

## Et au fait, à quoi devrait ressembler le monde en 2030 ?



La rédaction de Wired a dévoilé des prévisions d'ici à 2030 dans le domaine de l'environnement, de la santé ou bien encore de la pauvreté. Quels sont les principaux défis à relever afin de résoudre les inégalités ou pour améliorer les conditions de vie lors de cette nouvelle décennie ?

Avec Gil Rivière-Wekstein

Avec Michel Ruimy

Avec Stéphane Gayet

**Atlantico.fr : Le site Wired a publié un article faisant état des prévisions liées à la pauvreté d'ici à 2030. Selon l'ONU, depuis les années 1990, 1,1 milliards de personnes sont sorties de la pauvreté et si les pays respectent les plans de l'ONU, la pauvreté peut disparaître d'ici à 2030.**

**A vos yeux, quels sont les principaux défis à relever (et sont-ils réalisables) en termes d'économie pour pallier la pauvreté d'ici à 2030 ?**

**Michel Ruimy :** Il faut bien rappeler que la pauvreté ne se limite pas au manque de revenus ou de ressources productives qui garantissent des moyens de subsistance durables. Elle se manifeste aussi par la famine, la malnutrition, l'accès limité à l'éducation et aux services de base, etc.

Au cours des dernières décennies, le taux de pauvreté a nettement reculé. En 1981, il s'élevait à près de 45% et, en 1990, à environ 35%. Aujourd'hui, 1 personne sur 10 vit encore, dans certaines régions en développement, avec moins de 1,90 dollar par jour (seuil de pauvreté fixé au plan international). Cette tendance montre qu'éliminer l'extrême pauvreté pourrait être à notre portée.

Mais, lutter contre la pauvreté nécessite de bien la mesurer de manière pertinente afin de déterminer les stratégies les plus efficaces de réduction. Pour se faire, il est nécessaire d'une part, de créer des indicateurs pertinents pour dénombrer précisément les personnes vivant dans la grande pauvreté. Sans la définition claire d'un seuil de référence monétaire, il sera très complexe d'éradiquer la grande pauvreté et d'autre part, de comprendre l'aspect multidimensionnel de la pauvreté. Il est primordial que les plus pauvres soient traités par des dispositifs qui défendent l'ensemble des droits primordiaux - droit au logement, à la famille, à l'éducation, aux soins, à la culture... - sans lesquels la disparition de la grande pauvreté ne pourra se faire de manière pérenne.

Toutefois, il n'en demeure pas moins que si, à ce jour, la pauvreté a baissé, au niveau mondial, grâce à une forte croissance économique, la tendance de celle des prochaines années serait insuffisante pour éradiquer la pauvreté à l'horizon 2030. Pour ce faire, il faudrait que la croissance augmente encore et que les inégalités se réduisent. Les dimensions non économiques du bien-être, comme l'éducation et la santé, doivent également être prises en compte, ce qui suppose notamment que les États soient en capacité d'investir dans les infrastructures publiques. Ainsi, la clé du succès sera le financement de cet effort colossal. Certains ont chiffré la facture à près de 2 000 milliards de dollars sur 10 ans. En principe, chaque pays riche devrait consacrer au moins 0,7% de son Produit

---

intérieur brut à aider les pays pauvres, mais bien peu le font... C'est là, où le bât blesse dans un monde où les dettes risquent de devenir insolubles !

## **Atlantico.fr : Le site du mensuel américain Wired a établi une liste des prévisions écologiques d'ici à 2030, envisageant notamment un désastre potentiel si les émissions de gaz à effet de serre ne diminuent pas de 50%. Qu'en pensez-vous ?**

**Gil Rivière-Wekstein** : L'auteur de l'article, Matt Simon, fait en effet référence à une déclaration de l'ONU datée d'octobre 2018, qui encourage les pays à réduire de 50% leurs émissions de CO2. Cependant, il a l'honnêteté de préciser que, quoi qu'il arrive, « le monde ne se terminera pas soudainement le 1er janvier 2030 ».

Et il a bien raison, car ne soyons pas dupe : cet objectif est parfaitement inatteignable. Pour la bonne raison, déjà, que, comme l'admet l'ONU, la courbe des émissions de gaz à effet de serre ne cesse de croître - et il n'y a aucune raison de penser que la tendance va miraculeusement s'inverser dans les prochaines années. Sauf à croire que l'Inde, la Chine, et les autres pays émergents, vont stopper leur croissance. D'ailleurs, pour atteindre cet objectif, il faudrait, toujours selon l'ONU, « interdire la construction de nouvelles centrales à charbon en Chine ». Et je ne vois pas trop comment nous pourrions imposer au gouvernement chinois une telle politique énergétique ! De même, l'ONU préconise le développement de « voitures zéro émission ». Autrement dit, de transformer le parc automobile actuel en un parc automobile électrique. Mais cela va considérablement augmenter les besoins en électricité. Or, dans le monde, plus de trois quarts des besoins en électricité sont produits grâce aux énergies fossiles, très émettrices de CO2.

En fait, pour réduire significativement les émissions de gaz à effet de serre, il faudrait que l'ensemble de la planète adopte le même mode de production d'électricité que la France, de très loin l'un des pays modernes qui émet le moins de CO2 par habitant (395 kg/an pour sa consommation électrique contre 2104 kg/an pour l'Allemagne). Une performance qui a été rendue possible grâce à nos 58 centrales nucléaires qui produisent plus de 75% de notre électricité. Imaginez alors combien de centrales nucléaires il faudrait construire dans le monde (il y en a moins de 500 aujourd'hui, réparties seulement sur 31 pays) ! Bref, cette déclaration s'apparente davantage à un canular mis au point par un lobbyiste du nucléaire...

Plus sérieusement, les principales mesures à prendre pour réduire les émissions de CO2 sont de bon sens : une meilleure isolation, la lutte contre le gaspillage énergétique, le développement de moyens de transport efficaces (comme le métro parisien), et, en effet, l'augmentation de la part d'électricité produite par des centrales nucléaires de seconde génération. Tout le reste n'est que blablabla.

## **Atlantico.fr : Le site Wired a publié un article faisant état des prévisions liées à la santé d'ici à 2030, avec une multiplication d'études et de recherches liées à l'ADN, et au "sequencing" des génomes ? A vos yeux, quels sont les principaux défis à relever en termes de santé (notamment sur l'ADN, les génomes, le transhumanisme) d'ici à 2030 ?**

**Stéphane Gayet** : à présent que l'on est capable de séquencer intégralement le génome d'un individu ainsi que de modifier des gènes au sein de ce génome -grâce à des ciseaux génétiques-, on pourrait se laisser aller à imaginer des modifications à l'infini du génome humain. C'est assez effrayant. Heureusement, il existe une réflexion éthique permanente à ce sujet et des garde-fous législatifs et réglementaires encadrent rigoureusement tout projet d'intervention sur le génome humain.

### **L'homme corrigé, l'homme amélioré et l'homme augmenté... jusqu'où aller ?**

Si l'on se prête à l'exercice consistant à se glisser dans la peau d'un transhumaniste épris d'absolu et de projets utopiques, on peut en arriver à imaginer l'homme corrigé, puis l'homme amélioré et enfin l'homme augmenté. Sans tenir compte du caractère effectivement réalisable ou non, ces trois étapes consisteraient en la correction de toutes les « erreurs » que l'on peut constater dans le génome humain, puis en l'amélioration de tous les caractères héréditaires intéressants à accroître et enfin en l'ajout de facultés nouvelles visant à le parfaire, elles-aussi améliorables presque à l'infini.

Si l'on écoute le discours de certains transhumanistes contemporains, on peut entendre des propos qui ne sont pas aussi éloignés que cela de cette vision futuriste, mais surréaliste et très inquiétante de l'être humain génétiquement optimisé.

Mais sérieusement, qu'en est-il ?

Il convient de s'interroger sur ce qui est réellement souhaitable et sur ce qui est techniquement réalisable.

### **Quels sont les rapports entre ADN, génome, gènes et chromosomes ?**

Le génome d'un être vivant peut être assimilé à son plan de fabrication et à son code d'organisation et de fonctionnement. Il est constitué de très longues molécules filamenteuses et enroulées d'acide désoxyribonucléique ou ADN.

Un gène est une unité fonctionnelle du génome : chaque gène a une fonction bien définie. Il existe plusieurs catégories de gènes : gènes effecteurs (synthèses), gènes activateurs, gènes répresseurs ou inhibiteurs, gènes régulateurs...

Le génome d'un individu est l'ensemble de tous ses gènes (de l'ordre de 25000 chez l'être humain). Toutes les inventions de l'Homme lui sont le plus souvent inspirées de la nature et il est frappant de constater que le registre (la base de registre) du système d'exploitation d'un ordinateur actuel a des analogies avec le génome d'un être vivant ; chaque clé de registre peut prendre différentes valeurs et elle peut être comparée à un gène.

L'élément qu'on appelle un chromosome est un aspect morphologique (observable au microscope) du génome, qui apparaît lorsque le noyau d'une cellule s'apprête à se diviser. En effet, lors d'une division cellulaire ou mitose, l'ADN a tout d'abord besoin d'être dupliqué ; pour cela, ce long filament doit déjà être déroulé et réparti en sous-unités nommées chromosomes. Le génome de l'être humain est réparti entre 23 paires de chromosomes. Toutes les cellules du corps humain contiennent l'ensemble des gènes (donc des

chromosomes), mais l'expression des gènes varie selon le tissu auquel appartient la cellule qui les détient (car les cellules sont en effet différenciées -c'est-à-dire spécialisées- et cela en fonction du tissu auquel elles appartiennent). De plus et c'est quelque chose de très important, une grande partie de nos gènes n'est pas exprimée (gènes dormants) ; mais ils pourront l'être plus tard en fonction des circonstances, cela soit chez l'individu lui-même, soit chez sa descendance.

### **Connaît-on réellement la totalité des gènes humains et le rôle de chacun ?**

Etant donné le nombre de gènes humains et la complexité de l'étude du rôle de chacun d'eux, on perçoit le caractère tout à fait titanesque du travail pour y parvenir.

En revanche, on sait séquencer la totalité du génome humain, c'est-à-dire dresser la liste complète de tous les gènes sur le plan de leur composition chimique. Cette opération est rendue possible par le fait que la composition chimique des gènes est assez simple, dans la mesure où chaque gène est « écrit » dans le génome à l'aide d'un « code génétique » : c'est comme une langue qui aurait un alphabet particulier. Une lettre ou codon (une unité du code génétique) est formée de la succession de trois nucléotides désignés par leur base azotée, elle-même désignée par son initiale. Les quatre bases azotées de l'ADN sont l'adénine (A), la guanine (G), la cytosine (C) et la thymine (T). L'ordre est déterminant : par exemple, AAC est différent de CAA (pour plus de précisions, on peut lire : <https://www.atlantico.fr/node/3558918>). Le code génétique peut ainsi être comparé à une langue ou un code informatique. Un mot dans le code génétique ressemble à CTG-AGT-TTC-CTA-AAC-CCG-CAA-GTT-etc. Le génome est constitué d'un nombre de mots gigantesque. Les mots sont regroupés en ensembles cohérents et signifiants appelés gènes. Un gène peut ainsi être comparé à une phrase dans le code génétique.

En pratique, on a d'abord cherché à identifier les gènes responsables de malformations ou de maladies.

### **La chasse aux gènes « défectueux » ou « anormaux » : vers le génome « sans défaut » de l'homme corrigé...**

On a appris depuis des décennies à reconnaître certains gènes responsables de telle ou telle particularité anthropologique. Le génome de l'être humain, comme toute chose dans le monde, ne peut pas être exempt de défaut. Certains défauts sont génétiques et sont dans ce cas liés généralement à un gène défectueux, parfois à plusieurs gènes défectueux. Et c'est ainsi que grâce aux performances de la biologie moléculaire, les principales grandes maladies congénitales d'origine génétique ont pu être attribuées à telle ou telle anomalie génique.

Mais, en matière d'identification des gènes responsables de telle ou telle caractéristique, il importe de faire la différence entre une maladie liée à un ou plusieurs gènes « anormaux » (maladie génétique ou génique), et une maladie simplement favorisée par un ou plusieurs gènes à la fois différents de ce qu'ils sont dans la population générale (gènes « déviants ») et pas fondamentalement anormaux. Cette nuance est d'une grande importance. Considérons par exemple, le syndrome de Marfan (maladie rare qui associe une taille excessive à un aspect longiligne, un allongement des membres et extrémités, une déformation de la tête et de la colonne vertébrale de type cyphoscoliose, un thorax dit « en entonnoir », des ligaments extrêmement élastiques et des malformations viscérales) : cette maladie génétique est liée à des mutations du gène FBN1 (car chaque gène porte un nom de code) ; dans ce cas, on a affaire à une maladie sévère liée à un seul gène anormal (mais attention : ce gène peut très bien avoir d'autres fonctions) ; il s'agit donc d'une maladie gravissime et de cause simple. À l'opposé du syndrome de Marfan, prenons l'exemple de cancers génétiquement favorisés, comme celui du sein et celui du côlon ; ils ne sont en règle générale pas liés à un gène « anormal », mais plutôt à plusieurs gènes « déviants » ; un gène est dit « anormal » quand il est indiscutablement pathologique ou plutôt pathogène ; il est dit « déviant » quand il comporte une particularité défavorable (ou parfois favorable).

On voit qu'il y a une question d'appréciation : faut-il neutraliser uniquement les gènes anormaux, ou également les gènes déviants défavorables ? La difficulté vient du fait qu'un gène a très habituellement plusieurs fonctions.

### **Où en sommes-nous en matière d'identification des gènes dits « anormaux » ?**

Les gènes responsables de plus de la moitié des quelque 7000 maladies monogéniques recensées dans le monde, ont déjà été identifiés. Cette performance a été rendue possible grâce au perfectionnement en durée et en coût du séquençage de l'ADN (le séquençage consiste à identifier l'ensemble des gènes sur le plan de leur composition chimique). Mais pour que cette identification soit réalisable, il était déjà nécessaire de constituer une gigantesque base de données de génomes de personnes saines et de personnes malades, afin d'analyser et de comparer les génomes des unes et des autres.

On estime que de l'ordre de 80 % des maladies rares ont une origine génétique. Dans l'Union européenne, on définit une maladie rare comme une maladie qui atteint moins d'une personne sur 2000. Mais ces maladies rares concernent tout de même de l'ordre de 15 à 20 millions de personnes en Europe, dont près de quatre millions en France, ce qui est énorme.

Les maladies rares se caractérisent par une grande diversité de symptômes et signes cliniques, qui varient non seulement d'une maladie à l'autre, mais également d'un malade à l'autre pour une même maladie.

Et la majorité de ces maladies rares sont également qualifiées de maladies « orphelines », ce qui signifie qu'elles ne sont pas traitées comme les autres maladies, étant donné que bien peu de personnes s'y intéressent, tout comme les enfants orphelins de père et de mère n'ont pas du tout les mêmes chances dans la vie que les autres enfants. En toute logique, les maladies orphelines ne font pas l'objet de beaucoup de recherches, à part celles qui sont très médiatisées.

### **Le premier défi à relever d'ici à 2030 serait de caractériser génétiquement la totalité des maladies monogéniques non cancéreuses, mais aussi la très grande majorité des cancers pluri géniques**

C'est un espoir considérable. Car, caractériser génétiquement une maladie, c'est être capable d'en faire un diagnostic de certitude grâce à un test génétique, certes coûteux (mais qui le sera en principe de moins en moins). Il faut insister sur le fait que les maladies rares sont, par définition, très mal connues des médecins, d'où une errance médicale systématique avant que le diagnostic positif ne soit enfin posé ; et cette errance coûte cher et maltraite les patientes et les patients. Il est évident que l'arrêt de l'errance diagnostique permettra des économies tout en apportant une importante amélioration de la qualité des soins donnés à ces patients souvent maltraités, répons-le.

---

De plus, la caractérisation génétique des maladies monogéniques pourra permettre de mettre au point de nouvelles pistes thérapeutiques ciblées.

Par ailleurs, les cancers sont des pathologies pour lesquelles il est souvent possible de développer des thérapies ciblées en lien avec les altérations génétiques identifiées. Mais ce point appelle une précision : il existe, d'un côté, des particularités géniques qui concernent le génome général d'une personne et qui peuvent favoriser la survenue d'un cancer, et de l'autre, les altérations géniques des cellules cancéreuses qui, par définition, sont cancéreuses parce que l'objet d'anomalies graves de leur génome, anomalies survenues pour diverses raisons (c'est la notion de souche cancéreuse ou tumorale).

Ainsi, différents traitements peuvent être testés sur la souche de cellules tumorales du patient, cellules qui sont cultivées en laboratoire comme des bactéries. Les traitements possibles à tester, sont définis à partir du résultat du séquençage de l'ADN de ces cellules tumorales : c'est l'identification des altérations du génome tumoral qui oriente ces traitements. C'est le principe général de la médecine dite « personnalisée » : cette médecine personnalisée, définie au cas par cas à partir du génome de l'individu et de celui de son cancer le cas échéant, devrait révolutionner la médecine.

Si l'on veut en savoir plus sur la façon dont on peut modifier des gènes, on peut lire ici quelques explications : <https://www.atlantico.fr/node/3583414>. Si l'on veut en savoir plus sur les thérapies ciblées, on peut lire ici quelques explications : <https://www.atlantico.fr/node/3570374>.

**Le second défi à relever d'ici à 2030 serait de réussir à prévenir ou bien à traiter efficacement la très grande majorité des maladies monogéniques non cancéreuses, ainsi qu'un grand nombre de cancers pluri géniques**

Ici, à côté de la faisabilité technique de ces thérapies ciblées, intervient une notion de coût financier. C'est là que se trouve la pierre d'achoppement de ce projet. Car savoir réaliser quelque chose ne signifie pas ipso facto, et loin de là, en avoir les moyens financiers. La médecine occidentale est devenue d'une performance éblouissante et continue bien sûr à avancer à grands pas, mais dans ses possibilités. Tout le monde ne pourra pas avoir accès à ces diagnostics coûteux et à ces thérapies coûteuses. Les progrès de la médecine sont impressionnants, mais c'est une erreur de penser que tout le monde pourra en bénéficier. Le financement de la santé trouve ses limites. En dehors du fait qu'ils nous emmènent dans des voies folles sur le plan de l'éthique, les transhumanistes semblent faire abstraction des contraintes économiques et financières. Ou bien ils en tiennent compte et envisage une partition du monde : d'un côté, une élite sélectionnée sur le plan génétique, ayant un génome à 100 % corrigé, mais aussi amélioré et même augmenté ; de l'autre, des populations laissées pour compte, en état de survie et vouées à disparaître d'elles-mêmes dans l'indifférence égoïste et cynique des élites. C'est déjà un peu ce qui se passe dans certains pays, à cette différence près que les élites ont encore besoin des populations laborieuses car ce sont elles qui sont le moteur de la machine économique.