

BIENVENUE CHEZ LES TECHNO-PROPHÈTES

Arbres phosphorescents, imprimantes à ADN, corps "augmenté": c'est l'avenir que nous prépare la Singularity University, adoratrice du progrès "exponentiel"

DE NOTRE ENVOYÉE SPÉCIALE AUX ÉTATS-UNIS

Dans un loft lumineux de San Francisco, Austen Heinz nous prédit un avenir de science-fiction: « Dans vingt ou trente ans, n'importe quel gamin en Inde pourra devenir designer d'ADN. On assistera à la création de certaines de nouvelles formes de vie, comme à l'ère du cambrien », affirme d'un air blasé ce grand jeune homme qui n'a même pas atteint la trentaine. Heinz, fondateur de la start-up Cambrian Genomics, désigne son « imprimante laser » à ADN, capable de produire des séquences génétiques à la carte: « Notre machine est la première à savoir fabriquer des millions de brins d'ADN en simultané. » Avec quelle matière première? Austen ouvre une banale armoire en fer, d'où il sort des bidons de couleur « importés de Chine », contenant des nucléotides A, C, G, T, composants de base du génome.

Mais pourquoi diable imprimer de l'ADN? Pour remplacer un jour nos lampes ou réverbères par... des plantes et des arbres luminescents, espèrent les fondateurs de Glowing Plants. A quelques pâtés de maisons de là, cette micro-entreprise peaufine un gène de la phosphorescence – dérivé de celui

des lucioles – pour l'insérer dans des génomes de plantes. Plus créatif encore, un jeune scientifique israélien explorerait, selon Heinz, la possibilité de créer la nourriture pour animaux de l'avenir: « Vous commanderez vos croquettes pour que les crottes de Médor sentent la rose ou le lilas... »

“POULETOSAURE”

Pour l'heure, Cambrian Genomics n'est pas encore capable d'assembler un génome entier. Question de temps selon son fondateur: « Il deviendra possible d'inventer de nouvelles espèces animales, comme dans le jeu vidéo "Spore". » Heinz n'est pas le seul à en rêver: le chercheur Jack Horner, de l'université du Montana, conseiller scientifique du film « Jurassic Park », tente, lui, de créer un « pouletosaure », en faisant régresser génétiquement le volatile au stade de son ancêtre biologique, le dinosaure! Une autre start-up de la Silicon Valley, Modern Meadow (« Prairie moderne »), veut rendre l'élevage inutile, en produisant du cuir et de la viande... exclusivement à base de culture cellulaire. Après tout, le premier steak 100% synthétique, fabriqué pour 250 000 euros en



EXPONENTIEL

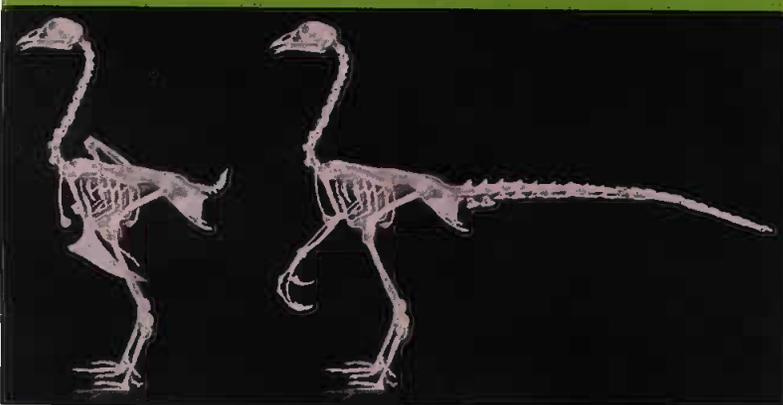
Pour visualiser la puissance du changement « exponentiel », **PETER DIAMANDIS** explique que **30 pas linéaires (1, 2, 3, 4, 5, 6...)** vous amènent à peu près **30 mètres plus loin**. Tandis que **30 pas « exponentiels » (1, 2, 4, 8, 16, 32...)** vous feraient parcourir **26 fois le tour de la planète!** Un phénomène exponentiel répond selon lui à six critères en « D »: il est numérique (*digital*), d'abord décevant (*deceptive*) parce qu'il commence petit, fortement perturbateur (*disruptive*), dématérialisé car immatériel ou miniature, bon marché voire gratuit (*demonetized*) et démocratisé puisqu'il touche des millions de personnes.

laboratoire à Maastricht, a bien été « dégusté » l'été dernier à Londres.

Pour ces pionniers de la biologie synthétique, l'ADN est un logiciel comme un autre: une information que l'on peut lire, copier ou améliorer sans tabou. Voire créer ex nihilo, comme l'a montré Craig Venter, qui a fait sensation en fabriquant en 2010 une bactérie artificielle, « la seule espèce sur la planète dont le parent est un ordinateur ». Cette nouvelle frontière scientifique fascine les étudiants en biotech du monde entier, qui s'affrontent lors de la Compétition internationale de Machines génétiquement modifiées (Igem) du MIT, pour concevoir de nouvelles « bestioles » capables de digérer les ordures ou cracher du pétrole...

Cambrian Genomics, Glowing Plants et Modern Meadow ne sont pas sûrs de réussir. Mais elles ont de puissants appuis: elles font partie de l'accélérateur de PME de la Singularity University, qui compte plus de vingt pépites dans la biotech, la robotique, l'énergie ou l'aérospatiale. Fondée début 2009 par Ray Kurzweil et Peter Diamandis, cette université très spéciale (elle ne délivre pas de diplômes) tient à la fois de la faculté, du think tank et de la pépinière d'entreprises. Elle a de prestigieux parrains: la Nasa, qui l'héberge à Moffett Field dans la Silicon Valley, mais aussi Google, Genentech, Nokia, Cisco ou Autodesk... Sa mission? « Eduquer, inspirer et aider les leaders qui mettent le développement exponentiel des technologies au service des grands défis de l'humanité. » C'est-à-dire la santé, l'eau, l'énergie, l'environnement, la nourriture, l'éducation, la sécurité et la pauvreté. Elle propose des programmes d'immersion pour jeunes surdoués et managers de grands groupes ainsi qu'une série de « conférences exponentielles » (voir ci-contre) sur l'avenir de la médecine (FutureMed).

Un laboratoire du Montana veut faire « régesser » le poulet en dinosaure.



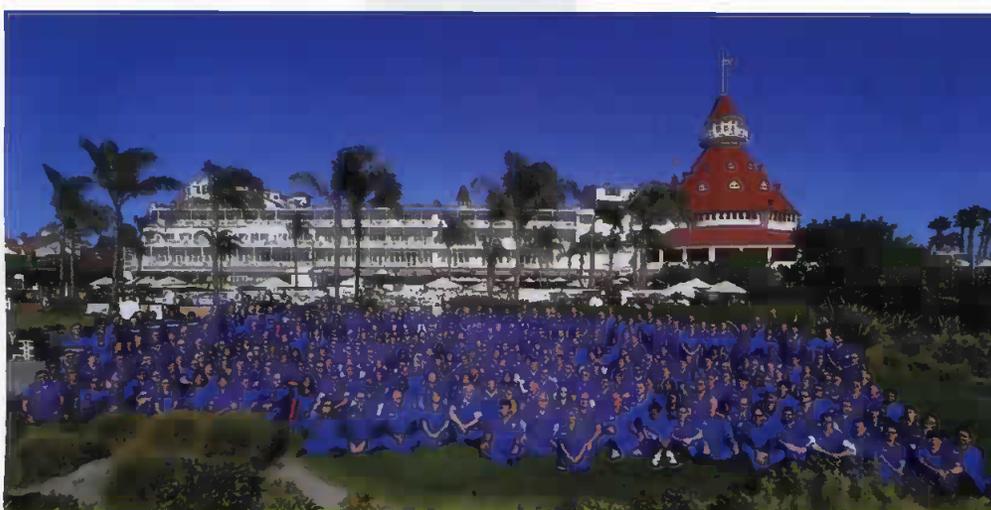


Photo de groupe de la conférence FutureMed, de la Singularity University, devant l'hôtel Del Coronado de San Diego en novembre 2013.

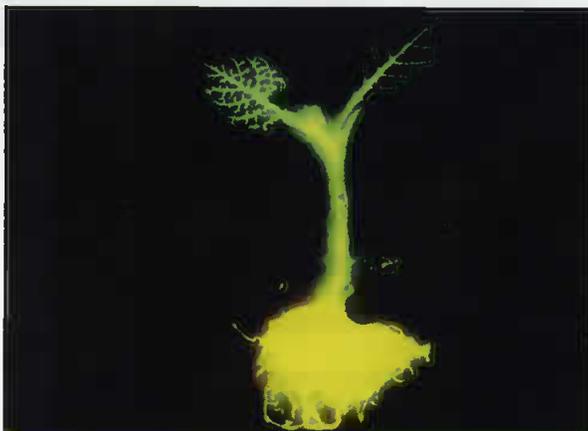
CHIMPANZÉS DU FUTUR

Pourquoi « singularité » ? Popularisé par le best-seller de Ray Kurzweil (1), ce terme définit le moment – vers 2045 – où la machine deviendrait plus intelligente que l'homme. Inventeur de génie (on lui doit les premiers logiciels de reconnaissance vocale), Kurzweil est ainsi devenu l'une des figures de proue du transhumanisme, philosophie qui prône l'usage des technologies pour améliorer l'humain. Physiquement et mentalement « augmenté », l'homme échapperait à la souffrance, à la maladie, au vieillissement. Bref, à sa condition de « viande » mortelle. Un espoir partagé par Larry Page, qui vient de créer chez Google la filiale Calico, pour... vaincre la mort. Les transhumanistes les plus radicaux forment une sorte de secte : « *Ceux qui décideront de rester humains et refuseront de s'améliorer auront un sérieux handicap. Ils constitueront une sous-espèce et formeront les chimpanzés du futur* », a un jour affirmé le cybernéticien britannique Kevin Warwick. Glaçant !

Les animateurs de la Singularity University ne se réclament pas tous de cette philosophie. « *Notre objectif n'est ni la singularité, ni le transhumanisme. Si j'avais à rebaptiser l'institution, je l'appellerais l'université de l'Abondance ou de l'Exponentiel* », confie le physicien Peter Diamandis, à l'origine de la Fondation XPrize et de l'International Space University. Sa vision de l'avenir n'en est pas moins techno-utopiste : « *Le monde était local et linéaire, il devient global et exponentiel.* » Il aime citer en (contre-)exemple l'histoire de

Kodak. En 1996, le roi de la photographie était une multinationale de 140 000 personnes pesant 28 milliards de dollars ; en 2012, Kodak est en faillite, et l'application de prise de vues Instagram, 13 employés, est rachetée 1 milliard de dollars par Facebook. Peter Diamandis prédit ainsi de nouveaux « *moments Kodak* » à l'éducation, la médecine... et la quasi-totalité des industries existantes.

Mais, paradoxalement, il voit dans ce tsunami technologique un motif d'espoir car, selon son credo libéral, « *les problèmes les plus gigantesques de l'humanité sont aussi les plus grosses opportunités...* » D'où un appel collectif à la jeunesse du globe : « *Si vous voulez devenir milliardaires, résolvez les problèmes d'un milliard d'êtres humains.* » Il explique ainsi dans son livre



La plante phosphorescente, mise au point par Glowing Plants à San Francisco.

« Abondance. Le futur est meilleur que ce que vous croyez » (Free Press) que la planète sera sauvée grâce à la créativité des 3 milliards de cerveaux supplémentaires connectés à internet d'ici à 2020.

Mais quid des problèmes éthiques ? Et à quoi ressemblerait une société où même les profs, les avocats ou les managers seraient remplacés par des « systèmes experts » ? « *Je ne suis pas naïf : la route vers l'abondance ne sera pas un chemin pavé de roses*, répond Diamandis. *Mais nous pouvons collectivement inventer un "techno-socialisme" qui pourvoie aux besoins de base de l'humanité. Ainsi, on n'aura pas des nantis et des démunis... mais des nantis et des super-nantis!* » Amen.

«3D ME BABY!»

En ce radieux dimanche 3 novembre, Diamandis est venu évangéliser la conférence FutureMed de sa Singularity University, à l'hôtel Del Coronado de San Diego. Sur scène, les orateurs – parfois chaussés de Google Glass – parlent autodiagnostic, communautés de patients, médecine régénératrice, chirurgie robotique, cortex artificiel... Ils irradient une foi inébranlable dans les « innovations de rupture » censées accoucher de la médecine idéale de demain. FutureMed est un vrai hymne au Progrès, avec ses rites d'appartenance comme la photo de groupe (*voir ci-dessus*) en combinaison de médecin hospitalier ou la chanson « crowd-sourcée » sur place, « 3D me Baby: Going Exponential ».

Même s'ils ne partagent pas tous l'optimisme des conférenciers, les 330 participants sont venus découvrir les produits et logiciels de cette technomédecine qui touche déjà leur quotidien. Un exemple ? La société Scanadu, qui fait partie de la pépinière de la Singularity University, commercialisera dans quelques mois le « thermomètre » du futur, baptisé Scout. Posé sur votre front, cet appareil sans fil capte en dix secondes vos constantes vitales. Température, fréquence cardiaque, pression sanguine et niveau de stress s'affichent alors sur votre smartphone, transmissibles d'un clic à votre médecin. « *Contrôlez votre corps aussi souvent que vous relevez vos e-mails!* » proclame la vidéo publicitaire. Ça promet...

DOMINIQUE NORA

(1) « Humanité 2.0. La bible du changement », M21 Editions, 2007.

LA FABRIQUE DES GÉNIES

L'empire du Milieu a l'ambition de devenir une grande puissance biotechnologique. Et son fleuron, le Beijing Genomics Institute, veut séquençer l'ADN des surdoués...

DE NOTRE CORRESPONDANTE À PÉKIN

A 17 ans, Zhao Bowen, qui s'ennuie en classe, prend une décision audacieuse. Dans un pays voué au culte éperdu des diplômes, il arrête l'école et renonce à passer l'examen d'entrée à l'université. « *Tout ça pour apprendre des trucs qu'on trouve de toute façon dans les livres ou sur internet? J'avais mieux à faire* », explique-t-il en riant. Depuis l'âge de 15 ans, dès qu'il avait une minute, Bowen filait rejoindre une équipe de scientifiques qui séquençaient le génome du concombre. « *La génétique, ça, c'est fascinant!* » L'été précédent, il avait fait un stage chez les généticiens du Beijing Genomics Institute (BGI), le plus gros institut de biotechnologie au monde. Eux non plus ne croyaient pas aux diplômes. Dès qu'ils repéraient un jeune surdoué, ils lui offraient ce qu'aucune université ne peut proposer : un travail dans un labo ultra-équipé sur un sujet à la pointe de la recherche. Le petit passionné de génétique ne pouvait manquer de leur taper dans l'œil.

Bowen a aujourd'hui 21 ans. Avec ses lunettes sages, ses jeans, et sa curiosité, il ressemble aux jeunes Chinois de son âge. Mais sa carte de visite porte la mention « *Directeur du centre de génomique cognitive* » - un labo doté d'un budget de plusieurs millions de dollars. La mission de Bowen : séquençer le génome de petits prodiges dans son genre, afin de trouver les racines génétiques du génie. Voici quatre ans qu'il s'y emploie à la tête d'une équipe de plusieurs centaines de jeunes chercheurs. « *Les études sur les jumeaux et les enfants adoptés laissent penser qu'au moins 50% de la variation du QI est due à la génétique*, affirme-t-il. *Mais quels gènes, dans quel coin du génome? On ne sait pas. Nous, nous allons trouver les gènes liés à l'intelligence.* »

Il n'ignore pas l'ampleur du défi. Une étude néerlandaise récente, portant sur



Zhao Bowen dirige le Beijing Genomics Institute le centre de « génomique cognitive ».

le niveau de réussite académique, a dû éplucher pas moins de 125 000 génomes pour trouver à peine trois variants associés. Quiconque s'intéresse à la génétique du QI doit étudier les mutations susceptibles d'affecter une dizaine de milliers de segments du génome. Pour en localiser un seul, l'analyse doit porter sur un nombre faramineux d'individus. Peut-être un million.

Grâce à la collaboration de deux chercheurs l'un britannique, l'autre américain, l'équipe de Bowen a obtenu l'ADN de 2 500 purs génies au QI de 160 et plus. Pour comparaison, le QI moyen est de 100, celui des lauréats du prix Nobel

de 145. Le séquençage serait très avancé. « *Personne d'autre ne dispose d'un tel échantillon, et personne n'a jamais fait un tel travail* », affirme Steve Hsu, le physicien américain qui collabore au projet. Bowen garde les pieds sur terre : « *Il nous reste à comparer ces génomes hors du commun avec un groupe témoin de personnes choisies au hasard. Nous sommes sûrs qu'avec assez de matière nous trouverons au moins une partie des gènes qui agissent sur le QI.* »

Wang Jian, le patron du BGI, est convaincu que cette recherche débouchera rapidement sur un test génétique. Il permettra aux couples qui ont recours

LE BGI, GRANDE PUISSANCE BIOTECH



Dans le
la oratoire
BGI de
Shenzhen.

à la fécondation in vitro de sélectionner les embryons les plus « intelligents » ! Sur le long terme, le niveau de QI de la population générale s'en trouverait amélioré.

En Chine, où les débats éthiques sont rares, ces propos ne déclenchent aucune polémique. Mais la réaction très vive de certains médias étrangers a servi de leçon. En attendant la publication des résultats, BGI évite désormais de communiquer sur le sujet. Bowen, lui, continue de parler librement à la presse. Car plusieurs disciplines, la psychologie, l'anatomie, ou les neurosciences se sont déjà penchées sur l'intelligence. *« Aujourd'hui, nous avons un outil formidable qui peut faire faire un bond à nos connaissances. Et il faudrait ne pas s'en servir? »,* s'étonne Bowen.

Le génome, plaide-t-il avec chaleur, est bien plus qu'un dépôt de traits hérédités. C'est un système opérationnel qui contrôle le fonctionnement de nos cellules, de notre cerveau et de tout notre organisme. *« Comprendre le génie n'est qu'un point de départ. Le but, c'est d'arriver à comprendre notre fonctionnement "normal", à trouver notre "code-source". Nous pourrions alors mieux comprendre des dysfonctionnements comme l'autisme ou la schizophrénie. »*

Une promesse à laquelle croit la prestigieuse « MIT Technology Review ». Dans le passé, cette revue qui observe l'univers bouillonnant des technologies de l'information a déjà distingué parmi ses *« jeunes pionniers des technologies susceptibles de transformer le monde »* de futurs poids lourds comme les créateurs de Google ou de Facebook. Elle vient de décerner le même honneur à Zhao Bowen.

URSULA GAUTHIER

Numéro un mondial de la génomique, le BGI (Beijing Genomics Institute) a déjà séquencé une foule de génomes : ceux du poulet, du ver à soie, du panda, du palmier-dattier, de plusieurs espèces de riz, du coronavirus du sras, d'un homme qui vivait au Groenland il y a quatre mille ans, etc. En 2013, elle a décodé 50 000 génomes humains, soit un toutes les dix minutes. Une prouesse. Avec ses 5 000 employés (23 ans d'âge moyen), et sa formidable armada de 156 séquenceurs (50% de la capacité mondiale), BGI produit la moitié des données génétiques mondiales ! Le séquençage d'un génome ne coûte plus que 3 ou 4 milliers de dollars, et BGI compte diviser ce chiffre par dix. En ligne de mire, une foule d'avancées, dont la « génomique personnalisée », qui permettra d'offrir des soins adaptés au cas de chaque patient.

Fondée en 1999 par de jeunes scientifiques chinois formés aux Etats-Unis, BGI est une société privée qui se dit orientée vers la recherche, et non vers le profit. Pour les mauvaises langues, elle est le Foxconn de la biologie, une gigantesque usine de séquençage au kilomètre au service de commanditaires du monde entier : labos de recherche, groupes pharmaceutiques, hôpitaux... Comme tant d'entreprises « stratégiques », elle bénéficie des largesses de l'Etat qui lui a prêté 1,5 milliard de dollars.

Les dirigeants du BGI insistent au contraire sur leur indépendance. C'est

pour desserrer le contrôle du pouvoir que la start-up aurait choisi de quitter la capitale pour s'installer à Shenzhen, à un jet de pierre de Hongkong où se trouve son siège international.

Le directeur exécutif, le bio-informaticien Wang Jun, est une rock star de la génétique. A 37 ans, il compte à son actif une soixantaine d'articles parus dans des revues de pointe comme « Science » ou « Nature ». Cette dernière l'a inscrit sur la liste des dix meilleurs scientifiques en 2012. Wang Jun ne fait pas mystère de son ambition : *« Nous voulons allonger la durée de vie de cinq ans, augmenter la production globale de nourriture de 10%, décoder la moitié des maladies génétiques et réduire de moitié les malformations congénitales. »* Il vient de lancer GigaScience, une gigantesque base de données, ouverte et gratuite, qui regroupera à terme le code génétique de tous les êtres humains – et même de tous les êtres vivants. Une sorte de « bio-Google », de « big data » génétique, dont l'exploitation devrait ouvrir la voie à d'excitantes percées scientifiques. L'occasion pour la Chine d'apporter une contribution majeure à la médecine moderne. La réalisation de cette folle ambition est en marche. Avec le concours d'investisseurs étrangers, le BGI vient de racheter pour 118 millions de dollars une société américaine, Complete Genomics, qui lui apporte ses brevets, sa technologie des plateformes de séquençage et surtout son fabuleux fonds de résultats génétiques. **U. G.**

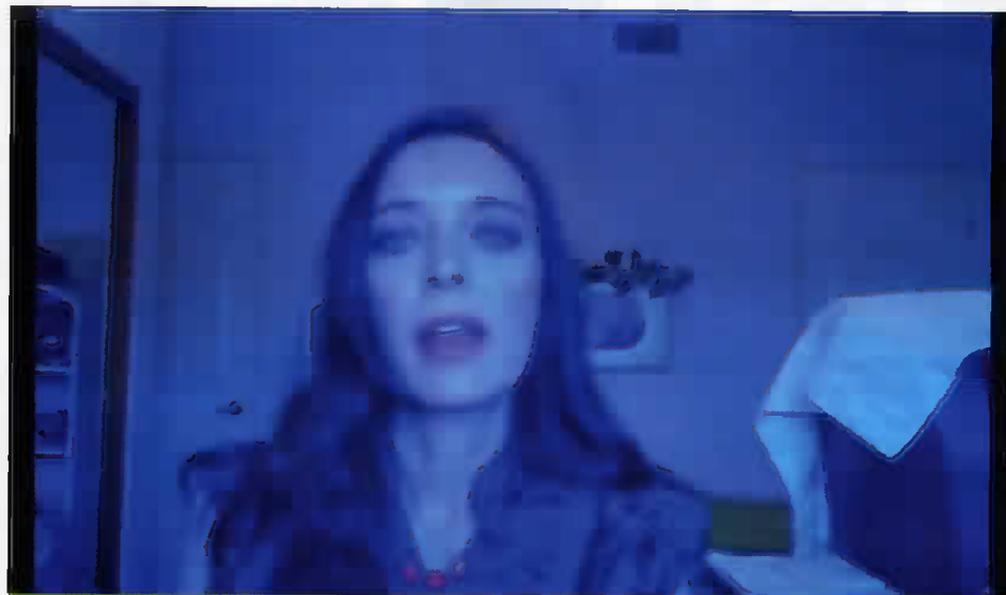
LES CLINIQUES DE LA DERNIÈRE CHANCE

Surfant sur les espoirs des thérapies cellulaires, des médecins plus ou moins scrupuleux promettent des remèdes miracles aux malades désespérés. Gare aux génocrocs !

PAR NATACHA TATU

C'est une série de vidéos balancées sur YouTube, comme une bouteille à la mer. Shamra, une Californienne de 34 ans aux grands yeux bleus et aux longs cheveux bruns, souffre depuis dix ans d'une cirrhose cryptogénique, une maladie dégénérative du foie avec de nombreuses complications. Soutenue par sa mère, la jeune femme accuse d'une voix faible et triste la clinique mexicaine qui lui a extorqué 25 000 dollars... pour rien. Tout commence en 2011 : alors que ses médecins sont à court de solutions pour la soigner, Shamra fait ses propres recherches sur internet. Miracle : à Tijuana, juste de l'autre côté de la frontière, au Mexique, des dizaines de cliniques proposent une thérapie prometteuse, à base de « cellules souches ». Elle se renseigne : le traitement consiste à prélever des cellules de la moelle osseuse ou de tissus adipeux du patient sous anesthésie locale, et à en extraire les cellules souches ensuite réinjectées afin qu'elles se régénèrent.

Le succès de ce type de traitement, encore en phase d'essais cliniques, n'a pas été démontré dans la presse scientifique, ni a fortiori validé par les autorités sanitaires américaines ou européennes. Mais qu'importe : les témoignages affichés sur les sites des cliniques sont si encourageants... Shamra contacte un médecin du Regenerative Medicine Institute de l'hôpital Angeles de Tijuana, qui dit avoir soigné une trentaine de cas similaires, et affirme qu'« une seule injection suffira ». Elle hésite : 25 000 dollars, c'est une sacrée somme pour cette jeune femme qui ne possède rien. Elle s'endette lourdement, « la décision la plus difficile de ma vie », dit-elle. Dix mois plus tard, après un traitement qui l'a mise K.-O., son état de santé ne s'est pas amélioré d'un iota. Ça aurait pu être pire. Son ami Arthur, qui a été traité le même jour



Atteinte d'une grave pathologie du foie, Shamra Hall a reçu, pour 25 000 dollars, une injection de cellules souches à la clinique Angeles de Tijuana. Dix mois plus tard, pas le moindre signe d'amélioration. Sur son site (www.regenerativemedicinemx.com), la jeune femme accuse les médecins de l'avoir trompée et exige d'être remboursée.

qu'elle, est mort trois mois après l'injection... C'est pour lui aussi qu'elle se bat aujourd'hui, exigeant son remboursement. Mais tout ce que le médecin de Tijuana lui propose, c'est une nouvelle injection à 25 000 dollars, jurant que cette fois ce sera la bonne...

Depuis dix ans, les cliniques proposant des thérapies à base de cellules souches ont poussé comme de la mauvaise herbe tout autour de la planète. De Tijuana à Kiev en Ukraine, de l'Inde à la Chine, elles attirent des clients du monde entier qui n'ont malheureusement plus rien à perdre. Pour l'instant, l'efficacité de ces traitements n'est avérée que pour quelques pathologies bien précises, comme certaines formes de leucémie ou le traitement des grands brûlés. En France, les essais cliniques sur des patients atteints

d'arthrose du genou se révèlent aussi très prometteurs.

Les médecins de Tijuana ou de Kiev, eux, sont autrement plus audacieux : la liste des maladies qu'ils se proposent de traiter tient du répertoire médical à la Prévert. De la calvitie aux tumeurs du cerveau, de l'arthrose à la maladie de Parkinson, en passant par la sclérose en plaques, l'autisme et le diabète... ils prétendent tout guérir, là où les traitements traditionnels ont échoué. Seule condition : avoir un compte en banque bien garni. Comptez entre 10 000 et 50 000 dollars, évidemment non pris en charge par les assurances.

Pour les uns, ce sont les « cliniques de la dernière chance » ; pour d'autres, « une totale escroquerie ». Il s'agit en tout cas de l'ultime avatar du tourisme médical, qui conduit de plus en plus de

patients des pays riches à franchir les frontières dans l'espoir de trouver leur salut ailleurs. Mais, contrairement à l'orthodontie ou à la chirurgie esthétique, ce ne sont pas des soins low cost à prix cassé qui conduisent les patients dans les cliniques de médecine régénératrice du bout du monde. Mais l'espoir.

Leur vitrine ? Des sites web remplis de témoignages de malades évoquant progrès ébouriffants et guérisons miraculeuses. Ici, c'est un septuagénaire atteint de la maladie de Parkinson que l'on voit gambader comme un jeune homme, là, une petite fille hémiplegique qui fait ses premiers pas avec un déambulateur, ou encore un petit garçon autiste dont les troubles du comportement se sont soudain spectaculairement améliorés. Comment ne pas avoir envie d'y croire ?

« C'est une situation très dangereuse », avertit sur le site médical MD le docteur Joshua Hare, directeur de l'Institut de Thérapie cellulaire à l'université de Miami. Il n'est pas le seul à tirer la sonnette d'alarme. En France comme aux Etats-Unis, les médecins, y compris les sommités du secteur, multiplient avertissements et mises en garde, rappelant que les essais cliniques ne sont pas encore concluants, que ces traitements peuvent même se révéler potentiellement dangereux... Difficile de les entendre quand il y a urgence et qu'on n'a plus d'alternative.

Prêt à tout pour guérir son fils Ben qui souffrait d'une sclérose latérale amyotrophique, une maladie neuro-dégénérative provoquant une paralysie progressive des muscles, l'Américain Stephen Byer l'a emmené en Chine, à l'hôpital de Shandong, pour un traitement à base de cellules souches embryonnaires. Militant très actif d'une association d'aide aux malades, il a aussi entraîné d'autres patients à sa suite. Mais Ben est mort. Pour son père, ce n'est pas le traitement qui l'a tué, mais il n'a pas non plus amélioré son état. Stephen Byer est aujourd'hui convaincu d'avoir été trompé, ciblé par des médecins sans scrupules qui ont profité de sa détresse. « Plus la maladie est grave, plus gourmand est le prédateur, a-t-il déclaré sur CNN. Ils ciblent des malades en phase terminale et leurs familles. »

Les premières « thérapies cellulaires » ont commencé il y a près de

level resulting on easier menopause.
 • In men the testosterone production improving sexual performance.

Stem Cell Therapy Healthy Aging Packages:

Program HA1 Includes:

- **Day 1:** Afternoon: Doctor consultation, blood work, vitamin control and hormone control.
- **Day 2:** Stem cell therapy, hormone control.
- **Day 3:** Hormone control, anti-stress session, nutrition session.

This program has showed effectiveness when repeated 3 times, once every 4 months.

Program HAPlus Includes:

- **Day 1:** Afternoon: doctor consultation, blood work, vitamin control and hormone control.
- **Day 2:** Stem cell therapy, nutrition session, hormone control.
- **Day 3:** Hormone control, anti-stress session.
- **Day 4:** Hormone control, vitamin control.
- **Day 5:** Hormone control, anti-stress session.



From \$4,150 to \$5,950 per session!!

MIROIR AUX ALOUETTES ?

Le site web de la clinique Angeles de Tijuana fait la promotion des thérapies à base de cellules souches pour une multitude de pathologies : cardiaques, neurodégénératives, ostéo-articulaires... Ici, un exemple de traitement contre le vieillissement étendu sur trois jours. Jour 1 : consultation, examen sanguin et hormonal. Jour 2 : thérapie cellulaire et contrôle hormonal. Jour 3 : contrôle hormonal, séance anti-stress, conseils en nutrition... **Coût du traitement : de 4150 à 5950 dollars. Le site précise bien que trois sessions de ce type sont nécessaires pour constater des progrès ! N. T.**

vingt ans, quand des chercheurs ont constaté que l'injection de cellules souches dans les cartilages du genou pouvait améliorer considérablement l'état de patients atteints d'arthrose aggravée. Dans la plupart des cas, la thérapie permettait d'éviter la pose d'une prothèse. Petit à petit, cette technique a été explorée lors d'essais cliniques pour lutter contre beaucoup d'autres pathologies. De là à réussir la greffe de tissus fonctionnels, et surtout guérir des patients atteints d'autisme ou d'Alzheimer aggravé, comme le promettent certaines cliniques de Tijuana, il y a un pas qu'aucun scientifique sérieux ne veut franchir !

Elias Bamaras, coordonnateur de la clinique ProgenCell de Tijuana, est convaincu, lui, que, si les autorités américaines sont aussi sceptiques, ce n'est pas pour des raisons médicales. A l'en croire, c'est la Food and Drug Administration (FDA) – l'autorité sanitaire américaine qui délivre les autorisations de mise sur le marché – qui, sous la pression du puissant lobby pharmaceutique, aurait réussi à freiner la généralisation de ces traitements. Une vision « complotiste » pour expliquer le principe de précaution des pouvoirs publics.

Bamaras ne nie toutefois pas qu'il y ait pléthore de charlatans sur ce marché. Il donne même ses conseils pour les éviter : sur une quinzaine de cliniques de Tijuana, cinq seulement ont l'agrément de la Cofepri, la FDA

mexicaine. Seulement voilà... Souvent laxistes, les autorités mexicaines, qui considèrent le tourisme médical comme une aubaine pour le pays, ne sont guère promptes à sanctionner ceux qui sont hors des clous.

Du coup, explique Elias Bamaras, « les patients doivent être vigilants, vérifier les certificats de la clinique, se méfier des médecins qui exigent d'être réglés en cash, de ceux qui promettent des guérisons miracles ». D'après lui, les témoignages spectaculaires, trop beaux pour être vrais, sont les plus suspects : « Nous ne pouvons pas guérir, mais soigner, améliorer la condition du patient. » Il reconnaît aussi les limites de ces traitements : « Les thérapies à base de cellules souches ne sont pas aussi efficaces sur toutes les pathologies. » Elles marchent mieux, selon lui, sur les maladies auto-immunes, comme le lupus, le psoriasis, ou le diabète, qui surviennent lorsque le système immunitaire s'attaque aux cellules de l'organisme et les détruit, que sur des pathologies telles que Parkinson ou la sclérose en plaques.

Ce médecin explique que lui-même ne peut pas pronostiquer les chances de réussite d'un traitement : « Nous sommes nous-mêmes quelquefois surpris. L'essentiel, c'est d'être honnête avec le patient et ne pas lui faire miroiter des résultats que nous ne sommes pas sûrs d'obtenir. C'est le b.a.-ba de l'éthique. » En effet. ■

GARDE-FOU

L'INTERNATIONAL SOCIETY FOR STEM CELL RESEARCH,

qui fait autorité en matière de recherche sur les cellules souches, publie une série de mises en garde contre les cliniques qui promettent la lune. Ainsi, les pathologies qui répondent à ces traitements sont rarissimes. Une même thérapie ne peut soigner à la fois le diabète et Parkinson. Le fait que des patients affirment que leur santé s'est améliorée ne prouve rien. Et ces traitements ne sont pas inoffensifs (www.closerlookatstemcells.org).

“LE CERVEAU N'EST PAS UN DISQUE DUR”

La science rendra l'homme plus performant. Pour le neurobiologiste Hervé Chneiweiss, il faut se méfier du messianisme américain sans céder à la technophobie de nos élites

PROPOS RECUEILLIS PAR SOPHIE DES DÉSERTS ET DOMINIQUE NORA
PHOTO: XAVIER ROMEDER

Le Nouvel Observateur

Les « transhumanistes » anglo-saxons, comme Ray Kurzweil, sont souvent considérés en France comme de dangereux prosélytes de la technologie. En tant que neurobiologiste, croyez-vous au concept de la « singularité », selon lequel la machine deviendra dans vingt ans plus intelligente que l'homme ?

Hervé Chneiweiss Si la question est : la machine est-elle plus performante que l'homme ? Oui, évidemment. L'homme est un inventeur de machines, qui l'aident à être plus performant. C'était vrai dès l'invention de la charrette, ça l'est aujourd'hui avec nos smartphones, et ce le sera encore plus demain, si l'on greffe dans le cerveau des puces électroniques qui permettent d'accélérer notre réactivité, de communiquer par télépathie... Mais qu'est-ce que l'intelligence ? Il ne s'agit pas de faire plus vite, ou de manière plus massive, mais de développer une certaine créativité, de s'adapter à un environnement dont les règles changent. Les prophètes de la singularité considèrent notre cerveau comme un disque dur. Mais ce n'est pas parce que l'on sait fabriquer un super-disque dur qu'il comprendra les liens avec autrui, les relations amoureuses, familiales... La performance technologique ne remplacera jamais ce qui fait sens pour l'homme.

Mais le pouvoir de ces nouvelles technologies sur la santé n'est-il pas, en France, sous-estimé ?

En effet, derrière le côté histrionique de ces néoprophètes américains, le vrai enjeu, c'est le *big business*... Dès juin 2002, un rapport de la National Science Foundation (NSF) et du Department of Commerce (DOF) américain popularisait le sigle NBIC pour illustrer la convergence entre nanotechnologies, biotechnologies, informatique et

« cognition ». Newt Gingrich, l'ancien speaker de la Chambre des Représentants, devenu gourou des nanotechs, posait déjà « la supériorité technologique comme la base fondamentale de la prospérité économique de son pays ». Les Etats-Unis marchent à l'idéologie des frontières, pour l'exploitation du gaz de schiste comme pour les nanotechnologies, c'est pareil, ils foncent, ils passent les frontières... et ils voient ce qui se passe après !

La France ne risque-t-elle pas de passer à côté de cette révolution médicale ?

La France a des start-up très créatives, des laboratoires hospitalo-universitaires de qualité. Mais, dès qu'on passe sur le plan du business, nos pépites technologiques se font souvent racher. C'est le sort d'Aldebaran Robotics, le père du petit robot Nao, acquis en 2012 par le japonais SoftBank. Deux sociétés spécialisées dans l'impression 3D ont été revendues à l'américain 3D Systems. Demain, les sociétés de biotechnologies et de technologies médicales risquent de subir le même sort. D'autant que les grands groupes pharmaceutiques, qui sont devenus de simples assembleurs-distributeurs, sont à l'affût.

Nos politiques ont-ils pris la mesure de la révolution en cours ? Sont-ils technophobes, comme le pense le chirurgien-urologue Laurent Alexandre ?

Nos élites, issues de Sciences-Po, l'ENA, HEC, sont formées à l'économie, à l'administration, à la finance. Elles ne connaissent pas grand-chose aux questions scientifiques, encore moins à la biologie. Les cellules souches, l'ADN... tout cela est un peu en dehors de leur champ de conscience. Pour eux, cela n'existe pas ou, pire, cela leur paraît dangereux. C'est dommage car il faudrait mobiliser toutes les énergies. Il y a quinze ans déjà, Pierre Tambourin, qui

BIO

HERVÉ CHNEIWEISS, neurologue, chercheur en neurobiologie, a été, de 2000 à 2002, conseiller pour les sciences du vivant et la bioéthique auprès du ministre de la Recherche Roger-Gérard Schwartzberg. L'an dernier, il a été nommé à la tête du comité d'éthique de l'Inserm. Il est le coauteur, avec Jean-Yves Nau, de « Bioéthique. Avis de tempêtes » (Alvik Éditions, 2003) et l'auteur de « Neurosciences et neuroéthique. Des cerveaux libres et heureux » (Alvik Éditions, 2006). Son dernier ouvrage, « L'Homme réparé. Espoirs, limites et enjeux de la médecine régénératrice », a paru en janvier 2012 chez Plon.

dirige aujourd'hui le Genopole, estimait que l'on pourrait doubler le nombre de chercheurs en sciences de la vie si notre secteur des biotechs s'élevait au même ratio du PIB que celui des Américains. Au lieu de cela, en 2014, le CNRS recrutera 54 chercheurs pour l'ensemble de l'Institut des Sciences biologiques. Ridicule ! **Avec les thérapies régénératrices, est-il réaliste de croire qu'on vivra bientôt plusieurs centaines d'années... en bonne santé ?**

La médecine ne cesse de faire des progrès : on sait soigner la tuberculose, guérir certains cancers, on arrivera peut-être de mieux en mieux à régénérer des tissus. Et, en moyenne, la durée de vie des humains va progresser jusqu'à 95, 100 ans... sur l'ensemble de la planète. Mais je doute que cela aille beaucoup plus loin. Cela dit, bien malin celui qui peut prévoir l'avenir. Souvenez-vous, en 1969, James Watson, l'un des découvreurs de la structure de l'ADN, et Leroy Hood proposent de séquencer le génome humain pour vaincre le cancer : quarante ans après, la génomique a révolutionné la médecine et la biologie, mais on ne guérit toujours pas le cancer du pancréas ou le glioblastome. N'oublions jamais que notre corps n'est pas un assemblage mécanique, il y a un moment où vous avez beau changer les pièces, comme pour une voiture, la carcasse fait son temps. La péremption biologique a été sélectionnée par l'évolution. Notre mort est programmée, et on est très loin de décrypter les mécanismes biologiques complexes qui commandent cette « mort active » et plus loin encore de connaître le coût ou les effets secondaires (sensibilité à la souffrance, nouvelles maladies...) qui seraient induits en essayant de les bloquer.

Le séquençage du génome ne risque-t-il pas de conduire à des dérives, par exemple modifier les



pas réservée aux plus fortunés. Avec 60 000 différents haplotypes, ces « cartes d'identité » génétiques types, on pourrait couvrir la quasi-totalité de la population française.

Mais n'est-il pas préférable de conserver ses propres cellules souches plutôt que de recevoir une greffe allogénique, issue de cellules d'un autre individu ?

Non, cela ne sert à rien, aujourd'hui, de congeler ses cellules souches, ni de se faire faire des iPS qui ne pourraient jamais servir dans les conditions actuelles de production. Et puis, si dans quelques années la thérapie cellulaire tient ses promesses, un individu pourra régénérer son rein ou son foie à partir des cellules iPS de la banque publique que nous venons d'évoquer, ou bien des techniques nouvelles permettront une reprogrammation efficace et sûre à partir d'un bout de peau. Rien aujourd'hui ne justifie donc de payer des sommes astronomiques pour mettre à l'abri ses cellules en Suisse ou à Singapour.

Compte tenu du coût de ces technologies, comment financer cette médecine de demain ?

Tout dépend du pourcentage du PIB que l'on est prêt à consacrer à la santé. On peut aussi considérer que développer ce nouveau secteur à forte valeur ajoutée va générer de la richesse, des emplois, dans un cercle vertueux pour la France.

La multiplication des cliniques de « thérapie cellulaire miracle » au Mexique ou en Ukraine souligne la disparité des standards bioéthiques sur la planète. Ne faudrait-il pas, dès maintenant, définir les contours d'une « bio-politique » mondiale ?

Commençons déjà par la France et son rôle en Europe. Nous avons des agences de régulation qui protègent contre les principaux charlatanismes et défendent des standards éthiques minimums communs définis dans la Charte des Droits fondamentaux de l'Union européenne. Au-delà, tout reste à faire. L'Europe de la recherche est balbutiante et bureaucratique... et l'Europe de la santé n'existe pas. Le problème est que ces questions touchent tellement au religieux, au culturel qu'il est difficile de s'accorder, même entre peuples européens. Alors sur toute la planète... Rappelez-vous qu'en Inde on peut malheureusement se procurer un rein pour quelques centaines d'euros ! ■

Hervé Chneiweiss : « La thérapie génique n'en est qu'à ses balbutiements. »

foetus conçus in vitro pour avoir des bébés blonds, porteurs de tel ou tel gène ?

La thérapie génique n'en est qu'à ses balbutiements. Et, si l'on sait très bien remplacer des gènes chez la souris, il est très compliqué de faire rentrer de l'ADN dans une cellule humaine. De même, on sait cloner des animaux, mais pas encore l'homme. Ces énigmes biologiques peuvent être résolues demain... comme dans trente ans. Pour l'instant, il est interdit en France de réimplanter des embryons qui auraient bénéficié d'une thérapie génique. Quant à la crainte de dérives eugénistes, on l'a déjà eue pour le choix du sexe des bébés, faisable depuis longtemps. Or elle s'est jusqu'ici révélée infondée. Je pense qu'on a toujours tendance, en France, à annoncer le pire. La peur des transgressions éthiques est exagérée, tout comme la révolution NBIC est survendue.

Mais le séquençage du génome ne va-t-il pas modifier notre rapport à la vie et à la mort, puisque l'on connaîtra bientôt la probabilité qu'un foetus contracte certaines maladies ?

Certes, on a aujourd'hui les moyens de dire à des parents que leur nouveau-né risque de développer une maladie

d'Alzheimer dans soixante ans, ou qu'il a une probabilité augmentée de 30% de devenir diabétique. Mais ne risque-t-on pas de les plonger dans des abîmes de spéculations, sans savoir quoi leur conseiller ? Cela pose la question de ce que l'on définit collectivement comme normal ou anormal. Demain, créera-t-on des écoles spécifiques pour les enfants à facteurs de prédisposition diabétique, afin qu'à la cantine ils ne mangent pas trop gras ni trop sucré ? Chaque société devra produire ses propres règles.

Déjà, des banques de sang de cordon ombilical existent en Belgique, en Suisse, dans les pays du Golfe... Demain, ce seront des dépôts de cellules souches pluripotentes induites. La France pourra-t-elle longtemps résister à ce mouvement et tenir son idéal de « banque d'organes publique et solidaire » ?

Je suis chercheur dans le système public, je milite donc pour que le plus grand nombre puisse bénéficier de ces percées. Il en est déjà ainsi pour le sang et les cellules souches de cordon ombilical. Il faudrait aussi créer une banque de cellules souches embryonnaires et de cellules souches induites (iPS) afin qu'à l'avenir la thérapie cellulaire ne soit