nouvelle espèce de lézard qu'il venait de découvrir, échaudé par deux précédentes campagnes dont avaient largement profité les braconniers. Lindenmayer et Scheele proposent de systématiser la pratique, avec un principe simple : quand l'espèce présente une valeur économique importante, le secret doit s'imposer ; quand le risque de commercialisation apparaît faible, la transparence doit rester la règle.

Certaines revues, comme *Zootaxa* ou *PloS One*, ont déjà mis en œuvre cette recommandation. Pour celles qui hésiteraient encore, les deux scientifiques australiens rappellent l'exemple de l'archéologie et de la paléontologie. Pour lutter contre les pilleurs d'objets d'art, les chercheurs de ces disciplines restent discrets. Publier sans trop écrire : voilà qui pourrait mettre tout le monde d'accord. ■

N. H.