

Sous la direction de  
**JIM AL-KHALILI**

CE QUE  
LA SCIENCE SAIT DU  
**MONDE**  
DE **DEMAIN**

Intelligence artificielle, transhumanisme,  
menace climatique, surpopulation...

**NOTRE VIE EN 2050**



# Table des matières

Introduction	7
<b>L'AVENIR DE NOTRE PLANÈTE</b>	
1 Démographie	15
2 La biosphère	35
3 Changement climatique	53
<b>L'AVENIR DE L'HUMAIN</b>	
4 L'avenir de la médecine	73
5 Génomique et ingénierie génétique	92
6 Biologie de synthèse	109
7 Transhumanisme	123
<b>L'AVENIR EN LIGNE</b>	
8 Le Cloud et l'« Internet des objets »	143
9 Cybersécurité	161
10 Intelligence artificielle	177
11 Ordinateurs quantiques	193
<b>CRÉER L'AVENIR</b>	
12 Matériaux intelligents	211
13 Énergie	225

6 Ce que la science sait du monde de demain

14 Transports 243

15 Robotique 257

### L'AVENIR LOINTAIN

16 Voyages interstellaires et  
colonisation du système solaire 275

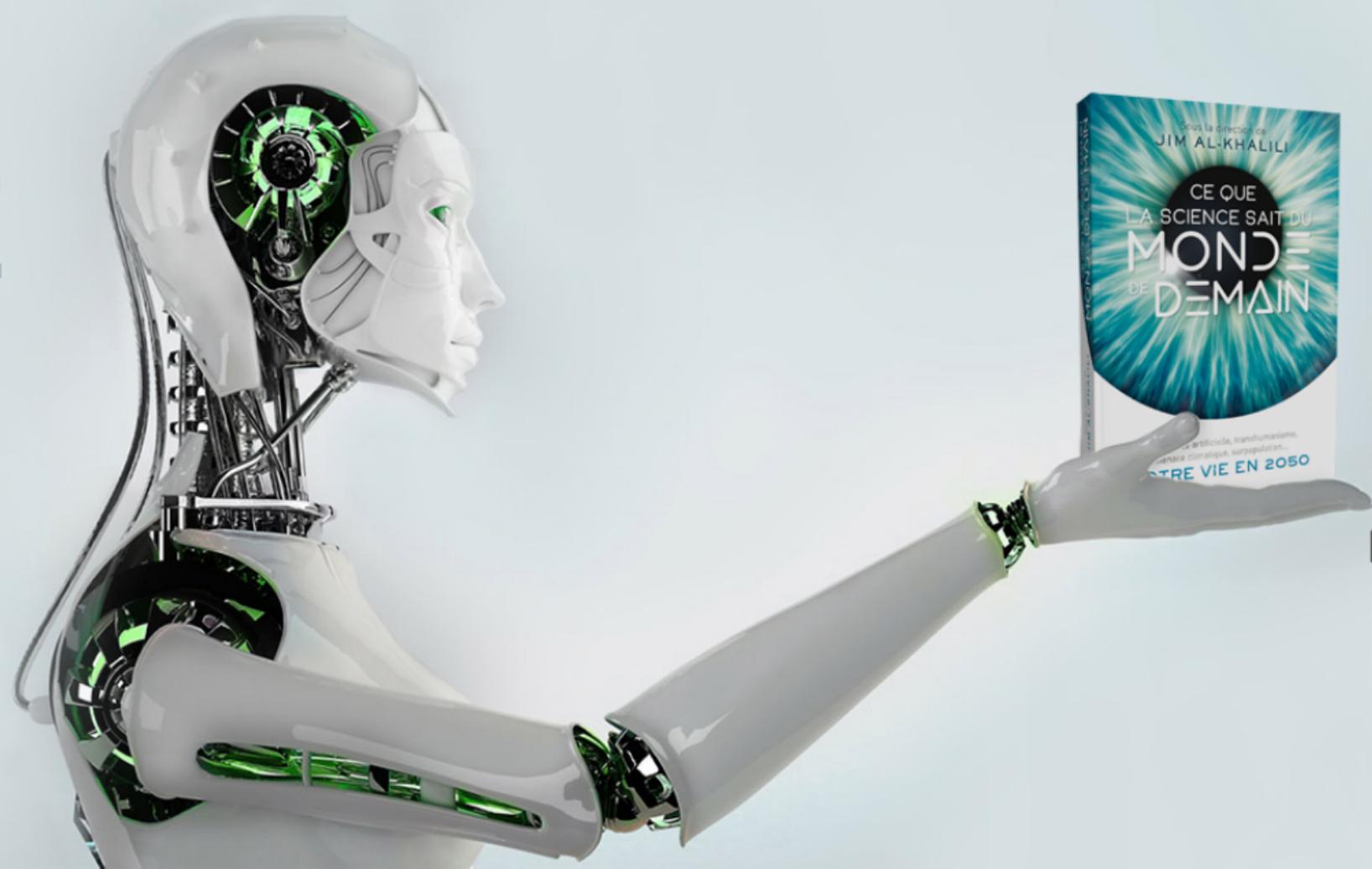
17 Apocalypse 293

18 Téléportation et voyages dans le temps 309

Pour en savoir plus 323

Les auteurs 327

# UN FACE-À-FACE AVEC LE FUTUR



CE QUE  
LA SCIENCE SAIT DU  
**MONDE**  
DE **DEMAIN**  
NOTRE VIE EN 2050

# Introduction

Jim Al-Khalili

Selon la théorie de la relativité d'Einstein, l'avenir est là qui nous attend, comme le passé et le présent, tous sont pré-existants et permanents dans un espace-temps statique à quatre dimensions. Notre conscience se limite toutefois à la perception du seul présent. Un présent en perpétuelle évolution, progressant le long de l'axe du temps, avalant l'avenir à mesure qu'il se présente et l'abandonnant aussitôt dans son sillage, une fois devenu passé. Nous sommes bien incapables de percevoir ce qui se trouve devant nous. En dépit de ce que prétendent médiums et diseuses de bonne aventure, deviner l'avenir nous est tout simplement impossible.

D'un point de vue métaphysique, la question de savoir si notre avenir est écrit ou au contraire ouvert, et si notre destin est figé dans un univers déterministe ou façonnable à souhait fait débat au sein de la communauté des scientifiques et des philosophes. Bien sûr, nous avons bien quelques certitudes puisque certains événements sont inéluctables : le Soleil continuera à briller (au moins quelques milliards d'années), la Terre continuera à tourner sur elle-même, tous nous vieillirons, et l'équipe de football dont je suis supporter,

Leeds United, me décevra comme toujours à la fin de chaque saison.

Mais le futur peut se révéler totalement imprévisible. La civilisation humaine est si riche et diverse que certains événements se produisent alors même que personne ne les imaginait possibles. Et si quelques-uns avaient en effet bien prédit la victoire de Donald Trump en 2016, personne n'a jusqu'à présent été en mesure d'indiquer où et quand aura lieu le prochain désastre, qu'il s'agisse d'un tremblement de terre ou d'un tsunami.

Les prédictions quant à la façon dont les progrès de la science et de la technologie affecteront nos vies couvrent un vaste registre depuis le certain jusqu'au totalement hypothétique. Quant à deviner l'avenir, les prévisionnistes les plus fiables et les plus imaginatifs en la matière sont probablement les auteurs de science-fiction. Mais combien d'entre eux, avant 1990, sont parvenus à anticiper un monde dans lequel Internet connecterait nos vies comme c'est le cas aujourd'hui ? Trente ans ont passé mais le World Wide Web reste une invention toujours aussi extraordinaire.

Alors, comment prépare-t-on à la fin de la deuxième décennie du 21<sup>e</sup> siècle un livre sur les évolutions scientifiques qui se préparent, qu'elles soient imminentes, prévues d'ici cinq à dix ans, ou si éloignées que vous et moi ne les connaissons pas de notre vivant ?

Certains des essais qui composent ce livre constituent de sévères mises en garde quant au monde qui nous attend si nous n'agissons pas dès à présent. Les solutions aux problèmes globaux qui se posent exigeront

des décisions tant sur le plan financier, géopolitique et culturel que scientifique. Notre connaissance du monde et la créativité que nous serons en mesure de déployer à partir des nouvelles technologies seront plus essentielles que jamais durant les prochaines décennies. C'est pourquoi ces textes se veulent également source d'espoir. Ils montrent comment la science peut contribuer à atténuer les scénarios du pire comme les effets dévastateurs du changement climatique, de la surpopulation ou du développement de pandémies causées par les résistances bactériennes.

La mise en œuvre de nouvelles technologies issues de l'intelligence artificielle (IA), de la robotique, de la génétique, de la géo-ingénierie ou des nanotechnologies, pour ne citer que quelques-uns des domaines où le progrès va bon train aujourd'hui, devra être mûrement réfléchi et débattu. Nous ne pouvons nous permettre de plonger tête la première dans un avenir aussi incertain sans nous être au préalable interrogés sur les implications tant éthiques que pratiques de nos découvertes et de leurs applications. Par exemple, quant au fait que les robots commencent déjà à remplacer la main-d'œuvre. Ou quant au meilleur moyen de nous protéger du cyberterrorisme. Ou encore, quant à notre mode d'exploitation des ressources naturelles lorsque celui-ci s'accompagne de destruction massive d'habitats naturels et de menaces sur les écosystèmes alors même que la population mondiale croît en nombre et en voracité. Mais je vous dépeint un avenir des plus sombres alors qu'il n'en sera pas nécessairement ainsi.

Le savoir scientifique n'est en lui-même ni bon ni mauvais. Ce qui importe est l'usage que nous en ferons. Je peux vous assurer que dans une décennie ou deux nous aurons des villes administrées par l'intelligence artificielle, des voitures sans chauffeur, de la réalité augmentée, des aliments génétiquement modifiés, des formes nouvelles d'énergie présentant un meilleur rendement, des matériaux intelligents et des myriades d'appareils et de gadgets tous interconnectés et bavardant entre eux. Le monde sera méconnaissable par rapport à ce qu'il est aujourd'hui, tout comme le nôtre l'est comparé aux années 1970 ou 1980. Une chose est certaine : nos vies continueront à être profondément transformées par les progrès de notre compréhension du monde, et par la façon dont nous mettrons nos connaissances à profit.

Certaines contributions de cet ouvrage collectif brossent un tableau relativement fiable de l'avenir. La science qu'elles décrivent est déjà là, dans une forme encore embryonnaire, mais nous pouvons d'ores et déjà entrevoir la façon dont elle se développera. D'autres présentent au contraire plusieurs scénarios possibles, non pas en raison de notre manque de compréhension des technologies concernées ou des surprises que pourraient réserver leurs applications, mais parce que notre avenir dépendra de la façon dont nous utiliserons ce savoir. Ces décisions devront être prises collectivement, par nous tous. Elles exigeront que nos dirigeants politiques se comportent de manière responsable et que les citoyens soient en mesure de les appréhender grâce à un minimum de culture scientifique.

Il est inévitable dans un ouvrage comme celui-ci, que certains sujets comme les voitures sans chauffeur, l'ingénierie génétique ou ce que l'on nomme l'Internet des objets soient abordés par plusieurs contributeurs. Nous avons délibérément conservé ces recouvrements car ils offrent plusieurs points de vue quant à la manière dont nos vies seront prochainement affectées. Ceci souligne également que nombre de ces nouvelles technologies sont interconnectées et que leur évolution ira de concert.

Certains essais, en particulier en fin d'ouvrage, sont d'autant plus spéculatifs qu'ils scrutent un avenir très lointain. Dans ma propre contribution au terme du livre, je m'attache à un futur très distant, bien au-delà de notre vivant. Mais que vaudrait un ouvrage dédié à l'avenir de la science s'il n'abordait la question de la téléportation ou des voyages dans le temps ?

Certains des premiers chapitres proposent des scénarios plutôt pessimistes, surtout si les alarmes dont ils se font l'écho sonnent dans le vide. D'autres au contraire saluent les merveilleuses innovations technologiques qui enrichiront bientôt nos vies. Enfin il convient d'indiquer que cette collection d'essais n'a ni pour objectif d'être indûment alarmiste ni de proposer une célébration béate de l'avenir. Notre but est uniquement d'offrir une image aussi honnête que possible de ce à quoi notre futur ressemblera. Et c'est précisément l'objectif que se sont fixés chacun des experts mondiaux qui ont collaboré à ce livre.

Ces essais partagent tous une même caractéristique : ils se fondent sur notre compréhension actuelle des lois de la nature, c'est-à-dire sur une science factuelle et non fictionnelle. Ils ne présentent ni prédictions extravagantes ni révélations délirantes et ne font appel ni à la magie ni à la divination. Cette évaluation pondérée, reposant sur des faits, est à mon avis non seulement la plus honnête mais ce qu'elle laisse entrevoir est également le plus extraordinaire.

# Editions **quanto**

Quanto est un nouveau label dédié à la publication d'ouvrages de type « **pop science** », il s'adresse à tout lecteur désireux d'en savoir plus sur le monde qui l'entoure. Narratifs et attrayants, les ouvrages quanto se lisent comme des romans, mais restent sans concession quant à la qualité de leur contenu scientifique.

## Nos dernières publications



### Ce que la science sait du monde de demain

Notre vie en 2050  
Sous la direction de  
Jim Al-Khalili

+ infos



### The Four - Le règne des Quatre

La face cachée d'Amazon, Apple, Facebook et Google  
Scott Galloway

+ infos



### Dîner avec Darwin

Des cavernes aux cuisines, l'évolution de nos assiettes  
Jonathan Silvertown

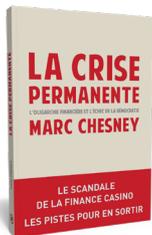
+ infos



### L'heure tourne !

Comment le monde est devenu obsédé par le temps  
Simon Garfield

+ infos



La crise permanente  
L'oligarchie financière et l'échec de la démocratie  
Marc Chesney

+ infos

Rendez-vous sur  
[www.editionsquanto.com](http://www.editionsquanto.com)

 **quanto**  
dépasse la fiction

# 1 Démographie

Philip Ball

Le monde change car nous changeons. Comme la plupart des vérités qui vont sans dire, c'est une évidence une fois qu'on l'a énoncée. L'avenir sera différent car nous aurons non seulement inventé de nouvelles technologies, mais également choisi lesquelles inventer et lesquelles utiliser – et lesquelles nous laisserons en retour nous transformer. Certaines résoudreont des problèmes existant depuis longtemps, d'autres en créeront de nouveaux ; d'autres encore effleureront à peine les grands défis qui se posent pour notre futur. Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons pas nous contenter d'une simple extrapolation de nos environnements actuels pour anticiper l'avenir. Alors, en quoi serons-nous différents et dans quelle mesure vivrons-nous différemment ?

## **Bouches à nourrir**

L'un des facteurs majeurs du changement est aujourd'hui celui de la croissance démographique qui doit sa réalité aux progrès technologiques accomplis par l'homme. Notre planète ne pourrait supporter ses 7,5 milliards d'habitants sans les évolutions que l'agriculture et la

production de denrées alimentaires ont connues depuis le 19<sup>e</sup> siècle : en particulier ce qu'on appelle la « révolution verte » et qui au cours du 20<sup>e</sup> siècle a combiné mise au point de variétés de cultures à haut rendement et accès généralisé aux engrais artificiels. Sans ces avancées, des milliards de personnes seraient déjà mortes de faim.

Il n'est toutefois pas assuré que notre planète puisse supporter plus de neuf milliards de bouches à nourrir, comme le prévoient les projections pour 2050, sans le développement d'innovations importantes en matière de production agricole et alimentaire, et de gestion des ressources en eau. La majeure partie de la croissance démographique se produira en Afrique et en Asie, c'est-à-dire dans des pays ne disposant ni des moyens économiques ni des infrastructures leur permettant d'y faire face.

Il n'y a encore aucune garantie que la croissance de la productivité agricole suivra celle de la population. On s'attend au contraire à ce que le changement climatique – qui accélère l'érosion des sols, la désertification et l'appauvrissement de la biodiversité – réduise la productivité dans une grande partie du monde, y compris dans de nombreuses régions où la croissance démographique entraînera une augmentation des besoins alimentaires. À ces changements s'ajoutent également l'instabilité des marchés mondialisés : les modifications de la demande ou des priorités en un endroit donné (comme la réorientation de cultures vivrières vers les biocarburants) qui peuvent avoir des conséquences importantes sur la production ou l'offre de nourriture ailleurs. La sécurité alimentaire restera donc une question primordiale dans

la perspective d'un avenir viable pour tous. Déjà, une flambée des prix des denrées alimentaires en 2008 a déclenché des troubles sociaux à grande échelle en Haïti qui ont conduit à la chute du gouvernement. L'augmentation des prix de l'alimentation en 2011 a également contribué aux soulèvements du « Printemps arabe » en Afrique du Nord.

Les perspectives ne sont guère meilleures en ce qui concerne l'eau. Actuellement 750 millions de personnes n'ont pas accès à des ressources suffisantes en eau potable. Elles pourraient être au nombre de trois milliards en 2025, les réservoirs naturels d'eau douce étant déjà surexploités dans les régions arides allant du Midwest américain à la grande plaine de Chine du Nord.

On pourrait considérer tout ceci comme un récit catastrophiste, une prophétie de malheurs, l'annonce de l'effondrement de la civilisation et la fin du monde. Ou au contraire comme une liste de défis politiques et technologiques à relever. Mais plus encore, comme un rappel de ce que devront être nos priorités à l'avenir. Certes la médecine personnalisée, les robots intelligents, l'exploitation minière des astéroïdes et la régénération d'organes sont des sujets passionnants (ou effrayants, selon le point de vue). Mais la disparition des besoins essentiels de l'humanité – comment nous nourrirons-nous et que boirons-nous – n'est pas pour demain. En réalité ce seront probablement ces mêmes questions – plus encore que les innovations en informatique, transports ou médecine – qui dicteront la forme à venir de nos relations, tant entre individus qu'entre nations.

Ce dont nous avons besoin c'est d'un système basé sur la *durabilité*. Le terme est aujourd'hui galvaudé, et souvent dénué de la réflexion qui devrait l'accompagner. Certains économistes balayent de la main les questions posées par une croissance démographique incontrôlée en pariant sur l'innovation et l'ingéniosité humaine pour résoudre le problème. D'autres au contraire questionnent l'impératif de croissance économique sans limite enjoint par les marchés, qui relègue au second plan les impacts écologiques, et qu'ils perçoivent comme illusoire et impossible à tenir à long terme. Les partisans des deux camps ne manquent ni de données ni d'arguments pour valider leurs vues. Mais ce que tous oublient est que la science a déjà un cadre de pensée, à savoir la thermodynamique, et que celle-ci impose des limites aux options possibles. Rien ne se matérialise – pas de production de denrées alimentaires, pas d'idées nouvelles, pas de maintenance métabolique d'une société – sans coût énergétique ni production de déchets. Bref, rien n'est gratuit. Les sociétés sont des écosystèmes complexes mais soumis aux mêmes règles que les autres : ce sont des réseaux imbriqués d'éléments en relation, ayant besoin d'énergie, combattant l'augmentation d'entropie, adaptables mais également vulnérables. La mise sur pied d'une véritable science de la durabilité est sans aucun doute le défi le plus important que nous aurons prochainement à relever. Sans celle-ci, le reste n'a guère d'importance. Après tout, notre présence dans l'univers n'a rien d'indispensable.

## Le changement de nos sociétés

Qui deviendrons « nous » ?

Sous les effets combinés d'une longévité croissante et d'un taux de natalité en chute, l'âge moyen de la population augmente. Le nombre de personnes âgées de plus de 75 ans au Royaume-Uni passera de 5,1 millions en 2012 à environ 6,6 millions en 2022 ; soit en proportion de 8% à 9,7%. En 2050, un tiers des habitants des pays développés seront sexagénaires ou plus, ce qui accentuera notamment la pression sur les systèmes de santé et réduira en proportion la part de la population active.

Nous devons aussi nous poser la question de savoir « où vivrons-nous » ? Au début du 21<sup>e</sup> siècle la population mondiale a franchi un cap important : d'après un rapport des Nations Unies de 2007, plus de la moitié des habitants de la planète vivent dans des villes. Pour la majeure partie de l'humanité l'avenir est donc urbain.

Il existe déjà beaucoup de mégalopoles de plus de 10 millions d'habitants situées principalement dans des pays d'Asie, d'Afrique ou d'Amérique du Sud, comme Bombay, Lagos, São Paulo ou Manille. On prévoit que la croissance démographique des deux prochaines décennies se produira principalement dans des villes situées dans des pays en développement. En 2035, près de 60% de la population mondiale sera urbaine.

Dans les contes on partait chercher fortune dans le vaste monde ; c'est désormais dans les villes qu'on ira

la chercher. La plupart de ceux qui quittent les campagnes le font dans l'espoir d'une vie meilleure, mais beaucoup de cités ne parviennent pas à absorber un tel afflux ; on estime désormais à 150 millions le nombre d'urbains souffrant de pénurie d'eau. En outre, les villes en croissance rapide construites au niveau de la mer dans les régions littorales présentent un risque important d'être un jour submergées par la montée des eaux, auquel s'ajoute la probabilité d'événements climatiques extrêmes de plus en plus fréquents comme le laissent entrevoir les modélisations du changement climatique et de ses conséquences.

Pas besoin d'être devin pour prédire que les États-Unis poursuivront leur déclin, et je ne parle même pas là des nuages qui s'amoncellent sur le projet d'unification européenne. Si vous avez encore quelques doutes, un simple coup d'œil à l'évolution des mégalopoles du monde vous indiquera où se déplaceront les centres de gravité ces prochaines années. En 1950, les plus grandes villes étaient dans l'ordre New York, Tokyo, Londres, Osaka et Paris. En 2010, elles étaient devenues Tokyo, New Dehli, Mexico, Shanghai et São Paulo. En 2030, on prévoit que la liste sera Tokyo, New Dehli, Shanghai, Bombay et Pékin. Pour suivre l'épicentre du futur, il faudra partir vers l'Est.

Bien sûr, c'est une chose pour une ville de croître, mais c'en est une autre de prospérer ; les favelas de Rio de Janeiro et de São Paulo le rappellent. Qu'importe, il fait peu de doute que la Chine et l'Inde poursuivront leur métamorphose en superpuissances. Au cours des

20 prochaines années, on s'attend à ce que la Chine construise entre 200 et 300 villes entièrement nouvelles, dont beaucoup dépasseront le million d'habitants. Dans les faits, l'équivalent d'une ville d'un million et demi d'habitants est ajouté à la planète *chaque semaine*.

Mais à quoi ressemblera la ville du futur? La vue d'artiste typique miroitante de verre et de chrome surmontée de verdure est très séduisante, mais elle est également très trompeuse car il n'existe pas *une* ville du futur. Il est vraisemblable que certaines deviendront plus agréables à vivre, plus vertes et plus vivantes qu'aujourd'hui. Tandis que d'autres s'étaleront en un bourbier de bidonvilles parfois rehaussé en son centre d'un quartier d'affaires étincelant, avec à la clé des disparités de revenus bien supérieures à celles que l'on connaît aujourd'hui. Est-il d'ailleurs seulement possible de planifier une ville idéale, ou est-il au contraire préférable – comme l'ont soutenu certains théoriciens comme Lewis Mumford et Jane Jacobs – de laisser croître cet ensemble de manière « organique » pour qu'il devienne animé et prospère plutôt que stérile et sans âme?

Certains scientifiques pensent qu'on ne pourra répondre à ces questions tant qu'une véritable « science des villes » n'aura été élaborée, plutôt que de s'en remettre comme à l'accoutumée aux visions souvent arbitraires, normatives et politisées des urbanistes et des architectes. Il existe quelques signaux avant coureurs qu'une telle discipline est sur le point de naître: on commence par exemple à comprendre qu'il existe des traits communs à toutes les villes quelles que soient

leur taille et leur caractère. Les métropoles présentent en effet toujours des économies d'échelle : plus elles sont grandes moins elles nécessitent d'infrastructures et d'énergie par habitant, et plus le revenu moyen y est élevé tout comme leur production d'innovation. Mais tout croît parallèlement plus vite, le bon comme le mauvais : les grandes villes affichent également des taux de criminalité, de vols et de maladies infectieuses élevés et, de façon générale, le rythme de vie y est plus rapide, que ce soit celui de la création et de faillites d'entreprises, ou de la vitesse de déplacement des piétons. Il semble donc qu'on ne puisse jouir des avantages des villes sans en subir également les inconvénients. Alors faites votre choix, si vous avez la chance de pouvoir le faire.

La migration vers les villes est l'une des tendances de l'exode général que l'on observe à travers toute la planète. Les Nations Unies estiment qu'à l'heure actuelle plus de 200 millions de personnes ont émigré d'un pays vers un autre, et qu'environ 750 millions ont changé de lieu de résidence à l'intérieur même de leur propre pays ; ces dernières décennies, ce mouvement a principalement consisté en une migration depuis les zones rurales et montagneuses vers les villes.

Comment expliquer ces déplacements ? Dans les pays à bas revenus la plupart des gens changent de lieu de vie pour des raisons économiques, à la recherche d'un meilleur travail, de salaires plus élevés, ou tout simplement d'une vie offrant plus de variété, surtout si l'activité agricole ne leur permet plus d'en vivre. Certains se déplacent pour se rapprocher des zones d'éducation ou

de membres de leur famille. D'autres fuient les persécutions politiques, culturelles ou religieuses, les guerres et les conflits, comme c'est le cas en Syrie. D'autres encore sont déplacés de force pour des motifs sociopolitiques, comme en Chine en raison de la construction de barrages. Enfin, certains sont contraints de partir suite à des catastrophes naturelles comme les inondations, les sécheresses ou leurs terres devenues stériles.

Le changement climatique accélérera inévitablement les migrations dans les années et les décennies à venir, mais le terme de « migrants climatiques » est à manier avec précaution. Les changements environnementaux peuvent en effet interagir de façon complexe avec d'autres causes migratoires. Depuis le début du millénaire, la sécheresse au Zimbabwe s'est surajoutée à la crise économique et la situation politique du pays, chassant entre 1,5 et 2 millions de personnes vers l'Afrique du Sud voisine où elles ont reçu un accueil souvent hostile. Par ailleurs, les mouvements provoqués par les changements environnementaux compliquent la distinction établie dans les milieux politico-juridiques entre « migration » et « déplacement » ; la première est considérée comme un choix, tandis que le second résulte d'une contrainte. Il n'est pas toujours aisé de déterminer si les conditions locales sont suffisamment dégradées pour parler de migration involontaire ou non, mais il ne fait guère de doute – au vu de ce que l'Europe vit depuis quelques années – que l'exode et l'immigration demeureront des questions politiques ouvertes pour de nombreuses années encore.

## Technologies de l'identité

Les évolutions technologiques à l'œuvre peuvent paraître bien éloignées des préoccupations quotidiennes des populations rurales d'Afrique ou des tribus nomades de Mongolie – exception faite d'une chose : grâce au téléphone portable elles sont tout autant connectées que le reste du monde.

Deux personnes sur trois dans le monde possèdent maintenant un téléphone portable (ou du moins un abonnement), même dans les pays les moins développés d'Afrique subsaharienne. Ces appareils sont aujourd'hui devenus le principal moyen de communication. L'accès à Internet n'est pas aussi répandu : dans les pays développés quatre foyers sur cinq en sont équipés, mais le ratio tombe en dessous d'un sur dix dans les pays les plus pauvres. La crainte d'une fracture technologique ou digitale n'est donc pas imaginaire, mais l'équation est loin d'être simple. Sans surprise on observe également cette fracture dans la pyramide des âges. Au Royaume-Uni lors du recensement de 2016, 99% des jeunes entre 16 et 24 ans ont selon leurs déclarations utilisé Internet au cours des trois mois précédents, contre seulement 39% des personnes de plus de 75 ans.

L'accès au web n'est qu'un des aspects des choses : l'utilisation des réseaux mobiles a également fait évoluer les mentalités vers un état de « connexion permanente ». La Génération Z, née dans les années 1990, n'a jamais connu l'époque où ces moyens n'existaient pas et elle parvient maintenant à l'âge adulte.

En Grande-Bretagne une enquête en 2011 auprès des 16-24 ans révèle que pour 45% d'entre eux le moment où ils se sentent le plus heureux est lorsqu'ils sont en ligne. Désormais, beaucoup d'entreprises attendent de leurs employés qu'ils soient joignables en permanence par mobile ou par e-mail ; les affaires privées peuvent également être gérées depuis le bureau, effaçant ainsi la barrière entre identités professionnelle et personnelle.

Les statistiques de ce type abondent mais ce qu'elles tendent à montrer n'est pas encore évident. Une extrapolation simple des tendances actuelles suggère que les trois quarts de la population mondiale possédera un téléphone portable avant la fin de la prochaine décennie. Mais les conséquences d'un accès mobile pour un fermier kényan ou un nomade mongol sont tout à fait différentes de celles pour un trader de la City londonienne.

La dissémination sans précédent des technologies de l'information et des médias sociaux suffit à les qualifier de « disruptifs » – mais que vont-ils transformer ou bouleverser au juste ? Il a été un temps exaltant d'imaginer que les soulèvements du « Printemps arabe » de 2011 étaient des « révolutions Twitter », mais cette évidence a depuis largement été remise en question.

Le monde de l'« interconnexion informationnelle » n'est qu'une facette d'une tendance plus vaste à l'interdépendance généralisée entre le commerce, les voyages, les maladies infectieuses, la censure, la vie privée et beaucoup d'autres choses. En d'autres termes, un ragoût enivrant, mais dont personne ne peut dire encore à l'heure actuelle quelle saveur il aura à l'avenir.

Voici toutefois quelques enseignements de ce que l'expérience montre à ce stade :

- Être interconnecté ne signifie pas « appartenir ». Au contraire cet état engendre une balkanisation des vues, durcissant les propos politiques et encourageant ou renforçant les positions extrémistes. Globalement, Internet ou les médias sociaux inclinent peu à la largeur de vue et, d'une certaine manière, leur principe même nous isole de toute remise en question en nous laissant par exemple la possibilité de personnaliser notre fil d'actualités. Il fallait jusqu'à peu faire quelques efforts pour lire ou entendre des thèses négationnistes ; il suffit maintenant de quelques clics.
- Tout comme les technologies de l'information peuvent amplifier les idées préconçues et les vues erronées, elles peuvent également accentuer les inégalités. Dans les affaires et le commerce, dans les arts, les loisirs et la célébrité médiatique, les marchés suivent désormais une tendance de type « le gagnant rafle la mise ». Ceci, révèlent les études de psychologie, est précisément ce à quoi il faut s'attendre avec les systèmes d'évaluation grâce auxquels nous pouvons aisément voir quels choix ont fait les autres.
- Si une tâche peut être assurée par un robot, soyons certains qu'elle le sera un jour. De nombreuses transactions financières sont par exemple déjà réalisées par des algorithmes automatisés. L'opération s'effectue beaucoup plus vite qu'avec des opérateurs humains mais elle présente cependant des règles

singulières que nous ne comprenons pas encore très bien. Cette automatisation va peu à peu s'étendre à des tâches de plus en plus sophistiquées, y compris dans les domaines de la santé et de l'éducation. Cette situation présentera certainement des avantages : les robots-médecins ne dorment jamais et il ne sera donc plus nécessaire d'attendre des semaines avant d'obtenir un rendez-vous. Un robot en connaîtra d'ailleurs beaucoup plus sur votre état de santé (à l'aide d'implants-capteurs et de données génomiques) que votre médecin n'en a jamais su. Mais les robots vont également modifier le marché du travail, et si l'histoire nous a appris quelque chose, c'est bien que ceux qui ne tirent aucun profit des augmentations de productivité seront les premiers à se retrouver privés de tout pouvoir économique, et alors même qu'ils devraient au contraire jouir de plus de loisirs.

- Votre capital le plus important ne consiste peut-être déjà plus en vos compétences, vos connaissances ou votre santé, mais en votre réputation, c'est-à-dire à la façon dont les autres vous évaluent, par exemple sur les forums en ligne. Ce qui veut dire que vous devrez apprendre à gérer cette réputation et à en prendre soin, ou à déléguer cette tâche à quelqu'un d'autre comme le font déjà les entreprises.

Ces tendances ne pointent pas encore clairement dans une seule direction. Beaucoup présentent des éléments contradictoires : les mensonges sont plus faciles à démasquer mais également plus faciles à répandre.

Plus important encore, aucun de ces changements ne se déploie dans une bulle sociopolitique uniforme : ce qu'ils signifient en Chine est différent de ce qu'il en est en Suède ou en Iran.

On peut cependant et sans trop de risque tirer la conclusion suivante quant à l'avenir de nos individualités : l'identité devient une notion beaucoup moins fixe et plus protéiforme qu'elle ne l'a jamais été – ou du moins – qu'on ne le pensait. Nous avons tous des identités multiples qui se manifestent plus ou moins selon la situation, se chevauchent parfois, mais qui toutes participent à la définition de nos vues ou de nos choix d'une manière qui nous est propre. Mais les catégories sociales traditionnelles qui définissaient l'identité, comme l'âge, la classe sociale ou la nationalité, sont aujourd'hui devenues moins déterminantes, tout comme l'est la distinction entre identité publique et identité privée. Les définitions de l'identité jusqu'à présent fondées sur la classe sociale, l'appartenance ethnique ou l'affiliation politique vont probablement céder le pas à de nouvelles catégories comme le rural *vs.* urbain ou le diplômé *vs.* non qualifié.

Si les attributs traditionnels de l'identité individuelle deviennent de plus en plus fragmentés au cours de la prochaine décennie, il faudra s'attendre à ce que les communautés présentent également moins de cohésion. Ce qui pourrait avoir comme conséquence une moindre mobilité sociale et l'apparition de phénomènes de marginalisation, de ségrégation et d'extrémisme. D'un autre côté, l'hyper-connectivité peut aussi renforcer l'identité

de groupe de manière positive en offrant de nouvelles possibilités de construction de communautés. Nos vies et nos identités toujours plus connectées conduiront-elles au meilleur ou au pire? En fait les deux – et plus encore qu'on ne le croit.

## **L'avenir de la démocratie et de la religion**

L'essai de Francis Fukuyama *La fin de l'histoire et le dernier homme* publié en 1992, est aujourd'hui devenu la risée des critiques de la futurologie: si vous le lisez maintenant, retenez-vous de rire à l'idée qu'il exprimait alors, à savoir qu'après la chute du mur de Berlin et de l'Union soviétique, les démocraties libérales constitueraient la forme logique ultime de tous les États développés. Il existe aujourd'hui et plus que jamais de nombreuses raisons de douter des prévisions de Fukuyama. Il est non seulement évident que l'accès à la stabilité démocratique restera hors de portée d'une grande partie du monde – celle-ci ne se matérialisant pas comme par magie après le renversement d'une dictature – mais il n'est également pas garanti qu'elle perdure une fois installée. Le populisme démagogique actuellement à l'œuvre en Europe et aux États-Unis menace de transformer certaines démocraties libérales en régimes « d'homme fort » maintenus en place par la coercition, la corruption et la collusion, à la façon de la Russie, de la Chine ou de l'Asie du Sud-Est. Il y a aujourd'hui un véritable débat quant à la question de savoir si les termes « démocratie » et « libérale » peuvent rester indéfiniment associés, et si

le capitalisme débridé – avec ses fictions économiques et sa tendance à favoriser les inégalités et le ressentiment – est compatible tant avec l'un qu'avec l'autre.

En bref, les intellectuels occidentaux ne sont plus persuadés d'avoir élaboré la meilleure forme de gouvernance, et encore moins de savoir comment la faire émerger ailleurs. Le politologue David Runciman a souligné que la force de la démocratie – qui est d'être résiliente à tous types de chocs – est également son talon d'Achille puisqu'elle n'incite guère à tirer les leçons du passé. Progresser cahin-caha paraît encore suffisant pour le moment – jusqu'au jour où cela ne le sera plus.

Il faut donc cesser de se représenter la politique comme une sorte de réaction chimique qui bouillonne pendant un certain temps jusqu'à ce que ce qu'elle résulte en un état stable et satisfaisant. L'impermanence est plutôt ce qui la caractérise, et les politologues parlent de plus en plus de processus « discontinu » qui se déroulerait non pas de manière graduelle mais par secousses sismiques épisodiques.

Parmi les bouleversements que nous pouvons anticiper figurent ceux relatifs à la religion. La question n'est en effet pas tant de savoir quelle sera la place de la religion à l'avenir, mais plutôt de quelle religion il sera question. Les « quatre grandes » – l'islam, la chrétienté, le bouddhisme et l'hindouisme – éclipsent sans doute progressivement toutes les autres. L'athéisme, revendiqué par environ 16% de la population mondiale – et bien davantage en Europe occidentale – progresse moins vite que les principales croyances religieuses

(à l'exception du bouddhisme qui décline relativement). La proportion globale des musulmans est celle qui croît le plus rapidement; elle aura probablement rejoint celle des chrétiens (soit 30%) en 2050.

Quelle que soit votre opinion sur ces tendances, il convient de les aborder avec le même état d'esprit que s'il s'agissait d'étudier la diffusion d'autres caractéristiques culturelles comme le langage – en particulier si, comme celui-ci, la religion ne peut être isolée d'autres facteurs comme la croissance démographique ou le développement économique. La foi religieuse affectera encore profondément nos vies, pour le meilleur ou pour le pire. L'histoire nous a appris que la religion n'est pas nécessairement anti-intellectuelle, anti-science, anti-démocratique ou anti-humaniste. Mais qu'elle peut l'être également.

### **À long terme...**

La meilleure science-fiction n'est pas celle qui vise à prédire l'avenir. Les histoires à succès, comme *La Guerre des Mondes*, *Le Meilleur des Mondes*, 1984, le film *Blade Runner* (et le roman *Les Androïdes*, de Philip K. Dick, dont il est tiré) ou *Bienvenue à Gattaca*, le film de 1997 sur la ségrégation génétique, utilisent la liberté créatrice qu'offre l'avenir pour explorer les angoisses du présent. Il n'y a donc aucune raison de se plaindre de l'absence aujourd'hui des réacteurs personnels, des bases lunaires ou des robots-serviteurs promis autrefois: ces innovations n'ont jamais été d'actualité.

Néanmoins même la meilleure science-fiction tombe parfois dans le travers d'imaginer ce que la technologie fera pour nous, alors qu'elle ne sera en réalité rien d'autre que ce que nous en ferons. Les technologies ne nous sont rarement, pour ainsi dire jamais, imposées, même si nous en avons l'impression. Elles arrivent car collectivement nous les acceptons, nous les accueillons et nous les transformons en normes, au point d'en faire un usage compulsif. Avant l'apparition des téléphones portables et des réseaux sociaux, nous n'avions guère idée de notre degré de narcissisme, ni à quel point nous voulions désespérément échapper à la réalité du quotidien et combler notre sentiment de solitude. Nous n'aurions jamais imaginé le degré de confiance sur lequel reposent aujourd'hui les échanges commerciaux (e-commerce), à quel point nous détestons les avis contraires aux nôtres (chambre d'écho médiatique), ni comme nous sommes fascinés par la banalité (télé-réalité) et comme l'anonymat peut nous rendre agressifs (trolls).

La futurologie doit donc nous forcer à nous regarder dans le miroir. C'est une chose d'imaginer, disons, un futur transhumaniste dans lequel nous aurions accédé à l'immortalité en combinant nos corps et nos esprits aux technologies de l'information et en téléchargeant nos pensées vers quelque disque dur quantique. Que ceci soit ou non de l'ordre du fantasme (ce que j'ai tendance à croire), cette vision est avant tout révélatrice de nous-même. Elle indique simplement que notre rapport à la mort et à la sénescence sera d'une façon ou d'une autre l'un des prochains déterminants du changement social.

C'est pourquoi je recommande de considérer plusieurs des prévisions indiquées dans ce livre non pas comme des descriptions hypothétiques de l'avenir, mais plutôt comme des reflets de ce que nous souhaiterions qu'il devienne.

Quand nous nous posons la question de savoir « Qui deviendrons-nous? », les organismes gouvernementaux ont tendance à produire des rapports bourrés de statistiques et de schémas reposant essentiellement sur des extrapolations graduelles du ici et maintenant. Les futurologues imaginent pour leur part un « changement discontinu » et des « singularités » : une rupture abrupte du statu quo, une fracture dans les graphes due à une technologie imprévue ou à une crise politique. Les artistes et les écrivains proposent quant à eux de véritables voyages oniriques parfois extraordinaires voire déjantés et teintés de satire. Nous vivons dans un *Meilleur des Mondes*; nous serons devenus une espèce fabriquée dans les chaudrons d'un Incubateur Central; nous vivons sur une planète qui aura disparu sous une forêt de méga-tours, chacune d'entre elles constituant une nation entière; ou encore au milieu des ruines d'Armageddon, racontant des légendes de merveilles technologiques disparues dans un patois rabelaisien dégradé. Qu'importe. Nous avons quoi qu'il en soit besoin de toutes ces données chiffrées, de toutes ces transitions, de toutes ces visions. Non pas parce qu'elles nous donneront la réponse, mais parce qu'elles nous permettront d'identifier et de déjouer les pièges que nous nous tendons à nous-mêmes. Comme l'a dit

un jour avec une délicieuse ambiguïté, l'écrivain américain Richard Powers : « Les gens veulent tout ; c'est bien là leur problème. »





## L'AVENIR, IMPRÉVISIBLE PAR PRINCIPE ?

Détrompez-vous. Les scientifiques savent déjà à quoi ressemblera notre monde en 2050. Il sera totalement différent de celui que nous connaissons aujourd'hui.

Jim Al-Khalili convoque 18 experts mondiaux, chacun spécialiste de son domaine, et leur pose cette question aussi simple que vertigineuse : de quoi notre avenir sera-t-il fait ? Du prodigieux (les ordinateurs quantiques et la biologie de synthèse) au fondamental (le changement climatique et l'énergie), ils nous emmènent à la découverte d'un monde qui dépassera bientôt le stade de la fiction (voyages dans le temps et téléportation).

Allongement de la durée de vie, transhumanisme, menaces épidémique et environnementale, hyperconnexion des objets, omniprésence de l'intelligence artificielle, robots tueurs... Le paysage du futur est foisonnant, et parfois déstabilisant. Vous apprendrez entre autres de quelle façon une société peut se reconstruire après une éventuelle apocalypse, et qu'une omelette d'œufs de tortue participe peut-être davantage à la préservation de la planète qu'à sa destruction.

Aussi passionnant qu'instructif, ce livre modifiera votre vision du présent et de l'avenir.

**JIM AL-KHALILI**, Anglais d'origine irakienne, officier de l'Ordre de l'Empire britannique, est professeur de physique théorique et titulaire de la chaire *Public Engagement in Science* à l'Université du Surrey. Il a animé plusieurs émissions scientifiques, parmi lesquelles *The Life Scientific* sur la chaîne BBC Radio 4. Ses livres ont été traduits en 24 langues.

18.50 €

ISBN 978-2-88915-240-7



9 782889 152407 >

**quanto**