

CARTE  
BLANCHEParadoxe  
arithmétique  
politique

Par ÉTIENNE GHYS

**L**a politique, c'est pas des mathématiques», déclarait un candidat à la primaire de la droite. A l'évidence, il n'avait pas lu l'article « Arithmétique politique » publié par Diderot dans l'*Encyclopédie*, ni son supplément écrit par Condorcet.

Quand des candidats se présentent à une élection, comment choisir « le meilleur », celui que le peuple préfère ? Condorcet propose une méthode. Un candidat est déclaré gagnant si, comparé tour à tour à tous les autres candidats, il obtient toujours la majorité des voix. Si on applique ce critère à l'élection présidentielle de 2012, c'était François Bayrou le gagnant. Les commentateurs politiques affirment en effet qu'il aurait gagné tous les duels l'opposant aux autres candidats. Il a pourtant été classé en cinquième position au premier tour.

Nous sommes habitués au scrutin uninominal à deux tours, mais il n'est pas clair que ce soit le plus satisfaisant. Condorcet met en évidence un grand nombre de paradoxes. Voici le plus simple. Considérons trois candidats, que nous appellerons A, B, C. Supposons le corps électoral constitué de 60 électeurs. On suppose que 23 électeurs préfèrent A à C et C à B, ce que je note  $A > C > B$ . On suppose que l'opinion  $B > C > A$  est partagée par 19 électeurs,  $C > B > A$  par 16, et  $C > A > B$  par 2. Au scrutin uninominal à un tour, c'est A qui gagne avec 23 voix (alors que B et C ont 19 et 18 voix). Au scrutin à deux tours, c'est B qui gagne. Enfin, C est le gagnant au sens de Condorcet.

## Perte de sens

C'est un peu ennuyeux et on comprend que la question de savoir qui est le préféré du peuple perd son sens. Il n'est pas exclu que cela se soit présenté à l'élection présidentielle de 1974 où Giscard d'Estaing a été élu au second tour, alors qu'il était en deuxième position au premier. Dans un autre type de paradoxe, il peut se faire qu'une majorité des électeurs pense que A est meilleur que B, qu'une (autre) majorité pense que B est meilleur que C, et enfin qu'une majorité pense que C est meilleur que A. Le serpent se mord la queue, chacun des candidats est battu par un autre.

Existe-t-il une autre méthode qui éviterait ces paradoxes ? Hélas, en 1951, Kenneth Arrow démontrait un théorème selon lequel aucune méthode électorale ne peut être complètement satisfaisante. Il recevra le prix Nobel d'économie en 1972. Son livre *Social Choice and Individual Values* va bien au-delà d'une réflexion sur les élections. Comme le titre l'indique, il s'agit de comprendre comment des opinions individuelles peuvent s'agréger pour constituer une opinion collective. Le théorème d'Arrow affirme qu'il n'y a pas de solution miracle, ce qui ne surprendra pas mes lecteurs de bon sens. Il faut alors chercher des méthodes qui sont moins mauvaises que les autres. Beaucoup de solutions ont été proposées.

Voici une version légèrement modifiée d'une méthode proposée par Borda en 1770. Chaque électeur attribue une note à chaque candidat, par exemple entre 0 et 20. Ensuite, on calcule la note totale obtenue par chaque candidat et le meilleur gagne. Beaucoup de calculs ? Peut-être, mais, à l'heure des ordinateurs, ça ne devrait pas poser de problèmes. A l'école de mon enfance, le maître ajoutait les notes obtenues par les élèves dans toutes les disciplines, avec des coefficients souvent mystérieux, pour déterminer un classement des élèves, du premier au dernier.

Les mathématiques peuvent nous faire comprendre que les classements sont souvent des illusions. Cela ne signifie pas pour autant qu'il ne faut jamais classer, mais qu'il faut avoir un regard critique sur ce que cela signifie. Bien sûr, la politique est loin de n'être que mathématique, mais, pour citer Condorcet : « *Même sous la Constitution la plus libre, un peuple ignorant est esclave.* » ■

Étienne Ghys est mathématicien, directeur de recherche (CNRS) à l'École normale supérieure de Lyon. etienne.ghys@ens-lyon.fr

## Autisme : il est urgent de changer de modèle

**TRIBUNE** - Face à l'augmentation des cas d'autisme, estimés à plus de 1 pour 100, et à la veille du quatrième plan national, la France doit s'engager vers une médecine fondée sur la science, alertent 25 médecins et chercheurs, dont Stanislas Dehaene, Yves Agid et Thomas Bourgeron

**D**epuis près de dix ans, la prise en charge médicale des personnes souffrant d'autisme a fait de remarquables progrès en France. Cette évolution reste cependant lente, freinée par de multiples résistances. A la veille du 4<sup>e</sup> plan Autisme, alors que la France a fait l'objet de plusieurs condamnations pour le retard de ses politiques publiques dans le champ de l'autisme, nous militons pour un effort accru de recherche et une meilleure diffusion des connaissances les plus récentes.

Nous, médecins, chercheurs ou professeurs d'université en psychiatrie, en neurologie, en neurosciences, en génétique, en physiologie, en psychologie, en immunologie ou en imagerie médicale, en appelons au choix résolu d'une médecine fondée sur les preuves, qui a permis de si grands progrès dans la prise en charge de nombre de maladies ou handicaps.

## Lecture refondée

Comme beaucoup, nous mettons, au quotidien, nos savoirs et nos expertises au service d'une meilleure compréhension de l'autisme afin de favoriser un diagnostic et une prise en charge les plus précoces possible.

Depuis plus de vingt ans, les avancées scientifiques ont apporté des éléments de compréhension offrant une lecture totalement refondée de l'autisme, montrant que les anomalies cognitives, sensorielles et comportementales étaient liées à des altérations du développement et du fonctionnement de réseaux neuronaux, survenant dans la plupart des cas in utero.

Dans le domaine de la génétique, ce sont des équipes de recherche françaises qui furent, en 2003, les premières à découvrir dans l'autisme des mutations de gènes impliqués dans la formation des synapses. Depuis, nombre de gènes de vulnérabilité à l'autisme impliqués dans le développement du cerveau ont été identifiés, permettant d'espérer une meilleure compréhension des mécanismes. En parallèle, l'interaction entre facteurs de vulnérabilité génétiques et environnementaux a été mise en évidence. Leur identification est un axe de recherche important, qu'il s'agisse de facteurs toxiques (métaux lourds, pesticides, perturbateurs endocriniens...), immunologiques (auto-immunité), infectieux ou de prise de médicaments (comme le valproate) pendant la grossesse.

Ces découvertes majeures placent clairement l'autisme dans le champ des troubles neurodéveloppementaux. Seule la connaissance de l'ensemble des facteurs impliqués et des mécanismes sous-jacents permettra de réduire l'incidence de la pathologie, d'améliorer sa prise en charge, aujourd'hui éducative et comportementale, et demain, peut-être, médicamenteuse.

En 2010, la Haute Autorité de santé (HAS) a proposé une définition de l'autisme conforme aux critères diagnostiques internationaux. Dans le prolongement, la HAS a publié en 2012 des recommandations de prise en charge d'enfants autistes fondées sur l'examen exhaustif des données scientifiques existantes. Préconisant le recours aux méthodes comportementales,

« SEULE  
LA CONNAISSANCE  
DE L'ENSEMBLE  
DES FACTEURS  
IMPLIQUÉS  
PERMETTRA  
DE RÉDUIRE  
L'INCIDENCE DE  
LA PATHOLOGIE ET  
D'AMÉLIORER SA  
PRISE EN CHARGE »

de développementales et neurofonctionnelles, le rapport écarté celles qui n'avaient pas fait l'objet de travaux suffisamment étayés, les considérant comme non consensuelles.

## Trop peu d'accompagnement

Néanmoins, la mise en place de ces recommandations émanant d'une autorité indépendante de santé reste, à ce jour encore, plus l'exception que la règle. Si les deuxième et troisième plans Autisme ont indéniablement contribué à la dissémination des approches recommandées (comportementales et éducatives), de trop nombreuses familles n'ont toujours pas accès à un accompagnement adapté (77 % des enfants autistes n'en bénéficient pas, selon le Collectif Autisme).

Face à l'augmentation du nombre de cas recensés d'autisme, estimé à

plus de 1 pour 100, le futur 4<sup>e</sup> plan Autisme doit être celui d'un véritable changement de modèle.

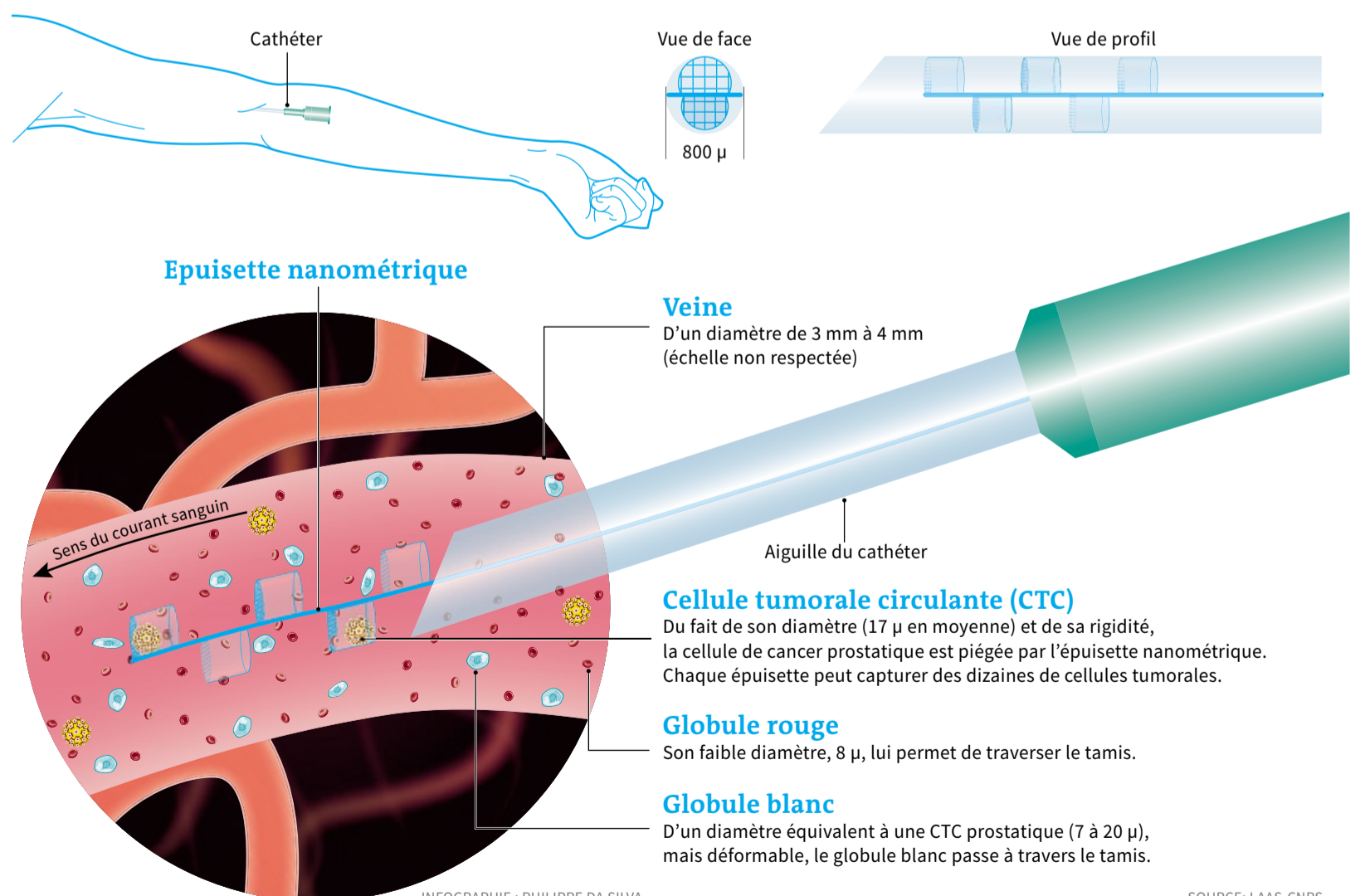
Voici nos propositions : définir et financer une politique ambitieuse de recherche fondamentale, clinique et translationnelle ; soutenir et développer des équipes spécialisées dans le diagnostic, la prise en charge et la recherche, aujourd'hui saturées de demandes ; faire respecter, partout sur le territoire, le droit à l'éducation des enfants (objet de plusieurs condamnations de la France, notamment par le Conseil de l'Europe) ; répondre aux besoins d'insertion professionnelle des adultes autistes par de la formation adaptée et un accompagnement personnalisé vers l'emploi ; refondre les programmes universitaires et les formations initiales des différentes professions de santé et de l'éducation impliquées dans l'accueil et l'accompagnement des personnes avec autisme ; veiller au respect des recommandations de la Haute Autorité de santé par l'ensemble des professionnels du secteur sanitaire et du secteur médico-social.

Il nous faut, à l'instar d'autres pays, aller plus loin dans la promotion d'une médecine fondée sur les preuves, la recherche et la science. Il est impératif également d'envisager l'autisme non plus comme une pathologie de l'enfant, mais comme un trouble neurodéveloppemental de la « vie entière ». ■

Liste complète des signataires sur [Lemonde.fr](http://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](mailto:sciences@lemonde.fr)

## UNE NANO-ÉPUISETTE POUR ATTRAPER LES CELLULES TUMORALES



INFOGRAPHIE : PHILIPPE DA SILVA

SOURCE: LAAS-CNRS

Faire le diagnostic d'un cancer et suivre son évolution par une simple prise de sang en recherchant des cellules tumorales circulantes (CTC). Cela reste un défi, en raison de la très faible concentration de CTC : une pour un milliard de

cellules normales. Les approches actuelles reposent sur un prélèvement sanguin, et une détection des CTC dans l'échantillon, par l'intermédiaire d'anticorps. L'équipe toulousaine d'Aline Cerf, au Laboratoire d'analyse et d'ar-

chitecture des systèmes (LAAS-CNRS), a breveté un système de capture des CTC dans le flux sanguin, grâce à une épaisseur nanométrique 3D. Un travail en collaboration avec l'Institut universitaire du cancer de Toulouse. Des essais

cliniques seront conduits pour suivre l'évolution de cancers de la prostate traités. Une start-up, Smartcatch, espère appliquer cette technologie à d'autres types de cancers. ■

SANDRINE CABUT