

# *futuribles*

*L'anticipation au service de l'action*

## **Futurs possibles 2030-2050**

**Tendances lourdes, signaux faibles, incertitudes**

**RESSOURCES NATURELLES : LES LIMITES REVISITÉES**

**VERS UNE ÉCONOMIE SANS CROISSANCE ?**

**SEPT DÉFIS POUR LES ENTREPRISES ET LE TRAVAIL**

**LES NOUVELLES FRONTIÈRES DE LA SCIENCE**

**GÉOPOLITIQUE : ACTEURS ET CONFLITS DE DEMAIN**

**POPULATION, ÉDUCATION, SANTÉ, MODES DE VIE...**

# futuribles

L'anticipation au service de l'action

## REVUE BIMESTRIELLE

47, rue de Babylone - 75007 Paris - France

Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54

E-mail [revue@futuribles.com](mailto:revue@futuribles.com) - Site Internet [www.futuribles.com](http://www.futuribles.com)

## COMITÉ D'ORIENTATION

Pierre Bonnaure, Dominique Bourg,  
Jean-François Drevet, Jean-Pierre Dupuy,  
Hubert Landier, Corinne Lepage, Jacques Lesourne,  
Harold A. Linstone, Pierre-Jean Lorens, Eleonora Masini,  
Robert Rochefort, Joël de Rosnay, Alioune Sall,  
Hedva Sarfati, Jacques Testart

## COMITÉ DE RÉDACTION

Sébastien Abis, Julie Bouchard, Jean-Yves Boulin,  
Gilbert Cette, Pierre-Yves Cusset, Julien Damon,  
Elvire Fabry, Charles du Granrut, Bruno Hérault,  
Marthe de La Taille-Rivero, Céline Laisney,  
Alain Michel, Pierre Papon, Alain Parant,  
André-Yves Portnoff, Jacques Theys

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : François de Jouvenel

RÉDACTEUR EN CHEF : Hugues de Jouvenel

RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE - SECRÉTAIRE DE RÉDACTION

Stéphanie Debruyne

RÉDACTION : Cécile Désaunay, Laurie Grzesiak

ASSISTANTE : Aude Houguenague

SECRÉTAIRE GÉNÉRALE : Corinne Roëls

ABONNEMENTS - DIFFUSION : Hélène Vioujard

CORRECTRICE : Anne De Beer

ABONNEMENT PAPIER (TVA 2,1 % incluse)	ENSEIGNANTS		ÉTUDIANTS
	1 AN (6 n°)	2 ANS (12 n°)	
France et autres pays	115 €	199 €	58 €

ABONNEMENT WEB (TVA 2,1 % incluse) (6 numéros par an + archives depuis 1975, texte intégral)	1 AN
1 à 10 postes	225 €
Au-delà de 10 postes	sur devis

PACK PAPIER + WEB 1 ABONNEMENT PAPIER + 1 ABONNEMENT WEB (TVA 2,1 % incluse, 1 à 10 postes, 6 numéros par an + archives depuis 1975, texte intégral)	1 AN
France et autres pays	280 €

LE NUMÉRO : 22 € (tous pays, port inclus)\*

\*Les numéros antérieurs au 392 sont à 14 €  
sauf les 343, 354, 365, 376, 383 et 387 qui sont à 19 €

Les articles signés expriment l'opinion des auteurs et pas nécessairement celle de Futuribles. Tous droits de reproduction, même partielle, par quelque procédé que ce soit, réservés pour tous pays.

© futuribles Sarl 2016

Actionnaires principaux : Hugues de Jouvenel, Corinne Roëls

Commission paritaire n° 0521 D 80574 - ISSN 0337-307X  
Bialec S.A.S., 23 allée des Grands Paquis, 54180 Heillecourt, France  
Dépôt légal n° 88823 - NOVEMBRE 2016

Principale revue de prospective en langue française à caractère réellement interdisciplinaire, *Futuribles* analyse ce qui peut advenir (les futurs possibles) et ce qui peut être fait (les politiques et les stratégies) vis-à-vis des grands défis du futur.

## Au sommaire des derniers numéros

### n° 412

- **Le bien-être selon l'OCDE**
- **La santé à l'ère du big data**
- **Éducation, formation, emploi**
  - *Les atouts de la formation professionnelle et de l'apprentissage*
  - *Les écoles de la deuxième chance*
  - *Vers l'entreprise polycellulaire ?*
  - *Le travail dans 20 ans (1995)*

### n° 413

- **Eau, alimentation et climat**
- **Le droit d'asile en Europe**
- **Science-fiction et prospective**
  - *Panorama des œuvres d'anticipation*
  - *Exploration de ruptures sociales et extension du champ des possibles*
  - *Le rapport homme-nature au prisme de la science-fiction*

### n° 414

- **Renouveau des utopies urbaines**
  - *Comment une terre devient créative*
  - *Fablabs urbains versus think-tanks*
  - *Les nouveaux producteurs d'utopies*
  - *Comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme*
  - *Villes intelligentes : utopie ou réalité ?*

Les articles de la revue *Futuribles* sont indexés dans Public Affairs Information Service (PAIS) Bulletin, CAB Abstracts, CSA Political Science and Government: A Guide to Periodical Literature, World Agricultural Economics and Rural Sociology Abstracts, Références, Généralis, Delphe, Sociological Abstracts, IBZ (Internationale Bibliographie der Geistes- und Sozialwissenschaftlichen Zeitschriftenliteratur), Scopus.

Toute reproduction ou représentation, intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, de la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite (article L. 122-4 du Code de la propriété intellectuelle - CPI) et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (Code de la propriété intellectuelle, article L. 122-5). L'autorisation de reproduire, dans une autre publication (livre ou périodique), un article paru dans la présente publication doit être obtenue auprès de l'éditeur : Hélène Vioujard, Futuribles, 47 rue de Babylone, F-75007 Paris, tél. : 33 (0)1 53 63 37 70, fax : 33 (0)1 42 22 65 54, e-mail : [hvioujard@futuribles.com](mailto:hvioujard@futuribles.com). L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie ou électroniques dans le cadre d'un panorama de presse diffusé sur Intranet doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, F-75006 Paris, tél. : 33 (0)1 44 07 47 70, fax : 33 (0)1 46 34 67 19, e-mail : [contact@cfcopies.com](mailto:contact@cfcopies.com).

# *futuribles*

**NUMÉRO 415 • NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2016**

<b><i>Fragments de futurs possibles</i></b>	<b>3</b>
<i>Hugues de Jouvenel</i>	
<b><i>La population du monde : croissance et vieillissement</i></b>	<b>5</b>
<i>Alain Parant</i>	
<b><i>Ressources naturelles : pénurie ou surabondance ?</i></b>	<b>25</b>
<b><i>Une question de limite(s)</i></b>	
<i>Cécile Désaunay et Éric Vidalenc</i>	
<b><i>La croissance économique en voie de disparition ?</i></b>	<b>39</b>
<i>Charles du Granrut</i>	
<b><i>Sept défis pour les entreprises et le travail</i></b>	<b>51</b>
<i>André-Yves Portnoff</i>	
<b><i>L'éducation dans les 30 prochaines années</i></b>	<b>63</b>
<i>Alain Michel et Lorène Prigent</i>	
<b><i>Sociétés et modes de vie dans le monde</i></b>	<b>77</b>
<b><i>Grandes tendances d'évolution à l'horizon 2030-2050</i></b>	
<i>Julien Damon</i>	
<b><i>La santé à l'horizon 2030-2050</i></b>	<b>93</b>
<b><i>Quelques tendances lourdes du XXI<sup>e</sup> siècle</i></b>	
<i>Louis-Charles Viossat</i>	
<b><i>La science vers de nouvelles frontières</i></b>	<b>109</b>
<b><i>Avancées et ruptures possibles dans quelques domaines scientifiques à l'horizon 2030-2050</i></b>	
<i>Pierre Papon</i>	
<b><i>Les conflictualités de demain</i></b>	<b>125</b>
<i>Jean-Pierre Maulny</i>	

## **TRIBUNE EUROPÉENNE**

<b><i>Les relations UE-Turquie à un tournant</i></b>	<b>139</b>
<i>Jean-François Drevet</i>	

<b>ACTUALITÉS PROSPECTIVES</b>	<b>149</b>
--------------------------------	------------

<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>163</b>
----------------------	------------

<b>ABSTRACTS</b>	<b>179</b>
------------------	------------

<b>TABLE DES MATIÈRES 2016</b>	<b>183</b>
--------------------------------	------------



# FRAGMENTS DE FUTURS POSSIBLES

*L'éditorial d'Hugues de Jouvenel*

*Les lecteurs de la revue Futuribles, sans aucun doute, sont familiers de notre approche vis-à-vis de l'avenir. Qu'ils me permettent néanmoins de rappeler ici brièvement notre manière de concevoir la prospective, son utilité et ses limites, bien résumée par la formule « l'avenir ne se prévoit pas ; il se construit ».*

*Il ne peut se prévoir avec certitude dès lors qu'il n'est pas prédéterminé, donc qu'il est, par essence, inconnaisable. Il se construit notamment au travers de décisions et d'actions humaines, tous les acteurs n'ayant évidemment pas tous les mêmes pouvoirs ni les mêmes finalités. Leur latitude d'action sera cependant d'autant plus grande qu'ils auront fait preuve d'anticipation et ne seront donc pas exclusivement esclaves des urgences. Tel est l'objet de la prospective dite exploratoire qui, partant de la représentation que nous pouvons nous forger de la situation actuelle, des tendances lourdes et émergentes qu'elle recèle, des incertitudes et des risques de rupture qu'elle comporte, nous amènera à réfléchir à ce qui peut advenir.*

*Cette fonction, que l'on aurait appelée jadis de prévoyance, est la*

*condition même du pouvoir dont l'exercice exige de savoir quelles finalités les acteurs s'assignent comme souhaitables et réalisables, quelles stratégies ils estiment opportun et possible d'adopter. Qu'il s'agisse du dirigeant d'une entreprise ou de toute autre organisation, d'un élu à quelque échelle géographique qu'il exerce ses responsabilités, le défi auquel chacun est confronté est le même<sup>1</sup> : chacun — y compris chacun d'entre nous —, s'il s'en donne les moyens, peut être acteur dans son propre domaine et plus ou moins bien connaître comment celui-ci peut évoluer. Mais aucun acteur, quel que soit son terrain de jeu, ne peut faire l'impasse sur l'évolution de son environnement extérieur, sur la dynamique d'ensemble du système<sup>2</sup> dont les évolutions possibles ne sont pas nécessairement de son ressort.*

*Telle est la raison pour laquelle l'association Futuribles International a, depuis longtemps, développé un dispositif de veille prospective mutualisée dénommé « Vigie ». Son objectif est d'essayer de détecter et d'analyser les tendances lourdes et émergentes (« les faits porteurs d'avenir », qualifiés aussi d'émergences), les incertitudes et risques*

1. À moins que les dirigeants évidemment se contentent d'une gestion « au fil de l'eau » supposant une agilité parfaite de leur organisation en dépit d'inerties pourtant évidentes.

2. Je fais ici référence au livre de Michel Crozier (et Erhard Friedberg) *L'Acteur et le système*, Paris : Seuil, 1977 ; et au livre de Jacques Lesourne, *Les Systèmes du destin*, Paris : Dalloz, 1976.

*de rupture majeurs. Ce travail, mené avec le concours des membres partenaires de l'association et de son réseau d'experts, donne lieu à la production régulière de notes de veille, d'analyses prospectives, de réunions, et à l'élaboration d'un rapport bisannuel dont la diffusion est normalement réservée à ses membres.*

*Le numéro spécial que nous consacrons en cette fin d'année au Rapport Vigie 2016 <sup>3</sup> ne saurait rendre compte de l'ensemble du travail accompli, a fortiori de celui qui se poursuit sur une base régulière. Notre objectif est toutefois de permettre à nos lecteurs de prendre connaissance des travaux de prospective ainsi réalisés.*

*Ils y retrouveront des tendances lourdes, telles que celles qui résultent, par exemple, de la dynamique démographique, notamment du poids croissant de l'Asie et de l'Afrique et du vieillissement, des défis auxquels les organisations se trouvent ou vont se trouver confrontées sous l'effet de la diffusion des nouvelles technologies et de l'évolution des valeurs et des comportements face au travail. Ils y trouveront aussi le résultat d'une réflexion originale sur les ressources naturelles dont les limites ne se situent pas seulement en amont, au niveau des réserves, mais aussi en aval en raison de l'impact que leur consommation entraîne sur l'écosystème, des analyses non moins per-*

*cutantes des perspectives en matière d'éducation, de santé, de modes de vie. Et, bien entendu, sans qu'elles aient pu être traitées en détail, les « conflictualités » de demain — le bouleversement de la scène géopolitique, avec l'émergence de nouveaux acteurs et de nouveaux moyens —, ainsi que les perspectives et ruptures possibles dans le domaine des sciences et des techniques, notamment en raison des avancées dans les sciences de la matière et de l'Univers, de celles de la biologie et de la génétique.*

*Loin de moi la prétention de faire ici une synthèse de ce qui est déjà une synthèse. Loin de tous ceux qui ont contribué à ce Rapport Vigie, a fortiori à ce numéro spécial, la prétention de dire qu'ils ont décrypté de manière exhaustive et analysé tout ce que le présent recèle, ce qui peut en résulter et avoir un impact majeur à moyen et long termes. Nous vous livrons ici des matériaux qui sont davantage destinés à nourrir la réflexion, voire à enrichir un débat utile comme, par exemple, celui sur l'éventuelle disparition de la croissance économique. La seule certitude que nous ayons, outre l'incertitude du futur, est que l'éventail des futurs possibles n'a peut-être jamais été aussi ouvert et donc notre responsabilité aussi grande de veiller au fait que le pire n'advienne pas et que le souhaitable devienne possible. ■*

---

3. JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, 540 p.

# La population du monde : croissance et vieillissement

PAR ALAIN PARANT <sup>1</sup>

*Estimée à 7,4 milliards de personnes par les Nations unies, la population mondiale n'a jamais été aussi nombreuse qu'aujourd'hui. Va-t-elle continuer à croître ou connaître un palier dans les prochaines décennies ? Alain Parant, s'appuyant sur sa contribution au Rapport Vigie 2016 <sup>2</sup>, actualisée pour tenir compte de la révision 2015 des perspectives de la population mondiale établies par les Nations unies, fait ici le point sur les grandes tendances démographiques à venir. Comme il le souligne, si la croissance de la population mondiale est aujourd'hui moins vive que par le passé, elle demeure une tendance lourde, tirée par les pays en développement, et résultant notamment de l'allongement de la durée de vie moyenne et d'une fécondité globalement supérieure au niveau de remplacement des générations. Outre la poursuite de cette croissance démographique, le monde devrait être aussi marqué par un vieillissement général de la population (plus aigu dans les pays les plus développés). Enfin, un continent se démarque des autres en matière démographique : l'Afrique, dont la croissance démographique connaît un rythme nettement plus rapide qu'ailleurs et devrait continuer sur cette lancée, avec pour conséquences une population nettement plus jeune que dans le reste du monde et, surtout, un volume de population à venir tel qu'il semble compliqué — sinon impossible — pour le continent de l'assumer seul dans des conditions correctes. Au vu de ces tendances, la question migratoire devrait donc, dans les décennies à venir, se poser de manière de plus en plus vive et occuper une place centrale dans les relations internationales. S.D. ■*

1. Démographe, ancien chercheur de l'Institut national d'études démographiques (INED), membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de Futuribles International.

2. JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, 540 p.

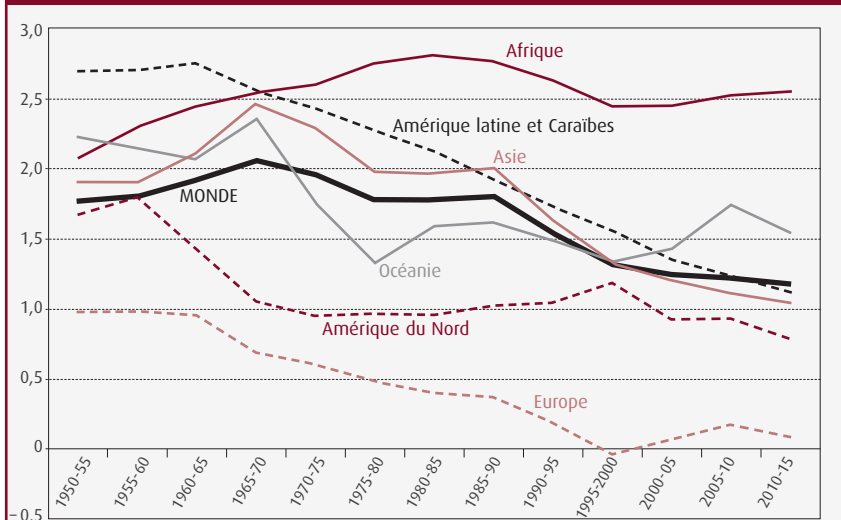
Leur durée de vie moyenne s'étant très significativement allongée et leur fécondité, bien qu'en baisse, excédant toujours, globalement, le niveau nécessaire au strict remplacement des générations, les Terriens n'ont jamais été aussi nombreux à coexister. Ils devraient l'être encore plus demain, le déclin démographique qui caractérise déjà nombre de pays développés étant plus que compensé par la croissance soutenue des populations des pays moins développés, plus particulièrement de l'Afrique. Appelée à se poursuivre, la croissance de la population mondiale s'effectuera à vieillissement accru, la progression de la part des plus jeunes dans le total continuant de marquer le pas, tandis que celle des plus âgés sera de plus en plus rapide. Dans un contexte d'inégalité pérenne des niveaux de vie et de l'exposition à certains risques (politiques, environnementaux), une croissance démographique fortement différenciée et un vieillissement universellement plus accusé contribueront à une vigoureuse amplification des migrations internationales.

## Retour vers le passé

### Des Terriens toujours plus nombreux malgré une croissance ralentie

Depuis son apogée, à la fin des années 1960, le taux moyen de croissance de la population mondiale a progressivement diminué, par ondulations successives, de quelque 2 % l'an à 1,2 % (graphique 1). Très marqué en Asie, en

**Graphique 1 — Taux annuel moyen de croissance démographique (%) de 1950-1955 à 2010-2015, dans le monde et par grandes régions**

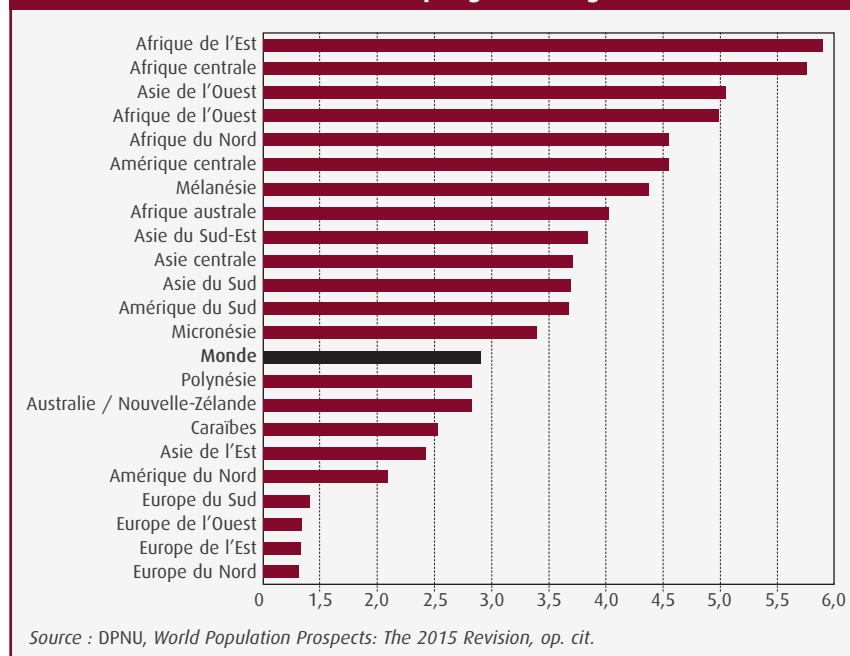


Source : DPNU (Division de la population des Nations unies), *World Population Prospects: The 2015 Revision*, New York : Nations unies, 2015.

Amérique latine et en Europe, le ralentissement de la croissance est beaucoup moins net en Afrique. Et pour aussi important qu'il ait globalement été, l'affaiblissement n'a pas été cependant suffisamment fort pour infléchir la tendance ancienne à la hausse du nombre de Terriens. Passée de 2,5 milliards en 1950 à 3 milliards en 1960, la population mondiale augmente depuis cette date de quelque 800 millions tous les 10 ans, jusqu'à excéder 7,3 milliards en 2015.

D'une grande région du monde à l'autre, la croissance s'est avérée très inégale. Alors que la population de l'Afrique a été multipliée par 5,1 en 65 ans (contre 2,9 pour l'ensemble des Terriens) et que son poids dans le total mondial a augmenté de 9,1 % à 16,1 %, la population de l'Europe n'a été multipliée que par 1,3 et sa part dans le total mondial a chuté de 20,7 % à 10 %. Au sein des grandes régions, les différentiels de croissance ont été tout aussi marqués (graphique 2). Comparativement à l'Afrique de l'Est, où le multiplicateur démographique a atteint 5,9 sur la période 1950-2015, l'Afrique australe (4,0) et l'Afrique du Nord (4,6) apparaissent nettement en retrait ; en 65 ans, leur part dans le total africain est respectivement passée de 6,8 % à 5,3 % et de 21,5 % à 18,9 %, quand celle de l'Est a progressé de 29,2 % à 33,3 %. En Asie, où vivaient 59,8 % des Terriens en 2015 (contre 55,2 % en 1950 et un maximum de 60,6 % en 2000), la population de la Chine ne représentait plus que 31,3 % du total (contre 39,0 % en 1950 et déjà à peine 34,2 % en 2000), tandis que celle de l'Inde comptait

**Graphique 2 — Multiplicateur démographique de 1950 à 2015, dans le monde et par grandes régions**



pour 29,8 % (contre 27 %) ; en 65 ans, la population de la première n'a été multipliée que par 2,5 alors que celle de la seconde l'a été par 3,5.

## **Les facteurs de la croissance**

La croissance de la population mondiale trouve son origine première dans un allongement continu et substantiel des durées de vie moyenne. Par la forte poussée de la population féminine en âge de procréer qu'il a favorisée, cet allongement a partiellement annulé l'effet d'une baisse de la fécondité, au demeurant insuffisante pour induire un déclin démographique général.

## **Des vies allongées, mais à pas très variable**

Du début des années 1950 au début des années 2010, la durée de vie moyenne des Terriens a progressé de moitié : de 45,4 ans à 68,3 ans pour les hommes et de 48,3 ans à 72,7 ans pour les femmes. Globalement remarquable et ayant bénéficié à toutes les catégories d'âge, la prolongation de la vie humaine a été d'autant plus élevée sur la période que la mort survenait en moyenne initialement de façon plus précoce et que la limite présumée de la vie humaine (longévité : 115-120 ans) était en conséquence plus éloignée.

C'est en Afrique, seul continent où la tendance à l'allongement de la vie s'est pourtant trouvée globalement interrompue au tournant des années 1980 et 1990 en raison de la pandémie de VIH-sida, que les avancées sur la mort ont été les plus nettes. L'Afrique ne s'en situe pas moins, aujour-

### **LES TABLES DE MORTALITÉ**

Une table de mortalité décrit la façon dont les décès se produisent au fur et à mesure de l'avance en âge. La table se construit à partir de quotients de mortalité par âge ou groupes d'âge, qui mesurent la probabilité à un anniversaire donné de décéder avant l'anniversaire suivant. De ces quotients de mortalité est déduite la série des survivants à chaque anniversaire par application à l'effectif des nés vivants (généralement ramené à une puissance de 10) des probabilités de décéder à chaque âge. On résume les données de cette table par l'espérance de vie à la naissance ou vie moyenne, qui est le nombre moyen d'années vécues par les personnes de la population à laquelle la table de mortalité s'applique. L'espérance de vie peut être calculée à tout anniversaire  $x$  ; elle donne le

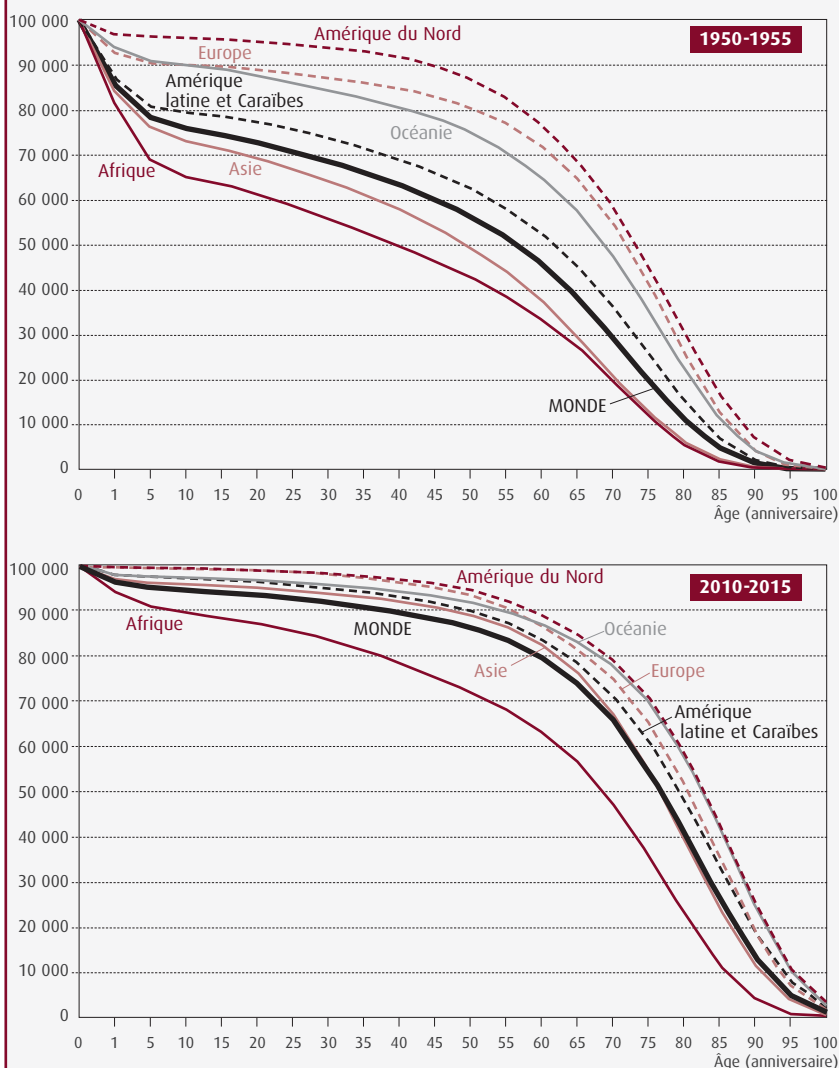
nombre moyen d'années vécues au-delà de l'âge  $x$  par les individus ayant atteint cet âge  $x$ .

Une table de mortalité peut porter sur des groupes d'individus donnés suivis dans le temps ou sur des périodes particulières. Les tables de mortalité des Nations unies sont des tables du moment. Élaborées pour les pays ou aires géographiques comptant au moins 90 000 habitants et pour des périodes quinquennales (aux fins de limitation des aléas et bruits statistiques), elles ne sont que des anticipations toutes choses demeurant égales par ailleurs ; elles n'en mettent pas moins en évidence certaines tendances d'évolution de la mortalité sur le long terme.

A.P.

d'aujourd'hui comme hier, en retrait des autres grandes régions du monde. Tandis que le spectre des courbes de survivants des tables de mortalité se resserre et que le phénomène de « rectangularisation » (compression des décès dans un intervalle d'âges élevés très fortement restreint) s'accroît, la survie africaine selon l'âge demeure faiblement concave (graphique 3), en raison d'une mortalité encore très élevée dans les âges jeunes, plus particulièrement au

**Graphique 3 — Tables de mortalité de 1950-1955 et 2010-2015 (sexes réunis) : survivants selon l'âge (pour 100 000 nés vivants), dans le monde et par grandes régions**



Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision*, op. cit.

cours de la première année de vie. En Afrique, dans les conditions de mortalité de 2010-2015, survivre jusqu'à son premier anniversaire (cas de seulement 941 nouveau-nés vivants sur 1 000, contre 964 en moyenne dans le monde et 995 en moyenne en Europe) se traduit par un gain de vie moyenne de 3,9 ans pour les hommes et de 3,5 ans pour les femmes. Ce phénomène de « bonus » induit vaut, à un degré moindre, pour certaines régions moins développées d'Asie (Asie centrale, Asie du Sud, Asie du Sud-Est), d'Amérique latine et Caraïbes, d'Océanie. Dans les régions où les systèmes socio-sanitaires sont plus développés et où les calendriers de la mortalité sont plus tardifs, le nombre d'années qu'un individu peut encore espérer vivre décroît, dès la naissance, avec l'âge.

## LE REMPLACEMENT DES GÉNÉRATIONS

Par commodité (évidence de la filiation) et par souci d'une plus grande robustesse des données, la mesure du remplacement des générations est effectuée pour les femmes et non pour les hommes. Cette mesure consiste à comparer les tailles respectives d'une population donnée de femmes et de la population des filles nées de ces femmes.

Considérant l'ensemble des enfants mis au monde vivants par une population donnée de femmes, il convient déjà d'isoler le nombre de filles puis d'intégrer le fait que la population de femmes est dénombrée aux âges de la fécondité tandis que celle des filles l'est à la naissance, l'une et l'autre étant soumises à des lois de mortalité et de migration selon l'âge, des lois plus ou moins bien connues pour la population des femmes mais non pour la population des filles. Pour éviter de formuler des hypothèses sur l'évolution future de la mortalité et des migrations, on considère une génération fictive de femmes que l'on suit de leur naissance jusqu'à la fin de leur vie féconde, et que l'on soumet aux conditions de mortalité et de fécondité de l'année d'observation. Le rapport du nombre de filles nées vivantes au nombre de femmes survivantes donne le taux net de reproduction. Si le rapport est égal à 1, le remplacement de la génération de femmes est assuré nombre pour nombre. Si le rapport est inférieur à 1, les filles sont moins nom-

breuses que les mères, la population tend à décliner, la tendance pouvant être majorée par l'émigration ou minorée, sinon surcompensée, par l'immigration. Si le rapport est supérieur à 1, les filles sont plus nombreuses que les mères, la population est, sous réserve des flux migratoires, potentiellement en croissance.

Deux remarques :

— Les données utilisées pour le calcul du taux net de reproduction sont relatives à une année ou à une période donnée. Le taux net de remplacement ne permet donc pas d'affirmer de façon certaine de quoi l'avenir d'une population sera fait ; il n'est qu'une mesure synthétique de la situation démographique de l'année ou de la période considérée.

— Dans les conditions de mortalité prévalant actuellement dans les pays les plus développés au plan socio-économique, un taux net de remplacement égal à l'unité correspond à un nombre moyen d'enfants par femme peu ou prou égal à 2,1. Mais, pour l'Asie, où le calendrier de la mortalité est, en moyenne, plus précoce, un taux net de remplacement égal à 1 en 2010-2015 correspond à 2,26 naissances vivantes par femme, et pour l'Afrique, il correspond à 2,43 naissances vivantes par femme.

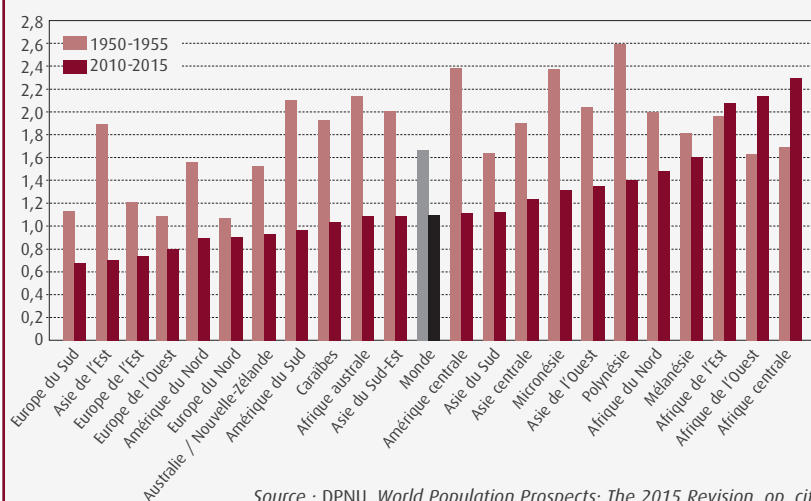
A.P.

## Une fécondité excédant le niveau de remplacement

Universelle, la tendance à la baisse de la fécondité s'avère d'ampleur géographiquement très inégale. Si l'on excepte les régions les plus développées (Europe, Amérique du Nord, Australie / Nouvelle-Zélande), où la fécondité était déjà beaucoup plus basse au début des années 1950 et où les potentialités de baisse étaient en conséquence *a priori* plus réduites (l'ICF<sup>3</sup> y a toutefois globalement régressé de 40 %), c'est en Asie et en Amérique latine que le déclin, amorcé dès la fin des années 1960, a été le plus marqué avec, en moyenne, en 2010-2015, un ICF plus de 60 % plus faible qu'en 1950-1955. En Afrique, où il a débuté plus tardivement (dans les premières années 1970 dans les deux régions extrêmes du continent et dans les années 1980 ailleurs), le déclin est aussi plus modeste (inférieur, globalement, à 30 %).

Moins exposées au risque de décéder, les femmes ont réduit la taille de leur descendance. Mais alors que le déclin de la fécondité mondiale s'est amorcé au début des années 1960, celui de la reproduction des Terriennes n'a débuté qu'une dizaine d'années plus tard : les effets — dépressifs — de la baisse de la fécondité sur le potentiel de remplacement des générations de femmes en âge de procréer étaient alors surcompensés par les effets — positifs — d'une survie féminine substantiellement améliorée dans les âges jeunes et adultes. Depuis les années 1970, les risques de décès des femmes à ces âges continuent de régresser, mais à un pas insuffisamment

**Graphique 4 — Taux net de reproduction (nombre moyen de filles survivantes par femme) en 1950-1955 et 2010-2015, dans le monde et par grandes régions**



3. L'indicateur conjoncturel de fécondité (ICF) donne le nombre d'enfants qu'aurait en moyenne une femme, de son 15<sup>e</sup> à son 49<sup>e</sup> anniversaire, si les taux de fécondité observés à chaque âge au cours de la période considérée restaient invariables.

**Tableau 1 — Évolution de 1950-1955 à 2010-2015 de la population féminine en âge de procréer (en milliers), des naissances annuelles (en milliers) et de l'indicateur conjoncturel de fécondité (ICF) dans le monde**

	1950-1955	1955-1960	1960-1965	1965-1970	1970-1975	1975-1980	1980-1985	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
Population féminine moyenne âgée de 15-49 ans	648 776	687 331	733 608	806 748	900 062	1 003 872	1 124 462	1 254 395	1 384 002	1 511 489	1 634 437	1 743 862	1 825 980
Naissances annuelles moyennes	487 364	512 937	561 133	597 172	611 176	607 056	646 459	698 317	676 437	650 312	658 430	680 567	699 214
ICF (nombre moyen d'enfants par femme)	5,0	4,9	5,0	4,9	4,5	3,9	3,6	3,4	3,0	2,7	2,6	2,6	2,5

Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision, op. cit.*

rapide pour que leurs effets excèdent ceux de la baisse de la fécondité. Aujourd'hui, quand ils ne sont pas significativement inférieurs au niveau de remplacement, les taux nets de reproduction des Terriennes sont globalement orientés à la baisse. Dans son ensemble, le continent africain ne fait pas exception à la règle, mais dans sa partie médiane, il se distingue toutefois par une reproduction féminine nette plus forte aujourd'hui que dans les années 1950 (graphique 4). En Afrique de l'Ouest, du Centre et de l'Est, la fécondité décline mais pas suffisamment pour que ses effets l'emportent sur ceux d'une survie des femmes, en moyenne, nettement améliorée.

Si l'effet dépressif de la baisse de la fécondité sur la croissance du nombre de Terriennes n'a pas été plus massif, cela tient d'abord au fait qu'il a été partiellement annulé par la forte poussée de la population féminine en âge de procréer, induite par la baisse des risques de décès dans les âges jeunes ; depuis le début des années 1960 et l'amorce du déclin de la fécondité, le nombre de Terriennes en âge de procréer (âgées de 15 à 49 ans) a été multiplié par 2,6 quand celui des Terriennes de tous âges l'a été par 2,4. Mais il faut également noter qu'un regain plus ou moins important caractérise nombre de pays depuis quelques années, indépendamment de leur niveau de développement : des pays à fécondité insuffisante pour assu-

rer le remplacement des générations (Biélorussie, Bulgarie, République tchèque, fédération de Russie, Roumanie, Ukraine, Lituanie, Royaume-Uni, Suède, Australie...) et des pays à fécondité plus élevée (Algérie, Égypte, Maroc, Tunisie, Gambie, Sénégal, Mongolie, Kazakhstan, Kirghizistan, Azerbaïdjan, Géorgie...).

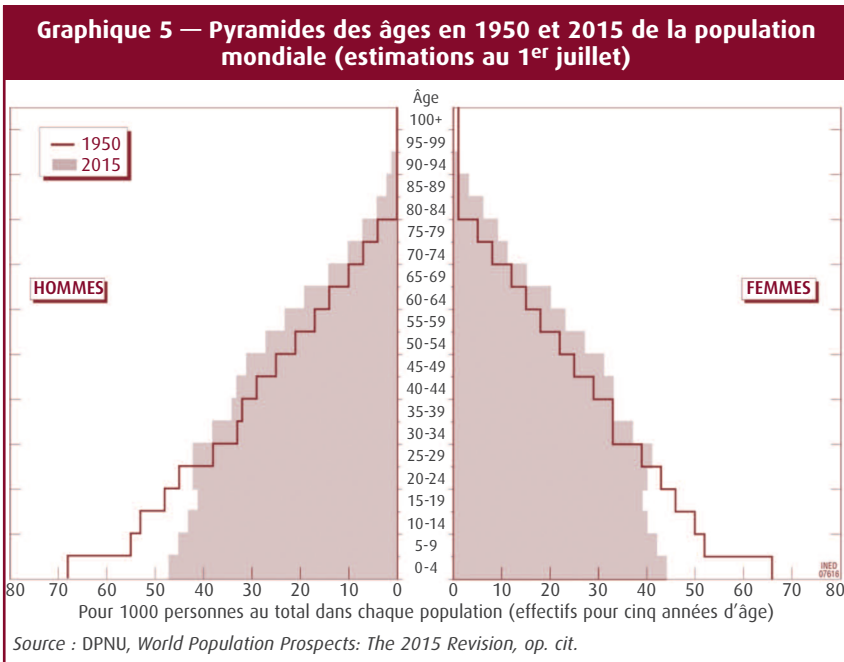
De 1950-1955 à 2010-2015, alors que la fécondité mondiale a chuté de 50 %, le nombre de naissances a néanmoins augmenté de 43 %, la population féminine en âge de procréer ayant crû de 180 % (tableau 1).

## *Une humanité vieillissante*

Le nombre des jeunes Terriens (0-14 ans), qui avait doublé de 1950 à 1990 en passant de quelque 900 millions à 1,8 milliard, n'augmente quasiment plus (1,9 milliard en 2015). Dans les régions plus développées, la population jeune décline depuis 1965 (apogée à 265 millions) et compte, en 2015, 18 millions d'individus de moins qu'en 1950 (205 millions, contre 223). Dans les régions moins développées, le nombre de jeunes, qui s'était continûment accru de 1950 à 2000 (de 645 millions à 1,6 milliard) avant de marquer un court palier, augmente à nouveau depuis une dizaine d'années, en relation avec le coup de frein à la baisse de la fécondité. Il a légèrement excédé 1,7 milliard en 2015, les 49 pays les moins développés de la planète — dans lesquels la population des moins de 15 ans (en hausse ininterrompue) a été multipliée par 4,7 depuis 1950 — contribuant dans ce total à hauteur de 22 %.

À l'autre extrémité de l'échelle des âges, induite par l'élévation des durées de vie, la croissance des effectifs s'est avérée partout très vive, et renforcée au fil du temps. Depuis 1950, le nombre de Terriens âgés de 65 ans ou plus s'est accru de 570 %, avec une progression plus rapide dans les régions moins développées (690 %) que dans les régions plus développées (450 %) en raison d'une croissance démographique antérieure globalement plus forte dans les premières que dans les secondes. En 1950, 51 % des 129 millions de Terriens âgés de 65 ans ou plus vivaient dans une région moins développée ; en 2015, sur un effectif total de 608 millions, la proportion atteint 64 %. Pour les Terriens âgés de 80 ans ou plus, qui bénéficient au maximum de l'allongement des calendriers de la mortalité, la croissance a été encore plus rapide : + 980 % en moyenne mondiale de 1950 à 2015, + 830 % pour les régions plus développées, + 1 180 % pour les régions moins développées. La survie aux très grands âges dépendant très étroitement de l'état sanitaire des pays, les proportions de Terriens très âgés vivant dans les régions moins développées n'excèdent 50 % que depuis 2010 et très faiblement (53 % en 2015).

Une croissance moins rapide, si ce n'est une stagnation ou un déclin, des effectifs de jeunes et une rapide et concomitante montée en puissance des effectifs de personnes âgées ont produit un vieillissement — plus ou moins prononcé en fonction des évolutions de la fécondité et de la mortalité, mais



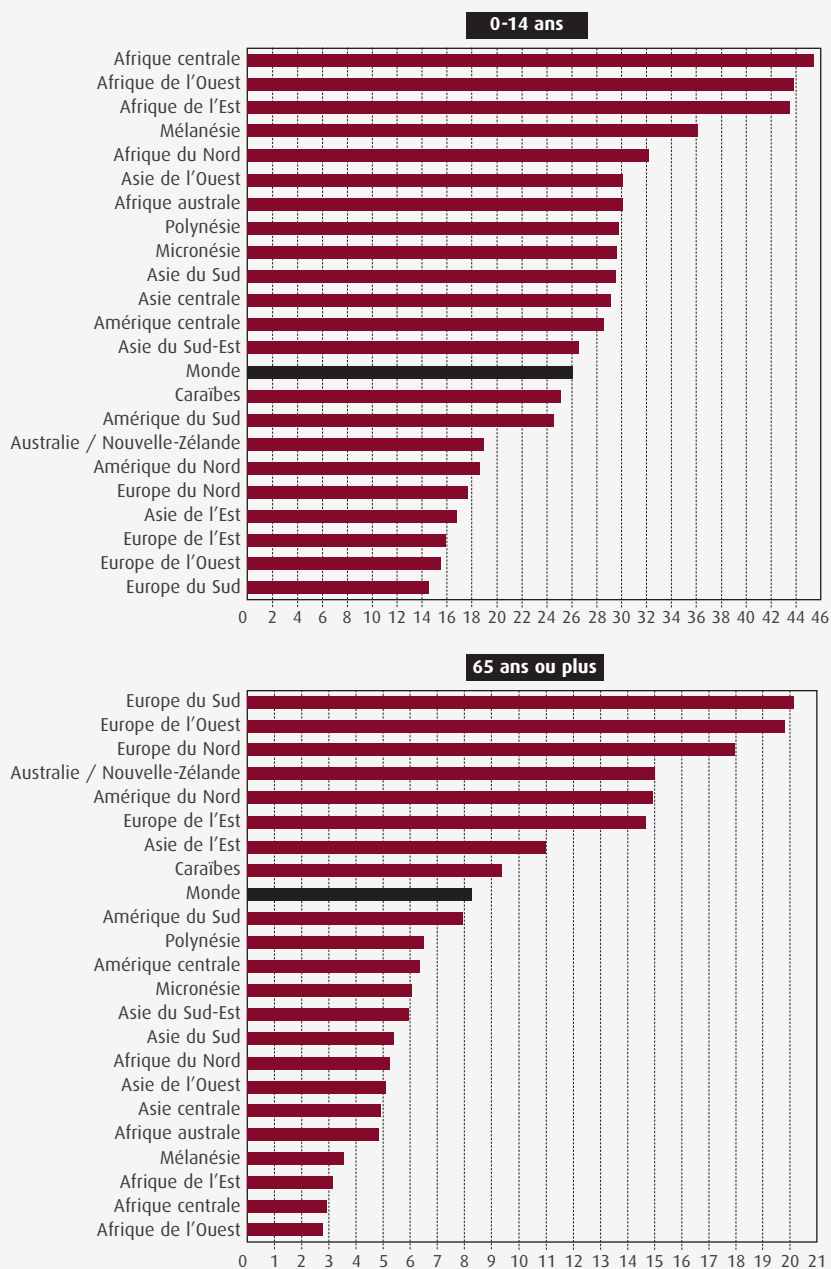
général — des populations (graphiques 5 et 6). Depuis la fin de la Seconde Guerre mondiale, les pyramides des âges se sont partout contractées par leur base et renflées par leur sommet. Le processus vaut jusqu'aux pays les moins développés, où la fécondité avoisine pourtant encore 4,3 enfants en moyenne par femme et où la durée de vie moyenne ne s'élève encore qu'à 60,7 ans pour les hommes et 63,6 ans pour les femmes (respectivement, 68,3 ans et 72,7 ans pour l'ensemble du monde).

## Visions d'avenir

Depuis 1951, la Division de la population des Nations unies (DPNU) publie, pour chacun de ses États membres et divers regroupements de ceux-ci, des estimations et des perspectives de population. Au fil du temps, la méthodologie des perspectives de la DPNU s'est formidablement complexifiée, mais elle n'en privilégie pas moins le même postulat de ressemblance selon lequel l'évolution démographique d'un pays est fonction de son évolution passée et des évolutions suivies par tous les pays plus avancés que lui sur la voie de la transition démographique<sup>4</sup>. Cette méthodologie présente certes l'avantage de pouvoir être mise en œuvre pour tout pays à fécondité

4. Passage d'un régime démographique caractérisé par une absence totale de contrôle des naissances et une mortalité précoce à un régime démographique caractérisé par une fécondité totalement maîtrisée et une mortalité tardive.

**Graphique 6 — Proportions de 0-14 ans et de 65 ans ou plus en 2015 (estimations au 1<sup>er</sup> juillet, en %), dans le monde et par grandes régions**



Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision, op. cit.*

peu ou prou contrôlée<sup>5</sup>, mais elle demeure éminemment perfectible, les futurs démographiques qu'elle permet d'élaborer étant posés sans considération des réalités locales et sans préoccupation des conditions de réalisation.

## « Bombe P » : retard à l'explosion !

Si les succès de la « révolution verte » ont un temps contribué à leur mise au second plan, les craintes d'une surpopulation mondiale, exposées avec succès par Paul R. et Anne H. Ehrlich en 1968<sup>6</sup>, puis par Donella H. et Dennis L. Meadows, Jørgen Randers et William W. Behrens III en 1972<sup>7</sup>, sont à nouveau exprimées dans de nombreux rapports<sup>8</sup> et ouvrages<sup>9</sup>. « Prohiber la vie pour préserver la vie » pourrait sobrement résumer la thèse de ces publications ; une thèse de nature philosophiquement paradoxale, dont on imagine mal la traduction dans les faits : le non-remplacement systématique des décédés, à l'échelle mondiale, à même d'induire un niveau de population jugé viable (plus ou moins six milliards) avant la fin du siècle.

La variante basse des perspectives élaborées par la DPNU (révision 2015) en atteste : le déclin de la population mondiale ne peut être envisagé qu'à très

**Tableau 2 — Espérance de vie à la naissance ( $E_0$ ) estimée en 2010-2015 et projetée en 2025-2030 et 2045-2050 selon les trois dernières révisions des perspectives de population des Nations unies (années), dans le monde et par grandes régions**

	$E_0$ 2010-2015 Estimation	$E_0$ 2025-2030			$E_0$ 2045-2050		
		Révision 2010	Révision 2012	Révision 2015	Révision 2010	Révision 2012	Révision 2015
<b>Monde</b>	70,48	72,40	72,82	73,65	75,59	75,90	77,07
Afrique	59,54	62,45	63,09	64,48	68,17	68,87	69,92
Asie	71,57	73,62	74,13	74,88	76,66	76,89	78,25
Europe	77,01	79,11	78,50	79,39	81,73	81,32	82,16
Amérique latine et Caraïbes	74,55	77,27	78,06	77,87	79,85	81,76	81,71
Amérique du Nord	79,16	80,94	81,33	81,38	83,22	83,73	84,27
Océanie	77,46	80,16	79,52	79,81	82,46	81,65	82,12

Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision, op. cit.*

5. Dans tous les États membres des Nations unies (ceux du moins comptant 90 000 habitants ou plus), la fécondité se situe désormais en dessous du maximum historique (cf. DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision, op. cit.*).

6. *The Population Bomb*, New York : Ballantine Books, 1968.

7. *The Limits to Growth*, New York : Universe Books, 1972.

8. Notamment *Living Planet Report 2008*, Gland : WWF (Fonds mondial pour la nature), 2008 ; *Rapport sur l'état de la population mondiale 2009. Face à un monde qui change : les femmes, la population et le climat*, New York : Fonds des Nations unies pour la population, 2009 (publié juste avant la conférence de Copenhague sur le climat).

9. Notamment WEISMAN Alan, *Compte à rebours. Jusqu'où pourrions-nous être trop nombreux sur Terre ?*, Paris : Flammarion, 2014 ; SOURROUILLE Michel (sous la dir. de), *Moins nombreux, plus heureux. L'urgence écologique de repenser la démographie*, Paris : Sang de la Terre, 2014.

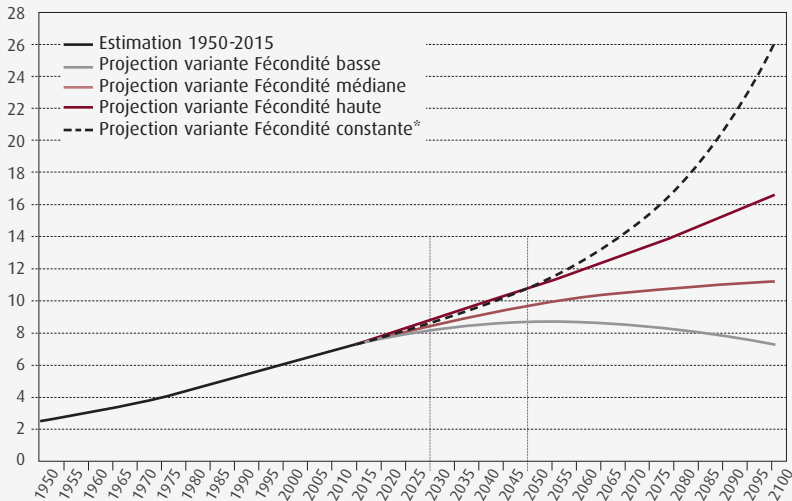
long terme. La tendance à la prolongation de la vie se poursuivant (à un rythme plus soutenu au fil des révisions des perspectives ; tableau 2) et la fécondité diminuant de 2,5 enfants en moyenne par femme en 2010-2015 à 1,9 en 2025-2030 et 1,8 en 2045-2050 (des valeurs légèrement supérieures à celles anticipées par la DPNU dans ses révisions antérieures ; tableau 3), le remplacement des générations féminines en âge de procréer n'étant alors plus assuré qu'à 82 %, la croissance de la population mondiale se poursuit jusqu'en 2050. Ce n'est en effet qu'à partir de 2054 et d'un point haut de 8,7 milliards d'habitants que, dans cette variante basse, le déclin s'amorce (graphique 7). Sous la même hypothèse d'évolution de la mortalité, mais avec un schéma de baisse plus tardif de la fécondité (nombre moyen d'enfants par femme réduit à 2 en 2095-2100, la variante médiane donne une population mondiale de 9,7 milliards d'habitants en 2050 et de 11,2 milliards en 2100. Et avec une fécondité pas plus élevée en 2095-2100 qu'en 2010-2015, avec un maximum de 2,9 enfants en moyenne par femme en 2025-2030, la variante haute décrit une population du monde en croissance continue, qui s'élève à 10,8 milliards en 2050 et culmine à 16,6 milliards en 2100.

**Tableau 3 — Indicateur conjoncturel de fécondité (ICF) estimé en 2010-2015 et projeté en 2025-2030 et 2045-2050 selon les trois dernières révisions des perspectives de population des Nations unies (nombre moyen d'enfants par femme), dans le monde et par grandes régions**

	ICF 2010-2015 Estimation	ICF 2025-2030						ICF 2045-2050					
		Révision 2010		Révision 2012		Révision 2015		Révision 2010		Révision 2012		Révision 2015	
		Variante basse	Variante haute	Variante basse	Variante haute	Variante basse	Variante haute	Variante basse	Variante haute	Variante basse	Variante haute	Variante basse	Variante haute
Monde	2,51	1,76	2,79	1,88	2,87	1,89	2,88	1,71	2,64	1,80	2,71	1,78	2,73
Afrique	4,71	2,88	4,09	3,38	4,39	3,39	4,39	2,42	3,37	2,78	3,58	2,62	3,60
Asie	2,20	1,45	2,49	1,52	2,52	1,55	2,55	1,39	2,37	1,42	2,39	1,43	2,41
Europe	1,60	1,32	2,26	1,21	2,21	1,19	2,19	1,41	2,41	1,29	2,30	1,29	2,29
Amérique latine et Caraïbes	2,15	1,35	2,39	1,44	2,44	1,40	2,39	1,29	2,28	1,35	2,33	1,28	2,28
Amérique du Nord	1,86	1,56	2,56	1,46	2,46	1,38	2,38	1,57	2,57	1,47	2,47	1,40	2,40
Océanie	2,42	1,81	2,86	1,75	2,76	1,73	2,74	1,72	2,71	1,63	2,59	1,57	2,56

Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision*, op. cit.

**Graphique 7 — Population mondiale totale estimée de 1950 à 2015 et projetée de 2015 à 2100 selon plusieurs variantes (en milliards)**



\*La variante Fécondité constante anticipe un niveau moyen de fécondité supérieur à la variante Fécondité haute qui, elle, envisage une baisse de la fécondité moyenne ; avec pour conséquence une croissance plus soutenue de la population mondiale.

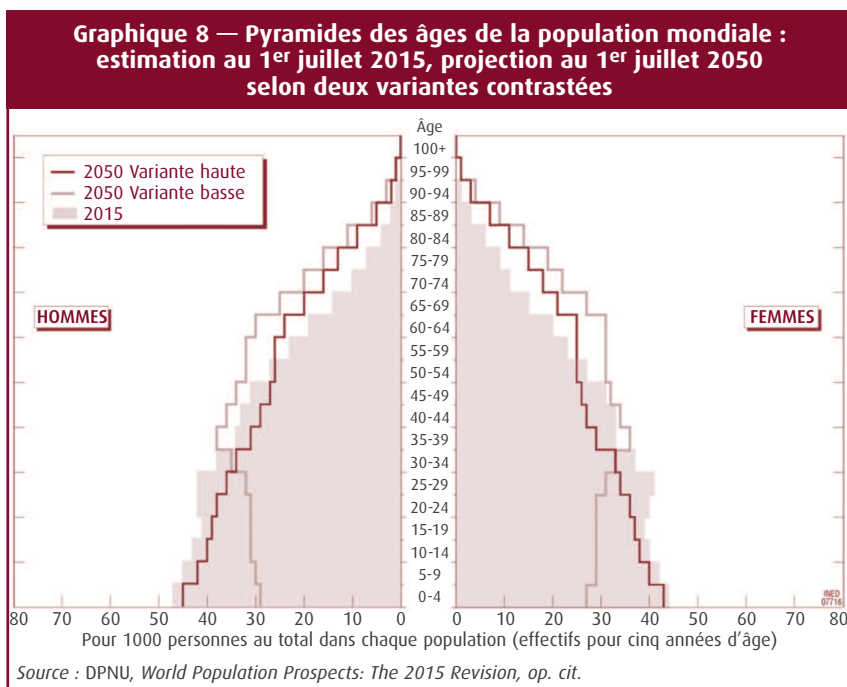
Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision*, op. cit.

À l'évidence, la « Bombe P » est toujours active et son désamorçage sera une affaire de long terme !

## Vers l'inversion des pyramides

Le vieillissement est un phénomène en grand devenir. À défaut de donner la pleine mesure de l'incertitude future, les dernières perspectives des Nations unies permettent de l'affirmer. Même dans l'hypothèse d'une fécondité se redressant très substantiellement là où elle est aujourd'hui inférieure au seuil de remplacement (conjecture éminemment optimiste) et ne diminuant que très lentement ailleurs (conjecture plus vraisemblable), la proportion de jeunes Terriens diminue tandis que celle des Terriens les plus âgés augmente. Inéluctablement, la pyramide des âges de la population mondiale s'altère par son sommet (graphique 8).

La répartition spatiale de la population mondiale selon les catégories d'âge offre aujourd'hui de saisissants contrastes, tous les pays n'étant pas affectés avec la même intensité par la dynamique de vieillissement. À l'horizon des prochaines décennies, par-delà l'amplification de cette dynamique, les contrastes subsisteront. L'Europe était en 2015 le continent où l'âge médian était le plus élevé (50 % des habitants avaient 41,7 ans ou plus) et l'Afrique celui où l'âge médian était le plus faible (50 % des habitants avaient moins de 19,4 ans) ; en 2050, l'écart devrait être quasiment aussi marqué, l'âge



médian des Européens étant anticipé, indépendamment de la variante, quelque 80 % plus élevé que celui des Africains (tableau 4). Au sein des grandes régions du monde, les plus vieilles globalement comme les plus jeunes, le spectre des âges médians a toujours été largement ouvert. Il en sera durablement ainsi, la tendance générale au vieillissement plus prononcé étirant simplement les plages de variation vers des âges plus élevés.

Le vieillissement des populations est certes à appréhender comme le résultat de deux tendances communément estimées heureuses : la maîtrise plus ou moins intégrale de la fécondité et l’allongement de la vie induit par la baisse des probabilités de décès jusque dans les âges les plus élevés. Mais cet anti-hasard par excellence est surtout à percevoir comme un redoutable défi que les sociétés de tous les pays — les plus développés comme les moins développés — doivent s’astreindre à relever au plus vite et avec d’autant plus de détermination qu’elles l’ont jusqu’à présent durablement ou trop profondément occulté.

Une des questions capitales à moyen terme est de savoir comment les pays très pauvres à population très jeune vont continuer de cohabiter avec des pays très riches à population âgée, voire très âgée. Surtout à un moment où — révolution numérique oblige — les jeunes pauvres des pays pauvres sont informés à flux continus de l’opulence relative des vieux riches des pays riches. C’est là une des dimensions essentielles de la problématique des migrations, en cours et à venir, des pays du Sud vers ceux du Nord.

**Tableau 4 — Âge médian estimé en 1950 et 2015 et projeté en 2030 et 2050 selon deux variantes contrastées (années), dans le monde, par grandes régions et pour les pays encadrant l'intervalle régional**

	1950	2015	2030		2050	
			Variante basse	Variante haute	Variante basse	Variante haute
<b>Afrique</b>	19,3 Niger 15,2 Gabon 28,1	19,4 Bénin 14,8 Rwanda 35,2	22,1 Niger 15,9 Île Maurice 41,9	20,2 Niger 14,7 Île Maurice 39,0	27,2 Niger 18,8 Île Maurice 50,9	22,8 Niger 16,9 Île Maurice 42,6
<b>Asie</b>	22,0 Jordanie 17,2 Géorgie 27,3	40,0 Timor-Leste 17,5 Thaïlande 46,5	36,7 Timor-Leste 19,9 Japon 52,6	34,0 Timor-Leste 18,5 Japon 50,4	44,1 Timor-Leste 26,5 Japon 57,3	35,6 Irak 22,3 Rép. de Corée 50,4
<b>Europe</b>	28,9 Bosnie-Herzégovine 20,0 Autriche 35,7	41,7 Albanie 34,3 Allemagne 46,2	46,3 Albanie 40,3 Italie 51,9	43,8 Albanie 37,8 Italie 49,7	50,6 Féd. de Russie 45,2 Bosnie-Herzégovine 56,8	41,8 Féd. de Russie 36,6 Bosnie-Herzégovine 49,1
<b>Amérique latine et Caraïbes</b>	19,9 Paraguay 16,5 Uruguay 27,8	29,2 Guatemala 21,2 Cuba 41,2	35,9 Guatemala 26,7 Cuba 49,6	33,1 Guatemala 24,2 Cuba 45,0	45,5 Guatemala 35,3 Cuba 55,8	36,5 Guatemala 28,1 Cuba 47,6
<b>Amérique du Nord</b>	29,8 Canada 27,7 États-Unis 30,0	38,3 États-Unis 38,0 Canada 40,6	41,7 États-Unis 41,4 Canada 44,8	39,0 États-Unis 38,7 Canada 42,2	46,0 États-Unis 45,7 Canada 49,6	37,9 États-Unis 37,5 Canada 41,5
<b>Océanie</b>	27,9 Papouasie-Nouvelle-Guinée 20,3 Australie 30,3	32,9 Papouasie-Nouvelle-Guinée 21,2 Nouvelle-Zélande 38,0	36,5 Papouasie-Nouvelle-Guinée 25,3 Nouvelle-Zélande 41,4	33,8 Papouasie-Nouvelle-Guinée 23,2 Nouvelle-Zélande 38,6	41,1 Papouasie-Nouvelle-Guinée 31,3 Nouvelle-Zélande 47,0	33,7 Papouasie-Nouvelle-Guinée 25,7 Nouvelle-Zélande 38,9
<b>Monde</b>	<b>23,5</b>	<b>29,6</b>	<b>34,5</b>	<b>31,7</b>	<b>40,1</b>	<b>32,3</b>

*Champ* : pays comptant au moins un million d'habitants.  
*Source* : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision, op. cit.*

## L'Afrique dans l'impasse

De 1950 à 2015, c'est en Afrique que la croissance démographique s'est avérée — de très loin — la plus rapide : + 420 % (contre + 275 % en Amérique latine et Caraïbes ; + 215 % en Asie ; + 210 % en Océanie ; + 110 % en Amérique du Nord ; + 35 % en Europe). Cette forte croissance passée se traduit aujourd'hui par des populations jeunes et adultes très nombreuses, sa fécondité étant, en moyenne, plus élevée qu'ailleurs et le calendrier de la mortalité de ses habitants plus précoce, donc laissant espérer des gains d'espérance de vie plus importants, l'Afrique réunit toutes les

conditions pour connaître une croissance démographique encore très supérieure à l'avenir à celle des autres grandes régions.

Les résultats de la variante basse des perspectives onusiennes suffisent à s'en persuader. En dépit d'une fécondité abaissée de quelque 4,7 enfants en moyenne par femme en 2010-2015 à 1,8 en 2045-2050 (soit une baisse de plus de 60 % en 35 ans), l'espérance de vie à la naissance étant en moyenne supposée progresser de plus de 10 ans (de 59,5 ans à 69,9 ans) et l'émigration internationale nette annuelle diminuer de 580 000 à 530 000, l'Afrique compte 2,2 milliards d'habitants en 2050 ; 88 % de plus qu'en 2015 (tableau 5). Selon cette variante, l'Afrique est la seule grande région du monde en croissance démographique continue jusqu'en 2100, date à laquelle sa population pourrait atteindre 3,05 milliards, soit une multiplication par 2,6 par rapport à 2015.

Articulée sur les mêmes hypothèses de mortalité et de migration nette, mais sur une hypothèse de réduction moins importante de la fécondité, la variante haute donne une population de 2,7 milliards en 2050 (6,1 milliards en 2100).

L'Afrique, qui ne regroupait que 9 % de la population mondiale en 1950 et 16 % en 2015, pourrait représenter quelque 20 % de la population mondiale en 2030, plus du quart en 2050 et peu ou prou 40 %

**Tableau 5 — Répartition géographique estimée en 2015, et projetée en 2030 et 2050 selon deux variantes contrastées, de la population totale, dans le monde et par grandes régions**

	2015		2030				2050			
	Effectif (millions)	Proportion (%)	Variante Fécondité basse		Variante Fécondité haute		Variante Fécondité basse		Variante Fécondité haute	
			Effectif (millions)	Proportion (%)	Effectif (millions)	Proportion (%)	Effectif (millions)	Proportion (%)	Effectif (millions)	Proportion (%)
Afrique	1 186 178	16,1	1 618 995	19,8	1 739 608	19,7	2 235 611	25,7	2 730 670	25,3
Asie	4 393 296	59,8	4 732 662	57,9	5 112 816	58,0	4 698 178	53,9	5 873 168	54,4
Europe	738 442	10,0	708 756	8,7	759 103	8,6	637 735	7,3	779 095	7,2
Amérique latine et Caraïbes	634 387	8,6	691 312	8,5	750 821	8,5	696 204	8,0	878 924	8,1
Amérique du Nord	357 838	4,9	382 148	4,7	410 408	4,7	391 183	4,5	476 931	4,4
Océanie	39 331	0,5	45 642	0,6	49 081	0,6	51 132	0,6	62 317	0,6
<b>Monde</b>	<b>7 349 472</b>	<b>100,0</b>	<b>8 179 515</b>	<b>100,0</b>	<b>8 821 836</b>	<b>100,0</b>	<b>8 710 042</b>	<b>100,0</b>	<b>10 801 105</b>	<b>100,0</b>

Source : DPNU, *World Population Prospects: The 2015 Revision*, op. cit.

en 2100. Pesant déjà plus lourd que l'Europe depuis 1995, l'Afrique pourrait, à la fin du siècle, très significativement se rapprocher de l'Asie selon la variante haute (respectivement : 6,1 milliards contre 7,5 milliards), sinon être autant peuplée qu'elle dans l'hypothèse d'une basse fécondité généralisée.

Alors que l'Afrique est aujourd'hui largement en panne de gouvernance, qu'elle subit déjà très violemment l'impact négatif d'un réchauffement climatique appelé à s'aggraver (violentes inondations sur les zones côtières, stress hydrique dans les zones subsahariennes) et que 34 des 54 États qui la composent (non inclus la République sahraouie et le Somaliland) figurent aujourd'hui parmi les moins développés de la planète, on peine à imaginer qu'elle puisse accueillir durablement et paisiblement tous ses nombreux enfants nés ou à naître.

Mais ne pas l'imaginer, c'est admettre que l'Afrique sera, à plus ou moins long terme, dans une impasse démographique condamnant nombre de ressortissants à la valise ou au cercueil. À l'évidence, le XXI<sup>e</sup> siècle sera africain ! ■

## LA MIGRATION INTERNATIONALE : UNE MESURE DIFFICILE, UNE RÉALITÉ INCONTOURNABLE

Un migrant international, selon la définition préconisée par les Nations unies depuis 1998 et relayée, entre autres, par l'Union européenne dans son règlement de 2007, est une « personne qui se rend dans un pays autre que celui de sa résidence habituelle pour une période d'au moins 12 mois, de façon que le pays de destination devienne effectivement son nouveau pays de résidence habituelle ».

Si la statistique des migrations internationales, dérivée d'estimations relativement imprécises de populations étrangères fournies, pour l'essentiel, par les recensements, demeure très approximative, elle n'en est pas moins utile, car la mobilité qu'elle appréhende constitue un enjeu de taille au plan individuel (espérance de bien-être et / ou de niveau de vie amélioré) autant que collectif (balance des avantages et inconvénients pour les sociétés des pays quittés et de destination).

Depuis un quart de siècle, le nombre de migrants internationaux aurait augmenté de près de 60 %, passant de

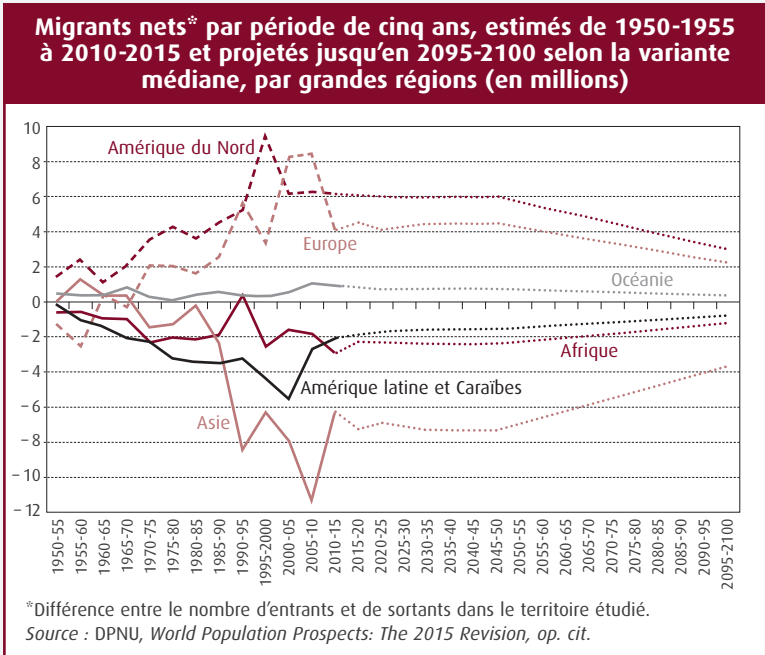
154 millions en 1990, à 173 millions en 2000, 222 millions en 2010, 244 millions en 2015<sup>1</sup>. Presque deux fois plus rapide dans les années 2000 que dans les années 1990 (de l'ordre de 2 % de 2000 à 2005, de 3 % de 2005 à 2010), sa progression serait plus lente depuis 2010 (1,9 % par an).

En 2015 :

— Les migrants internationaux représentaient 3,3 % de la population mondiale (contre 2,3 % en 1965) ; 75 % étaient originaires d'un pays à niveau de revenu moyen (65 %) ou faible (10 %) et 71 % résidaient dans un pays à haut niveau de revenu.

— Les États-Unis étaient le pays qui abritait le plus grand nombre de migrants internationaux (54 millions), loin devant l'Allemagne et la fédération de Russie (12 millions), l'Arabie Saoudite (10 millions), le Royaume-Uni (9 millions), le Canada, les Émirats arabes unis et la France (8 millions). En revanche, ce n'étaient pas les États-Unis qui comptaient la plus forte proportion de mi-

1. Source : *International Migration Report 2015*, New York : Nations unies, 2016.



grants internationaux dans leur population : 14 %, contre 80 % ou plus dans des États pétroliers comme les Émirats arabes unis (88 %). En Europe de l'Ouest, un petit pays comme le Luxembourg en comptait 44 %, beaucoup plus que la France (12 %).

— De plus en plus qualifiés, les migrants internationaux sont plus âgés que par le passé (alors que dans la population mondiale, une personne sur deux avait en 2015 moins de 29,6 ans, 50 % des migrants avaient au moins 39 ans) et 48 % sont des femmes (qui migrent moins que par le passé pour rejoindre leur conjoint et davantage pour travailler ou faire des études).

Sur fond de phénomène migratoire international en hausse, les Nations unies, dans leurs perspectives de population mondiale (révision 2015, variante médiane), anticipent une réduction des balances migratoires de toutes les grandes régions du monde (graphique ci-dessus).

Sans préjuger de l'évolution future (augmentation, stabilité ou déclin) des nombres d'émigrants et d'immigrants au sein des grandes régions et entre ces dernières, une telle hypothèse implique qu'à long terme les régions à balance migratoire internationale positive vont enregistrer un nombre d'entrées comparativement plus faible que celui des départs ; et inversement pour les régions à balance migratoire internationale traditionnellement négative.

Pour diverses raisons, d'ordre démographique (maintien de rythmes de croissance fortement contrastés, entre l'Afrique et l'Europe, par exemple ; ancienneté de certains courants migratoires), économique (persistance de forts différentiels de revenus, développement des régions les plus pauvres), politique (instabilité, corruption, discriminations, conflits), environnemental (catastrophes naturelles, réchauffement climatique), l'hypothèse relève du simple cas d'école.

A.P.

# CALENDRIER DES FORMATIONS

VEILLE • PROSPECTIVE • STRATÉGIE • SCÉNARIOS  
TERRITOIRES • CONSOMMATION • MODES DE VIE

FUTURIBLES INTERNATIONAL

## ► **Atelier de construction de scénarios prospectifs**

*Animé par François de Jouvenel, avec la participation de Cécile Désaunay, Laurie Grzesiak, Stéfan Hypach et Frédéric Weill*

**Lundi 7 et mardi 8 novembre 2016** • Prix : 1584 euros TTC\*

**Jedi 9 et vendredi 10 mars 2017** • Prix : 1584 euros TTC\*

## ► **Bâtir une stratégie. Comment la prospective renouvelle les pratiques stratégiques**

*Animé par Nathalie Bassaler et François Bourse*

**Jedi 24 et vendredi 25 novembre 2016** • Prix : 1584 euros TTC\*

**Jedi 23 et vendredi 24 mars 2017** • Prix : 1584 euros TTC\*

## ► **La prospective territoriale. Pour quoi faire ? Comment faire ?**

*Animé par François Bourse, Hugues de Jouvenel, Pierre-Jean Lorens, Jean-Pierre Rochas, Christophe Vandepoortaele et Frédéric Weill*

**Lundi 28 et mardi 29 novembre 2016** • Prix : 1584 euros TTC\*

## ► **Prospective des modes de vie et de la consommation**

*Animé par Romina Boarini, Bruno Hérault, Cécile Jolly, Hugues de Jouvenel, Jacques-François Marchandise, Louis Maurin, Jean-Pierre Orfeuill, Thibaut de Saint Pol et Jean-François Tchernia*

**Jedi 8 et vendredi 9 décembre 2016** • Prix : 1584 euros TTC\*

## ► **Introduction à la démarche prospective. De l'anticipation à l'action**

*Animé par Hugues de Jouvenel*

**Vendredi 20 janvier 2017** • Prix : 1056 euros TTC\*

## ► **Pratiques de la prospective stratégique**

*Animé par Nathalie Bassaler, François Bourse et Hugues de Jouvenel*

**Jedi 26 et vendredi 27 janvier 2017** • Prix : 1584 euros TTC\*

*\*Remise de 10 % pour inscription multiple dès la deuxième participation ; dispense des frais de participation pour les membres partenaires de Futuribles International (valable pour une personne par formation). Futuribles est un organisme de formation agréé.*

Informations complémentaires : Corinne Roëls - Futuribles International  
47 rue de Babylone - F-75007 Paris - Tél. + 33 (0)1 53 63 37 71 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54  
E-mail [croels@futuribles.com](mailto:croels@futuribles.com) - Site <http://www.futuribles.com/fr/formation/>

# Ressources naturelles : pénurie ou surabondance ?

UNE QUESTION DE LIMITE(S)

PAR CÉCILE DÉSAUNAY ET ÉRIC VIDALENC <sup>1</sup>

*Alors que beaucoup d'experts annonçaient la pénurie imminente de pétrole il y a moins de 10 ans de cela, et que son prix atteignait des sommets, depuis deux ans, le prix du pétrole a sensiblement baissé et l'on ne parle plus guère de pénurie. Cela signifie-t-il qu'il n'y a plus lieu de se préoccuper du niveau global de consommation de ces ressources énergétiques ? Sans doute pas, mais ces questions de pénurie ou d'abondance des ressources, énergétiques et plus largement de toutes les ressources naturelles, ne doivent pas être examinées uniquement au regard des réserves dont nous disposons, mais également, et de plus en plus, en termes de limites découlant de l'impact de leur consommation sur l'environnement (dégradations, pollutions, réchauffement climatique...) comme le montrent ici Cécile Désaunay et Éric Vidalenc.*

*Ils listent ainsi une série de questions clefs déterminantes s'agissant de l'avenir des ressources naturelles de notre planète : la croissance de la consommation mondiale de ressources est-elle soutenable ? Comment peuvent évoluer les prix des énergies ? Peut-on envisager un découplage absolu de la croissance économique et de celle de la consommation matérielle ? Quels sont les impacts, sur nos écosystèmes, de la dégradation des ressources ; a-t-on franchi les limites planétaires ? Puis ils soulignent deux tendances lourdes dont il faudra tenir compte pour gérer durablement nos ressources naturelles dans les années à venir : l'inertie très forte des systèmes énergétiques et les substitutions possibles par les énergies alterna-*

---

1. Respectivement directrice d'études à Futuribles ; et chef du pôle Ville durable et énergie à la direction régionale de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) Nord-Pas-de-Calais et conseiller scientifique de Futuribles International.

*tives (et les limites en la matière). L'équation ne va pas en se simplifiant et le levier que constitue la maîtrise de la consommation jouera sans doute un rôle décisif en vue d'une gestion durable de nos ressources à moyen-long terme. S.D. ■*

**A**vec en toile de fond la chute récente du prix du pétrole, plus brutale encore que son augmentation au début des années 2000, poser la question de la raréfaction des ressources relève de la gageure. Entre d'un côté ceux qui pensent que toutes les ressources sont substituables les unes aux autres, et que les marchés sont capables d'envoyer des signaux clairs, et d'un autre côté ceux qui voient les stocks de ressources comme finis et définitifs, la réalité réside probablement dans un contexte fait de tensions et d'adaptation continues.

Si la question de la disponibilité des ressources se pose toujours en termes dynamiques (notamment par rapport à une technologie, un niveau de prix...), c'est peut-être en aval qu'il faut regarder plus sérieusement où se trouveraient des points durs ou des seuils à ne pas franchir. En somme, là où s'accumulent toutes les externalités, déchets et pollutions liés à ces exploitations et consommations de ressources.

C'est ce que les travaux du Club de Rome, il y a 40 ans déjà, ou les publications plus récentes de Will Steffen (2009, 2015) dans les revues scientifiques *Nature* et *Science*<sup>2</sup> font en définissant des seuils ou limites à notre consommation. Et c'est ce que Pierre-Noël Giraud exprime de manière un peu provocante derrière l'expression « rareté des ressources ou épuisement des poubelles<sup>3</sup> ? » Car plus que le manque de ressources, c'est sûrement du côté de la dégradation de la qualité de ces ressources et de l'environnement qui les héberge, et leur permet de se reconstituer, que pèsent des menaces toujours plus fortes et de plus en plus proches.

## Questions clefs

### *Une croissance insoutenable de la consommation de ressources ?*

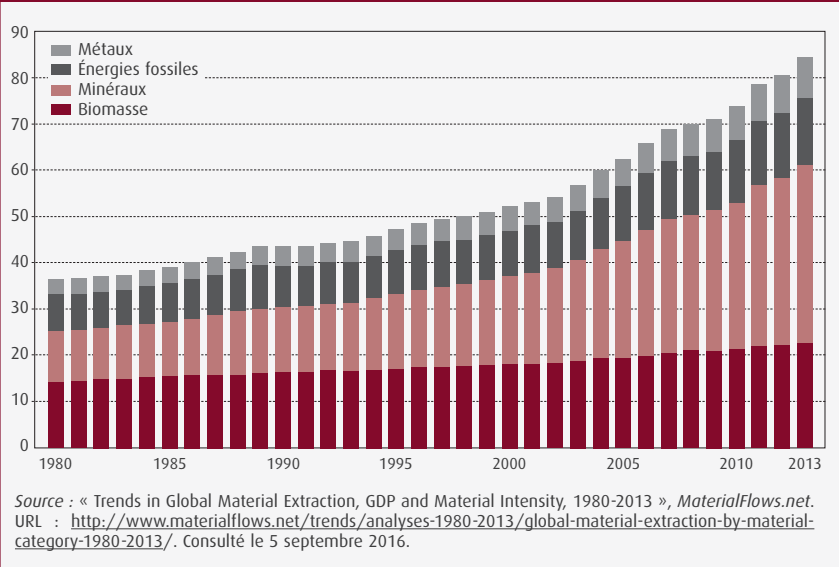
L'humanité consomme toujours plus de ressources naturelles : entre 1980 et 2013, le volume total de ressources matérielles extraites ou récoltées dans

---

2. STEFFEN Will *et alii*, « Planetary Boundaries: Guiding Human Development on a Changing Planet », *Science*, vol. 347, n° 6223, 13 février 2015 ; mise à jour de sa contribution in ROCKSTRÖM Johan, STEFFEN Will *et alii*, « A Safe Operating Space for Humanity », *Nature*, vol. 461, septembre 2009, p. 472-475.

3. GIRAUD Pierre-Noël, « Ressources ou poubelles ? », *Le Débat*, n° 182, novembre-décembre 2014, p. 165-176.

**Graphique 1 — Extraction mondiale de ressources matérielles, 1980-2013 (en milliards de tonnes)**



le monde a augmenté de 132 %, passant de 36 à 85 milliards de tonnes <sup>4</sup>. Depuis 10 ans, la consommation mondiale s'est accélérée, tirée principalement par les pays en développement.

On en distingue généralement quatre catégories : la biomasse (alimentation et bois), qui correspond aux ressources renouvelables, les combustibles fossiles, les métaux et les minéraux (industriels et de construction), qui sont des ressources non renouvelables.

La biomasse représente toujours la grande majorité des ressources extraites dans le monde, avec environ 30 %-35 % du total, mais cette proportion a été presque divisée par deux en 30 ans. Parallèlement, la part des ressources non renouvelables a explosé : selon les chiffres du SERI, la hausse a atteint 240 % pour les minéraux industriels et de construction, contre 61 % pour la biomasse.

Un autre indicateur, malgré son caractère controversé et probablement trop simplificateur, est l'empreinte écologique : l'organisation non gouver-

4. Voir notamment les données du SERI (Sustainable Europe Research Institute), un *think-tank* européen reconnu sur les questions de développement durable. Source : « Global Material Extraction by Material Category, 1980-2013 », *MaterialFlows.net*. URL : <http://www.materialflows.net/trends/analyses-1980-2013/global-material-extraction-by-material-category-1980-2013/>. Consulté le 5 septembre 2016. Voir aussi les chiffres de l'OCDE : *Productivité des ressources dans les pays du G8 et de l'OCDE. Rapport établi dans le cadre du Plan d'action 3R de Kobe*, Paris : OCDE, 2011 ; et la page « Green Growth Indicators » de l'OCDE. URL : <http://www.oecd.org/greengrowth/greengrowthindicators.htm>. Consulté le 5 septembre 2016.

nementale (ONG) Global Footprint Network et le WWF (Fonds mondial pour la nature) mesurent chaque année l’empreinte écologique de la planète <sup>5</sup>, c’est-à-dire sa consommation de ressources agricoles, forestières, marines, ainsi que ses émissions de carbone. Ils calculent ainsi chaque année la date à partir de laquelle la consommation de ressources de l’humanité dépasse la capacité de la planète à les renouveler et à absorber les externalités générées. Or, le « jour du dépassement », à partir duquel l’humanité vit à crédit, avance inexorablement chaque année : il a été atteint le 8 août en 2016 <sup>6</sup>, contre fin septembre en 2000.

D’ici 2030, si la croissance actuelle de la consommation se poursuit, l’humanité pourrait extraire 100 milliards de tonnes de ressources naturelles. Cette croissance suppose, selon le SERI et le Programme des Nations unies pour l’environnement (PNUE), que les ressources naturelles disponibles soient suffisantes pour satisfaire cette demande en hausse et que les externalités générées par leur consommation restent gérables à l’échelle mondiale, deux hypothèses très contestables selon ces organismes. Par exemple, la disponibilité de certains métaux, comme les terres rares, pourrait devenir un enjeu majeur d’ici quelques années. En effet, même si les réserves sont suffisantes, des tensions pourraient apparaître, liées à deux facteurs principaux :

- d’une part, la complexité et le coût croissants d’exploitation des gisements ;
- d’autre part, la dimension géopolitique, et notamment le fait que la Chine assure aujourd’hui 90 % de la production mondiale de terres rares.

Ces tensions pourraient contraindre le développement de certains secteurs, comme celui des énergies renouvelables (voir *infra* la partie sur les substitutions possibles pour les énergies alternatives). Ainsi, selon le géologue Dominique Guyonnet, « pour fournir un kilowattheure d’énergie électrique au moyen d’une éolienne terrestre, il faut environ 10 fois plus de béton et d’acier et 20 fois plus de cuivre et d’aluminium qu’avec une centrale au charbon <sup>7</sup> ». De même, la fabrication des batteries pour les appareils électroniques, les voitures électriques, etc., a fait exploser la demande mondiale de lithium.

## Quel prix des énergies ?

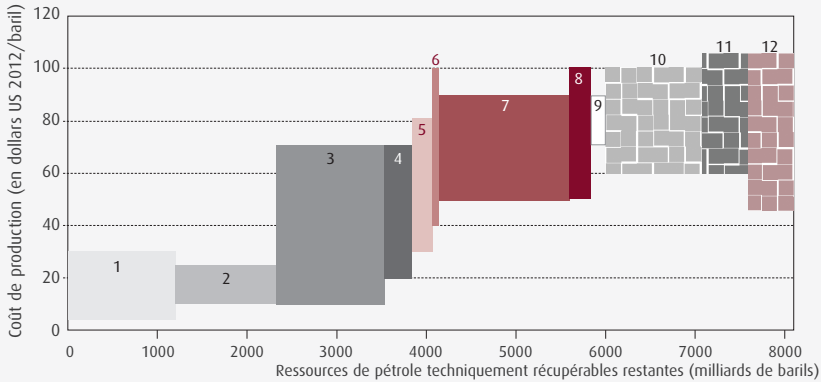
Mise en exploitation de nouveaux gisements non conventionnels, ralentissement de l’activité économique mondiale, mésentente entre pays producteurs, stratégie de conservation de parts de marché et rentes, développement d’alternatives (hydrocarbures non conventionnels, CTL [*Coal to Liquids*],

---

5. Sur les limites de l’empreinte écologique, voir BLANC Isabelle *et alii*, « L’empreinte écologique : un indicateur ambigu », *Futuribles*, n° 334, octobre 2007, p. 5-24 (NDLR).

6. Voir notamment « Lundi 8 août, jour du dépassement global », communiqué de presse du 12 juillet 2016. URL : <http://www.overshootday.org/newsroom/press-release-french/>. Consulté le 5 septembre 2016.

7. MADELINE Béatrice, « La ruée vers les métaux », *Le Monde Économie*, 12 septembre 2016.

**Graphique 2 — Ressources pétrolières restantes et coûts de production**

1. Déjà produites / 2. Moyen-Orient et Afrique du Nord / 3. Autre pétrole conventionnel / 4. Récupération assistée du pétrole (injection de CO<sub>2</sub>) / 5. Récupération non assistée du pétrole (pas d'injection de CO<sub>2</sub>) / 6. Arctique / 7. Pétrole extralourd et bitumineux / 8. Pétrole léger de réservoirs étanches / 9. Forages en eaux ultraprofondes / 10. Kérogène / 11. Liquéfaction du gaz (GTL) / 12. Liquéfaction du charbon (CTL).

Source : AIE, *Resources to Reserves*, Paris : AIE / OCDE, 2013.

GTL [*Gas to Liquids*]...) sont autant d'éléments qui ont conduit au contre-choc pétrolier actuel après les pics de 2008 et 2011 à 130 dollars US le baril.

Sera-t-il durable pour autant <sup>8</sup> ? À court terme, c'est-à-dire quelques années devant nous, un seul de ces facteurs peut déstabiliser le marché et créer une envolée ou chute brutale de prix. L'adéquation entre offre et demande est le résultat d'un équilibre précaire que des événements géopolitiques sont susceptibles de perturber plus rapidement que des bouleversements dans des systèmes énergétiques très inertiels (voir *infra* la partie sur l'inertie des systèmes énergétiques).

Mais plutôt que se focaliser uniquement sur le pétrole, à long terme, soit 2050, c'est l'ensemble des énergies fossiles qu'il faut considérer. En effet, notamment dans les transports avec les usines de liquéfaction du gaz (GTL) ou du charbon (CTL) et l'électrification de la mobilité, leur substituabilité devient quasi totale... En conséquence, les réserves à considérer, notamment celles de charbon, sont gigantesques. Bien trop grandes en tout cas par rapport à l'enjeu climatique et ce que l'atmosphère est susceptible d'absorber sans trop de dommages <sup>9</sup> puisqu'il faut laisser sous terre environ 30 % des réserves de pétrole, 50 % du gaz et 80 % du charbon si l'on souhaite ne pas dépasser la cible d'un réchauffement climatique n'excédant pas

8. Notons que la revue *Futuribles* publiera dans son prochain numéro (janvier-février 2017), un article de Jean-Marie Chevalier sur cette question des prix de l'énergie (NDLR).

9. McGLADE Christophe et EKINS Paul, « The Geographical Distribution of Fossil Fuels Unused when Limiting Global Warming to 2 °C », *Nature*, vol. 517, n° 7533, 8 janvier 2015, p. 187-190.

2° C d'ici la fin du siècle (par rapport au niveau préindustriel). Nous ne serions donc pas face à une pénurie globale, mais plutôt face à des problèmes de débit ou de goulot d'étranglement selon des tensions géopolitiques ou sous-investissements dans les mises en exploitation.

Ajoutons à cela que si, avec la mise en œuvre effective de l'accord de Paris suite à la COP21 (la 21<sup>e</sup> conférence des parties à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques), le monde s'engage vers la sortie des énergies fossiles, avec une demande en baisse, le prix des énergies fossiles à terme devrait donc diminuer.

Enfin, la compétitivité nouvelle des énergies renouvelables <sup>10</sup> fait d'elles la première orientation des investissements dans le secteur de l'électricité dès à présent, mais pas encore dans les autres secteurs (mobilité, chaleur...).

La « non-continuité » des choix et solutions technologiques de substitution étant plutôt la règle, chocs et tensions seront probablement le quotidien du monde de l'énergie dans les prochaines décennies. Mais une hausse de prix durable, continue et régulière, a peu de chances d'advenir, sauf si un prix du carbone systématique voyait le jour.

## ***Croissance économique et croissance de la consommation matérielle : vers un découplage absolu ?***

Entre 1980 et 2013, le PIB mondial (en prix constants) a augmenté de 150 %, alors que la population mondiale a crû d'environ 55 %, et l'extraction de ressources, de 130 % selon le SERI <sup>11</sup>. Un découplage relatif entre la croissance économique et l'extraction de matières s'observe donc, qui s'explique notamment par une hausse de la productivité matérielle (volume de richesse produit par unité de matière consommée) d'environ 40 % et une baisse de l'intensité matérielle (consommation de matières nécessaire à la production d'une unité de richesse) d'environ un tiers en 30 ans. En 2000, le monde avait besoin de 20 % de ressources de moins qu'en 1980 pour produire la même quantité de richesses. Néanmoins, depuis une dizaine d'années, l'intensité matérielle augmente à nouveau à l'échelle mondiale, les efforts accomplis étant compensés par la poursuite de la croissance économique, notamment des pays en développement.

Pour contrer cette tendance, la possibilité d'un découplage absolu entre croissance économique et consommation de ressources suscite un intérêt croissant. Trois leviers principaux sont envisagés pour atteindre ce découplage absolu :

---

10. Voir *Renewable Power Generation Costs in 2014*, Abou Dabi : rapport de l'IRENA (International Renewable Energy Agency), 2015. URL : [http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA\\_RE\\_Power\\_Costs\\_2014\\_report.pdf](http://www.irena.org/DocumentDownloads/Publications/IRENA_RE_Power_Costs_2014_report.pdf). Consulté le 23 septembre 2016.

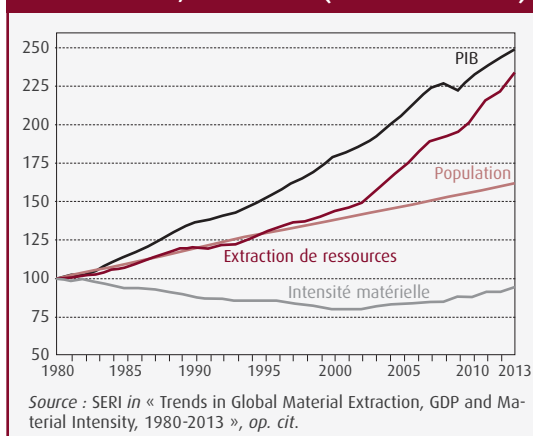
11. « Trends in Global Material Extraction, GDP and Material Intensity, 1980-2013 », *Material Flows.net*. URL : <http://www.materialflows.net/trends/analyses-1980-2013/global-material-extraction-by-material-category-1980-2013/>. Consulté le 5 septembre 2016.

## 1) Le progrès technologique

Le progrès technologique a, jusqu'à présent, permis de produire des biens et des services toujours plus sobres en ressources. Selon le McKinsey Global Institute (MGI), les technologies pourraient permettre d'économiser l'équivalent de 3 000 milliards de dollars US par an en ressources d'ici 2030<sup>12</sup> via une meilleure efficacité du traitement des déchets, ou une réduction de leur volume.

Mais le potentiel du progrès technique pour l'exploitation de nouvelles ressources est aussi souvent mis en avant. En effet, théoriquement, la croissance de la demande pour une ressource non renouvelable entraîne une hausse de son prix, qui rend rentable l'exploitation de nouveaux gisements

**Graphique 3 — Évolution de l'extraction mondiale de ressources, du PIB et de l'intensité matérielle, 1980-2013 (1980 = base 100)**



de cette ressource, ou d'autres ressources aux propriétés équivalentes. C'est cette logique qui explique, par exemple, l'exploitation du gaz de schiste aux États-Unis depuis quelques années.

Le potentiel des progrès technologiques présente néanmoins différentes limites : information imparfaite sur les réserves et leur qualité, consommations et externalités générées par l'exploitation de ressources de substitution, effet rebond...

## 2) Le recyclage

Le recyclage peut théoriquement permettre de limiter la consommation de ressources naturelles vierges grâce à la valorisation des déchets. Il présente cependant plusieurs limites :

— Il est d'autant plus difficile que les matériaux utilisés sont en petites quantités et donc difficiles à trier. Ceci explique en partie pourquoi, selon le PNUE, 36 des 60 métaux les plus utilisés par l'économie présentent des taux de recyclage inférieurs à 10 % (et même inférieurs à 1 % pour l'indium,

12. DOBBS Richard et alii, *Resource Revolution: Meeting the World's Energy, Materials, Food, and Water Needs*, San Francisco : MGI, 2011, 224 p.

## LE DÉCOUPLAGE, UNE FAUSSE BONNE IDÉE ?

Le découplage absolu entre croissance économique et consommation de ressources constitue-t-il effectivement un objectif souhaitable et réaliste ? Le monde de la recherche se montre très divisé sur le sujet :

— En 2011, le chercheur britannique Chris Goodall affirmait que la Grande-Bretagne avait atteint son « pic de consommation » (*peak stuff*) entre 2001 et 2003 ; depuis cette date, le volume de consommation du pays aurait commencé à décroître. En conséquence, en 2007, le volume de consommation des Britanniques serait redescendu à son niveau de 1989. Selon lui, un processus de découplage durable serait donc en cours, qui s'expliquerait par les progrès technologiques, mais aussi par la dématérialisation, l'apparition de nouvelles valeurs chez les jeunes et chez les urbains, le vieillissement de la population, etc.<sup>1</sup>

— Le chercheur Éloi Laurent observe quant à lui qu'entre 1996 et 2007, l'Union européenne a enregistré une diminution de ses émissions de gaz à effet de serre, alors même que son produit intérieur brut (PIB) a crû au cours de cette période<sup>2</sup>.

— L'Agence internationale de l'énergie (AIE) a constaté qu'en 2014 et 2015, les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> ont stagné alors même que le PIB a crû de 3 %<sup>3</sup>.

Néanmoins, d'autres chercheurs considèrent que ces analyses présentent deux insuffisances majeures :

— d'une part, elles ne prennent pas toujours en compte de possibles effets de substitution entre les ressources (une diminution pouvant être compensée par une hausse d'une autre ressource non prise en compte) ;

— d'autre part, elles n'intègrent pas non plus toujours l'impact des délocalisations d'activités dans d'autres pays, ni les variations conjoncturelles de certaines consommations.

En conséquence, Gaël Giraud, économiste en chef de l'Agence française de développement, rappelle que la consommation d'énergie a jusqu'à présent été nécessaire à la croissance économique, et qu'aucun découplage entre ces deux indicateurs ne s'observe historiquement<sup>4</sup>. Mais si rien théoriquement n'oblige à consommer de l'énergie pour faire croître un indicateur économique tel que le PIB, une incertitude forte demeure, pour les années à venir, pour les pays émergents et les plus pauvres selon le mode de développement qu'ils emprunteront. Soit identique à celui des pays occidentaux, et donc très intensif en ressources non renouvelables ; soit un modèle qui leur serait propre, plus économe, sobre et basé sur des ressources renouvelables et locales. En effet, les besoins en énergie (et plus généralement en ressources naturelles) de ces pays pour assurer leur équipement et développement, seront très liés au mode de développement emprunté.

1. DÉSAUNY Cécile, « *Peak stuff* : l'incertitude est confirmée », *Note de veille*, 17 octobre 2013, *Futuribles International*. URL : <https://www.futuribles.com/article/peak-stuff-lincertitude-est-confirmee/>. Consulté le 5 septembre 2016.

2. LAURENT Éloi, « Faut-il décourager le découplage ? », *Revue de l'OFCE*, n° 120, 2011, OFCE (Observatoire français des conjonctures économiques). URL : <http://www.ofce.sciences-po.fr/pdf/revue/120/r120-9.pdf>. Consulté le 5 septembre 2016.

3. « Decoupling of Global Emissions and Economic Growth Confirmed », AIE, 16 mars 2016. URL : <https://www.iea.org/newsroomandevents/pressreleases/2016/march/decoupling-of-global-emissions-and-economic-growth-confirmed.html>. Consulté le 5 septembre 2016.

4. GIRAUD Gaël, « La vraie dépendance de notre PIB aux énergies fossiles », *blog Idées pour le développement*, 26 novembre 2014. URL : <http://ideas4development.org/la-vraie-dependance-de-notre-pib-aux-energies-fossiles/>. Consulté le 5 septembre 2016.

L'économiste Jean Gadrey estime quant à lui que la notion de découplage suppose de continuer à « s'accrocher au sacro-saint PIB », alors même que le véritable enjeu est de réduire durablement les émissions de gaz à effet de serre <sup>5</sup>.

Éloi Laurent invite néanmoins à considérer le découplage comme une « grille de lecture utile » qui peut être déclinée à d'autres indicateurs que le PIB, comme le bien-être.

C.D.

5. « Dans le monde, les émissions de CO<sub>2</sub> ont stagné en 2014, alors que la croissance était de 3,4 %. Formidable ? Historique ? (billet 2) », *blog de Jean Gadrey*, 24 mars 2015. URL : <http://alternatives-economiques.fr/blogs/gadrey/2015/03/24/dans-le-monde-les-emissions-de-co2-ont-stagne-en-2014-alors-que-la-croissance-etait-de-34-formidable-historique-billet-2/>. Consulté le 5 septembre 2016.

le tantale, le gallium, les terres rares...) <sup>13</sup>. Comme le dit de façon simplifiée Philippe Bihoux <sup>14</sup>, « Plus on est *high-tech*, moins on est recyclable. »

— Le recyclage n'est infini pour aucun matériau, car il entraîne des dégradations et des érosions de matière inévitables avec les technologies actuelles.

— Dans une économie en croissance, le recyclage ne fait que décaler dans le temps la consommation de ressources. Or, comme le montre François Grosse <sup>15</sup>, pour les matières dont le taux de consommation croît à un taux supérieur à 1 %, le décalage dans le temps est très faible et les échéances de pénurie sont repoussées de quelques années seulement. À titre illustratif, l'acier recyclé au cours du XX<sup>e</sup> siècle n'a permis qu'une baisse de 5,3 % de l'extraction totale de fer pour la production d'acier au cours des deux siècles passés.

### 3) L'évolution des modes de vie

Compte tenu des limites du progrès technologique et du recyclage, plusieurs réflexions récentes se sont intéressées au potentiel des modes de vie pour réduire fortement la consommation de ressources et les externalités associées, sans remettre en cause le confort et le bien-être. Ceci suppose que les efforts soient répartis équitablement entre les ménages en fonction de leurs moyens et de leurs marges de manœuvre. L'évolution des modes de vie apparaît aujourd'hui comme un complément indispensable aux progrès technologiques, au recyclage et aux investissements publics et privés (notamment dans le logement et le transport).

13. BLOODWORTH Andrew et GUNN Gus, « The Future of the Global Minerals and Metals Sector: Issues and Challenges out of 2050 », *Geosciences: BRGM's Journal for a Sustainable Earth*, n° 15, juin 2012, p. 90-97.

14. BIHOUX Philippe et GUILLEBON Benoît (de), *Quel futur pour les métaux ? Raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société*, Les Ullis : EDP Sciences, 2010.

15. GROSSE François, « La croissance quasi circulaire. Une approche pragmatique de la gestion durable des ressources naturelles non renouvelables », *Futuribles*, n° 403, novembre-décembre 2014, p. 59-72.

L'hypothèse d'un découplage entre croissance économique et consommation de ressources apparaît pour l'instant comme très théorique. Néanmoins, elle est mise en avant par les modèles de développement alternatifs que représentent l'économie circulaire ou l'économie de fonctionnalité. Pour devenir réalité, elle supposera que ces trois leviers (progrès technologique, recyclage et évolution des modes de vie) soient activés simultanément, et associés à des changements d'organisation et de tarification des externalités environnementales (fiscalité environnementale notamment).

## ***Des impacts systémiques et irréversibles liés à la dégradation des ressources ?***

La consommation de ressources naturelles génère un certain nombre d'externalités : pollutions, changement climatique, dégradation des écosystèmes (sols, eaux de surface, acidification des océans...), etc. La combinaison de ces externalités se traduit aussi par l'apparition d'impacts systémiques particulièrement préoccupants. Ainsi, en 2009, une équipe internationale de 26 chercheurs a identifié neuf limites planétaires <sup>16</sup> (*planetary boundaries*) à ne pas dépasser si l'humanité veut pouvoir se développer dans un écosystème sûr, c'est-à-dire évitant les modifications brutales et difficilement prévisibles de l'environnement. Ils estimaient que les seuils étaient dépassés pour trois des sept limites pour lesquelles ils proposent des valeurs limites, en termes de volume émis ou extrait de l'environnement. En 2015, ces chercheurs ont actualisé leurs travaux et conclu que quatre limites planétaires étaient aujourd'hui dépassées ou sur le point de l'être <sup>17</sup>.

Ces quatre limites sont :

— Le changement climatique : la limite retenue par les chercheurs est celle qui permettrait de ne pas franchir le seuil d'un réchauffement supérieur à 2 °C (par rapport aux températures préindustrielles), cible climatique et politique aujourd'hui.

— L'intégrité de la biosphère : le taux d'extinction « normal » des espèces peut être fixé à 10 espèces par an sur un million. Or, le taux actuel d'extinction planétaire serait 10 à 100 fois supérieur. Ces disparitions ont des impacts majeurs sur les écosystèmes et sur les fonctions qui ne sont plus remplies par les espèces disparues.

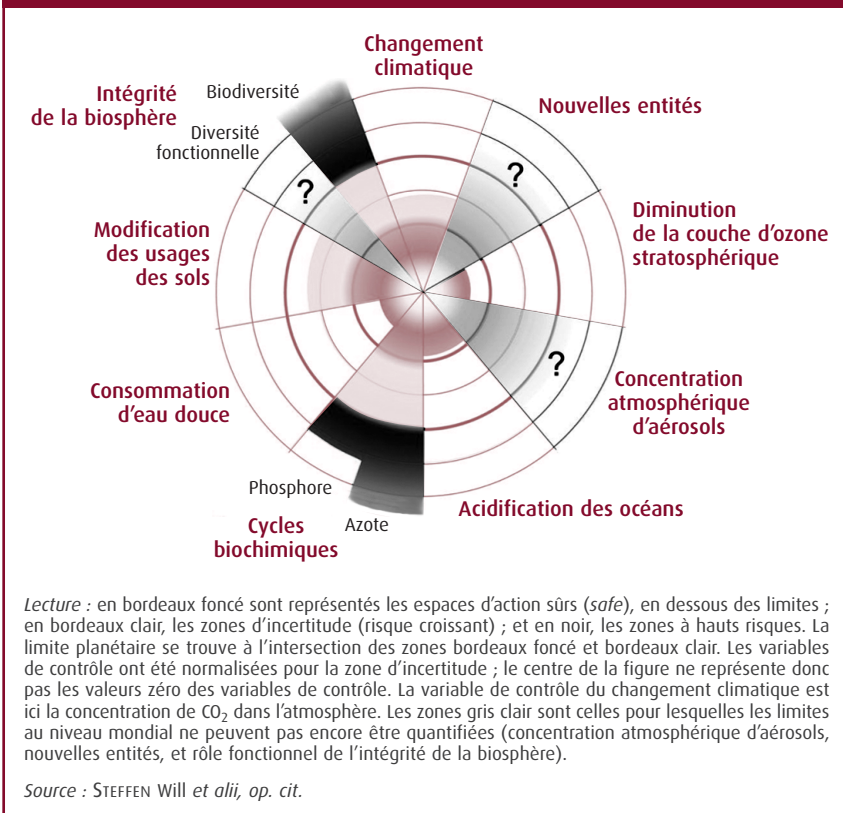
— Les modifications des usages des sols : les chercheurs constatent que, pour continuer à profiter des bénéfices des forêts dans la régulation du climat, il faudrait accroître leur superficie, et en particulier celle des forêts tropicales et boréales.

---

16. ROCKSTRÖM Johan *et alii*, « Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity », *Ecology and Society*, vol. 14, n° 2, 2009.

17. STEFFEN Will *et alii*, *op. cit.*

**Graphique 4 — État actuel des variables de contrôle pour sept des neuf limites planétaires**



— La perturbation des cycles biochimiques (azote et phosphore) : la modification des cycles de l'azote et du phosphore contenus dans les sols résulte notamment de l'agriculture et de l'élevage intensifs. L'usage d'engrais et les déjections issues de l'élevage contribuent à perturber ces cycles indispensables au bon état des sols et des eaux. Alors que la limite était déjà atteinte pour l'azote en 2009, elle est désormais aussi franchie pour le phosphore, avec cependant des variations importantes selon les régions.

Trois limites planétaires n'ont cependant pas (encore) été franchies : l'utilisation d'eau douce, la diminution de la couche d'ozone stratosphérique et l'acidification des océans. Et deux éléments ne peuvent toujours pas être quantifiés par manque de données : l'indicateur d'intégrité de la biosphère (et son rôle sur les écosystèmes), ainsi que la limite relative à la concentration des aérosols atmosphériques (la huitième limite).

La neuvième limite concerne la diffusion d'« entités nouvelles » dans l'environnement (comme les molécules de synthèse, les nanoparticules...),

qui peut avoir des conséquences biologiques et / ou géophysiques non désirées. Leur impact environnemental reste largement méconnu et est probablement très complexe. Les chercheurs s'estiment incapables de fixer une limite planétaire pour ces substances, mais invitent à mieux les surveiller et à limiter leur usage autant que possible.

Selon les chercheurs, si les limites liées au changement climatique et à l'érosion de la biodiversité sont dépassées de manière substantielle et persistante, cela peut « entraîner le système terrestre vers un nouvel état » potentiellement destructeur pour la planète et ses habitants. Ils rappellent aussi que l'interaction des limites entre elles ne doit pas être sous-estimée, de même que l'inertie des systèmes naturels. Ainsi, même si les émissions mondiales de gaz à effet de serre s'interrompaient demain, la concentration de ces gaz déjà émis dans l'atmosphère pourrait suffire à perturber durablement le climat.

## ***Des tendances lourdes***

### ***L'inertie des systèmes énergétiques***

Quelles que soient les perspectives de rupture promises par certaines technologies, et plus particulièrement leurs promoteurs, il faut garder à l'esprit les temporalités du système énergétique, liées notamment à son intensité capitalistique mais aussi à des éléments souvent occultés comme les formes urbaines ou l'aménagement du territoire.

Du côté de la production ou de la transformation d'énergie, les centrales électriques ont des durées de vie de 30 à plus de 60 ans. Les infrastructures de transport d'énergie (électricité, gaz...) sont construites pour plus de 50 ans.

Côté consommation, le renouvellement des parcs et des différentes technologies est à peine plus rapide. Ainsi, à titre illustratif, en France, les bâtiments, largement énergivores car construits avant toute réglementation thermique dans leur grande majorité, ont des durées de vie de l'ordre du siècle. Aux États-Unis ou Japon, cela peut être plus court, mais représente toujours quelques dizaines d'années *a minima*. Et un renouvellement accéléré peut poser par ailleurs d'autres problèmes de ressources ou déchets. Dans le domaine de la mobilité, le parc de 35 millions de véhicules prend un peu plus de 15 années pour être renouvelé en intégralité en France. Les infrastructures routières, pour leur part, ont des durées de vie moyenne de trois décennies. Dans le secteur ferroviaire, les durées sont encore plus longues pour les trains (30 ou 40 ans) ou les voies (30 à 50 ans).

Les équipements électroménagers sont renouvelés généralement au bout d'une dizaine d'années. Seuls les équipements numériques connaissent des rythmes significativement plus rapides de quelques années — au détriment de la consommation de ressources et matériaux rares, et au prix de pollutions liées aux déchets électroniques.

Ainsi, dès lors qu'une technologie est prête techniquement et économiquement, elle va prendre des décennies à se diffuser massivement dans le système énergétique. Et son impact sera donc d'autant plus limité et réparti dans le temps, si tant est que l'ensemble des paramètres soient favorables (réglementation, fiscalité, capacité industrielle, image auprès du consommateur...).

Enfin, l'inertie des modes d'occupation de l'espace (urbanisation, aménagement) s'ajoute à ces rythmes de diffusion des technologies et peut rendre dépendant de certaines technologies (par exemple les voitures particulières en zone pavillonnaire, les transports de masse en ville dense...)

## **Des substitutions possibles pour les énergies alternatives**

La substituabilité entre énergies fossiles (pétrole, gaz, charbon) est aujourd'hui techniquement accessible. La volatilité des prix reste toutefois un élément qui freine les investissements et développements d'alternatives. Ces possibilités de substitution pourraient permettre de s'affranchir des risques de pénurie structurelle au moins jusqu'à la fin du siècle (voir *supra* la partie sur le prix des énergies), mais sûrement pas de traiter le défi climatique et les autres dégâts environnementaux produits par cet « extractivisme <sup>18</sup> ». Et ce n'est pas la séquestration du carbone, toujours aussi peu déployée, qui changera la donne sur des équipements existants et des émissions largement diffuses (bâtiment et transport).

Sur le nucléaire, à technologie constante, les réserves sont sans doute plus limitées, et une augmentation significative du nombre de réacteurs en fonctionnement dans le monde se heurterait à des problèmes de disponibilité d'uranium à très court terme <sup>19</sup>. En théorie, il est cependant possible de passer à des réacteurs au thorium ou de quatrième génération. Ceci signifie « changer de technologie », avec les risques que cela suppose, notamment concernant le plutonium, et les inerties que cela implique de considérer pour lancer un tel programme (gestion de fin de vie et démantèlement des installations actuelles, formation et ressources humaines, développement de prototype, massification...).

Les énergies renouvelables devront prendre le relais. Pour autant, capter l'énergie solaire, hydraulique, éolienne, requiert des matériaux en quantité significative. Et parfois même en quantité supérieure aux technologies conventionnelles / fossiles par unité énergétique produit. Sans oublier les réseaux « intelligents » avec leur ensemble de capteurs à développer : le sou-

18. KLEIN Naomi, *Tout peut changer. Capitalisme et changement climatique*, Arles / Montréal : Actes Sud / Lux, 2015 (analysé in *Futuribles*, n° 410, janvier-février 2016, p. 117-119 [NDLR]).

19. DITTMAR Michael, « La fin de l'uranium bon marché », in Ugo BARDI, *Le Grand Pillage. Comment nous épuisons les ressources de la planète*, Paris : Les Petits Matins / Institut Veblen, 2015 (analysé in *Futuribles*, n° 409, novembre-décembre 2015, p. 109-111 [NDLR]).

bassement d'un système énergétique largement renouvelable peut simplement déplacer le problème d'une rareté ou pollution à une autre. Ainsi, dans certains scénarios <sup>20</sup> ambitieux sur les développements d'énergies renouvelables, ce serait six à sept fois la production mondiale d'acier actuelle qui serait nécessaire en 2050 pour répondre aux besoins du seul secteur énergétique. C'est notamment pour cela que la maîtrise de la demande d'énergie (sobriété, efficacité) reste une composante importante d'une consommation soutenable et de *mix* énergétiques massivement renouvelables. ■

---

20. VIDAL Olivier, GOFFÉ Bruno et ARNDT Nicholas, « Metals for a Low-Carbon Society », *Nature Geoscience*, vol. 6, 2013, p. 894-896. URL : <http://www.nature.com/ngeo/journal/v6/n11/abs/ngeo1993.html>. Consulté le 5 septembre 2016.

# La croissance économique en voie de disparition ?

PAR CHARLES DU GRANRUT <sup>I</sup>

*Alors qu'entre 1945 et 2007, la croissance économique mondiale a été relativement élevée et constante, depuis la crise de 2007, une période d'incertitude s'est ouverte, en premier lieu dans les économies développées, mais aussi (dans une moindre mesure) dans les économies émergentes. Le ralentissement de la croissance économique est-il durable et celle-ci peut-elle finir par disparaître ? Telle est l'une des tendances envisagées ici par Charles du Granrut. Il explique ainsi pour quelles raisons les perspectives de croissance économique à moyen-long terme sont, a priori, médiocres, à savoir : la faiblesse de l'augmentation de la population active et de la croissance de la productivité causée, selon certains, par le ralentissement du progrès technique. Qui plus est, la situation financière mondiale, marquée par une déconnexion entre flux d'épargne et flux d'investissement, et par des politiques monétaires très souples (avec des taux d'intérêt très bas), demeure très fragile.*

*Dans ce contexte, selon Charles du Granrut, il devient prioritaire de surmonter les incertitudes et de desserrer les contraintes qui pèsent sur l'économie, en particulier en menant des politiques structurelles (en lien avec les contraintes environnementales, notamment, et tenant compte des évolutions sur le marché du travail) et en revoquant les modes de coopération économique à l'échelle mondiale. Il n'est pas sûr que cela suffise à enrayer le ralentissement de la croissance, mais ce serait un premier pas pour pallier les déséquilibres actuels. S.D. ■*

---

i. Économiste, membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de Futuribles International.

**L**a crise de 2007 est la première crise véritablement globale que l'économie mondiale ait jamais traversée. Cette crise a souligné les insuffisances de notre compréhension des phénomènes financiers et les limites des politiques budgétaires et monétaires. Bien qu'elle n'ait pas provoqué un effondrement du système économique, et malgré des politiques monétaires expansionnistes et certains facteurs favorables comme la baisse des prix du pétrole, la croissance économique demeure globalement faible, le taux d'emploi est relativement peu élevé et les déséquilibres financiers continuent à être importants.

Pour mener notre réflexion prospective, l'analyse du taux d'intérêt réel sera utilisée comme point de départ. En effet, le taux d'intérêt réel, qui est la traduction financière des forces et des politiques économiques qui sont à l'œuvre dans l'économie mondiale, permet d'offrir un panorama des tendances lourdes économiques. Au regard du lien qu'il établit entre le présent et le futur en économie, il fournit aussi des indications sur les anticipations des agents économiques.

## ***Un taux d'intérêt réel durablement faible***

### ***Des perspectives de croissance moroses***

Le taux d'intérêt réel <sup>2</sup>, qui a baissé continûment et significativement sous l'effet de différents facteurs, devrait se maintenir à un niveau faible toutes choses égales par ailleurs.

Depuis le début des années 1980, le niveau moyen des taux d'intérêt réel connaît une baisse continue et significative. Cette baisse, qui s'inscrit dans une tendance à la baisse de l'inflation, est due à la conjonction de plusieurs facteurs.

Tout d'abord, la baisse du taux d'intérêt réel s'inscrit dans une baisse constatée et anticipée de la croissance économique. Dans une perspective de long terme, le taux de croissance est fonction de la croissance de la population employée, de la croissance du capital et de la croissance de la productivité globale des facteurs de production (capital et travail).

D'un point de vue démographique, au cours des 20 prochaines années, la population en âge de travailler pourrait augmenter dans le monde d'environ 20 %. Cette augmentation serait concentrée dans les économies émergentes tandis que la population en âge de travailler dans les économies développées devrait être stable. À l'intérieur de chaque groupe de pays, de fortes disparités existeraient. À l'horizon 2050, la population active mondiale devrait atteindre un pic. Particulièrement dans les économies développées, le ralen-

---

2. Le taux d'intérêt réel est le taux d'intérêt nominal moins le taux d'inflation anticipée. Pour les échéances longues, faute de mieux, ce sont généralement les anticipations à court terme qui sont prises en compte.

tissement ou l'arrêt de la croissance de la population active devrait conduire, toutes choses égales par ailleurs, à un ralentissement de la croissance économique ainsi que de la croissance par habitant. L'augmentation du taux d'activité, notamment grâce à la résorption du chômage, pourrait contrebalancer de manière temporaire ces tendances.

La productivité globale des facteurs, assimilée généralement à la productivité du travail, mesure l'efficacité avec laquelle les différents facteurs de production sont utilisés. Elle désigne notamment des améliorations affectant l'organisation des processus de production, des changements dans l'environnement économique et l'impact des innovations technologiques.

À long terme, comme l'intensité capitaliste est supposée constante, la croissance de la productivité est le principal moteur de la croissance économique. En améliorant l'efficacité du processus de production, elle permet la croissance des richesses sans augmenter la quantité de travail ou de capital.

Le ralentissement de la croissance de la productivité, notamment dans les économies développées, qui a débuté avant la crise financière, s'est accentué depuis. Ce ralentissement, qui fait actuellement l'objet de nombreux débats, risque de peser sur la croissance économique future. Le ralentissement actuel de la croissance de la productivité a provoqué des débats sur les perspectives du progrès technique entre les pessimistes et les optimistes, mais sans déboucher sur des conclusions définitives.

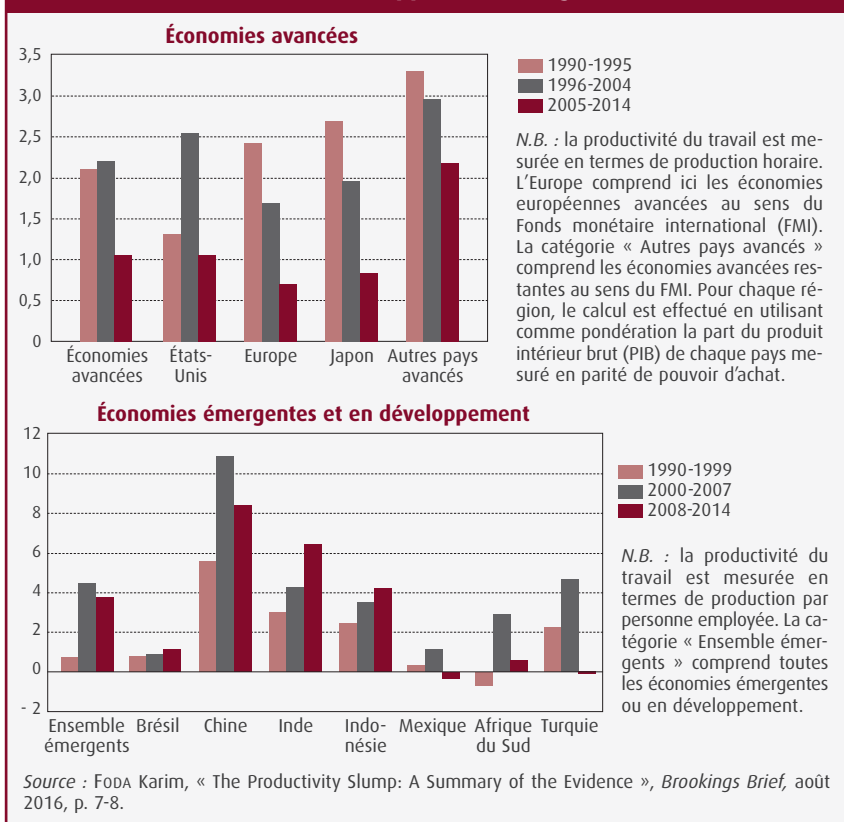
Pour les pessimistes, le ralentissement actuel de la croissance de la productivité est une tendance inéluctable car la période de forte hausse de la productivité était le résultat de l'application de technologies élaborées au XIX<sup>e</sup> siècle et au début du XX<sup>e</sup> siècle, qui n'ont pas d'équivalent actuellement. Selon cette analyse, les technologies de l'information et les biotechnologies n'auront pas le même impact en termes de productivité que celui qu'ont eu les technologies comme l'électricité.

Les optimistes, quant à eux, estiment que l'impact des technologies de l'information et des sciences du vivant devrait s'accroître dans les années futures. Ainsi les technologies de l'information permettront d'accroître l'efficacité de la recherche-développement, d'analyser les données et de partager le savoir à un coût de plus en plus faible.

Pour les économies caractérisées par un niveau de productivité élevé, l'augmentation de la croissance de la productivité passera par un développement des technologies à forte intensité de savoir et des changements organisationnels permettant la diffusion rapide de ces innovations.

La croissance de la productivité dans les économies émergentes a été due à un phénomène de rattrapage. En d'autres termes, elle s'explique par l'augmentation de l'intensité capitaliste et l'adoption de méthodes de production et de règles d'organisation empruntées aux économies développées. Mais, à mesure que ces économies se développent, cet effet ira en s'atténuant. En outre, dans une perspective historique, la convergence des niveaux de

**Graphique 1 — Évolution de la productivité du travail (en %) dans les économies développées et émergentes 1990-2014**



productivité est loin d'être automatique et le classement des économies en fonction de leur productivité est loin d'être immuable.

Dans le cadre du ralentissement généralisé de la croissance économique, on assisterait à une augmentation du poids des économies émergentes au détriment de celui des économies développées. Ainsi, dans le cadre d'une projection tendancielle, la part représentée par l'Asie dans l'économie mondiale passerait d'un tiers de l'économie mondiale à la moitié à la fin des années 2030 pour se stabiliser par la suite.

## Une situation financière exceptionnelle

D'un point de vue financier, deux facteurs principaux ont conduit à la réduction des taux d'intérêt réel.

Tout d'abord, il existe une déconnexion entre les flux d'épargne et les flux d'investissement. D'une part, au niveau mondial, les évolutions démogra-

## LE NUMÉRIQUE : NOUVELLE FRONTIÈRE DU TRAVAIL ?

Internet a changé les conditions de l'exercice et, dans certains secteurs, le contenu de l'activité professionnelle. Il fournit l'infrastructure technique permettant la mise en place de nouvelles formes de collaboration entre les employés et d'organisation des entreprises. Dans les activités de services, il est possible de distinguer deux grands groupes : d'une part, le traitement des données et l'élaboration des connaissances et, d'autre part, les activités requérant un contact direct avec le client.

Concernant les activités de traitement des données, la numérisation produit des quantités croissantes de données et les algorithmes cherchent à offrir les outils adéquats pour les traiter. En outre, Internet permet l'échange aisé du savoir et des informations. La compétitivité des entreprises résulte donc de leur capacité à exploiter les informations dont elles disposent sur leurs clients

mais aussi sur leurs connaissances. Actuellement, il existe un déséquilibre entre la profusion des informations et la capacité à les exploiter.

En outre, Internet permet l'appariement rapide de l'offre avec la demande de travail, quelles que soient la nature et la durée de l'activité. Les sociétés opérant dans ces domaines sont de plus en plus fragmentées d'un point de vue tant organisationnel que géographique. Le travail nomade se généralise. Grâce à l'amélioration des performances d'Internet, les réunions s'effectuent dorénavant par vidéoconférence. L'activité professionnelle devient plus éclatée et l'interpénétration entre vie privée et vie professionnelle est plus étroite.

À ce jour, la plupart des entreprises se trouvent à un stade d'apprentissage et d'expérimentations.

C.G.

phiques, les structures socio-économiques dans certains pays et les préférences des individus ont conduit à une hausse du taux d'épargne. Ainsi, dans certaines économies émergentes, notamment en Chine, l'épargne a été stimulée par le besoin de compenser un système de protection sociale ne permettant pas de faire face au vieillissement. À l'inverse, malgré la hausse de l'endettement public notamment dans les économies développées, les besoins d'investissement ont été moindres que les capacités d'épargne. Ainsi, le taux d'investissement a diminué en raison de la baisse du prix relatif des biens d'investissement et de la baisse des investissements publics.

En deuxième lieu, depuis la crise, les politiques monétaires sont très peu restrictives, comme en témoignent le niveau des taux d'intérêt ciblé par la politique monétaire et les politiques non conventionnelles. Les taux d'intérêt à long terme sont, eux aussi, tombés à des niveaux très bas, étant dans certains cas négatifs. À ce jour, la moitié du marché obligataire de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) affiche des taux négatifs. Les titres sans risque, qui se sont raréfiés en raison de la dégradation de la qualité de signature de certains émetteurs, sont en quantité insuffisante pour faire face à la demande des investisseurs dans un environnement très incertain.

Le niveau actuel des taux d'intérêt signifie un tarissement des opportunités d'investissement dû à un rendement marginal faible du capital et une

aversion au risque très grande. Au regard du stock très important de dettes, ce niveau très faible des taux d'intérêt permet d'alléger les charges du service de la dette. La politique monétaire, qui a permis d'éviter l'effondrement du système économique à court terme, se trouve incapable d'offrir une sortie de crise à long terme. Plus la période de temps durant laquelle cette politique sera menée sera longue, plus il sera difficile d'en sortir. Sans inflation, la croissance économique actuelle est trop faible pour amorcer un processus de désendettement significatif.

À court terme, la faiblesse actuelle des taux d'intérêt a deux conséquences majeures. Premièrement, en cas de récession, la politique monétaire ne dispose plus des marges de manœuvre suffisantes pour mener une politique contracyclique. En second lieu, au regard de leurs anticipations, certains agents économiques sont conduits à rechercher à investir dans des actifs supposés offrir des rendements élevés. Puisque les quantités de liquidité disponible sont importantes, des bulles peuvent se créer.

## ***Surmonter l'incertitude pour relever les défis du futur***

### ***Desserrer les contraintes implique de mener des politiques structurelles***

Le tableau brossé précédemment part du postulat que les indicateurs comme celui du produit intérieur brut (PIB) donnent une image fidèle du bien-être et intègrent toutes les dimensions de l'activité économique. Or les variables économiques traditionnelles tiennent insuffisamment compte de l'irréversibilité des dégradations de l'environnement au-delà de certains seuils et de l'épuisement irrémédiable de certaines ressources. Dans une perspective de long terme, la prise en compte de l'environnement dans les activités économiques représente à la fois une contrainte et une opportunité. Plus précisément, le défi que posent les changements environnementaux provient de leur rapidité au regard du temps nécessaire pour mettre en œuvre des solutions pour y faire face.

À court terme, des investissements devront être réalisés dans la production de nouvelles sources d'énergie renouvelables, dans des infrastructures collectives de transport et dans des procédés améliorant l'efficacité énergétique. En outre, les méthodes de production de l'agriculture devront être transformées non seulement pour mieux respecter l'environnement mais aussi pour être capable de nourrir la population mondiale. Si l'on considère que le mode actuel de fixation des prix est insuffisant pour prendre en compte l'impact sur l'environnement, la modélisation de cet impact est complexe et les conditions de développement de certaines activités ou certains *process* rendent aléatoires les évaluations de rentabilité. D'une part, l'intégration de l'environnement implique une évaluation de facteurs comme le taux d'actualisation ou le coût de dépollution qui est tributaire d'hypo-

thèses *a priori*. En outre, en vue d'assurer leur développement, certaines activités sont actuellement subventionnées, ce qui rend difficile l'analyse de leur pérennité.

Face à ces défis, plusieurs questions se posent. Tout d'abord, quelle doit être la répartition entre politique publique et sphère marchande pour effectuer les investissements requis et, plus généralement, pour organiser les nouvelles activités ? Quelles doivent être les formes d'incitation à mettre en place ? En outre, au regard des évolutions requises, les changements affectant l'organisation des activités économiques devront s'accompagner de profondes évolutions concernant les mentalités et les modes de vie.

L'aggravation de la contrainte environnementale pourrait avoir un effet inflationniste sur les prix, provoqué par des goulets d'étranglement en raison de quantités insuffisantes de certaines matières premières ou de terres cultivables.

Comme il a été constaté précédemment, il est impossible de savoir si le ralentissement actuel de la croissance de la productivité est une tendance irréversible ou non. Les évolutions des niveaux moyens de productivité masquent de très grandes disparités entre les secteurs, les pays ou les entreprises. Ainsi les entreprises les plus productives opèrent dans différents pays en organisant des chaînes productives globales. Par ailleurs, la répartition des gains de productivité apparaît aussi importante que leur évolution car cela renvoie à la question des inégalités.

En outre, il est possible de se demander si la productivité est exclusivement le résultat du progrès technique. Ainsi, selon certains, le ralentissement actuel de la croissance de la productivité serait dû à une baisse du dynamisme du système économique, comme le montrent la réduction du nombre de créations d'entreprises, l'augmentation du poids des grandes et anciennes entreprises dans l'emploi, la baisse de la fluidité du marché du travail, la réduction de l'investissement surtout après la crise, la faible diffusion des technologies de l'information ou la stagnation du niveau de qualification des nouveaux entrants dans la population active. Tous ces facteurs conduiraient à réduire la concurrence dans le secteur marchand et la réallocation du tissu économique vers les secteurs les plus productifs. Dans ce cadre, l'augmentation de la croissance de la productivité impliquerait des changements structurels accroissant l'intensité de la concurrence sur les marchés des biens et des services et réformant le fonctionnement du marché du travail.

Au regard des perspectives de croissance économique, la réduction du chômage, et plus généralement de l'inactivité, apparaît elle aussi difficilement envisageable à structures économiques inchangées. D'après les projections par types d'emplois, la majeure partie des créations d'emplois, particulièrement dans les économies développées, se produiront dans le tertiaire à faible productivité. Cela devrait conduire à une polarisation de la population active employée entre, d'une part, une minorité d'emplois à haute valeur ajoutée et, d'autre part, des emplois à faible productivité. Mais le développement des emplois à faible productivité implique une évolution de la relation entre,

d'une part, l'activité de l'individu et, d'autre part, sa rémunération et ses droits sociaux.

Deux approches peuvent être envisagées. D'une part, il est possible de séparer la perception d'un revenu de l'exercice d'une activité marchande. Bien qu'elle ne soit pas capable de proposer une activité rémunérée pour tous, la production de richesses permet de fournir un revenu minimum pour tous. D'autre part, l'objectif est de mieux articuler l'exercice d'une activité marchande avec la perception et l'acquisition de droits sociaux. Dans ce cadre, l'exercice d'une activité marchande demeure le socle de l'inclusion de l'individu dans le système économique.

Toute politique visant à modifier la dynamique des marchés remettra en cause des positions acquises et devra surmonter la résistance de certains groupes d'agents économiques. Ces réformes structurelles impliqueront des changements concernant la répartition des revenus afin de mieux distribuer les fruits de la croissance et de combiner prise de risque et sécurité économique. Le dispositif juridique et le système social, qui ont connu leur apogée dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, devront être transformés.

## INTERNET : LA RÉVOLUTION DES ÉCHANGES ?

Sans créer de nouvelles formes de consommation, Internet permet le développement, à grande échelle et pour de nombreux produits et services, de modes de consommation non traditionnels. Au cœur de ces échanges se trouvent les plates-formes qui mettent en rapport deux classes d'agents. Les plates-formes présentent de manière détaillée les offres et fournissent la contractualisation sécurisée de la transaction. Les comportements des agents de l'une des deux classes influencent le bien-être des agents de l'autre classe et *vice versa*. En exploitant les données sur les transactions effectuées par les différents agents, la plate-forme cherchera à optimiser le trafic et le nombre de transactions.

On assiste à la substitution de la détention d'un bien par l'offre d'un service (par exemple, location, mise à disposition ou consommation partagée). De nombreuses plates-formes offrent aussi des possibilités d'échanges et de troc de nombreux biens et services. Ensuite, et de manière plus radicale, certaines sociétés comme Google et

Facebook fournissent gratuitement un service à leurs utilisateurs et se rémunèrent grâce à la publicité, qui est adaptée à chaque utilisateur en exploitant ses données personnelles récupérées gratuitement.

Bien qu'ils soient rarement des monopoles, les marchés sur lesquels opèrent les plates-formes tendent à être concentrés. Ces fortes concentrations, conjuguées à des stratégies de prix et des stratégies hors prix, posent des questions en termes de bien-être et d'efficacité. Globalement, ces plates-formes augmentent les choix des consommateurs, accélèrent la rotation de la propriété des biens et améliorent l'appariement entre l'offre et la demande. On assiste à une individualisation des comportements grâce à l'élargissement des possibilités offertes à l'individu pour consommer, s'exprimer et se divertir. Mais la quantité des données accumulées sur le comportement des individus n'a jamais été aussi grande et les techniques pour l'influencer n'ont jamais été aussi développées.

C.G.

Par ailleurs, il apparaît pertinent de se demander si l'évolution de la productivité donne une image exhaustive des changements économiques actuels et si le bien-être dépend exclusivement de celle-ci. Ainsi Internet bouleverse l'organisation des activités économiques, particulièrement en transformant les relations entre les offreurs et les consommateurs, et en permettant le développement d'une sphère non marchande.

D'une part, ce réseau permet aux individus et aux ménages d'être des offreurs d'un large éventail de produits et de services sans passer par les intermédiaires traditionnels. Il élargit les types de produits / services échangés et les formes de l'échange. De nouveaux biens acquièrent une valeur d'échange (par exemple, logement personnel, outillage, etc.) et les systèmes de troc réapparaissent. D'autre part, l'utilisation de ce réseau remet en cause les rentes et accroît la concurrence dans de nombreux secteurs. Du point de vue des modes de vie, Internet bouleverse le rapport au savoir, transforme les relations entre les individus et modifie la perception de la réalité.

Le développement de la sphère non marchande résulte de la combinaison de nouvelles pratiques sociales, qui sont souvent une réponse à la crise, avec les potentialités offertes par le progrès technique. Le développement du chômage et la crise de l'État-providence conduisent les individus à développer de nouvelles solidarités et de nouveaux modes d'échange et de consommation. Le progrès technique offre de nouvelles potentialités pour distribuer gratuitement les produits et les services.

## *Surmonter l'incertitude*

S'il apparaît inéluctable, la fin de l'équilibre monétaire et financier, qui est instable, pose un certain nombre de questions. Le resserrement de la politique monétaire, c'est-à-dire la hausse des taux d'intérêt, augmenterait les charges d'intérêt et pourrait provoquer l'insolvabilité de certains agents. Par ailleurs, elle pourrait induire des pertes chez les agents institutionnels dont les portefeuilles sont massivement investis en titres à taux fixe s'ils sont obligés de vendre ces titres. À l'inverse, tout accident dans le remboursement des dettes ou le poids jugé trop important des dettes dans le portefeuille de certains intermédiaires financiers pourrait provoquer à nouveau la méfiance des investisseurs, voire une crise financière.

Au regard de la faiblesse de l'investissement et des taux d'intérêt, un programme massif d'investissements, particulièrement dans les infrastructures, pourrait être mis en place. Il permettrait de relancer la croissance et de poser les bases d'une croissance économique durable.

Les flux d'épargne entre les économies émergentes et les économies développées dépendront notamment de la rapidité avec laquelle le niveau de vie dans les économies émergentes rattrapera le niveau moyen des économies développées, ainsi que de la rapidité avec laquelle seront mis en place à grande échelle des systèmes de couverture sociale.

La mondialisation économique actuelle se caractérise par l'existence de grandes zones économiques régionales dans lesquelles les échanges de biens, les mouvements migratoires et les flux financiers sont plus intenses qu'avec les pays situés hors de chaque zone. La cohésion économique de ces zones est en grande partie le résultat du système de gouvernance à l'intérieur de chaque zone ou de la domination d'un pays autour duquel s'organisent les relations économiques ou financières.

Les relations économiques entre les grandes régions du monde ou entre les pays concernent essentiellement les échanges de biens et de services et, pour les pays n'appartenant pas à des zones monétaires, les mouvements de taux de change ont encore un impact très important.

Les variations des taux de change, qui sont imprévisibles et brutales, sont susceptibles d'avoir des impacts significatifs sur la compétitivité des économies nationales. À l'inverse, la crise de la zone euro a souligné que la combinaison d'une monnaie unique avec de fortes disparités économiques qui ne sont pas corrigées par des politiques structurelles, ou par des mécanismes correcteurs comme la mobilité du facteur travail ou celle du facteur capital, crée des tensions difficilement gérables.

Depuis la crise, on observe une réduction de l'élasticité du commerce international des biens et services à la croissance du PIB mondial, et une baisse de l'interpénétration des systèmes bancaires et financiers.

La complexité et la vulnérabilité du système économique mondial dépendent notamment de la similitude des acteurs qui le composent et de la nature des relations qu'ils entretiennent entre eux. L'augmentation du nombre des acteurs liés par des relations multidimensionnelles conduit à rendre le système plus complexe et à accroître le nombre de crises.

Surtout, l'incertitude, en particulier géopolitique, a augmenté et nourrit l'attentisme des agents économiques. Le niveau actuel des taux d'intérêt est à la fois un facteur explicatif et une traduction de cette incertitude. Au regard de leur préférence supposée pour le présent (c'est-à-dire un taux d'actualisation supérieur positif), le niveau actuel des taux ne freine pas les individus dans leur endettement pour consommer le plus possible aujourd'hui. Évidemment, il existe d'autres facteurs agissant en sens contraire, comme la volonté des individus à lisser leur consommation durant leur vie. Néanmoins, le constat est difficilement contestable : le temps semble s'être arrêté et le présent se confond avec le futur.



Au regard des analyses précédentes, quelques enseignements peuvent être tirés.

À court terme, le scénario plausible est la poursuite d'une croissance économique modérée, voire faible. Cependant, une crise économique ou financière n'est pas à exclure, notamment en raison d'accidents sur le marché du

crédit ou de l'éclatement de bulles spéculatives. Toute crise économique ou financière serait particulièrement dommageable car l'économie mondiale est encore convalescente et les autorités publiques seront fortement contraintes pour mener des politiques contracycliques en raison des niveaux élevés d'endettement public et des politiques monétaires actuellement menées.

À moyen-long terme, en se basant sur les remarques précédentes, la dynamique économique future s'articulera autour des dimensions suivantes :

- l'environnement comme nouvelle frontière économique ;
- un équilibre nouveau entre la réglementation et le marché afin d'accroître la capacité de l'économie à pleinement profiter du progrès technologique ;
- un partage plus équitable des fruits de la croissance économique ;
- le niveau de résilience du système financier ;
- le degré de coopération dans les relations économiques dans un monde multipolaire.

En conclusion, cette analyse ne peut prétendre décrire de manière exhaustive et indiscutable le futur des économies en raison de leur complexité. En outre, le tableau proposé présente des tendances qui lissent les évolutions qui se produiront à des vitesses différentes et elles seront marquées par des crises.

À l'aune des indicateurs économiques et de développement, l'humanité n'a jamais connu un tel niveau de prospérité. Malgré ce constat flatteur dans une perspective de long terme, le diagnostic actuel est plus mitigé si l'on s'intéresse à la dynamique de l'économie. Bien qu'elle n'en soit pas la cause unique, la crise économique et financière a accentué le ralentissement de la croissance, la montée du chômage, le creusement des inégalités et l'augmentation des déficits publics. Toutes choses égales par ailleurs, les perspectives économiques actuelles ne permettent pas d'envisager une résorption rapide et automatique des déséquilibres actuels. Mais, bien que l'incertitude très grande rende difficile la projection dans le futur, la nécessité de se projeter dans l'avenir est indispensable pour sortir de la crise actuelle. ■

## BIBLIOGRAPHIE

- ARVISENET Philippe (d'), « De la grande modération à une stagnation séculaire », *Conjoncture*, n° 4, avril 2015, BNP Paribas.
- BEAN Charles, *Independent Review of UK Economic Statistics: Final Report*, Londres : Her Majesty Treasury, mars 2016.
- BERGEAUD Antonin, CETTE Gilbert et LECAT Rémy, « Le produit intérieur brut par habitant sur longue période en France et dans les pays avancés : le rôle de la productivité et de l'emploi », *Économie et statistique*, n° 474, avril 2014, p. 5-34.
- CETTE Gilbert, « Which Role for ICTs as a Productivity Driver over the Last Years and the Next Future? », *Communications & Strategies*, n° 100, 4<sup>e</sup> trimestre 2015, p. 65-83.
- CUVILLIEZ Julia et alii, « L'exercice européen de projection des dépenses de retraites : à l'horizon 2060, leur poids dans le PIB reculerait fortement en France », *Trésor-Éco*, n° 152, août 2015.
- DESPAIN Hans G., « Secular Stagnation: Mainstream Versus Marxian Traditions », *Monthly Review*, vol. 67, n° 4, septembre 2015.
- DIRECTION GÉNÉRALE DU TRÉSOR, « Scénarios économiques pour les projections du Conseil d'orientation des retraites : méthode de construction et enjeux », *Document de travail*, n° 2, séance du 27 janvier 2016, COR (Conseil d'orientation des retraites).
- DUPRAT Marie-Hélène, « La zone euro face à une "stagnation séculaire" ? », *Éconote*, n° 28, mars 2015, Société Générale.
- FMI (Fonds monétaire international), « Where Are We Headed? Perspectives on Potential Output », in *World Economic Outlook (WEO). Uneven Growth: Short- and Long-Term Factors*, Washington, D.C. : FMI, avril 2015, chapitre 3.
- LUKASZ Rachel et SMITH Thomas D., *Secular Drivers of the Global Interest Rate*, Londres : Bank of England, *Staff Working Paper* n° 571, décembre 2015.
- OCDE (Organisation de coopération et de développements économiques), *The Future of Productivity*, Paris : OCDE, 2015.
- SECRÉTARIAT GÉNÉRAL DU COR, « Les hypothèses de chômage et de productivité du travail à long terme retenues par le COR depuis 2001 », *Document de travail*, n° 3, séance du 27 janvier 2016, COR.
- SODE Arthur, « Comprendre le ralentissement de la productivité en France », *Note d'analyse*, n° 38, janvier 2016, France Stratégie.
- SUMMERS Lawrence H., « U.S. Economic Prospects: Secular Stagnation, Hysteresis and the Zero Lower Bound », *Business Economics*, vol. 49, n° 2, avril 2014, p. 65-73.
- TEULINGS Coen et BALDWIN Richard, *Secular Stagnation: Facts, Causes and Cures*, Londres : CEPR (Centre for Economic Policy Research), 2014.
- WEALE Martin, « Prospects for Supply Growth in Western Europe », Londres : Bank of England, discours tenu le 12 octobre 2015 à l'université de Groningue (Pays-Bas).

# Sept défis pour les entreprises et le travail

PAR ANDRÉ-YVES PORTNOFF <sup>1</sup>

*L'organisation des entreprises, les relations de travail et le travail lui-même se sont considérablement transformés au cours des 20 dernières années, sous l'effet de facteurs divers tels que la mondialisation économique, l'utilisation massive des technologies de l'information et de la communication par les individus et dans les entreprises, l'évolution des attentes, parfois dans des sens opposés, des différentes générations vis-à-vis du travail, etc. Dans ce contexte, quels sont les grands défis des prochaines décennies pour les entreprises, les individus qui y travaillent et la nature même de leur travail ?*

*S'appuyant sur les réflexions engagées dans le cadre du Rapport Vigie 2016 <sup>2</sup>, André-Yves Portnoff présente ici quelques tendances lourdes, essentiellement liées à l'impact du numérique sur les entreprises et le travail, et les principaux défis qui en découlent pour les organisations et leurs parties prenantes : choix de modèles économiques pertinents, investissement dans des métiers adaptés, stratégies relationnelles internes et externes, cohabitation entre statuts divers (pour les entreprises comme pour les travailleurs) ; le tout étant évidemment très lié aux valeurs et visions développées par les différents acteurs économiques impliqués... S.D. ■*

---

1. Directeur de l'Observatoire de la révolution de l'intelligence à Futuribles, consultant en prospective et management du changement, membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de Futuribles International.

2. JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, 540 p.

Les progrès scientifiques et techniques à venir continueront à ouvrir le champ des possibles en matière d'innovation pour les entreprises et le travail. Les innovations, applications effectives du technique-ment possible par des acteurs de la société, seront comme toujours inhibées ou déclenchées et orientées au profit des uns ou des autres par les jeux des différents acteurs : personnes, organisations, entreprises, États<sup>3</sup>. Les techniques sont rarement neutres, mais elles peuvent être utilisées dans plusieurs sens et même à contresens. Internet favorise les échanges entre pairs, mais nombre d'acteurs centralisateurs l'emploient pour renforcer leurs pouvoirs.

Les transformations des entreprises, de leurs offres et du travail seront donc, à l'avenir, déterminées par les rapports de force entre différents acteurs et par les options choisies par ceux-ci. Ces options dépendent, d'une part de facteurs immatériels caractérisant les acteurs, visions et modèles mentaux essentiellement, d'autre part des évolutions du contexte économique, social, politique, physique. Plus ou moins vite, des facteurs objectifs — pertinence économique, technique, écologique — sanctionnent positivement ou négativement les choix des acteurs. Ce processus n'est pas linéaire. Des boucles d'interactions entre décisions et conséquences effectives modifient le contexte constamment et donc les jeux des acteurs, leurs motivations.

Le numérique lance durablement aux entreprises et au travail sept défis. Ceux-ci concernent les relations à

l'espace et au temps, les définitions des métiers, les modèles économiques (*business models*), les stratégies de relations internes et externes, les statuts et, enfin, les options en matière de visions et valeurs.

## **Les trois tendances lourdes du numérique**

Ces défis résultent des trois tendances lourdes pérennes qui, depuis des décennies, caractérisent la progression du numérique.

► La première tendance consiste en la diffusion d'une puissance de traitement de l'information sans cesse accrue pour des coûts et des encombrements décroissants ; ceci grâce à des composants moins chers à performances égales, et plus miniaturisés, ainsi qu'à des architectures et des programmes exploitant mieux les puissances de calcul disponibles. Aussi va-t-on continuer à implanter des composants avec des capteurs et des capacités de traitement de l'information dans de plus en plus d'endroits.

► Deuxième tendance : ces composants banalisés communiquent entre eux et avec nous, de plus en plus facilement, instantanément, y compris en situation de mobilité, grâce à la chute des coûts et à la miniaturisation. Ces deux tendances nous feront vivre dans des réseaux d'interactions toujours plus faciles et nombreuses entre objets, personnes, organisations, d'où l'explosion d'Internet et de ses dérivés, *big data*, Internet des objets ou de n'importe quoi. Des outils de collaboration et

3. Voir notamment PORTNOFF André-Yves, *Sentiers d'innovation / Pathways to Innovation*, Paris : Futuribles (coll. Perspectives), 2003.

de prestation de services à distance comme le *cloud computing* et le *SaaS*<sup>4</sup> se répandent dans les entreprises comme dans nos poches. Cela modifie l'impact des distances physiques, qui ne sont pas effacées, mais doivent être gérées en tenant compte des proximités numériques, dans une société de l'ubiquité d'action : on agit à la fois là où l'on se trouve et ailleurs.

► Troisième tendance, ces réseaux possèdent, en principe, une architecture non hiérarchique. La logique d'Internet, dès le départ non centralisé, favorise l'échange entre pairs (*peer-to-peer*). Il s'agit d'une rupture par rapport aux réseaux de la télévision et du téléphone, structurés autour d'émetteurs ou de centraux. Avant, il fallait choisir entre un échange riche et interactif par téléphone entre deux personnes seulement, ou une réception d'émissions par des millions d'auditeurs passifs. Désormais, on peut bâtir des échanges riches, des coopérations entre de nombreux acteurs actifs.

## Connaissance instantanée et anticipation

La multiplication des capteurs génère une masse croissante de

données, le *big data*. L'important, c'est que l'on est de plus en plus capable de les exploiter pour déchiffrer, quasiment en temps réel, notre contexte personnel, la situation d'un outil, d'une entreprise, obtenir des indications sur ce qui va arriver, devenir possible, souhaitable. De la prévision du comportement des consommateurs à celui de machines et à leur maintenance prédictive, les applications de procédures informatisées comme l'analytique (*business analytics*) et l'intelligence artificielle progressent en performances<sup>5</sup>. Notre relation au temps évolue donc puisque nous disposons de plus d'outils pour anticiper. Encore faut-il que nous ayons l'intention et la capacité intellectuelle d'anticiper, question de valeurs et de modèles mentaux.

L'anticipation est exploitée dès le stade de la conception des produits et services par la CFAO 3D (conception et fabrication assistées par ordinateur avec modélisation tridimensionnelle), ce qui réduit les tests et les corrections après production. Car « 80 % du coût de fabrication est lié à la manière dont est imaginé le produit lors de sa phase de conception », confirme Raj Batra, de Siemens États-Unis<sup>6</sup>. Des logiciels de gestion du cycle de vie des

4. Le *cloud computing* ou informatique en nuage est l'exploitation à distance, grâce aux réseaux, de la puissance de calcul ou de stockage des serveurs informatiques d'un prestataire de service qui les loue à la demande. L'utilisateur peut utiliser et gérer ses propres programmes, ou confier la gestion à distance d'une fonction, par exemple les salaires, à un prestataire. Il s'agit alors de « logiciel en tant que service » ou *Software as a Service* (SaaS) ; cela passe généralement par un abonnement, sans paiement de licence pour les logiciels utilisés.

5. Voir notamment PORTNOFF André-Yves, « *Big data*, analytique et organisations », *Futuribles*, n° 412, mai-juin 2016, p. 102-104.

6. ROUAUD Pierre-Olivier (propos recueillis par), « "En matière d'usine 4.0, les industriels américains doivent changer de paradigme", selon le président Digital Factory de Siemens USA », *L'Usine digitale*, 8 avril 2015. URL : <http://www.usine-digitale.fr/article/en-matiere-d-usine-4-0-les-industriels-americains-doivent-changer-de-paradigme-selon-le-president-digital-factory-de-siemens-usa.N323078>. Consulté le 27 septembre 2016.

produits (*Product Lifecycle Management*, PLM) intègrent, dès la conception, les contraintes futures. Grâce à la réalité virtuelle, le concepteur explore les sensations qu'aurait un utilisateur futur si telle option était choisie par le bureau d'études. On peut même, comme Toyota, faire « visiter » en 3D une future installation par le personnel impliqué, et recueillir ses idées et critiques, exemple d'innovation collaborative.

Ces possibilités imposent aux organisations plusieurs défis dans les relations au temps et aux parties prenantes, défis qui remettent aussi en cause leurs modèles économiques<sup>7</sup>. Combien d'entreprises, selon les pays et les secteurs d'activité, voudront-elles, au cours des prochaines années, assumer tout le cycle de vie de leur production ? Certaines resteront des vendeurs se désintéressant de l'après-vente, notamment si un actionariat, avide de profits à très court terme, leur impose d'être des « entreprises Kleenex<sup>8</sup> ». D'autres voudront jouer un rôle lors de l'utilisation de leur offre par le client, dans l'esprit de l'économie de la fonctionnalité ou par intérêt commercial. D'autres, enfin, assumeront la responsabilité de tout le cycle de vie de leur production, soit sous une contrainte légale, soit dans la vision éthique de l'économie globale. Ces trois options dépendent des visions, des valeurs

des acteurs, des poids respectifs de ceux-ci et du contexte.

## **Le défi du choix des métiers**

Beaucoup d'entreprises suivront leurs produits chez leurs clients et interviendront chez eux parce que les objets et installations vendus deviennent des systèmes dits cyber-physiques (*Cyber-Physical Systems*, CPS), c'est-à-dire contenant des capteurs, des capacités d'interprétation des données recueillies et de communication à distance. Symétriquement, les CPS introduiront les fournisseurs dans les entreprises clientes, comme dans nos maisons et nos poches : les *smartphones* sont des CPS.

Nombre d'entreprises suivront certainement aussi l'exemple de General Electric (GE) qui, depuis 2011, a modifié son modèle d'affaires, investit massivement dans « l'Internet industriel<sup>9</sup> », dégageant 1,5 milliard de dollars US de revenus supplémentaires dès 2013. GE dote de capteurs les turbines et les équipements de santé qu'il fabrique. Les données transmises par le *cloud* sont traitées sur la plate-forme *Predictivity*. GE vend ainsi, outre des produits, leur fonctionnement optimisé et de la maintenance prédictive. L'avertissement est clair pour

---

7. *Business model* est traduit généralement par modèle d'affaires. Nous parlerons de modèle économique, parce que le raisonnement s'applique aussi au domaine non marchand, qui doit assurer sa viabilité économique.

8. PORTNOFF André-Yves, « Entreprise infinie versus entreprise Kleenex », *Dirigeant.fr*, 30 septembre 2014. URL : <http://www.dirigeant.fr/011-1088-Entreprise-Infinie-versus-entreprise-Kleenex.html>. Consulté le 27 septembre 2016.

9. EVANS Peter C. et ANNUNZIATA Marco, *Industrial Internet: Pushing the Boundaries of Minds and Machines*, San Ramon : General Electric, 26 novembre 2012. URL : [http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial\\_Internet.pdf](http://www.ge.com/docs/chapters/Industrial_Internet.pdf). Consulté le 27 septembre 2016.

## C'EST DÉJÀ DEMAIN : TOTAL ANTICIPE SES PANNES

En 2018, « nous surveillerons la totalité du parc de machines tournantes de l'E&P (exploration et production) réparties dans le monde entier », affirme Bernard Quiox, responsable des machines tournantes de Total E&P, depuis le centre technique implanté à Pau <sup>1</sup>. Plus de 1 000 équipements (moteurs électriques, turbines, multiplicateurs de vitesse, pompes...), sur les cinq continents, bénéficieront d'une maintenance prédictive. Leurs données de fonctionnement sont acheminées vers la plate-forme logicielle à Pau exploitant la solution Proficy SmartSignal <sup>2</sup> de GE, et traitées en temps réel.

Cette analyse prédictive des incidents a commencé par des tests en 2013. Les ingénieurs de Pau interprètent les conclusions de l'informatique et font des recommandations aux opérateurs des sites concernés. Total estime que « 80 % des avaries constatées sur les compresseurs centrifuges et 30 % de celles constatées sur les turbines à gaz (depuis 2006) auraient pu être évitées » grâce à cette procédure. L'entreprise s'appuie à Pau sur le supercalculateur Pangea, exploité comme outil d'aide à la décision. Sa puissance de calcul vient de passer à 6,7 pétaFLOPS <sup>3</sup>, ce qui en fait le plus puissant calculateur de l'industrie mondiale <sup>4</sup>.

A.-Y.P.

1. SAUDEMONT Éric, « Maintenance prédictive : Total met son parc de machines tournantes sous surveillance », *Pétrole et gaz informations*, 4 mai 2015. URL : <http://www.petrole-et-gaz.fr/maintenance-predictive-total-met-son-parc-de-machines-tournantes-sous-surveillance-4388/>. Consulté le 27 septembre 2016.

2. Site Internet <http://www.geautomation.com/products/proficy-smartsignal>

3. Un pétaFLOPS = 10<sup>15</sup> FLOPS (*Floating-point Operation Per Second*), unité de mesure de la vitesse d'un système informatique (NDLR).

4. « Total's Supercomputer now the Industry's Most Powerful Worldwide », communiqué de presse Total, 29 mars 2016. URL : <http://www.total.com/en/media/news/press-releases/totals-super-computer-now-industrys-most-powerful-worldwide>. Consulté le 27 septembre 2016.

tous les fabricants classiques : les clients achètent les services fournis, espèrent-ils, par les produits. Les fabricants doivent raisonner en fournisseurs de services, sous peine de « désintermédiation » ou de devenir des producteurs de supports valorisés par d'autres.

Une conséquence spatiale pourrait en découler : la construction, à

proximité des marchés visés dans le monde, d'unités de production expédiées en modules et montées sur place <sup>10</sup>. Dans ces unités gérées par le *cloud*, le personnel local donnerait des commandes sur des tablettes, mais les programmes essentiels resteraient dans la société mère, à l'abri de toute mainmise locale. La géographie industrielle pourrait s'en trouver modifiée.

10. BALLOT Éric, « Les usines de demain... existent déjà ! Tour du monde des innovations en images », in *Cahier de l'Observatoire Fives des usines du futur*. 2<sup>e</sup> édition 2014, p. 63-64. URL : [http://dk8mx37zdr9bp.cloudfront.net/corporate/PublishPaper/cahier\\_observatoire\\_2/files/docs/all.pdf](http://dk8mx37zdr9bp.cloudfront.net/corporate/PublishPaper/cahier_observatoire_2/files/docs/all.pdf). Consulté le 27 septembre 2016.

## Quelles stratégies relationnelles ?

Les entreprises disposeront, dans leurs murs, d'équipements cyber-physiques, certains gérés par des prestataires, sur place et / ou à distance, ou même appartenant à ces prestataires. Des employés de sociétés partenaires et des consultants passeront du temps dans les locaux côtoyant le personnel. Les limites physiques et légales des entreprises pourraient donc devenir encore plus floues, à l'image des magasins de la grande distribution qui accueillent des stands et des personnels de différentes marques. Mais cette fois, des fonctions essentielles pour la marche de l'entreprise devraient être concernées. Certaines entreprises sauront transformer leur présence physique et numérique chez leurs clients en confiance, pour pérenniser leur relation, vendre plus, enrichir leur expérience, mieux concevoir, cocréer avec clients et fournisseurs. Les acteurs se battront pour accaparer le contact avec le client final et celui-ci, grand public ou professionnel, cherchera des tiers de confiance, des prestataires respectant ses données et intérêts.

Les entreprises devront préserver leur identité, en interne et en externe, malgré une dilution spatiale pouvant aboutir à une confusion ; elles devront gérer les contradictions éventuelles entre les intérêts et les ambitions des différents actionnaires concernés et opter pour des stratégies relationnelles claires, en interne, avec leurs em-

ployés, et, en externe, avec leurs fournisseurs, partenaires, clients.

## Un effet « David »...

Dans le contexte d'une réticulation croissante de la société, ces stratégies doivent intégrer deux effets antagonistes qui caractérisent les réseaux, effets tous deux induits par les synergies réussies. Le premier renforce les « petits », préserve leur personnalité, à la condition expresse qu'ils jouent en réseau, pour construire plus de synergies et obtenir plus de valeur. La facilité d'information et de coopération réduit la dissymétrie entre offre et demande, conférant du pouvoir aux citoyens, consommateurs, aux PME (petites et moyennes entreprises), aux petites régions. Cet effet, souvent oublié, contredit l'affirmation selon laquelle il n'y aurait d'avenir que pour les mégapoles, mégarégions, mégaentreprises...

Le numérique baisse les coûts de transaction qui déterminent, selon l'économiste britannique Ronald Coase, la taille minimale que doivent atteindre les entreprises pour être compétitives<sup>11</sup>. Trop petite, l'entreprise paie cher sur le marché ce qu'elle ne peut faire chez elle. La baisse des coûts de transaction incite à externaliser plus d'opérations sans surcoût : on peut rester plus petit et aussi efficace. Cela permet, d'une part, à de nouvelles entreprises comme Netflix de croître plus vite avec moins d'investissements, grâce à l'externalisation de nombreuses fonctions ; d'autre part, à des PME de rester indépendantes

11. PORTNOFF André-Yves, *Le Pari de l'intelligence / Betting on Intelligence*, Paris : Futuribles (coll. Perspectives), 2004.

au sein de réseaux d'alliés. La baisse des coûts de transaction autorise aussi des modèles basés sur la longue traîne (*long tail*), valorisation d'un très grand nombre d'objets ou d'opérations modestes : Google est devenu le plus grand annonceur en vendant surtout des publicités à petits prix unitaires. Cela infirme la loi du 80/20<sup>12</sup>.

### ... et un effet « Goliath »

Simultanément, les effets de synergie creusent l'écart entre les acteurs qui ont pris une avance sur un marché. D'où des prises de positions hégémoniques ou monopolistiques, comme celle du couple Microsoft-Intel qui a pu imposer comme un *standard* de fait, durant trois décennies, Windows, face aux solutions techniquement meilleures d'Apple et Linux. Des intérêts privés deviennent capables de défier les États et de fausser les lois du marché. Cet effet réseau renforce les contrôles et manipulations à partir des centres de pouvoir administratifs, politiques, économiques, idéologiques.

## Défis des relations externes et des modèles économiques

Les stratégies de relations avec partenaires et clients déterminent donc des modèles économiques différents.

► Le choix d'alliances entre pairs induit déjà des organisations en grappe d'acteurs concurrents, faisant le même métier (encadré page suivante). Ce modèle aurait pu sauver les petits commerçants des centres-ville qui auraient, en mutualisant des centrales d'achat, offert aux clients les mêmes prix que la grande distribution avec en plus une relation de proximité humaine.

► Des alliances entre entreprises de métiers complémentaires pourraient « désintermédier » des acteurs classiques comme les constructeurs d'automobiles. Ceux-ci risquent d'être déstabilisés par des offres conçues par une alliance de fournisseurs concevant une voiture modulaire facile à monter localement. Surtout si un acteur venu du numérique leur prête main-forte en apportant des éléments d'innovation de rupture.

► Un troisième type d'alliance réunirait des consommateurs, personnes privées, entreprises ou administrations, qui cherchent ensemble les meilleures offres. Cela peut aller de la centrale d'achat classique à l'orchestration de fournisseurs pour la construction d'offres sur mesure, à la recherche d'un financeur ou d'un automobiliste prêt à vous covoiturier. Une économie collaborative est en train de se construire, concept flou allant de l'économie dite du don<sup>13</sup>, qui a permis Linux et *Wikipédia*, à l'innovation ouverte, aux prêts entre pairs (*peer-to-peer lending*), à la finance

12. Ou loi de Pareto selon laquelle 80 % des effets résultent de 20 % des causes identifiées — ce qui fait recommander aux entreprises de se concentrer sur les 20 % de clients ou de produits assurant l'essentiel de leurs revenus (NDLR).

13. L'économie du don ou de la gratuité est en fait basée sur le pari que suffisamment d'autres internautes agiront comme nous sur Internet pour que leurs apports « payent » les nôtres.

## C'EST DÉJÀ DEMAIN : INDÉPENDANTS EN SYNERGIE

Nombre d'entreprises, dès avant les facilités des réseaux informatiques, ont mutualisé des ressources et utilisé des structures orchestrant une partie de leurs activités pour devenir plus efficaces ensemble tout en préservant leur indépendance. Ainsi, dans le Groupe TVI <sup>1</sup>, 33 professionnels réparateurs de camions partagent leurs expériences, offrant un *standard* de prestation aux clients et bénéficiant d'un effet de taille pour leurs achats.

En 2010, l'Observatoire des cabinets français d'expertise comptable recensait 40 réseaux et analysait, dans son guide, 19 d'entre eux dont Synerga. Cette association, née en 1984, regroupe 38 cabinets d'audit et expertise comptable, une centaine d'associés et 700 salariés. Ces cabinets ont renforcé leur visibilité par une marque commune et progressent en partageant leur expérience.

D'autres sociétés confient certains achats à des centrales comme PME Centrale <sup>2</sup>, organisation collaborative créée en 2001 par Gaëtan de Sainte-Marie avec quelques PME. À présent, ses 4 500 adhérents (68 000 salariés) réalisent 27 % d'économies auprès de leurs 150 fournisseurs référencés en mutualisant leurs besoins en produits et services non stratégiques. Une forme prometteuse d'économie collaborative <sup>3</sup>.

A.-Y.P.

1. Groupe TVI (Techniques véhicules industriels). URL : <http://www.tvi.fr/index.html>

2. Site Internet <http://www.pmecentrale.fr>

3. SAINTE-MARIE Gaëtan (de) et PIVOT Antoine, *Ensemble on va plus loin*, Paris : Alisio, 2016. URL : <http://www.ensembleonvaplusloin.fr>. Consulté le 27 septembre 2016.

numérisée (*fintech*, *crowdfunding* ou financement participatif).

Dans tous les cas, émerge une fonction d'orchestrateur, mandaté par l'amont (les fournisseurs) ou l'aval (les clients) ou encore indépendant, souvent purement marchand comme eBay ou Uber. L'orchestrateur peut aussi être un tiers de confiance garant d'une utilisation loyale des données partagées. La confiance demeurera un facteur essentiel et le numérique pourrait troubler encore le jeu en permettant aux acteurs d'utiliser la *blockchain* comme orchestrateur et se passer

d'intermédiaires <sup>14</sup>. Question clef : quelles parts de marché prendront ces différents types d'organisation ?

## **Le défi des relations internes**

Quels que soient les modèles économiques choisis selon les stratégies de relations externes, toute organisation devra mobiliser suffisamment d'intelligence collective interne et externe pour satisfaire les principales parties prenantes, compte tenu de l'horizon temporel choisi par les décideurs déterminants.

14. CASEAU Yves et SOUDOPLATOFF Serge, *La Blockchain, ou la confiance distribuée*, Paris : Fondapol, juin 2016. URL : <http://www.fondapol.org/wp-content/uploads/2016/06/083-SOUDOPLATOFF-2016-05-26-webDEF.pdf>. Consulté le 27 septembre 2016.

**Quatre types de « désintermédiation »**

**Désintermédiation : un innovateur propose un meilleur service autrement**

■ L'acteur classique orchestre les prestations d'entreprises amont. Le numérique va étendre les zones et modes de collaboration. De nouveaux entrants exploitant notamment le numérique vont fréquemment détruire les acteurs établis en apportant les mêmes services ou plus de services par des voies innovantes. La faute à éviter sera de définir son métier par les techniques utilisées et non par les attentes des prospects. ■

■ Des acteurs amont, agriculteurs, artisans, experts, fournisseurs..., se constituent en communauté pour court-circuiter les acteurs orchestrateurs et les circuits de distribution classiques. Ils mutualisent des ressources pour améliorer leurs offres individuelles, tout en restant indépendants. Ils pourront aussi offrir au marché des offres globales, ce qui concurrencerait directement des acteurs assembleurs comme les constructeurs automobiles, voire aéronautiques. ■

■ Des acteurs associatifs ou purement marchands vont se multiplier, offrant aux particuliers ou aux entreprises d'optimiser certaines transactions, en jouant sur leur expérience et leur force d'influence vis-à-vis de l'offre. ■

■ Des clients, personnes privées se regroupant sur Internet, catégories professionnelles, commerçants ou entreprises de toutes tailles, créent une structure ou adhèrent à une organisation qui va servir de centrale d'achat en négociant les meilleures conditions, jouant sur l'effet de taille collectif et l'expérience accumulée. Cela donnerait plus de poids à la demande. ■

Des organisations cloisonnées, statiques et *top-down* vont subsister. Elles ne chercheront pas à mobiliser au mieux l'intelligence collective du personnel, axées sur des gains à court terme et une croissance surtout externe par des opérations financières. Les entreprises qui feront ces choix maintiendront un management néotaylorien et exploiteront l'automatisation pour réduire au maximum les frais de personnel. Elles pourront demeurer rentables assez longtemps si elles ne sont pas « désintermédiées » par des acteurs innovants proposant un meilleur service à leurs clients.

À l'opposé, des entreprises pariant sur un développement dans le long terme, chercheront à mobiliser au mieux non seulement l'intelligence collective externe, celle des partenaires et clients, mais aussi l'intelligence interne, construite par l'engagement des hommes et la qualité des relations entre eux et entre départements. Cela impliquera un management par le sens, respectueux de la dignité et des légitimes aspirations de chacun. Beaucoup de modèles devraient coexister, allant jusqu'à des formes d'autogestion facilitées par le numérique. Celui-ci serait exploité dans ces organisations non pas pour supprimer les acteurs humains, mais pour mieux utiliser ce que seul l'homme peut faire. Chaque membre d'une organisation disposerait en temps réel d'un maximum d'informations pour prendre les meilleures décisions, au vu des propositions de l'informatique. Les directions assureraient la coordination de l'ensemble hommes-

machines et le maintien de la poursuite des objectifs stratégiques en cas d'imprévu. De nombreux emplois pourraient disparaître, mais le bilan ne sera pas négatif si une proportion suffisante d'entreprises cultivent l'innovation, créant de nouveaux métiers et marchés.

Dans ce contexte, bien des métiers, comme les aides à la personne, seront considérés comme mineurs ou de haute compétence, selon les valeurs dominantes (encadré ci-contre).

## **Le défi de la cohabitation entre statuts**

Dans ce contexte, cohabiteront très probablement, de façon dynamique, des types opposés d'entreprises. À côté des salariés, se multiplieront des travailleurs indépendants, héritiers des artisans et des consultants actuels, qui interviendront, selon les cas, seuls ou en associations occasionnelles ou stables. Certains professionnels seront les salariés d'associations d'employeurs selon un modèle largement éprouvé en France<sup>15</sup>. D'autres professionnels et petites entreprises s'associeront dans des réseaux pour coordonner leurs activités, mutualiser des moyens, être plus visibles et offrir des services plus complets (voir *supra* l'encadré sur les indépendants en synergie). Des coopératives ouvrières côtoieront des entreprises capitalistiques de toutes tailles, certaines ayant ouvert leur capital aux salariés, beaucoup cotées

15. Voir, par exemple, « Le groupement d'employeurs », URL : <http://www.associations.gouv.fr/91-le-groupement-d-employeurs.html>.

## C'EST DÉJÀ DEMAIN : L'AUTOGESTION ORCHESTRÉE

En 2008, aux Pays-Bas, Jos De Blok, ancien infirmier, réagit à la rationalisation des soins à domicile gérés par de grands organismes qui, notamment, dépersonnalisait la relation avec les personnes aidées. Il crée l'association Buurtzorg<sup>1</sup>, pour organiser des équipes de soignants à proximité des patients, établissant des relations personnalisées avec eux, avec l'objectif de leur offrir une meilleure qualité de vie<sup>2</sup>. Jos De Blok donne plus d'initiative aux infirmiers et aux patients. Démarrant avec quatre infirmières, il anime, avec seulement 47 personnes au siège de l'association et 18 *coaches* sans pouvoir décisionnaire, dès 2014, un réseau de 8 000 infirmières en 850 équipes autonomes. Il essaime en Suède, au Japon, aux États-Unis, conseille les Britanniques et a des émules en France<sup>3</sup>.

Son modèle doublement participatif, puisque faisant confiance aux employés et aux clients, se révèle humainement et financièrement efficace. Selon KPMG, les coûts horaires des soins sont plus élevés, mais les patients ont besoin de moitié moins d'heures grâce à la qualité des soins, et les salariés sont plus satisfaits de leur travail. Les équipes gèrent les embauches et un maximum de problèmes, avec un système d'information partageant les bonnes pratiques.

Cette expérience illustre l'efficacité du management par le sens et la confiance et la relation étroite entre compétitivité dans la durée et qualité de vie au travail<sup>4</sup>. Il est à rapprocher de beaucoup de cas, de l'entreprise personnelle Favi<sup>5</sup> à la coopérative ouvrière espagnole Irizar. La suppression de la hiérarchie peut conduire à un automanagement local très dur, mais chez Buurtzorg, les salariés sont invités à rester « vigilants à ce que les autres membres de l'équipe ne se laissent pas entraîner dans du "surengagement"<sup>6</sup> ».

A.-Y.P.

1. Site Internet <http://www.buurtzorgusa.org/>

2. SPRENGER Wim, « Pays-Bas : comment réinventer les soins de santé », *Metis*, 6 octobre 2014. URL : [http://www.metiseurope.eu/pays-bas-comment-reinventer-les-soins-de-sante\\_fr\\_70\\_art\\_29974.html](http://www.metiseurope.eu/pays-bas-comment-reinventer-les-soins-de-sante_fr_70_art_29974.html) ; et BUSSAT Virginie, CARLINO Jacqueline et TRIOMPHE Claude-Emmanuel, *Les Restructurations dans les services publics. Crise, dialogue social et innovations*, Paris : ASTREES (Association, travail, emploi, europe, société), 2013, p. 27-35. URL : <http://responsible-restructuring.eu/wp-content/uploads/2013/12/RespRest-WC1-Français-PRINT.pdf>. Consulté le 27 septembre 2016.

3. Voir la page Facebook <https://www.facebook.com/buurtzorginfrance/>

4. PORTNOFF André-Yves, « La malédiction du paradigme artificiel », *Futuribles*, n° 394, mai-juin 2013, p. 104-107.

5. ZOBRIST Jean-François, « L'intelligence de terrain », *Futuribles*, n° 344, septembre 2008, p. 37-41.

6. HOEFFEL Olivier, « Organisations opales par l'exemple : l'association néerlandaise Buurtzorg », *La Qualité de vie au travail*, 31 mai 2016. URL : <http://laqvt.fr/organisations-opales-ex-buurtzorg>. Consulté le 27 septembre 2016.

classiquement en Bourse. D'autres refuseront, comme SAS Institute, plus importante société informatique privée, d'entrer dans le circuit boursier ; beaucoup auront certainement recours à de nouveaux types de financement proches du *crowdfunding*.

## Le défi de la vision et des valeurs

Cette variété de statuts sera sans doute moins déterminante que les options en matière de stratégie de relations avec les parties prenantes

## C'EST DÉJÀ DEMAIN : ILS VENDENT L'USAGE, NON LE PRODUIT

Depuis plus d'une décennie, Michelin, qui a mis au point un pneu pour camions permettant d'économiser 11 % de carburant, a contourné la difficulté de faire accepter un prix d'achat plus élevé à des clients géant leurs dépenses sur le court terme. Il facture les kilomètres parcourus aux transporteurs et délègue chez eux un technicien qui assure la gestion des pneus pendant leur cycle de vie. Il est bénéficiaire sur le long terme <sup>1</sup>.

Plus tôt encore, Xerox, au lieu de vendre ou louer ses machines, a commencé à facturer les copies effectuées par ses clients en assurant la maintenance puis la récupération de ses photocopieurs et le recyclage des déchets. Et de son côté, Air Liquide vendait, dès 2001, aux entreprises, la disponibilité d'air comprimé en installant des compresseurs dont la consommation électrique était optimisée par son partenaire Schneider Electric, induisant de fortes économies d'énergie.

Ces exemples montrent que des entreprises travaillant dans le long terme pourront élargir leur marché à des clients soumis, par la conjoncture ou par leur actionnariat, à la pression du court terme.

A.-Y.P.

1. FROMANT Éric, « L'économie de fonctionnalité », in Hugues POISSONNIER et Olaf de HEMMER GUDME (coord.), *Valeur(s) & management. Des méthodes pour plus de valeur(s) dans le management*, Cormelles-le-Royal : EMS (éditions Management et société), 2013, p. 171-178.

internes et externes. C'est ce qui définira les styles de management et les proportions de personnes travaillant dans de mauvaises conditions ou, au contraire, s'épanouissant dans leurs activités professionnelles. Plus il y aura d'entreprises respectant toutes leurs parties prenantes, plus le tissu économique sera résilient, créera des emplois par l'innovation. Le facteur clef sera l'équilibre entre acteurs économiques et politiques ayant des visions à court terme ou assumant le long terme. Les visions recherchant des bénéfices économiques et politiques im-

médiats sont légitimées par des valeurs exaltant le droit du plus fort et cherchant à gagner par la contrainte. Si ce couple de visions et de valeurs prédomine, on assistera très probablement à une multiplication de catastrophes technologiques, sanitaires, sociales, politiques, écologiques... L'économie mondiale s'en ressentira et nombre d'entreprises pourraient s'effondrer. Si des visions de long terme et des valeurs favorisant les coopérations loyales dans la durée réussissent à prendre le dessus, un développement qualitatif sera à portée de volonté. ■

# L'éducation dans les 30 prochaines années

PAR ALAIN MICHEL ET LORÈNE PRIGENT <sup>1</sup>

*On connaît depuis longtemps le rôle majeur de l'éducation dans le développement socio-économique des nations. Se faire une idée de la façon dont celle-ci pourrait évoluer dans les prochaines décennies, à l'échelle mondiale, européenne et française, est donc essentiel mais constitue un exercice difficile, comme le rappellent ici Alain Michel et Lorène Prigent. S'appuyant sur les travaux ayant nourri la partie du Rapport Vigie 2016 <sup>2</sup> consacrée à l'éducation, ils analysent ici un certain nombre de tendances en cours : l'élévation du niveau général de formation et ses ambivalences, la propension à privilégier l'évaluation des pratiques éducatives plutôt que l'investissement dans leur qualité intrinsèque, la nécessité de recruter et former suffisamment d'enseignants qualifiés, la convergence croissante des politiques éducatives à l'échelle mondiale, l'internationalisation accrue de l'enseignement supérieur, les apports et les leçons du numérique dans le secteur éducatif... Puis ils proposent un focus sur quelques tendances propres à la France, telles que la multiplication des acteurs impliqués dans le processus éducatif et la complexification qui en découle, la moindre sollicitation des enseignants pour identifier les potentiels et les talents, ou encore l'inadaptation du système de formation des adultes. Autant de thématiques qui se révéleront déterminantes pour l'évolution des systèmes éducatifs et le renforcement de leur qualité, en vue de préparer au mieux les jeunes générations au monde d'aujourd'hui et, surtout, de demain. S.D. ■*

---

1. Respectivement conseiller scientifique de Futuribles International et de l'Institut européen d'éducation et de politique sociale (IEEPS) ; et conseillère scientifique de l'IEEPS et présidente de Cayambe Education.

2. JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, 540 p.

**E**skisser les principales évolutions possibles de l'éducation aux niveaux mondial, européen et national au cours des 30 prochaines années est un exercice délicat tant les incertitudes restent fortes pour certains facteurs ayant un impact majeur sur les processus d'enseignement et d'apprentissage. La fresque présentée ici résume un travail collectif de prospective, mené par un groupe d'experts — Bernard Hugonnier, Janet Looney, Alain Michel, Lorène Prigent et Paul Santelmann — piloté au sein de *Futuribles International* par François de Jouvenel<sup>3</sup>. Sont présentées ici des tendances lourdes ou émergentes considérées comme les plus significatives, et proposées des éclairages sur les controverses les plus tenaces. Dans un contexte d'élévation du niveau général de formation, d'accélération des innovations technologiques et organisationnelles, sans oublier les graves menaces qui pèsent sur l'avenir de notre planète et des valeurs démocratiques, les défis à relever par les systèmes éducatifs sont considérables et la quête d'une éducation de qualité est une priorité.

## ***Une évolution ambivalente du niveau d'éducation dans le monde***

L'enquête *My World* menée par les Nations unies auprès de cinq millions de personnes, dans 114 pays, a montré qu'une « bonne éducation » est la première préoccupation pour les 15 années à venir. Avec un taux net de scolarisation au primaire de 93 % en 2015 contre 84 % en 1995, l'état de l'éducation dans le monde est aujourd'hui bien différent de ce qu'il était lors de la décennie précédente. Des écoles ont été construites en masse et les enfants les fréquentent pour une majorité d'entre eux, y compris dans les pays les plus fragiles. Pour autant, ce constat optimiste reste à nuancer et la promesse de l'éducation pour tous formulée en 2000 reste non tenue 15 ans plus tard, avec des disparités qui demeurent abyssales. En 2015, un enfant pauvre a quatre fois moins de chances d'aller à l'école qu'un enfant riche et cinq fois plus de ne pas terminer l'école élémentaire.

En outre, la pression quantitative a eu un effet négatif sur la qualité des enseignements, surtout dans les pays les plus fragiles. En augmentant les effectifs dans les classes, en exigeant le recrutement de toujours plus d'enseignants sans que les systèmes puissent toujours subvenir à leurs besoins élémentaires de formation, en rendant la gestion des systèmes toujours plus complexe, les progrès vers la scolarisation universelle ont contribué à un appauvrissement de la qualité des apprentissages en classe. Ces préoccupations s'étendent désormais au secondaire, avec à la clef une population mondiale certes plus éduquée, mais pas forcément mieux.

Le rapport mondial de suivi sur l'éducation 2016 montre qu'en conservant le rythme de progression des dernières années, le monde aura jusqu'à

---

3. *Ibidem.*

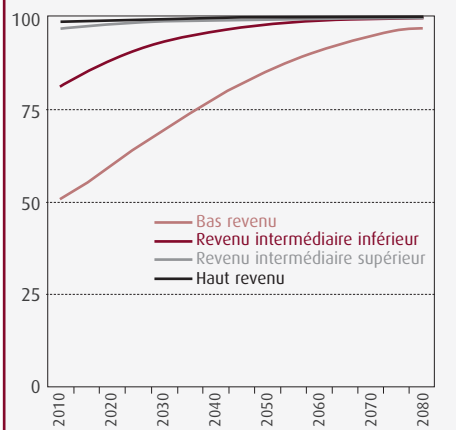
un demi-siècle de retard par rapport à son objectif affiché, avec une scolarisation primaire universelle effective à partir de 2042 <sup>4</sup>.

Comment dans ces conditions comprendre la volonté mondiale de fixer au titre des « Objectifs de développement durable (ODD) à l'horizon 2030 » des cibles plus ambitieuses encore qui combinent progrès quantitatif et amélioration qualitative aux niveaux élémentaire, secondaire et même préscolaire ? Outre les progrès encore insuffisants au niveau du primaire, la scolarisation au premier cycle du secondaire s'établit à 14 % dans les pays à bas revenu, moins encore au niveau préscolaire. Les projections ne permettent donc pas d'être optimiste.

L'UNESCO, qui a reçu le mandat de coordonner le suivi de ces objectifs ambitieux, appelle à un effort financier sans précédent. Les montants estimés nécessaires, de l'ordre de cinq milliards de dollars US par an, semblent hors de portée compte tenu des finances publiques des pays à bas revenu combinées à la baisse de l'aide internationale. Il en résulte un appel à la création d'un fonds mondial. Mais une augmentation drastique de l'aide publique et son corollaire, une complexification du jeu des acteurs internationaux, seront-ils vraiment décisifs pour le progrès de l'éducation dans le monde ?

Rien n'est moins sûr. Les économistes ont montré que l'effet positif de l'investissement financier en éducation n'est pas automatique et dépend davantage du « comment » que du « combien ». Investir dans des systèmes peu organisés peut parfois conduire à plus de désordre. L'enjeu est donc d'influencer efficacement les politiques publiques d'éducation tout autant que l'enveloppe budgétaire qui leur est allouée. Une enquête récente auprès des pays aidés montre que certains organismes d'aide multilatérale ont plus d'influence que les autres sur les systèmes pour moins d'argent dépensé : les montants ne seraient donc pas seuls en jeu. Au niveau local en effet, les

**Graphique 1 — Projection des taux de scolarisation en primaire (en %) des 15-19 ans selon le niveau de revenu du pays d'origine, 2010-2080**



Source : Education for People and Planet, op. cit., p. 154.

4. Education for People and Planet: Creating Sustainable Futures for All. Global Education Monitoring Report, Paris : UNESCO (Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture), 2016.

aléas de gestion des effectifs et des personnels sont souvent plus néfastes aux progrès de l'éducation que le manque de ressources financières. La solution pourrait donc bien venir des systèmes éducatifs eux-mêmes et de leurs cadres.

## **Mesurer plutôt que faire : les outils statistiques conçus comme une panacée ?**

Avec l'irruption du concept de « redevabilité » des politiques publiques, l'importance accordée aux outils de mesure est allée croissant. Ainsi, la résolution des Nations unies portant adoption des ODD énumère presque deux fois plus d'instances et de dispositions sur le suivi et le contrôle que sur la mise en œuvre effective des objectifs. Cette montée en puissance des chiffres n'est pas sans générer des controverses autour de la qualité des données et, plus encore, du choix des outils de mesure et des indicateurs. Pour le seul secteur de l'éducation, le suivi international s'organise autour de sept cibles et pas moins de 26 indicateurs. S'y ajoutent les cibles et indicateurs définis localement, ainsi que ceux, parfois différents, choisis par les organisations internationales dans les pays aidés. La mesure est d'autant moins aisée que certaines cibles sont reconnues comme mal formulées.

Il est à craindre que l'importance croissante de l'impératif de mesure entraîne une focalisation des moyens internationaux sur les appareils statistiques, visant la production massive d'indicateurs sans que soient déployés les mêmes efforts pour la mise en œuvre des politiques de soutien à la qualité. Sans remettre en cause l'importance d'une mesure des résultats, le risque est celui d'une inversion des efforts entre la mise en œuvre de politiques d'appui à la qualité de l'éducation et leur évaluation. De surcroît, on peut s'inquiéter du décalage entre la sophistication de certains outils et méthodes préconisés, et les réelles capacités de pilotage et de gestion dans nombre de pays.

## **Recruter et former suffisamment d'enseignants de qualité**

Au cœur des débats sur l'éducation au niveau mondial, la question des enseignants s'est imposée comme une priorité, à la fois en termes quantitatifs, en lien avec les besoins anticipés, mais aussi en tant que déterminant essentiel de qualité de l'éducation.

En termes quantitatifs, un recrutement massif est indispensable : ce sont plus de 27 millions d'enseignants qui devront être recrutés d'ici à 2030. Les deux tiers des nouveaux enseignants devront être recrutés sur le continent africain.

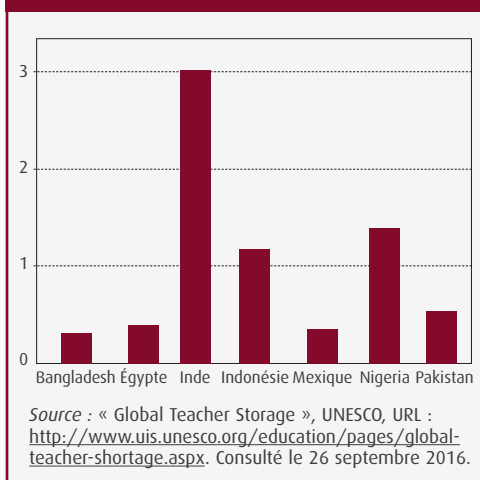
La pénurie anticipée touche également certains pays européens, parmi lesquels on observe des mesures volontaristes afin d'y remédier (tableau 1).

**Tableau 1 — Les pays européens face aux besoins d'enseignants qualifiés**

	Stratégie globale et systémique	Mesures ciblées significatives	Pas de mesures ciblées significatives
Pénurie globale d'enseignants qualifiés	Norvège	Allemagne, Autriche, Danemark, Luxembourg	Belgique (Wallonie), Italie, Pays-Bas, Roumanie, Slovénie, Slovaquie, Suède, Turquie
Pas de pénurie globale d'enseignants qualifiés	Écosse, Estonie, Irlande, Lituanie	Angleterre, Belgique (Flandre), France, Hongrie, Pologne, Portugal, Rép. tchèque	Bulgarie, Chypre, Croatie, Espagne, Finlande, Grèce, Islande, Lettonie, Malte

Source : MICHEL Alain et SELLIER Michèle, « L'attractivité du métier d'enseignant en Europe : état des lieux et perspectives », *Administration et éducation*, n° 144, décembre 2014.

En termes qualitatifs ensuite : pour valoriser l'« effet maître », levier déterminant pour la réussite des élèves, des efforts sont nécessaires pour assurer une formation initiale et continue efficace qui place l'enseignant dans une logique de professionnalisation tout au long de la vie<sup>5</sup>. Ces questions mobilisent actuellement la plupart des organisations internationales du secteur autour de la formulation de politiques nationales de formation continue des enseignants, notamment dans les États africains. Le sujet n'est pas seulement africain : en Europe, la formation continue des enseignants est encore parfois optionnelle<sup>6</sup>.

**Graphique 2 — Total des besoins en recrutement d'enseignants prévus d'ici 2030 dans les neuf pays les plus peuplés du monde représentant 50 % de la population mondiale (en millions)**

Dans les pays de l'OCDE, les réflexions déjà amorcées sur l'attractivité du métier d'enseignant vont s'intensifier en fonction de l'ampleur des besoins. Les principaux déterminants de l'attractivité sont désormais connus : le

5. SCHLEICHER Andreas, *Schools for 21<sup>st</sup>-Century Learners: Strong Leaders, Confident Teachers, Innovative Approaches*, Paris : OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques), 2015.

6. France, Bulgarie, Danemark, Irlande, Grèce, Pays-Bas, Suède, Islande, Norvège : voir EACEA (Agence exécutive Éducation, audiovisuel et culture), COMMISSION EUROPÉENNE, *La Profession enseignante en Europe. Pratiques, perceptions et politiques. Rapport Eurydice*, Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne, juin 2015.

salaires, les conditions de travail et le prestige social. Les écarts de salaires annuels, à parité de pouvoir d'achat et compte tenu du nombre d'heures d'enseignement, sont très importants, avec aux extrêmes : le Luxembourg, l'Allemagne, l'Écosse ou la Finlande (pays les plus favorables aux enseignants) et l'Estonie, la Roumanie, la Slovaquie... et la France, où les enseignants sont les moins bien lotis. Ces écarts devraient être appelés à se réduire progressivement et aboutir à une réflexion plus globale sur le métier d'enseignant.

L'enjeu de l'amélioration de la qualité des enseignants (critères et modalités de recrutement, formation initiale, accompagnement des débutants, évaluation et formation continue) devrait être de plus en plus important au cours des 15 prochaines années. Pour la formation des enseignants, des tensions devraient s'exercer entre approche théorique et exercice pratique, d'autant plus fortes que les *curriculums* évoluent globalement vers une logique par compétences. Le métier lui-même devrait en être modifié en acceptant progressivement la notion de performance, et l'épineuse question d'une évaluation de la relation entre enseignements et acquis des élèves. Dans les pays en développement, l'effet de ces pressions qualitatives devrait conforter une tendance à la titularisation des maîtres, alors même que le recours massif aux contractuels avait été un effet important des politiques d'ajustement structurel des années 1990.

## ***Vers une convergence mondiale des politiques éducatives ?***

Des auteurs ont critiqué l'influence grandissante qu'exerce l'OCDE par ses travaux et recommandations sur les politiques éducatives. La critique concerne surtout l'impact des enquêtes PISA (Programme international de suivi des acquis des élèves), mais cette influence s'est manifestée dès les années 1990 avec l'élaboration des indicateurs publiés chaque année dans le rapport *Regards sur l'éducation*. De même, les réflexions sur les compétences nécessaires pour affronter les défis du XXI<sup>e</sup> siècle, ainsi que les études de l'OCDE sur les conditions les plus favorables à un enseignement innovant et efficace, ont contribué à définir un ensemble de bonnes pratiques qui sont devenues de plus en plus une norme de référence internationale.

Les résultats des enquêtes PISA sur les compétences des élèves de 15 ans, conduites à partir de l'an 2000, ont eu un impact sur les politiques éducatives, variable selon les pays, mais retentissant dans des pays très déçus par les résultats de leurs élèves, en premier lieu l'Allemagne où l'on a pu évoquer un vrai « choc PISA <sup>7</sup> ». Il est vrai que les résultats dans nombre de

---

7. MICHEL Alain et PONS Xavier, « Le “choc” PISA, métaphore ou révolution ? », et MICHEL Alain et MONS Nathalie, « PISA et les politiques éducatives : une influence complexe », *Administration et éducation*, n° 145, mars 2015 ; SELLAR Sam et LINGARD Bob, « The OECD and Global Governance in Education », *Journal of Education Policy*, vol. 28, n° 5, 2013, p. 710-725.

pays ont été amplifiés par leur présentation par les médias sous forme d'un classement des pays, malgré les réserves de l'OCDE sur sa signification statistique. Les critiques adressées à l'encontre de PISA se fondent sur la conception utilitariste de l'éducation privilégiée par l'OCDE et le fait qu'à travers les tests ne sont évaluées que les compétences les plus aisément mesurables. Cette approche est considérée comme d'autant plus contestable que la présentation des résultats par l'OCDE est assortie de recommandations pour les politiques éducatives des États. À cet égard, cette influence s'ajoute, pour les pays européens, aux recommandations émises par l'Union européenne à travers la « méthode ouverte de coordination »<sup>8</sup>.

Dans un contexte de croissance économique ralentie et de chômage important des jeunes, cette tendance à la convergence des politiques éducatives a de bonnes chances de se poursuivre dans les années à venir. Ce mouvement doit-il pour autant être craint ? De fait, au total, le poids des spécificités des contextes nationaux et de leur histoire devrait rester un obstacle à une réelle uniformisation.

## **Une internationalisation croissante de l'enseignement supérieur**

Fortement influencé par les classements internationaux, l'enseignement supérieur est, dans de nombreux pays, le moteur d'un processus d'internationalisation dont les principaux enjeux résident dans les retombées qualitatives, et qui est porteur d'espoir et d'innovation, sous certaines conditions, notamment une nécessaire amélioration des critères de classement du type de celui de l'université de Shanghai<sup>9</sup>.

Maître mot du XXI<sup>e</sup> siècle, l'internationalisation est rapidement devenue un enjeu de prestige pour les établissements en Europe et dans le monde, où le degré d'ouverture est désormais associé à l'attractivité et la modernité des systèmes. Il en est résulté, de manière souhaitée par les dirigeants et portée par les principaux acteurs, une transformation en profondeur du mode de pilotage des établissements vers toujours plus d'ouverture. Toutefois, si l'impact positif de la mobilité transfrontalière sur l'insertion professionnelle des étudiants est établi depuis plusieurs années<sup>10</sup>, cette mobilité concerne surtout une minorité d'étudiants déjà prédisposés pour l'international, d'où des accusations récurrentes d'exacerbation des inégalités ou de concurrence entre établissements.

8. Voir notamment MICHEL Alain, « Éducation : le poids croissant de *standards* internationaux », *Futuribles*, n° 410, janvier-février 2016, p. 37-51.

9. Numéro spécial « Global University Rankings: A Critical Assessment », *European Journal of Education*, vol. 49, n° 1, mars 2014.

10. DE MOOR Bart et HENDERIKX Piet, « International Curricula and Student Mobility », *Advice Paper*, n° 12, avril 2013, LERU (League of European Research Universities) ; PRIGENT Lorène, « Les atouts de la mobilité des jeunes hors des frontières », *Futuribles*, n° 404, janvier-février 2015, p. 96-98.

La mesure du phénomène reste souvent liée aux flux d'étudiants et d'enseignants entrants et sortants, qui restent un déterminant majeur de l'ouverture internationale des établissements d'enseignement supérieur. On constate pourtant une évolution des critères d'appréciation. La mobilité à l'origine de ces flux devrait évoluer de manière qualitative et adopte des formes plus variées et plus intégrées, plus difficiles à mesurer. Pour autant, ces nouvelles formes, y compris virtuelles, augmentent et diversifient leurs bénéficiaires : étudiants, mais aussi professeurs et décideurs, en général, qui doivent s'impliquer davantage dans la construction des parcours.

Il en résulte une pression qualitative importante sur les contenus d'enseignement. Ces transformations offrent des possibilités nouvelles, mais elles créent aussi des besoins, notamment en matière de pilotage. Elles impliquent des changements à l'intérieur des établissements, qui doivent s'appuyer sur les porteurs de projets les plus expérimentés et faire en sorte que cette culture de l'international trouve davantage de relais auprès du personnel, dans un processus que certains nomment *comprehensive internationalisation*. Ces mouvements ne suivront pas un modèle unique tant les processus varient d'un établissement à l'autre, mais ils pourraient bien rendre possible un saut qualitatif supplémentaire dans un contexte de compétition mondiale.

## L'INFLUENCE, MÉCONNUE MAIS BIEN RÉELLE, DE L'UE DANS L'ÉDUCATION

L'influence de la construction européenne sur l'éducation touche l'ensemble de ses sous-secteurs. Grâce aux politiques communes menées depuis 1992 ou sous la forme d'accords intergouvernementaux, établis le plus souvent dans cadre de la « méthode ouverte de coordination » (MOC), l'Union européenne (UE) propose des outils de travail communs impliquant directement les établissements et les individus.

Il en est résulté la construction de trois espaces européens de l'éducation (supérieur, technologique et professionnel, et dans une moindre mesure scolaire) avec des acquis que les acteurs se sont aujourd'hui totalement appropriés (LMD / licence-master-doctorat, appui à la mobilité, compétences clefs, Cadre européen des certifications, etc.). L'importance de cet impact croissant sur les politiques éducatives, connue

dans l'enseignement supérieur, reste largement méconnue au niveau de l'enseignement scolaire, même si ses implications concrètes sont substantielles.

Forte de son nouveau programme Erasmus + qui donne une assise financière unique à cette nouvelle légitimité en matière d'éducation, l'UE poursuivra son influence sur les politiques éducatives, notamment à travers la fixation de critères d'évaluation et de suivi. Instrument par excellence de cette tendance, la mise en réseau (*benchmarking* et *peer reviewing*) continuera de promouvoir la circulation des pratiques. Les incertitudes liées au processus de construction européenne rendent cependant encore peu probable la mise en place d'un espace européen de l'enseignement scolaire.

A.M. et L.P.

## **Les outils numériques et les nouvelles pédagogies vont-ils révolutionner le rôle des enseignants ?**

Partout dans le monde, on assiste à des réformes des programmes d'enseignement, du fait des nouveaux défis posés notamment par l'accélération du progrès technologique, l'impact du numérique, et l'internationalisation croissante de la vie économique et sociale. L'évolution des programmes scolaires ne résulte pas seulement du souci de mieux préparer les jeunes aux métiers de demain, mais aussi de celui d'en faire des citoyens lucides et actifs, capables de surmonter les principaux défis sociétaux et de promouvoir un développement durable.

Au total, la tendance de fond est de définir en France, en Europe et ailleurs, le *curriculum* en termes de compétences, de connaissances, de culture, d'attitudes et de valeurs, en insistant sur les compétences transversales trop souvent négligées du fait de l'accent mis sur les savoirs disciplinaires. En France, la mise en place d'un « socle commun », redéfini en 2015, dans l'enseignement obligatoire, s'inscrit dans cette logique, de même que la réforme du collège en cours.

De nombreux travaux mettent en exergue l'impact décisif du numérique sur les modes d'apprentissage et d'exposition à la connaissance. Le secteur de l'enseignement supérieur, fort de son intégration internationale, est un moteur pour le développement de nouvelles pédagogies basées sur les technologies. Parmi elles, le développement des MOOC (*Massive Open Online Courses*) a permis d'ouvrir un accès gratuit de tous à des cours en ligne d'universités prestigieuses. En France, la plate-forme FUN (France université numérique) a été inaugurée en 2013 et jouit d'un succès grandissant. Un mouvement d'ouverture inédite de l'accès aux savoirs est donc en cours, qui ne s'est pas encore traduit par une démocratisation réelle dans les faits, les MOOC profitant davantage aux classes aisées qu'aux populations défavorisées<sup>11</sup>.

Une telle démocratisation passe évidemment par le développement précoce des compétences numériques, d'où l'urgence de promouvoir l'innovation dans les salles de classe pour tirer profit de l'utilisation accrue des médias sociaux, des ressources éducatives libres et de l'essor de l'apprentissage et l'évaluation guidés par les données. Pourtant, si certains experts ont pu avancer l'idée que l'avenir de l'éducation et sa progression ne sont liés qu'aux évolutions technologiques, permettant de pronostiquer, à terme, « la fin de la classe », l'importance du numérique à l'école doit être relativisée.

Si le numérique a profondément révolutionné l'apprentissage hors de la classe, son influence sur l'École reste souvent limitée. Bien entendu, les ou-

11. HANSEN John D. et REICH Justin, « Democratizing Education? Examining Access and Usage Patterns in Massive Open Online Courses », *Science*, vol. 350, n° 6265, 4 décembre 2015, p. 1245-1248.

tils nouveaux (tableaux numériques interactifs, tablettes, espaces numériques de travail) apportent un confort supplémentaire et améliorent la communication avec les familles. Pour autant, ces outils n'ont pas encore révolutionné les pratiques enseignantes au niveau de l'École obligatoire comme ils ont transformé l'enseignement supérieur. L'OCDE a pu ainsi évoquer « la possible surestimation des compétences numériques des enseignants comme des élèves, la naïveté de la conception et mise en œuvre des stratégies dans ce domaine, la mauvaise compréhension de la pédagogie ou la piètre qualité globale des logiciels et didacticiels éducatifs <sup>12</sup> ».

Des innovations majeures se détachent pourtant et montrent que l'enseignement supérieur a pu inspirer les enseignants du scolaire : c'est le cas de la pédagogie dite inversée qui permet plus d'interactivité entre enseignants et étudiants, et entre les étudiants eux-mêmes <sup>13</sup>, et a fait irruption au collège et au lycée. Un aspect plus récent et moins connu de l'impact des technologies de l'information et de la communication est celui des *big data* combiné avec les nouvelles théories et analyses de l'apprentissage, afin de déterminer des parcours personnalisés d'apprentissage. D'autres travaux plus récents cherchent à définir de nouveaux critères pour évaluer la diversité des talents et des potentiels au-delà des tests classiques d'intelligence. Au final, la révolution numérique dans la classe continue de se faire attendre, au moins pour l'École obligatoire et rien ne permet de penser qu'il s'agit d'une mauvaise nouvelle. S'il reste un outil puissant pour apprendre, suivre ou mesurer les apprentissages, le numérique doit être mis au service de maîtres formés et compétents, sous de strictes conditions d'adaptation aux contextes et d'innovation pédagogique.

## **Quelques tendances émergentes en France**

### ***L'irruption de nouveaux acteurs : vers une complexification de l'acte d'éduquer dans et hors de la classe***

En France, l'ouverture progressive sur le territoire et l'émergence de nouvelles formes d'éducation partagée comptent sans doute parmi les évolutions marquantes de l'École ces 20 dernières années. Loin de sa tradition d'hermétisme à toute interférence et toute différenciation au nom de l'universalité et l'uniformité du service éducatif, l'École a amorcé un mouvement irréversible vers un partenariat multiforme.

Cet ancrage territorial de plus en plus marqué s'explique en partie par la massification de l'éducation, qui a engendré un besoin accru de pilotage

---

12. *Connectés pour apprendre ? Les élèves et les nouvelles technologies*, Paris : OCDE, 2015.

13. MÆGLIN Pierre, « L'enseignement supérieur au défi du numérique. MOOC : de l'importance d'un épiphénomène », *Futuribles*, n° 398, janvier-février 2014, p. 5-23 ; HANSEN John D. et REICH Justin, *op. cit.*

local, au plus près des acteurs. Il constitue une réponse plus ou moins assumée à la sclérose de la gestion centralisée, et les prémices d'une réponse qui passe par davantage d'autonomie pour les équipes et les établissements, avec une tutelle administrative prenant la forme d'un pilotage par contrat. Par ailleurs, cette marche progressive vers l'autonomie accompagne la territorialisation des métiers et des emplois. Au cœur de ce mouvement, la relation avec les collectivités locales a fortement évolué. Mairies et conseils départementaux ou régionaux ne se limitent plus à fournir des moyens matériels et des bâtiments, mais investissent progressivement le champ des contenus à travers la formulation de politiques éducatives locales. Certes inégale sur le territoire français, cette évolution doit s'appuyer sur un dialogue entre les équipes municipales et pédagogiques qui peine encore à se mettre en place.

Dans une même dynamique de dialogue, des efforts sont fournis par les équipes pédagogiques pour mieux accueillir les parents et les impliquer dans le suivi de l'éducation des enfants, en réponse à une demande de leur part parfois vécue, à tort ou à raison, comme une intrusion. Les familles, en particulier les familles aisées, investissent de plus en plus de temps et d'argent dans l'éducation de leurs enfants, la France étant devenue le premier marché européen du soutien scolaire. Elles attendent en retour un rendement de cet investissement en termes de diplôme et d'insertion professionnelle, ce qui peut contribuer à générer des rapports tendus avec les enseignants.

D'après l'OCDE, les dépenses privées d'éducation dans les pays de l'OCDE se sont accrues, de 2000 à 2011, de 45 %. Les acteurs du monde médico-social ont eux aussi investi les écoles, soit physiquement (auxiliaires de vie scolaire, notamment), soit dans le cadre de mécanismes de partenariat visant la réussite éducative des enfants suivis par un orthophoniste ou auprès d'un centre médico-psychologique. La conjonction de ces collaborations est porteuse d'un potentiel exceptionnel en ce qu'elle diversifie l'offre d'éducation pour les enfants et, partant, augmente leurs chances d'exprimer leurs talents scolaires et non scolaires. Cependant, elles influencent aussi fortement la vie scolaire et l'exercice du métier d'enseignant, dans des proportions qui ne sont pas encore vraiment connues ou reconnues.

En multipliant le nombre d'adultes et d'acteurs autour de l'éducation dans la classe et hors de celle-ci, la coéducation est aussi potentiellement porteuse d'une complexification de l'acte d'éduquer. L'agenda des acteurs, en particulier les cadres pédagogiques mais aussi les enseignants, consacre désormais une place de plus en plus importante à ces réunions de coordination et ces efforts de décloisonnement, parfois au détriment de leurs tâches premières. Il peut sembler paradoxal, dans une telle configuration, d'appeler à un recentrage sur les fondamentaux de la pédagogie dans un contexte où les enseignants et leur hiérarchie n'ont jamais été aussi sollicités par leurs partenaires hors de la classe.

## ***Vers une dépossession des enseignants dans l'identification des potentiels et des talents***

La période récente a été marquée par une montée en crédibilité des disciplines scientifiques (biologie, chronobiologie, neurosciences cognitives...) et leurs apports sur les méthodes et outils pour apprendre. Même si ces nouvelles approches contribuent souvent à apporter une preuve scientifique de l'efficacité de méthodes pédagogiques adoptées jusqu'alors de manière intuitive par les enseignants les plus performants, la valeur scientifique de ces analyses permet maintenant de mieux comprendre ce qui fonctionne. Les mauvais résultats du système éducatif français en deviennent dès lors d'autant plus insupportables que l'irruption de ces nouvelles méthodes séduit et convainc, quitte à « ringardiser » l'expertise pédagogique des enseignants.

Dans ce contexte où le scientifique semble prendre le pas sur le pédagogique pour expliquer la réussite ou l'échec, les enseignants n'opposent pour l'instant que peu de résistance. L'échec scolaire, par exemple, illustre bien cette tendance<sup>14</sup>. Ainsi, certaines études estiment jusqu'à un tiers le nombre d'élèves bénéficiant d'un suivi orthophonique ou médical dans une même classe, alors que la prévalence des troubles des apprentissages ne s'établit jamais au-delà de 10 %. Il en résulte une frontière de plus en plus ténue entre la difficulté scolaire et les troubles médicalisés des apprentissages qui a insidieusement entraîné un rejet de la difficulté scolaire vers des personnes extérieures à la classe. Bien souvent, pourtant, les professionnels des deux bords ont recours à des outils assez similaires. Signe de désengagement ou de perte de confiance ? À une époque où la demande sociale d'éducation n'a jamais été aussi forte, cette question du transfert de la légitimité pédagogique privant les enseignants de la prérogative de détecter les talents et les potentiels interpelle. Elle constitue un facteur de démotivation en décourageant la production d'un savoir réflexif par les enseignants eux-mêmes, qui caractérise pourtant les systèmes les plus performants.

## ***La formation des adultes à la recherche d'un second souffle***

En France, le système de formation des adultes, organisé de façon directe ou indirecte par les pouvoirs publics, se distingue de ce qui se passe dans la plupart des autres pays. Ces derniers se répartissent entre des conceptions libérales où l'individu est incité à construire lui-même sa stratégie d'accès aux savoirs, et des systèmes fondés sur une implication des organisations professionnelles et syndicales dans la régulation de l'activité des organismes de formation.

---

14. En France, l'échec scolaire est d'autant moins acceptable qu'il concerne surtout, et de plus en plus, les élèves issus de milieux sociaux défavorisés. Voir HUGONNIER Bernard, « Élitisme républicain ou république élitiste ? La reproduction sociale, mal endémique de la société française », *Futuribles*, n° 410, janvier-février 2016, p. 17-35.

Les réformes récentes de la formation continue (droit individuel à la formation puis compte personnalisé de formation) qui tentent de faire coexister un droit individuel à la formation fondé sur un quota d'heures de stages et une régulation administrative complexe, font planer une lourde menace sur la pérennité du système de formation continue français. Celui-ci est marqué par les conséquences de dispositifs plutôt adaptés aux grandes entreprises et aux professions supérieures, mais trop complexes pour répondre aux besoins des petites entreprises et des salariés peu qualifiés.

Quant à la formation des jeunes en insertion et des chômeurs, elle est fragmentée entre plusieurs financeurs (l'État, les Conseils régionaux, Pôle emploi, les organismes paritaires collecteurs agréés, les autres collectivités locales, etc.), ce qui engendre de nombreuses disparités territoriales en matière d'accès à la formation et d'efficacité.

La montée du chômage de masse et les transformations de l'économie ont conduit les États européens à privilégier la formation initiale. Cette option n'a pas pris partout les mêmes formes, mais elle a limité la portée des politiques de promotion sociale et professionnelle à destination des salariés durant leur carrière. Ceci contredit les ambitions européennes de formation tout au long de la vie en assignant à celle-ci un rôle de réparation ou de deuxième chance des publics ayant échoué à l'école ou exerçant les emplois les moins qualifiés. En 2013, l'effort de formation des chômeurs a concerné 660 500 personnes. L'acquisition d'une nouvelle qualification concerne donc 2 % des chômeurs sans que l'on puisse distinguer entre les formations permettant d'obtenir un niveau supérieur de qualification et celles contribuant à une mobilité horizontale.

L'enjeu n'est pas seulement de fixer des objectifs de formation ambitieux pour cette population, mais de donner un signal fort aux entreprises à travers la qualité et la pertinence des formations qualifiantes mises en œuvre. L'objectif du retour rapide à l'emploi par des formations courtes est une illusion dans la plupart des cas. Elle est confirmée par la massification du chômage de longue durée et la précarisation croissante d'une partie des moins qualifiés. Sans ambition en termes de montée en compétences et en qualification des chômeurs, la politique de l'emploi est amputée d'un levier essentiel de lutte contre la stigmatisation de cette population.

La contribution de la formation continue à la promotion sociale des moins qualifiés ne concerne donc pas uniquement les salariés, pour qui il est souvent difficile d'envisager un congé de formation. La montée en qualification par la formation peut devenir un levier permettant d'atténuer les effets de découragement et de stigmatisation des chômeurs. Mais une telle politique reste improbable dans l'actuel contexte institutionnel et culturel français.

Les objectifs légitimes de la formation continue ne suffisent pas à en faire un outil de montée en qualification et en compétences de la population active, en phase avec les mutations technologiques et organisationnelles. Le système de formation continue se trouve donc à la croisée des chemins entre un rôle palliatif par rapport au système éducatif et aux processus

informels de formation favorisés par le numérique, et un rôle moteur dans l'accompagnement des salariés désireux de progresser professionnellement. Cet enjeu est exacerbé par l'allongement de la durée de vie au travail et par la nécessité d'enrayer le déclin et le désengagement professionnels à mi-carrière de nombreux salariés.

La simplification des dispositifs de formation continue passe par un nouveau pacte de confiance entre les organismes de formation, les entreprises et les personnes. Mais repenser une architecture administrative marquée par la dispersion et la segmentation des espaces de décision n'est pas une mince affaire. Le système français de formation des adultes semble à bout de souffle sans que l'on puisse esquisser les conditions d'une sortie par le haut lui permettant de répondre de façon équilibrée aux défis sociaux et économiques auxquels il est confronté <sup>15</sup>. ■

---

15. SANTELMANN Paul, « La formation continue en France. Pour une réforme à la hauteur des enjeux », *Futuribles*, n° 410, janvier-février 2016, p. 53-67.

# Sociétés et modes de vie dans le monde

GRANDES TENDANCES D'ÉVOLUTION  
À L'HORIZON 2030-2050

PAR JULIEN DAMON <sup>1</sup>

*S'il n'est pas possible, compte tenu de la disparité des sociétés et des contextes propres aux différents pays du monde, de déterminer avec précision, et exhaustivement, quelles seront les évolutions sociales du monde dans les prochaines décennies, un certain nombre de tendances lourdes et structurantes, en revanche, peuvent être relevées en cette matière. Comme le montre ici Julien Damon, à partir de sa contribution au Rapport Vigie 2016 <sup>2</sup>, quatre grandes tendances méritent attention : le recul de la pauvreté dans le monde ; la poursuite de l'affirmation des classes moyennes dans les pays émergents, et les conséquences qui en découlent en termes de consommation ; la progression de l'urbanisation ; et un renforcement du poids des religions. Ces tendances, certes, affectent de manière très différente les pays pauvres et les pays riches ; elles n'en demeurent pas moins déterminantes s'agissant de l'évolution du monde et des sociétés qui le façonneront demain. S.D. ■*

On ne saurait, aux horizons 2030 et 2050, peindre un panorama prospectif exhaustif des évolutions sociales possibles dans le monde. On peut, en revanche, in-

sister sur des tendances extrêmement structurantes. On en retiendra quatre. Le monde sera, demain, moins pauvre. La perspective d'extinction de la pauvreté extrême n'est

1. Professeur associé à Sciences Po Paris, consultant et ancien chef du service Questions sociales au Centre d'analyse stratégique, conseiller scientifique de l'École nationale supérieure de la sécurité sociale, membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de *Futuribles International*.

2. JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : *Futuribles International*, 2016, 540 p.

pas utopique, même s'il faut conserver à l'esprit le sujet de la progression des inégalités. Deuxième dynamique, les classes moyennes émergentes vont très probablement continuer à s'affirmer, avec leurs nouvelles aspirations et d'importants potentiels de consommation. Troisième mouvement, l'urbanisation va poursuivre sa progression, sous ses deux formes très contrastées de la métropolisation (concentration des richesses et des activités dans les grands centres urbains) et de la bidonvillisation (extension des habitats dégradés). Enfin, quatrième évolution majeure, le monde sera plus religieux qu'attendu. Ces phénomènes affecteront très différemment pays pauvres (plus religieux et en cours de « moyennisation ») et pays riches (moins religieux et affectés par une certaine « démoyennisation »).

## **Le « désappauvrissement » du monde**

La pauvreté, à l'échelle internationale, est mesurée à l'aune d'un indicateur devenu classique : le seuil dit « à un dollar US par jour ». Depuis un premier rapport de la Banque mondiale, paru en 1990<sup>3</sup>, les experts de la Banque et du Fonds monétaire international (FMI) calculent des taux de pauvreté dans tous les pays du monde. Plus précisément, ils s'intéressent aux pays en développement et à l'extrême pauvreté. Sous le seuil retenu par les institutions internationales, on

trouve en effet très peu de pauvres, voire aucun, en France ou aux États-Unis. L'instrument de mesure de la pauvreté, qui se situe désormais, après avoir été réévalué en 2005, à 1,25 dollar US en parité de pouvoir d'achat (PPA), sous un seuil de 1,9 dollar US, est une approche absolue du dénuement, désignant des capacités de consommation extrêmement faibles.

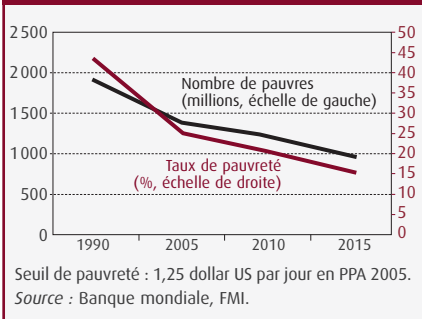
La dynamique observée depuis plusieurs années est à une baisse de la pauvreté dans le monde et à des perspectives encore plus positives dans la mesure où l'extinction même du phénomène est souvent signalée comme possibilité à l'horizon 2030. Au-delà des querelles méthodologiques, il faut simplement avoir à l'esprit que passer de moins de 1,9 dollar US par jour en capacités de consommation à 1,91 dollar US fait certes passer de l'autre côté du seuil, mais laisse tout de même dans des conditions encore extrêmement fragiles. Il n'empêche : la dynamique est particulièrement évidente, le monde est de moins en moins pauvre. Le spécialiste du développement Jean-Michel Severino a trouvé une expression heureuse pour désigner la tendance : le « désappauvrissement du monde<sup>4</sup> ».

Pour avoir une idée de la baisse de la pauvreté dans le monde, on peut passer par trois graphiques qui signent bien les évolutions fortes et contrastées à l'œuvre. Le premier présente les évolutions observées

3. *Rapport sur le développement dans le monde 1990. La pauvreté*, Washington, D.C. : Banque mondiale, 1990.

4. SEVERINO Jean-Michel et RAY Olivier, *Le Grand Basculement. La question sociale à l'échelle mondiale*, Paris : Odile Jacob, 2011 (analysé in *Futuribles*, n° 383, mars 2012, p. 176-178 [NDLR]).

**Graphique 1 — Évolution globale de la pauvreté**

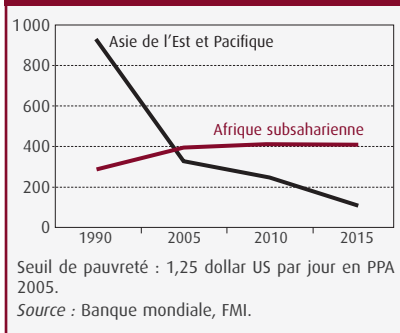


en ce qui concerne le nombre et la proportion des pauvres dans le monde depuis 1990 jusqu'à 2015 (graphique 1). Les chiffres 2015 sont déjà des extrapolations à partir de données dont la fiabilité s'améliore mais demeure sujette à bien des discussions.

Ces précisions à l'esprit, il n'en reste pas moins une dynamique très claire. En un quart de siècle, alors que la population totale augmente rapidement, le nombre de pauvres, dans le monde, est divisé par deux.

Cette tendance très puissante à la baisse est singulièrement nourrie par la forte diminution de la pauvreté chez certains géants démographiques devenus des géants économiques. Il en va ainsi notamment de la Chine et du Brésil. L'évolution en ce sens ne concerne cependant pas tous les pays. Le graphique 2 montre clairement la chute de la pauvreté

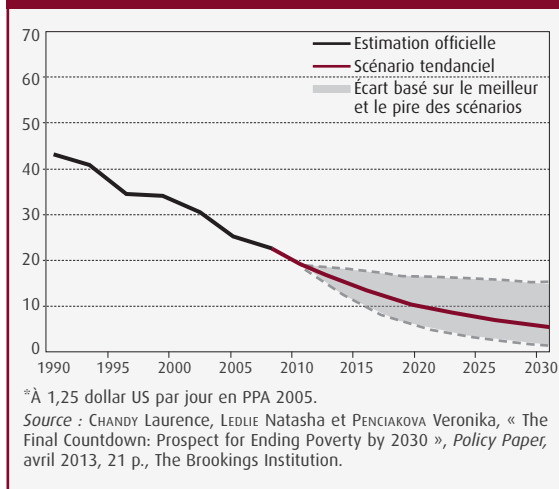
**Graphique 2 — Évolution du nombre de pauvres en Afrique et en Asie (en millions)**



en Asie de l'Est (division par cinq du nombre de pauvres extrêmes) et son maintien, voire sa progression, en Afrique subsaharienne.

Depuis ces constats, et malgré les évaluations des conséquences négatives de la déflagration financière de la fin de la première décennie 2000, des projections et prévisions font état d'une baisse continue encore à attendre de la

**Graphique 3 — 2030 : vers la fin de la pauvreté\* (taux de pauvreté, en %) ?**





pauvreté. On peut les présenter à partir d'une courbe établie par la Brookings Institution (graphique 3) et relayée notamment en couverture de *The Economist*.

La projection centrale (qui est le chiffre le plus généralement communiqué) pourra paraître très opti-

**Tableau 1 — Nombre de pauvres dans le monde (en millions)**

	Scénario faible	Estimation officielle ou centrale	Scénario élevé
1991	-	1 900	-
2013	824	964	1 112
2030	98	385	1 089

Source : CHANDY Laurence, LEDLIE Natasha et PENCIAKOVA Veronika, *op. cit.*

miste, notamment au regard du retournement de tendance ayant affecté nombre de pays émergents en 2013 et 2014. Reste que ce n'est pas l'éradication totale de la pauvreté à 1,25 dollar US qui est annoncée, car même dans le scénario le plus optimiste, il demeure tout de même près de 400 millions de pauvres dans le monde. Dans cet exercice de projection / prospective, les bornes des différents scénarios

### PENDANT LA BAISSÉ DE LA PAUVRETÉ, L'ENRICHISSEMENT DES TRÈS AISÉS

Alors que la pauvreté extrême n'a jamais autant baissé, les plus aisés — à comprendre comme la population comptant parmi le 1 % d'individus les plus favorisés — le sont toujours davantage. Alors que les inégalités, de revenu comme de patrimoine, avaient fortement baissé un peu partout dans les pays riches, jusque dans les années 1970, elles sont reparties à la hausse depuis. Il en va ainsi singulièrement aux États-Unis, au Royaume-Uni ou encore en Australie.

Vers 1900, aux États-Unis, le 1 % le plus favorisé comptait pour 18 % du revenu total, ce n'était plus le cas que de 8 % en 1970, et le niveau de 18 % a été de nouveau atteint en 2010. La France était dans la même situation en 1900, mais demeure à environ 8 % en 2010, même si un frémissement est notable après un plancher à moins de 7 % qui avait été atteint vers 1980. L'analyse nationale du 1 % dans l'ensemble des pays riches marque ce renforcement.

À l'échelle du monde, l'ensemble des populations du 1 % des pays riches compose ce qui a été baptisé une « hyperclasse » à laquelle profite assurément la dynamique de mondialisation. Dans les pays en développement, ce 1 % est typique non pas d'une économie de rente ou de stars, mais de systèmes de captation et corruption qui ne se sont pas éteints. Entre les deux populations extrêmes, les peu favorisés qui sortent de la pauvreté, et les très favorisés, se trouvent des classes moyennes inquiètes (dans les pays riches) et désireuses de changement (dans les pays pauvres).

J.D.

sont assez larges, puisque dans une figure encore plus optimiste, il pourrait ne demeurer que moins de 100 millions de pauvres en 2030 ; alors que dans un scénario plus pessimiste, il en demeurerait environ un milliard, comme actuellement. Mais alors, tout de même, en proportion, la pauvreté serait moins importante.

## **L'affirmation mondiale des classes moyennes**

On signale à l'envi, en France et dans nombre de pays occidentaux, le déclassement relatif et l'inquiétude des classes moyennes, tandis que dans les pays émergents, des classes moyennes seraient en cours d'apparition, à l'aube d'une phase d'expansion. D'une certaine façon, des dynamiques de « moyennisation » caractériseraient les pays en développement, comme elles ont pu caractériser, toutes proportions gardées, la France des Trente Glorieuses. Parallèlement, des dynamiques de « démoyennisation » affecteraient les pays du Vieux Monde <sup>5</sup>.

Depuis le XIX<sup>e</sup> siècle, de nombreuses analyses tentent de délimiter les contours des classes moyennes. Célébrées, critiquées, courtisées ou méprisées selon les époques et les auteurs, elles font, tout spécialement maintenant, en France, dans l'Union européenne, aux États-Unis, mais aussi dans le monde en développement, l'objet d'observations attentives. Situées, dans les pays riches, à l'épicentre des

questions sociales et des préoccupations électorales, elles intéressent. Entre sécession des très riches et exclusion des très pauvres, ces strates, aux contours qui varient fortement selon les études, se trouvent au carrefour de bien des dynamiques et problématiques. À l'échelle mondiale, leur apparition dans les pays en développement révolutionne potentiellement les équilibres économiques et démocratiques, tant dans chacun de ces pays qu'à l'échelle mondiale.

Les études passant par des fourchettes et bornes de revenus disponibles ou de niveaux de consommation permettant d'estimer la taille des classes moyennes émergentes proposent des intervalles différents. L'approche peut être plus ou moins restrictive, plus ou moins proche des seuils de pauvreté et d'aisance. Quelques exemples : la Banque africaine de développement et la Banque asiatique de développement ont publié des études sur les classes moyennes sur base de revenus compris entre 2 et 20 dollars US par jour ; la Banque mondiale a travaillé sur un intervalle 2-13 dollars US par jour (correspondant, pour la limite inférieure, au seuil de pauvreté médian de 70 pays et, pour la limite supérieure, à celui des États-Unis) ; le cabinet McKinsey se base sur un revenu disponible situé au-dessus de 10 dollars US par jour. Dans un des travaux de l'OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques) les plus fréquemment

5. Pour plus de précisions, on se permet de renvoyer à DAMON Julien, *Les Classes moyennes*, Paris : Presses universitaires de France (Que sais-je ?), 2013 ; et *Le Marché des classes moyennes dans les pays émergents*, Paris : Eyrolles / CCIP (Chambre de commerce et d'industrie de Paris), 2014.

repris, les bornes vont de 10 à 100 dollars US de pouvoir d'achat quotidien. L'intérêt de raisonner sur un intervalle 10 à 100 dollars US est d'exclure de la classe moyenne mondiale, d'une part, les pauvres des pays les plus pauvres et, d'autre part, les riches des pays les plus riches.

Quelles que puissent être les méthodes, les plafonds et les planchers, les sources et les modes de collecte des données, les conclusions vont dans le même sens. Expertises et annonces rapportent et répètent une affirmation en cours des classes moyennes dans les pays émergents.

On s'intéressera à l'un de ces travaux de comparaison internationale qui fait référence. Il a ses laudateurs et détracteurs, ses vertus et ses défauts. Cette analyse, diffusée par l'OCDE, doit être considérée, elle aussi, avec précaution. Mais elle permet une vision d'ensemble.

L'économiste Homi Kharas a ainsi réalisé un rapport OCDE qui a fait le tour du monde <sup>6</sup>. Selon lui, les classes moyennes peuvent être définies dans un intervalle de revenus qui va de 10 à 100 dollars US de pouvoir d'achat quotidien par habitant. Ce document de travail de l'OCDE, qui est l'une des rares études sur la stratification sociale de la planète, porte sur 145 pays, représentant 98 % de la population mondiale et 99 % du produit intérieur brut (PIB) mondial. Il recense, pour 2009, un peu plus de 1,8 mil-

liard de personnes au sein de la « classe moyenne mondiale ».

La moitié des personnes comptées dans cette classe (soit environ un milliard d'individus) vivent dans des économies émergentes à forte croissance. Les États-Unis, à eux seuls, en rassemblent 230 millions, l'Europe (au sens large) 664 millions et l'Asie un demi-milliard. L'Afrique subsaharienne, dans son entier, n'en compte qu'une trentaine de millions, autant que le seul Canada. La Chine, avec 157 millions de personnes, abrite, derrière les États-Unis, la deuxième population se situant dans l'intervalle de la classe moyenne mondiale. Alors que cette classe moyenne mondiale est très largement majoritaire dans la population des États-Unis, elle est encore très réduite en Chine (12 % de la population totale). Et certains commentateurs pensent que le chiffre est très exagéré. Il en va de même en Inde, où des experts locaux et des correspondants de journaux rapportent une classe moyenne qui ne serait en réalité qu'une étroite élite.

Ces nouvelles réserves à l'esprit, on peut revenir au travail de H. Kharas selon qui la taille de cette classe moyenne mondiale pourrait passer à 3,2 milliards d'individus en 2020 et 4,9 milliards en 2030. L'essentiel de cette croissance (85 %) proviendrait d'Asie. La taille de la classe moyenne nord-américaine devrait rester constante, ceci étant lié à deux phénomènes qui se compensent :

---

6. KHARAS Homi, *The Emerging Middle Class in Developing Countries*, Paris : OCDE (Development Centre), *Working Paper*, n° 285, janvier 2010. Et pour pondérer les projections de H. Kharas, voir une autre expertise rapide de l'OCDE, en 2013, sur le « blues des classes moyennes émergentes » : « Emerging Middle Class Blues », *Insights*, juillet 2013. URL : <http://oecdinsights.org/2013/07/01/emerging-middle-class-blues/>. Consulté le 2 septembre 2016.

**Tableau 2 — La classe moyenne mondiale : évaluation et projection  
(en millions d'individus, et en %)**

	2009		2020		2030	
Amérique du Nord	338	18 %	333	10 %	322	7 %
Europe	664	36 %	703	22 %	680	14 %
Amérique du Sud	181	10 %	251	8 %	313	6 %
Asie	525	28 %	1 740	54 %	3 228	66 %
Afrique subsaharienne	32	2 %	57	2 %	107	2 %
Moyen-Orient et Afrique du Nord	105	6 %	165	5 %	234	5 %
Monde	1 845	100 %	3 249	100 %	4 884	100 %

Source : OCDE ; KHARAS Homi, *op. cit.*

des pauvres entrent dans la classe moyenne, tandis que des membres de la classe moyenne s'enrichissent et la quittent, statistiquement. L'Europe verrait sa classe moyenne augmenter jusqu'au début des années 2020, mais décliner ensuite, en raison de la décroissance de la population dans quelques grands pays comme l'Allemagne ou la Russie.

Avec ces estimations OCDE et en fonction des projections de population de l'Organisation des Nations unies (ONU), on peut estimer que la classe moyenne globale représentait 27 % de la population mondiale en 2009. Elle pourrait en représenter 42 % en 2020 et 59 % en 2030, quand le monde compterait 8,3 milliards d'habitants. Le mouvement est vertigineux. Parallèlement, alors que l'Europe et l'Amérique du Nord rassemblent, en 2009, plus de la moitié de cette classe moyenne mondiale, ces pays ne compteraient plus que pour environ 20 % de la classe moyenne mondiale en 2030. Là aussi, la transformation est considérable. Répétons tout de même que ces évaluations, et à plus forte raison encore ces projections, sont fonction de données, d'hypothèses et d'évolutions qui appellent à toujours prendre les chiffres avec précaution.

En ce qui concerne les données elles-mêmes, c'est peu dire qu'elles ne sont pas totalement assurées. Les bases et méthodes de collecte s'améliorent continuellement, mais tous les pays ne disposent pas d'un outil aussi puissant — même si parfois discutable — que l'Institut national de la statistique et des études économiques (INSEE) en France. Donc, en ce qui concerne même la taille des classes moyennes aujourd'hui, à partir de fourchettes de niveau de vie, il va sans dire qu'il n'y a là qu'une estimation, sujette même à caution.

En ce qui concerne les hypothèses, tout repose sur les conventions des économistes estimant que tel ou tel plancher et tel ou tel plafond font intégrer une population à la classe moyenne mondiale (une notion qui n'a pourtant pas grand sens dans nombre de pays).

Enfin, les évolutions de la classe moyenne mondiale, telle que réperée dans chacun des pays, ne résultent pas uniquement des transformations de structure sociale dans ces pays, mais également, voire surtout, au regard des instruments de mesure utilisés, des prix et des taux de change. Les parités de pouvoir d'achat ne rapportent qu'impar-

faitement ces phénomènes qu'elles cherchent à dépasser.

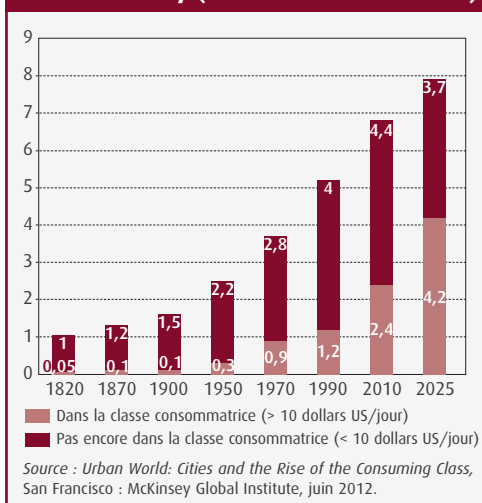
Prenant appui sur les travaux OCDE, le cabinet McKinsey s'est penché sur le développement de la « classe moyenne consommatrice ». Il aborde ainsi la classe moyenne émergente comme la catégorie de la population qui peut satisfaire des besoins basiques, mais également des besoins plus élaborés<sup>7</sup>. Le seuil retenu par McKinsey est celui d'un revenu disponible supérieur à 10 dollars US par jour. En 2010, cette classe compterait 2,4 milliards d'individus (une estimation supérieure à celle de l'OCDE car ce sont les revenus et non le pouvoir d'achat qui sont pris en compte). Et McKinsey d'estimer qu'en 2025 elle compterait 4,2 milliards de personnes. En 2025, la population mondiale se situerait à plus de 50 % dans cette classe de consommation. En 2010, cette dernière représente déjà plus du tiers de la population du globe.

C'est la progression qui, rétrospectivement, est impressionnante. En 1970, la classe consommatrice — alors surtout présente dans le monde développé — ne comptait pas encore pour le quart de la population mondiale. En 1950, elle n'en représentait que 13 %, et en 1900 moins de 0,1 %. De 1970 à 1990, la classe consommatrice mondiale a augmenté de 1,7 % par an. D'ici 2025, ce rythme pour-

rait plus que doubler (graphique 4). La classe moyenne consommatrice sera de plus en plus située dans des villes et, plus précisément, dans des villes des pays en développement.

McKinsey estime que d'ici 2025 c'est plus d'un milliard de personnes supplémentaires qu'il faudra compter dans les classes moyennes urbaines des pays émergents. D'ici 2025, l'essentiel de l'augmentation en volume de la classe consommatrice se fera dans les villes des pays émergents (à 95 % selon McKinsey). D'où d'immenses besoins — largement déjà présents — à satisfaire, au risque de grandes frustrations et désillusions, en matière de services collectifs d'eau, d'énergie, de santé, d'éducation.

**Graphique 4 — La progression de la « classe consommatrice » mondiale selon McKinsey (en milliards d'individus)**



7. Voir COURT David et NARASIMHAN Laxman, « Capturing the World's Emerging Middle Class », *McKinsey Quarterly*, juillet 2010. URL : <http://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/capturing-the-worlds-emerging-middle-class>. Consulté le 2 septembre 2016.

## Une population mondiale toujours plus urbaine

Le développement des classes moyennes s'accompagne de la progression d'une de leurs caractéristiques sociologiques : l'urbanisation. Tous les deux ans depuis 1988, la Division de la population de l'ONU publie des projections relatives à l'évolution des populations urbaines et rurales. Depuis 2008, la population mondiale serait majoritairement urbaine. Cette proportion est estimée à 54 % en 2015 et projetée à 66 % en 2050 (tableau 3).

De 2015 à 2050, la combinaison de la croissance démographique mondiale et du processus d'urbanisation devrait conduire à une augmentation de 2,5 milliards d'urbains. Cette croissance démographique urbaine serait à 90 % concentrée en Asie et en Afrique, tout particulièrement en Inde, en Chine et au Nigeria. Ces trois seuls pays compteraient pour 37 % de l'augmentation projetée. En 2050, l'Inde pourrait compter 404 millions d'urbains de plus (en étant d'ailleurs tout juste à majorité urbaine alors), la Chine 292 millions, le Nigeria 212 millions. C'est dire, une nouvelle fois, l'ampleur des défis, en termes d'infrastructures, de logements, d'éner-

gie, mais aussi de services sanitaires et éducatifs.

Les constats et dynamiques sont maintenant connus. La population urbaine mondiale a augmenté rapidement, de 746 millions en 1950 à 3,9 milliards en 2015. Les urbains pourraient être six milliards en 2045. L'Asie, malgré un taux d'urbanisation relativement faible, abrite aujourd'hui 53 % de la population urbaine mondiale, suivie par l'Europe (14 %) et l'Amérique latine (13 %).

Les travaux de l'ONU mettent l'accent sur les grandes agglomérations, comme expression du phénomène essentiel de métropolisation. Les « mégacités » (comme l'ONU les appelle) de plus de 10 millions d'habitants prennent de l'importance. On en comptait trois seulement en 1970, 10 en 1990, pour un total de 153 millions de personnes (moins de 7 % de la population urbaine totale). En 2014, on recense 28 mégacités, pour 453 millions de personnes (environ 12 % de la population urbaine mondiale). En 2030, l'ONU estime que l'on comptera 41 villes de cette taille.

Au titre de ces plus grandes agglomérations mondiales, les récentes données confirment extrêmement nettement une évolution connue. De 1830 à 1925, la plus grande ville du monde est restée

**Tableau 3 — Évolution du taux d'urbanisation (part des personnes vivant en zone urbaine, en %)**

	Monde	Afrique	Asie	Europe	Amérique latine	Amérique du Nord	Océanie
1950	30	14	18	52	41	64	62
2015	54	40	48	74	80	82	71
2050	66	56	64	82	86	87	74

Source : DPNU (Division de la population des Nations unies), *World Urbanization Prospects: The 2014 Revision*, New York : Nations unies, 2014.

Londres (avec une population allant d'un à huit millions d'habitants) devant, notamment, Pékin. Elle fut ensuite dépassée par New York, elle-même ensuite dépassée par Tokyo. Mais on peut le dire autrement et plus généralement : le monde des grandes villes était, principalement, un monde européen au XIX<sup>e</sup> siècle, américain au XX<sup>e</sup>. C'est, au XXI<sup>e</sup> siècle, un monde essentiellement asiatique et africain.

Si l'on se concentre souvent dans les constats et interrogations sur ces gigantesques villes, qui prennent donc de l'importance, il n'en reste pas moins que la moitié des urbains (soit près de deux milliards de personnes) vivent, en 2014, dans des villes de moins de 500 000 habitants. Et il devrait en être encore de même en 2030.

L'urbanisation mondiale en cours se caractérise par une concentration et densification croissantes, et, dans ce cadre, par la prolifération et l'extension des bidonvilles. Les Nations unies ont estimé et annoncé que le nombre de personnes vivant dans des bidonvilles avait dépassé le milliard en 2007 et qu'il pourrait atteindre 1,4 milliard en 2020, voire deux milliards en 2050. La précision statistique est assurément impossible, mais les ordres de grandeur ont leur part de validité.

Plus d'un être humain sur sept vivrait donc aujourd'hui dans un bidonville (aussi diverses puissent

**Tableau 4 — Les 10 agglomérations urbaines les plus peuplées dans le monde en 2014 et 2030 (projection), en millions d'habitants**

2014			2030		
Rang	Ville	Population	Rang	Ville	Population
1	Tokyo	37,8	1	Tokyo	37,2
2	Delhi	24,9	2	Delhi	36,1
3	Shanghai	23,0	3	Shanghai	30,8
4	Mexico	20,8	4	Mumbai	27,8
5	São Paulo	20,8	5	Pékin	27,7
6	Mumbai	20,7	6	Dacca	27,4
7	Osaka	20,1	7	Karachi	24,8
8	Pékin	19,5	8	Le Caire	24,5
9	New York	18,6	9	Lagos	24,2
10	Le Caire	18,4	10	Mexico	23,9

Source : DPNU, *op. cit.*

être les définitions et situations de ces quartiers particuliers). Si tout devait continuer de la sorte, ce serait un être humain sur six en 2020. Une expression s'impose : l'urbanisation du monde est, pour une large part, une « bidonvillisation ».

Les définitions et traductions sont peu assurées. Les termes « taudis », « bidonvilles », « habitats informels », « établissements informels », « quartiers informels », « *squats* » ou bien foyers à « faibles revenus » sont souvent employés de manière interchangeable. À l'échelle mondiale, ONU-Habitat a proposé, en 2010, sa propre définition à travers un indicateur à cinq variables. La définition du bidonville, plus opérationnelle qu'officielle, d'ONU-Habitat se concentre sur les caractères physiques (mauvaise qualité des logements, absence d'accès à l'eau et à l'assainissement) et juridiques (illégalité de l'occupation du sol et de la construction).

Une telle définition, dans l'hétérogénéité de ses composantes, pourrait, selon certains experts, tendre

à sous-estimer les phénomènes. D'autres auteurs considèrent que la fiabilité de la donnée ne permet pas, en réalité, de dire grand-chose de rigoureux.

Au sujet de ces territoires, deux thèses s'affrontent. Certains y observent un long processus d'amélioration des conditions de vie ; la ville permettant l'accès progressif à des réseaux améliorés (qu'il s'agisse d'eau, d'éducation ou d'énergie). D'autres insistent sur la dégradation des situations (notamment en termes d'insécurité). Territoires de pauvreté, ces espaces urbains sont également des lieux d'innovations et de frugalité contraintes. Faut-il

célébrer ces innovations et peut-on s'en inspirer dans les pays développés ? Cette première question est actuellement ouverte. Une autre interrogation est plus classique. Les bidonvilles sont-ils, dans les pays en développement, des sas vers des vies meilleures ou des nasses dans lesquelles sont piégés les habitants ? La thèse de la ville comme sas a connu, ces derniers temps, un regain d'intérêt. Mais l'absence de données fiables doit conduire à s'interdire de conclure de manière univoque. En tout état de cause, le mouvement de concentration et d'agglomération dans des zones urbaines va continuer à passer massivement par les zones les plus dégradées.

## BOP / MOP / TOP : LA STRATIFICATION SOCIALE MONDIALE

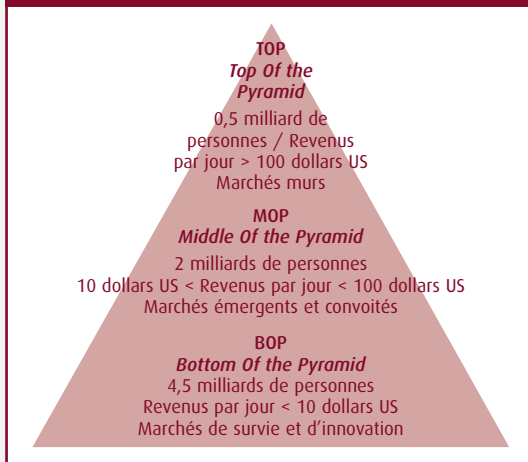
L'acronyme BOP, pour *Bottom Of the Pyramid* ou *Base Of the Pyramid*, a accédé à la célébrité. Il désigne la taille considérable que représentent les populations pauvres des pays pauvres, à la base de la pyramide de la distribution de la population mondiale selon ses ressources. La plus grande partie de la population mondiale se trouve dans le BOP, si on prend un plafond à 10 dollars US par jour. À la fin des années 2000, ce sont presque 4,5 milliards d'individus qui vivent avec moins de 10 dollars US par jour. Mais si on prend comme plafond du BOP le seuil de pauvreté à 1,5 dollar US par jour en parité de pouvoir d'achat (passé à 1,9 dollar US en 2015), on dénombre un milliard, environ, de personnes.

Bien au-dessus du BOP, se trouve une population qui peut être baptisée TOP (pour *Top Of the Pyramid*) dont on place le plancher de revenus à 100 dollars US par jour. Environ 500 millions de personnes se trouvent dans cette situation, principalement dans les pays riches. Enfin dans l'entre-deux, on trouve la classe moyenne mondiale, qu'un nouvel acronyme évident vient désigner : MOP (pour *Middle Of the Pyramid*). Cette population MOP compte, grossièrement, deux milliards de personnes (moyenne de chiffres OCDE et McKinsey). Elle se trouve encore majoritairement dans les pays riches. Mais dès 2020, l'Asie en abriterait plus de la moitié.

Cette classe MOP présente des niveaux de vie sensiblement plus élevés que ceux des pauvres. Les classes moyennes émergentes, réunies dans le MOP, répartissent leur budget différemment que les pauvres. Moins de dépenses en nourriture, plus en loisirs et en éducation. Majoritairement urbaines, et très représentées dans les grandes métropoles, elles habitent, pour une grande partie d'entre elles, dans des logements équipés de toilettes et téléviseurs. Assurément les MOP — si on peut dire — se trouvent dans des quartiers équipés mais aussi dans de l'habitat informel et des bidonvilles. Encore majoritairement ruraux, les pauvres n'ont pas accès à ces commodités et équipements que pro-

cure la ville, même dans ses bidonvilles. Les populations MOP émergentes commencent à être salariées et couvertes socialement. Elles vivent dans des ménages plus petits, avec moins d'enfants, tout en investissant dans leur éducation. Sur tous les indicateurs de développement — revenu, espérance de vie, mortalité infantile, état de santé — elles se distinguent favorablement des populations BOP.

### La tripartition de la pyramide économique mondiale (2010)



Le graphique ci-contre tente de préciser synthétiquement ce qu'est le MOP par rapport au BOP et au TOP. Cette représentation graphique d'une sorte de stratification sociale mondiale — typique des différentes analyses traitant du BOP — pourra paraître simpliste. Elle est simple. Et elle désigne une réalité contemporaine.

Le point important : une grande partie des populations des bidonvilles sont plus MOP que BOP si l'on

fixe bien comme plafond du BOP et plancher du MOP le seuil international de pauvreté à moins de 2 dollars US par jour.

À l'inverse si on prend une définition plus large du BOP, par exemple avec un plafond BOP à 10 dollars US par jour (correspondant à peu près au seuil de pauvreté des États-Unis), alors la quasi-intégralité des habitants des bidonvilles vivent dans le BOP.

*J.D.*

Certains lecteurs pourraient trouver une contradiction dans une perspective qui envisage à la fois une forte réduction de la pauvreté extrême dans le monde et une extension des bidonvilles. La contradiction n'est qu'apparente. Elle procède, comme souvent, de problèmes de définitions et de caractérisations statistiques.

Au regard des analyses sur les conditions de vie dans les pays

riches, les habitants des bidonvilles des pays pauvres sont incontestablement très défavorisés. Mais au regard du seuil de pauvreté extrême, une très grande partie de ces « bidonvillois » ne sont pas pauvres. La pauvreté dans le monde en développement demeure, avant tout, une pauvreté rurale. Dans les villes des pays en développement, les taux de pauvreté sont plus faibles que dans les zones rurales. Il peut, en un mot, tout à fait y avoir coïnci-

dence entre baisse de la pauvreté et accroissement des bidonvilles car les ménages vivant en bidonville ne sont pas forcément pauvres au sens monétaire, et parce que les bidonvilles sont conçus et utilisés par les pauvres des zones rurales comme des espaces devant précisément permettre d'échapper à la pauvreté. De fait, nombre de résidents des bidonvilles ont des revenus monétaires sinon stables du moins non négligeables. Le fait de vivre en bidonville n'est pas un choix de qualité de vie particulière mais, souvent, un choix économique de minimisation des coûts de l'habitat, ceci afin d'économiser personnellement et / ou de renvoyer de l'argent vers sa famille établie ailleurs, dans d'autres zones urbaines moins dynamiques ou en zone rurale.

## Un monde en mutation religieuse

Aux projections démographiques sur les transformations de la population mondiale peuvent s'ajouter des projections religieuses sur les évolutions des populations croyantes. On ne saurait dire si l'estimation du volume des populations religieuses décrit précisément celles des croyants ou celles des personnes issues d'une certaine tradition. L'essor de la spiritualité compense le déclin de certains dogmes. Dans d'autres

contextes, l'affirmation fondamentaliste prévaut.

En tout état de cause, au-delà des thèmes de stratification sociale et d'implantation territoriale, les grandes évolutions sociales en cours et en devenir, les grands équilibres mondiaux pourraient être bousculés par de puissantes transformations des religions (nombre de croyants, importance relative des diverses croyances). La statistique religieuse (qui croit en quoi et avec quelles affiliations ?) relève souvent de l'acrobatie. Aux fantasmes et craintes des uns répond le déni des autres. Grand remplacement ethnico-religieux d'un côté, vivre-ensemble joyeux et bariolé de l'autre. Afin de se faire une idée raisonnée, au moins sur le plan des croyances déclarées, il existe de la donnée.

La revue *Futuribles* rend compte ponctuellement, depuis des années, des tentatives de mesure des développements religieux dans le monde, avec leurs transformations<sup>8</sup>. Parmi les quelques sources pour ces analyses prospectives, le Pew Research Center (un célèbre « *fact-tank* » américain, comme il y a des « *think-tanks* ») s'est imposé. Le Pew a livré, en 2015, une étude aussi sérieuse que copieuse<sup>9</sup>. Le travail s'appuie sur les données disponibles, aux quatre coins du monde. Il agrège les résultats d'une multitude d'enquêtes nationales, aux méthodologies

8. Pour des analyses documentées sur la prospective des religions, voir quelques articles de *Futuribles* sur la question : MABILLE François, « Regard prospectif sur les religions dans le monde » ; MAYER Jean-François, « Les courants religieux à l'horizon 2037. Les religions entre mondialisation et individualisation » ; et LAMBERT Yves, « Vers une ère post-chrétienne ? », *Futuribles*, respectivement n° 393, mars-avril 2013, p. 63-74 ; n° 332, juillet-août 2007, p. 55-69 ; et n° 200, juillet-août 1995, p. 85-111.

9. « The Future of World Religions: Population Growth Projections, 2010-2050 », Pew Research Center, 2 avril 2015. URL : <http://www.pewforum.org/2015/04/02/religious-projections-2010-2050>. Consulté le 2 septembre 2016.

**Tableau 5 — Évolution des populations selon les différentes religions dans le monde**

	Nombre d'individus (milliards)		Proportion de la population globale (%)	
	2010	2050	2010	2050
Chrétiens	2,17	2,92	31,4	31,4
Musulmans	1,6	2,76	23,2	29,8
Non-affiliés	1,13	1,23	16,4	13,2
Hindous	1,03	1,38	15	14,9
Bouddhistes	0,49	0,49	7,1	5,2
Juifs	0,01	0,02	0,2	0,2
Autres religions	0,46	0,51	6,7	5,5

Source : « The Future of World Religions », *op. cit.*

et questionnaires convergents. Il traite des différentiels de fécondité et de mortalité, des phénomènes migratoires et, opération plus compliquée encore, des conversions d'une religion à l'autre. Ce dernier point constitue la nouveauté technique, avec des évaluations des changements à venir de religion, qu'il s'agisse d'abandons ou de nouvelles adhésions. La méthode est délicate, mais l'opération est importante car il faut se défaire d'une vision globalement héréditaire de l'appartenance religieuse.

À quoi pourrait donc ressembler la distribution religieuse du monde en 2050 ? Les chrétiens devraient rester majoritaires. L'islam, dans sa diversité, devrait grossir bien plus vite que toutes les autres grandes religions. Sur la période, le nombre de musulmans (+ 1,2 milliard) pourrait croître de près de 75 %, contre 35 % pour les chrétiens (+ 750 millions), 34 % pour les hindous. À l'horizon 2050, le nombre de musulmans (2,8 milliards, 30 % de l'humanité) serait à peu près équivalent à celui des chrétiens (2,9 milliards, 31 %). Les inerties étant fortes, ce n'est qu'en 2070 que le nombre de musulmans dépasserait celui des chrétiens.

Géographiquement, les bouleversements sont potentiellement consistants, même s'il n'apparaît pas possible de mesurer globalement les évolutions infranationales de la ségrégation et de la spécialisation territoriales. Géopolitiquement, les épïcètres de la chrétienté et de l'islam pourraient bouger. L'Inde restera à majorité hindoue mais on y trouvera, en 2050, la plus grande population musulmane nationale, devant l'Indonésie. En Europe, les musulmans compteraient pour 10 % du total de la population. Et 40 % des chrétiens vivraient en Afrique subsaharienne.

Le croisement des deux trajectoires chrétienne et musulmane résulte des taux de fécondité actuels, qui vont de 1,6 enfant par femme pour les bouddhistes à 3,1 pour les musulmans en passant par 2,7 pour les chrétiens, 2,4 pour les hindous ou 1,7 pour les « non-affiliés ». Ces derniers (athées, agnostiques, sans identification religieuse) vont voir gonfler leurs rangs (de 1,1 à 1,2 milliard d'individus) mais ils vont aussi voir leur part relative baisser (de 16 % à 13 %). Dans certains pays, et pas des moindres, la progression de la non-affiliation sera, au contraire, la principale caractéristique des

transformations. Il en ira ainsi aux États-Unis et, singulièrement, en France. Anciennement dite fille aînée de l'Église, celle-ci est encore majoritairement (63 %) chrétienne en 2010. Comptant 7,5 % de musulmans, elle devrait en compter 11 % au milieu du siècle. Mais le changement le plus puissant tient du passage de 28 % de non-affiliés à 44 %. De plus en plus donc de non-croyants dans un monde de plus en plus croyant. Sur une planète qui pourrait devenir à majorité musulmane à l'aube du prochain siècle, l'exception française sera également religieuse.

Reste que tous ces chiffres ne sont que des prévisions, généralement établies en prolongeant les tendances à l'œuvre. Tout ceci ne dessine pas forcément le monde des religions tel qu'il sera exactement. Faire de la prospective, c'est s'intéresser aux projections. C'est aussi imaginer des scénarios contrastés, des ruptures éventuelles. Les religions traitent de transcendance, mais ne sont pas pour autant constantes. Elles évoluent. Si les grandes dynamiques démographiques recomposent assurément le monde, l'avenir des grandes religions conserve de grandes parts d'incertitude. ■

# PROSPECTIVE DES MODES DE VIE ET DE LA CONSOMMATION

*Session de formation • 8 et 9 décembre 2016  
Futuribles International • Paris*

## Intervenants

**Romina Boarini**, économiste *senior*, directrice de l'équipe de recherche sur la mesure du bien-être et du progrès social, au sein de la direction des statistiques de l'OCDE.

**Bruno Héroult**, sociologue, chef du Centre d'études et de prospective (CEP) du ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt, et conseiller scientifique de Futuribles International.

**Cécile Jolly**, chef de projet Avenir du travail à France Stratégie.

**Hugues de Jouvenel**, président de Futuribles International, consultant en prospective et stratégie.

**Jacques-François Marchandise**, directeur de la recherche et de la prospective à la Fing.

**Louis Maurin**, directeur de l'Observatoire des inégalités.

**Jean-Pierre Orfeuil**, professeur émérite de l'université Paris-Est, collaborateur de l'Institut pour la ville en mouvement.

**Thibaut de Saint Pol**, sociologue et administrateur de l'Insee, professeur à l'École normale supérieure de Cachan.

**Jean-François Tchernia**, directeur de Tchernia études conseil et spécialiste des questions liées aux valeurs.

## Objectifs

► Comprendre comment évoluent les modes de vie, le rapport que les individus entretiennent avec l'espace, le temps (leurs conséquences, par exemple, en termes d'habitat et de déplacements) et les autres ; et quels sont les ressorts de l'évolution des modes de vie. Cette session présentera les tendances lourdes et émergentes pouvant avoir un impact sur l'évolution des modes de vie appréhendée au travers de ses dimensions économiques (revenus, consommation), sociales (travail) et culturelles (croyances, valeurs).

► Elle s'adresse tout spécialement aux directeurs du *marketing* et des ressources humaines, ainsi qu'à tous ceux qui s'intéressent au changement social et aux formes nouvelles de sociabilité.

## Programme

► Les tendances et mutations de la société française ► Mobilités et territoires : quelles évolutions ? ► L'avenir du travail et de la protection des actifs ► L'évolution des revenus et des inégalités en France ► Numérique, transitions et usages ► Les évolutions de la consommation des Français ► L'évolution des systèmes de croyances ► Comprendre le bien-être en France

## Prix

Les frais de participation sont de 1320 euros HT (1584 euros TTC, TVA à 20 % incluse)\*, payables lors de l'inscription à Futuribles International (déclaré organisme de formation). Ils comprennent la participation à l'ensemble de la formation, les déjeuners et le dossier remis aux participants.

## Renseignements complémentaires

Programme détaillé consultable sur le site Internet <http://www.futuribles.com/fr/formation/> ou envoyé sur demande auprès de Corinne Roëls, Futuribles International - 47, rue de Babylone - F-75007 Paris • Tél. + 33 (0)1 53 63 37 71 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 • E-mail : [croels@futuribles.com](mailto:croels@futuribles.com)

\*Remise de 10 % en cas d'inscription multiple dès la deuxième participation, dispense de frais pour les membres partenaires de Futuribles International (valable pour une personne par formation).

# La santé à l'horizon 2030-2050

QUELQUES TENDANCES LOURDES DU XXI<sup>e</sup> SIÈCLE

PAR LOUIS-CHARLES VIOSSAT <sup>1</sup>

*Tout comme l'éducation, la santé est désormais reconnue comme un champ déterminant en matière de développement socio-économique, comme un investissement d'avenir. Néanmoins, les disparités en la matière, à l'échelle mondiale, mais aussi à des échelles plus locales, liées aux conditions de vie et de revenus, restent énormes et les perspectives d'une bonne santé généralisée relèvent encore, pour une large part, de l'utopie. Compte tenu des multiples acteurs impliqués dans le domaine de la santé, des conditions si variables d'un pays à l'autre sur le plan sanitaire et de la diversité des politiques de santé mises en œuvre, il n'est guère possible de savoir avec précision comment évoluera la santé mondiale à l'horizon 2030-2050.*

*En revanche, comme le souligne ici Louis-Charles Viossat, un certain nombre de tendances lourdes sont à l'œuvre depuis quelques années et devraient se confirmer à cet horizon. Ainsi en est-il du caractère durablement mondialisé de la santé (internationalisation des acteurs économiques, mobilité des patients et des praticiens, multiplication des acteurs institutionnels et des financeurs...), mais aussi de la tendance à la croissance des dépenses de santé, au Nord comme au Sud, en lien avec le vieillissement, le développement socio-économique, mais aussi et surtout la hausse des prix des biens et services de santé. Enfin, une autre tendance lourde, plus inquiétante, consiste en l'émergence ou la réémergence de maladies infectieuses et de risques pandémiques, qu'il est difficile d'anticiper véritablement et de contenir lorsqu'ils surviennent, en raison notamment de la mobilité des individus et des marchandises à l'ère de la mondialisation, et d'une résistance accrue aux traitements existants. S.D. ■*

---

1. Directeur scientifique « Global Health », à Sciences Po Paris ; conseiller scientifique de Futuribles International ; ancien ambassadeur français chargé de la lutte contre le sida et les maladies transmissibles.

**L**a santé est partout. Il n’y a désormais plus de jour sans que les médias et les réseaux sociaux ne se fassent l’écho de découvertes scientifiques (comme la reproduction de souriceaux sans recourir à des ovocytes), de traitements révolutionnaires (par exemple contre l’hépatite C ou le mélanome), de menaces épidémiques (Zika), de tentatives de mégafusion de laboratoires pharmaceutiques (Pfizer-Allergan), du lancement de nouvelles applications... Se succèdent aussi à un rythme accéléré les initiatives phares de milliardaires comme Bill Gates, qui domine la santé mondiale depuis 15 ans au travers de sa fondation, Sergey Brin, qui investit dans la recherche génomique et le *big data* pour accélérer notamment la recherche sur la maladie de Parkinson dont il est porteur, ou bien désormais Mark Zuckerberg, qui vient de fixer pour objectif, avec son épouse, Priscilla Chan, rien moins que de « traiter, gérer ou éradiquer toutes les maladies de la planète avant la fin du XXI<sup>e</sup> siècle ».

Les dirigeants politiques, ministres de la Santé, mais aussi désormais les chefs d’État réunis au G8, au G20 ou à l’Assemblée générale des Nations unies ne sont pas en reste et sont appelés à s’exprimer de plus en plus sur la santé, sur les grandes pandémies d’abord (sida, tuberculose, paludisme), en réponse aux nouvelles crises épidémiques — SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère), Ebola, Zika —, dans le cadre des Objectifs du développement ou sur d’autres enjeux. Le président Hollande vient par exemple de remettre le rapport de la Commission qu’il a coprésidé avec le président Jacob Zuma sur l’emploi en santé <sup>2</sup>.

Les scandales publics — hausse immorale des prix de médicaments <sup>3</sup>, insuffisance d’information des patients sur les effets secondaires graves d’un médicament largement prescrit, essais cliniques mal encadrés, effet nocif de composants chimiques... — sont aussi le pain quotidien de la santé du début du XXI<sup>e</sup> siècle. Fondés ou non, ils écorcent la confiance des patients dans les produits et les professionnels de santé.

Il n’est pas étonnant qu’en matière de préoccupation quotidienne, la santé devance tous les autres sujets <sup>4</sup>. Ainsi, 81 % des Français se disent préoccupés par leur santé ou celle de leurs proches, une préoccupation arrivant devant la question de leurs ressources (68 %) et celle de leur emploi (66 %). C’est la maladie et ses conséquences qui apparaissent comme la première source d’inquiétude des Français, 77 % d’entre eux se disant préoccupés par cette éventualité.

---

2. COMMISSION DE HAUT NIVEAU SUR L’EMPLOI EN SANTÉ ET LA CROISSANCE ÉCONOMIQUE, *S’engager pour la santé et la croissance. Investir dans les personnels de santé*, Genève : OMS (Organisation mondiale de la santé), septembre 2016.

3. Aux États-Unis, l’actualité de la santé est dominée, lors de l’élection présidentielle, par les hausses décidées successivement par plusieurs laboratoires : multiplication par 55 du prix du Daraprim, un traitement utilisé par les malades du sida et ne disposant pas de générique, décidée par Turing Pharmaceuticals, une entreprise dirigée par Martin Shkreli, devenu « l’homme le plus haï des États-Unis » ; multiplication par six du prix de l’Epipen, un médicament populaire contre les chocs allergiques sévères, par le laboratoire Mylan...

4. Source : Baromètre Domplus BVA 2015. URL : <http://prioritealapersonne.fr/tribunes/barometre-domplus-bva-2015-sante-premiere-preoccupation-des-francais/>. Consulté le 27 septembre 2016.

Il est bien loin le temps où la santé était principalement abordée sous l'angle médical, et réservée aux hommes de l'art, lointains héritiers du Grec Hippocrate (460 à 377 avant Jésus-Christ), le « père de la médecine », ou de Galien (129 à 216 après Jésus-Christ), qui a dominé la médecine pendant un millénaire environ <sup>5</sup>. La santé n'est plus seulement « la vie dans le silence des organes », mais une composante centrale de l'équilibre individuel et collectif de nos sociétés modernes.



© Pan Demin / Shutterstock

Mais où en seront notre santé, la santé des habitants de la planète, les systèmes de santé et leur fonctionnement, les pratiques des professionnels de santé et la recherche en santé en 2030, voire en 2050 ? Nul ne le sait avec certitude tant le monde change vite et tant nous sommes débordés de données, d'idées, d'opportunités et de menaces, comme le souligne justement Yuval Noah Harari dans son dernier livre précisément consacré à l'avenir <sup>6</sup>.

Le *Rapport Vigie 2016* <sup>7</sup> se risque notamment à éclairer plusieurs tendances lourdes à l'horizon 2030-2050, dont trois sont développées dans cet article : la mondialisation de la santé, la croissance inexorable des dépenses de santé et, enfin, la réémergence des maladies infectieuses et le risque pandémique.

## Vers une santé réellement mondialisée

La santé au XXI<sup>e</sup> siècle n'échappe pas à la lame de fond de la mondialisation des échanges d'idées, de personnes, de biens et de services. Ancienne et significative dans le domaine de la recherche en santé et de la pratique médicale <sup>8</sup>, encore relativement limitée en matière de main-d'œuvre et de *business*, très modeste en ce qui concerne les patients, l'internationalisation de la santé devrait s'accélérer sur tous les fronts d'ici 2030, et transformer profondément l'accès aux soins et la gestion des systèmes de soins et de la santé publique.

5. Cf. l'un des principaux ouvrages d'histoire de la médecine, toujours pas traduit en français : PORTER Roy, *The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Humanity*, New York : Norton & Company, 1997.

6. Cf. HARARI Yuval Noah, *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*, Londres : Harvill Secker, 2016.

7. JOUENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, 540 p.

8. La mobilité des professeurs et des étudiants de médecine est documentée dès le Moyen-Âge.

La santé est devenue l'un des principaux secteurs de l'économie mondiale. Représentant désormais déjà environ 10 % de la richesse produite sur la planète, ses perspectives de croissance sont encore considérables. La pénétration des marchés émergents reste largement à réaliser : les dépenses annuelles de santé par habitant étaient, en 2014 (dernier chiffre connu), de l'ordre de 730 dollars US (en parité de pouvoir d'achat, PPP) en Chine et de 260 dollars US (en PPP) en Inde, contre 9 400 dollars US (en PPP) aux États-Unis<sup>9</sup>. Le vieillissement de la population dans les pays développés comme les pays émergents est un second facteur clef de croissance des marchés de la santé. Ce vieillissement est rapide et sans précédent : pour la première fois en 2020, le nombre de personnes âgées de plus de 65 ans dans le monde devrait dépasser celui des enfants de moins de cinq ans<sup>10</sup> et il y en aurait même deux fois plus en 2050.

Naguère prioritairement centrées sur leurs marchés intérieurs, les entreprises de santé se développent de plus en plus à l'international. Ce mouvement s'accélère pour les « *big pharma* » (Sanofi, Pfizer...) ou pour les entreprises de dispositifs médicaux (Johnson & Johnson) et d'équipements médicaux (Siemens), pour lesquels l'accès aux grands marchés « pharmémergents » (Brésil, Russie, Indonésie, Chine, Afrique du Sud...) est crucial. Il se dessine aussi et devrait progresser pour les groupes hospitaliers qui développent de véritables stratégies internationales, à l'instar du groupe australien Ramsay (qui a racheté la Générale de Santé), ou pour les groupes de maisons de retraite.

Doit-on en attendre des conséquences positives ? Globalement oui. La diffusion des meilleurs traitements, des meilleures pratiques et de la médecine fondée sur les preuves (*evidence-based medicine*) sera plus rapide. La filière de la santé s'affirmera comme une source croissante d'exportations et de recettes pour la balance des paiements, notamment en France. Encore faudra-t-il, bien entendu, que les pouvoirs publics et les professionnels facilitent ces évolutions et ne les freinent pas, au contraire.

La mobilité des patients est un deuxième volet passionnant de la mondialisation de la santé, qui a de multiples ramifications. Le tourisme médical n'est pas nouveau, c'est incontestable : il existait déjà dans l'Antiquité ; au XIX<sup>e</sup> siècle, les élites européennes allaient « prendre les eaux » à Eugénieles-Bains ou en Italie ; au XX<sup>e</sup> siècle, les Indiens aisés allaient se faire opérer à Londres et les riches Africains à Paris... Pourtant, deux changements majeurs se dessinent : ce sont les patients du Nord qui tendent désormais à aller se faire soigner au Sud ; le nombre de patients concernés pourrait croître sans commune mesure. La baisse du coût des transports aériens, l'accès à une information claire et facile sur Internet, la diffusion mondiale

---

9. En moyenne, selon le Global Health Observatory (GHO) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), les dépenses de santé par habitant sont, sur la planète, de 1 050 dollars US par an.

10. Voir le remarquable rapport sur le vieillissement dans le monde publié en 2016 par le US Census Bureau : HE WAN, GOODKIND DANIEL et KOWAL PAUL, *An Aging World: 2015. International Population Reports*, Washington, D.C. : US Census Bureau, 2016.

des connaissances et des techniques médicales de pointe, les stratégies de certains pays (Tunisie, Inde...), l'apparition d'intermédiaires qui créent de véritables plates-formes de services, la signature de traités de sécurité sociale et d'accords entre assureurs privés sont autant de facteurs structurels de développement de ce nouveau marché. Il s'agit, et il s'agira de plus en plus, pour les patients, d'accéder à des soins de meilleure qualité et / ou moins onéreux (dans un rapport qui va parfois de 1 à 10), tout en joignant éventuellement l'utile à l'agréable (un véritable séjour touristique).

L'impact de cette concurrence accrue sur des systèmes de santé protégés est encore un sujet largement inexploré. Un sujet de préoccupation, trop ignoré pour l'instant, tient certainement aux conséquences de cette mobilité des patients sur les législations nationales en matière de procréation assistée et de bioéthique. Comment penser que l'interdiction par le législateur d'une pratique dans un pays comme la France — la gestation pour autrui ou les tests de prédisposition génétique, voire demain le clonage thérapeutique, par exemple — pourra être respectée longtemps alors qu'elle est accessible sans limite dans d'autres pays, à deux heures d'avion ou dans un délai d'expédition d'une journée ?

La mobilité des patients va de pair avec la mobilité des 60 millions de professionnels de santé dans le monde. Celle-ci est due à l'appel d'air créé par les besoins de personnels qualifiés en Europe et aux États-Unis, aux fortes différences de rémunération et de conditions de travail entre pays, à la mondialisation des formations médicales... Au sein de l'Union européenne, ce phénomène est notamment lié à la reconnaissance mutuelle des diplômes intervenue en 2005-2007. On comptait 20 % de médecins à diplôme étranger en 2010 (plus de 400 000) dans l'Organisation de coopération et de développement économiques, l'OCDE. En France, le quart des médecins s'installant aujourd'hui ont un diplôme obtenu à l'étranger, dont beaucoup en Roumanie. On voit mal comment cette évolution ralentirait dans une planète globalisée. Ses conséquences sur les systèmes de santé du Sud sont, au demeurant, complexes et plus mesurées que la théorie du *brain drain* ne le laisse entendre.

La mondialisation accrue des entreprises, des patients et des professionnels s'accompagne d'une multiplication et d'une complexification du nombre des acteurs institutionnels de la santé, et en particulier du développement en santé. Elle va sans doute se poursuivre dans les 10 à 15 prochaines années.

Dominé pendant la majeure partie du XX<sup>e</sup> siècle par les États, au travers de leurs ministères de la Santé et de grandes agences de développement — USAID (United States Agency for International Development), DFID (Department for International Development), AFD (Agence française de développement)... —, par l'Organisation mondiale de la santé (OMS), agence spécialisée des Nations unies, et par quelques acteurs privés comme la fondation Rockefeller, par exemple, le paysage de la santé mondiale a été radicalement bouleversé depuis la fin des années 1990. Plusieurs tendances apparues depuis lors vont vraisemblablement demeurer, dont certaines posent problème.

C'est le cas de perte du *leadership* de l'OMS, dont le mandat du prochain directeur général sera de rebâtir la crédibilité et redéfinir la place de l'organisation sur l'échiquier de la santé mondiale, une place qui ne sera plus jamais dominante comme elle l'était. Peut-on pour autant se passer d'une organisation internationale puissante, voire renationaliser la lutte contre les épidémies, au XXI<sup>e</sup> siècle ?

C'est le cas également du rôle croissant de fonds verticaux richement dotés et dédiés à la lutte contre une maladie, qu'ils soient multilatéraux (Fonds mondial) ou bilatéraux (PEPFAR contre le sida et PMI contre le paludisme <sup>11</sup>) et de partenariats public-privé, surtout dans le domaine de la vaccination (MVI, *Malaria Vaccine Initiative* ; GAVI, *Global Alliance for Vaccines and Immunization*) et de la recherche. Mais quelle articulation entre eux pour éviter une approche en silos des programmes de santé, autant que des contraintes de gestion inextricables pour les pays du Sud ?

C'est le cas encore de la montée en puissance de fondations richissimes, essentiellement d'origine nord-américaine, qui vont certainement donner de plus en plus le « la » à tous les acteurs. Mais quelle est la légitimité démocratique de Bill Gates et son épouse, ou de Mark Zuckerberg et la sienne, pour fixer les priorités de santé publique de milliards d'habitants sur la planète ?

C'est le cas enfin de la domination de grands *think-tanks* et de centres de recherche universitaires principalement nord-américains (Harvard, Seattle, Washington, Yale...). Un enjeu important est, de ce point de vue, de faire naître et grandir leurs équivalents en Europe et si possible en France <sup>12</sup>.

## **Une croissance inexorable des dépenses de santé**

La croissance des dépenses de santé a évolué en parallèle, au XX<sup>e</sup> siècle, à celle des économies. Entre 1960 et aujourd'hui, la part des dépenses de santé dans le produit intérieur brut (PIB) américain a été multipliée par plus de trois, passant de 5 % environ à 17 %. En France, les dépenses de santé (consommation de soins et de biens médicaux, CSBM) représentaient 3,4 % du PIB en 1960 et 8,9 % en 2015 <sup>13</sup>.

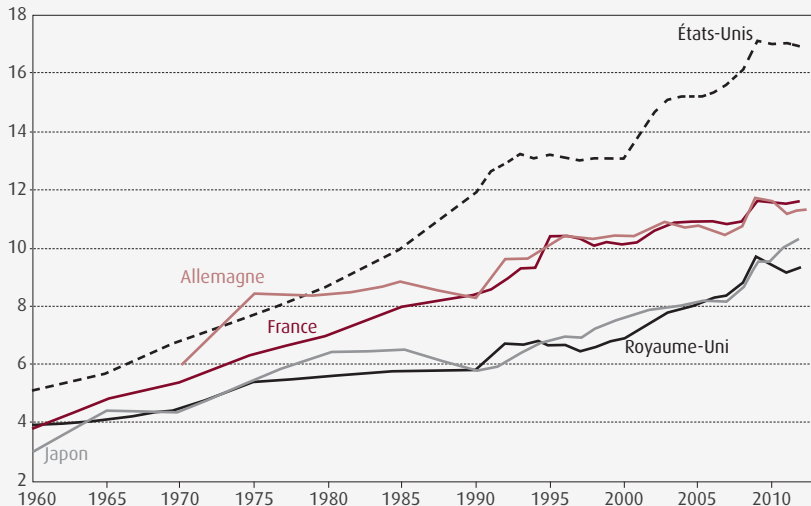
Cette croissance des dépenses de santé est constatée dans les économies du Nord comme dans celles du Sud. C'est ce qui ressort clairement du

---

11. PEPFAR : *President's Emergency Plan for AIDS Relief* ; PMI : *President's Malaria Initiative* ; deux initiatives du gouvernement des États-Unis dans la lutte contre le sida et le paludisme à l'échelle mondiale.

12. La création d'une spécialisation « Global Health » au sein du *master* « Public Policy » à Sciences Po participe de cet objectif.

13. *Source* : BEFFY Magali et alii, *Les Dépenses de santé en 2015. Résultats des comptes de la santé*, Paris : DREES (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques), 2016.

**Graphique 1 — Évolution des dépenses de santé 1960-2012 (en %)**

Source : statistiques de l'OCDE sur la santé en 2016, URL : <http://www.oecd.org/fr/els/systemes-sante/base-donnees-sante.htm>

tableau 1 qui retrace la croissance annuelle réelle moyenne des dépenses de santé dans les pays de l'OCDE sur la période 1995-2009.

Robert Hall et Charles Jones <sup>14</sup> suggèrent qu'en devenant plus riche et plus vieux, l'utilité marginale de la consommation un jour donné décline rapidement : ce dont les agents économiques ont besoin, ce sont de plus de jours de vie pour profiter de leur niveau élevé de consommation, d'où un effet revenu qui conduit à dépenser davantage d'argent pour des biens et des services susceptibles d'allonger la vie.

**Tableau 1 — Croissance des dépenses de santé 1995-2009 (en %)**

	Croissance annuelle réelle moyenne	Trois pays à la croissance des dépenses la plus rapide
Pays développés	+ 4,3	Pologne (+ 6,9) Grèce (+ 5,9) Pays-Bas (+ 5,2)
BRICS*	+ 6,2	Chine (+ 11,2) Indonésie (+ 8) Turquie (+ 7,7)

\*BRICS : Brésil - Russie - Inde - Chine - Afrique du Sud.

Source : MAISONNEUVE Christine (de) et OLIVEIRA MARTINS Joaquim, « Dépenses publiques de soins de santé et de soins de longue durée : une nouvelle série de projections », *Études de politique économique*, n° 6, juin 2013, OCDE.

14. Cf. HALL Robert E. et JONES Charles I., « The Value of Life and the Rise in Health Spending », *Quarterly Journal of Economics*, vol. 122, n° 1, février 2007, p. 39-72.

Sur un plan macroéconomique, la commission présidée par Jeffrey Sachs au début du XXI<sup>e</sup> siècle <sup>15</sup> a opéré, pour sa part, un retournement de perspective. Elle a démontré en particulier que les dépenses de santé étaient un investissement et même une condition de la croissance des pays à bas revenu. La hausse des dépenses de développement en santé, publiques et privées, est donc un défi pour les années à venir.

Contrairement aux croyances bien ancrées, le vieillissement de la population n'a qu'un impact relativement modeste sur la croissance des dépenses de santé. Entre 1995 et 2009, par exemple, il n'a représenté que 0,5 point de croissance des dépenses annuelles de santé dans l'OCDE sur un total de 4,3 points. Il devrait représenter une proportion équivalente à l'horizon 2030-2050. L'enrichissement des pays a constitué un facteur plus important mais qui est demeuré toutefois encore minoritaire (1,8 point sur 4,3 points). Ce sont le progrès médical et technologique, et la hausse des prix des biens et des services de santé qui ont été les principaux moteurs de la croissance des dépenses de santé : ils représentent 2 points de croissance sur 4,3 points au total.

Les dépenses de santé devraient donc continuer à croître à l'horizon 2030-2060 dans tous les pays du monde. L'OCDE, la Commission européenne et le Fonds monétaire international (FMI) évaluent leur augmentation entre 1,6 et 2 points de PIB à l'horizon 2030, et jusqu'à 6,3 points de PIB à l'horizon 2060. Dans les BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine et Afrique du Sud), les dépenses de santé croîtraient d'un montant à peu près semblable en points de PIB et atteindraient environ 10 % du PIB, le niveau actuel des pays développés. En France, les projections sont plus optimistes : les dépenses de santé passeraient de 9 % du PIB environ à 11,5 % du PIB en 2060, soit une augmentation de 2,5 points de PIB seulement, qui serait plus soutenue au début de la période.

Que faire face à cette pression inexorable ? Beaucoup dépend de l'intensité et de l'efficacité des mesures de maîtrise décidées par les gouvernements sur les dépenses ambulatoires et hospitalières comme de médicaments. L'OCDE distingue ainsi un scénario optimiste de maîtrise des coûts qui permettrait une moindre hausse des dépenses de quatre points de PIB environ tant dans les pays développés que dans les BRICS à l'horizon 2060. Ce scénario exigerait de mettre en œuvre des mesures souvent impopulaires comme des enveloppes globales (type ONDAM, Objectif national des dépenses d'assurance maladie en France), une décentralisation accrue des systèmes de santé (comme au Canada), ou plus de concurrence entre prestataires de services, voire entre les assureurs. Il faudrait aussi gérer une hausse de la part de la santé directement payée par les ménages, qui représente aujourd'hui seulement 4,3 % de leur budget en France, un risque de problèmes accrus d'accès à certains soins pour les plus modestes et des réorganisations assez drastiques du système hospitalier.

---

15. SACHS Jeffrey (président de la Commission on Macroeconomics and Health), *Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development*, Genève : OMS, 2001.

L'arrivée sur le marché de médicaments (antiviraux, anticancéreux, anti-coagulants...), de dispositifs médicaux et de thérapies (géniques) très coûteux, mais très efficaces dans certaines pathologies très graves, sera certainement un facteur de risque accru pour les finances publiques dans les années à venir, comme le montre déjà le prix des traitements contre l'hépatite C (Gilead a mis sur le marché une pilule à 1 000 dollars US par jour qui guérit de cette pathologie en trois mois) ou contre le cancer (en 2015, la presse annonçait que le coût du traitement du mélanome par le Yervoy de Bristol-Myers Squibb, une immunothérapie révolutionnaire, serait compris entre 250 000 et un million de dollars US par an et par patient<sup>16</sup>). Au Nord, beaucoup dépendra de la capacité des autorités publiques et des payeurs à négocier de façon plus serrée et plus professionnelle les prix et les volumes avec les industriels, y compris en refusant temporairement l'accès de certains médicaments, à inventer des formules innovantes de paiement en fonction des résultats, à réévaluer le panier de soins remboursés existant, à opérer des baisses de prix si nécessaire, et à redéployer des ressources d'un secteur vers l'autre du système de santé. Au Sud, des ajustements à la baisse des prix par les industriels eux-mêmes, comme il y en a eu pour les trithérapies, des évolutions des pratiques des industriels en matière de brevets dans les pays à bas revenu, les financements de fonds verticaux comme le Fonds mondial dans les pays à bas revenu et des assurances maladie nationales dans les pays à moyen revenu, un recours aux communautés de brevets voire aux licences obligatoires, sont autant de pistes à explorer, mais le problème reste entier.

L'agilité et la capacité à se redéployer des systèmes de santé et des professionnels, en particulier vers la santé et la dépendance des personnes âgées et les activités de dépistage précoce et de prévention seront également cruciales pour l'avenir. Beaucoup reste encore à démontrer sur ces différents plans.

## **La réémergence des maladies infectieuses et le risque pandémique**

Au cours des années 1960 et 1970, marquées notamment par l'immense succès de l'éradication de la variole sur la planète entière, dont le responsable, l'épidémiologiste américain D.A. Henderson, vient de décéder, et par la quasi-disparition de la mortalité due à la rougeole, au tétanos ou à la diphtérie dans les pays du Nord, il était largement admis, y compris chez les meilleurs experts, que le combat contre les maladies infectieuses allait être gagné. Cette idée reposait notamment sur deux hypothèses erronées : l'absence d'évolution des microbes (recombinaisons et réassortiments génétiques favorisant les mutations) et la possibilité de circonscrire géographiquement les maladies infectieuses.

16. Le reste à charge pour les patients couverts par *Medicare*, aux États-Unis, est de l'ordre de 20 %.

C'est — pure coïncidence ? — à la même époque que l'éradication de la variole, que de nouveaux et nombreux phénomènes inquiétants ont mis sur le devant de la scène le constat de l'émergence et de la réémergence des maladies infectieuses. La découverte du virus Ebola en 1976 par Peter Piot, futur directeur général d'ONUSIDA (Programme commun des Nations unies sur le VIH/sida), l'apparition du sida au début des années 1980 puis sa propagation très rapide et effrayante dans le monde entier, la résurgence d'une vieille maladie infectieuse comme la tuberculose en raison notamment de résistances aux traitements, et des travaux de recherche réalisés notamment sous l'égide de l'OMS ont débouché sur une nouvelle prise de conscience au tournant des années 1990.

Sur une période de 60 ans, l'OMS a identifié 335 nouvelles maladies infectieuses ou maladies réémergentes. Il peut s'agir soit de nouvelles maladies *stricto sensu*, ou de maladies préexistantes mais jamais identifiées jusqu'alors (Ebola en 1976, sida depuis 1981, hépatite C depuis 1989, H5N1 depuis 1997, coronavirus depuis 2012), soit de maladies qui apparaissent dans des zones géographiques où elles n'étaient pas présentes (virus du Nil Occidental aux États-Unis depuis 1999, Chikungunya puis Zika désormais dans plusieurs dizaines de pays, y compris aux États-Unis), soit de la résurgence de maladies considérées sous contrôle (peste, tuberculose dans les pays du Nord).

L'impact sanitaire des maladies émergentes ou réémergentes a, pour l'instant, été sans commune mesure les unes comparées aux autres. Mais l'impact sur les opinions publiques et, parfois, sur les économies nationales a, en revanche, été considérable.

## ORIGINE GÉOGRAPHIQUE DE QUELQUES MALADIES ÉMERGENTES OU RÉÉMERGENTES

Le site Internet des CDC (Centers for Disease Control and Prevention), aux États-Unis, propose une carte présentant l'origine géographique de quelques maladies infectieuses émergentes ou réémergentes, sur la période 1990-2006<sup>1</sup>. Difficilement lisible une fois passée dans les deux couleurs de la revue *Futuribles* (raison pour laquelle nous ne la reproduisons pas ici), elle montre la grande concentration de ces maladies dans les pays en développement. Le continent africain est ainsi particulièrement concerné : Ebola, fièvre jaune, polio, fièvre de la vallée

du Rift, variole du singe, trypanosomiase, peste..., y sont présents. De même que l'Asie, où l'on trouve principalement le SRAS (syndrome respiratoire aigu sévère) / coronavirus et la grippe H5N1, mais aussi les virus Hendra et Nipah, Ebola, la polio, le paludisme, la tularémie, la peste... On relève aussi que les zones marquées par des conflits au cours de cette période sont particulièrement concernées par la présence ou le retour de ces différentes maladies.

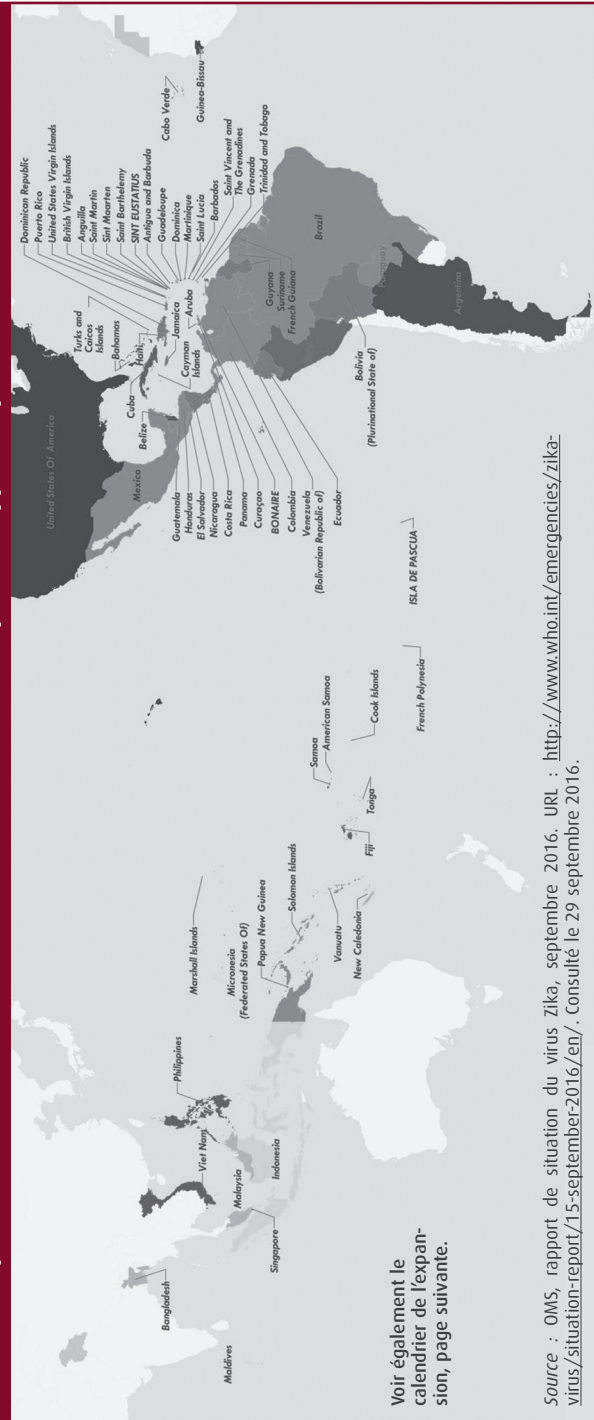
*Futuribles*

1. URL : <http://wwwnc.cdc.gov/eid/article/13/11/06-1093-f1>. Consulté le 29 septembre 2016. Carte issue de l'article suivant : GAYER Michelle et alii, « Conflict and Emerging Infectious Diseases », *Emerging Infectious Diseases*, vol. 13, n° 11, novembre 2007.

Le sida a tué en seulement 35 ans près de 40 millions de personnes et en a contaminé le double. Aujourd'hui, 37 millions d'individus vivent avec le virus et plus de deux millions sont encore infectés chaque année. Le sida est la première cause de la mortalité des adultes (de 15 à 49 ans) et la première cause de mortalité sur le continent africain. C'est une catastrophe planétaire et une menace sans équivalent depuis la grande peste du XIV<sup>e</sup> siècle ou, en tout cas, la pandémie grippale de 1918.

L'épidémie récente d'Ebola est, pour sa part, à l'origine de la mort de 11 300 personnes en deux ans environ, pour l'essentiel dans trois pays d'Afrique de l'Ouest (Liberia, république de Guinée et Sierra Leone). Pour leur part, le SRAS, le coronavirus et le

**Carte 1 — Expansion mondiale du virus Zika de 2013 à 2016 selon le premier rapport de présence de l'infection localement**



<b>Calendrier 2013-2016 de l'expansion mondiale du virus Zika selon le premier rapport de présence de l'infection localement</b>					
<b>2013</b> Indonésie Polynésie française	<b>2014</b> Nouvelle- Calédonie Îles Cook Bangladesh Malaisie île de Pâques (Chili)	<b>2015</b> Brésil Colombie Guatemala Paraguay Venezuela Cap-Vert Martinique Papouasie- Nouvelle-Guinée Îles Salomon Guyane française	Honduras Salvador Mexique Surinam Vanuatu Panama Porto-Rico Guyane française	<b>Janvier 2016</b> Samoa Bolivie Îles vierges (États- Unis) Rép. dominicaine Costa-Rica Guadeloupe Saint-Martin Nicaragua Barbade Maldives	<b>Février 2016</b> Équateur Jamaïque Curaçao Haïti Tonga Pérou Aruba Bonaire Samoa américaines Îles Marshall Saint-Vincent-et-les- Grenadines Sint-Maarten Trinité-et-Tobago
<b>Mars 2016</b> Fidji Micronésie Viêt-nam Cuba Philippines	<b>Avril 2016</b> Saint- Barthélémy Belize Sainte-Lucie	<b>Mai 2016</b> Argentine Grenade	<b>Juin 2016</b> Guinée- Bissau Anguilla	<b>Juillet 2016</b> Bahamas Îles Caïman Floride (États-Unis) Îles Turques-et- Caïques Antigua-et-Barbuda Saint-Eustache	<b>Août 2016</b> Îles vierges britanniques Singapour
<i>Source : OMS, rapport de situation du virus Zika, septembre 2016, op. cit.</i>					

H5N1 ont tué environ 1 000 personnes en 10 ans. Et l'épidémie de Zika, une maladie connue depuis 1952 mais considérée alors comme bénigne, a touché 70 pays et territoires depuis 2015, dont 20 ont rapporté des cas de microcéphalie ou autres graves malformations congénitales.

Les perspectives pour 2030 pour le sida sont d'un optimisme raisonné. Grâce aux nouvelles méthodes de prévention, aux nouveaux traitements et à la mise au point possible d'un vaccin, il devient envisageable, pour la première fois, de mettre fin au sida. C'est d'ailleurs l'objectif de la communauté internationale. Les experts sont toutefois nombreux à signaler les limites d'un tel espoir : risques de démobilitation financière, efficacité insuffisante des stratégies actuelles qui se traduit par une baisse plus limitée que prévu du nombre de nouvelles infections, apparition de résistances au traitement dans certains pays, difficultés de la recherche vaccinale, explosion démographique en Afrique...

En ce qui concerne les autres maladies émergentes ou réémergentes, les perspectives vraisemblables à l'horizon 2030 sont celles d'une continuité des tendances à l'œuvre. Les facteurs les favorisant vont continuer à agir fortement à l'avenir :

— intensification de l'élevage agricole et de la modification des usages des sols, qui mettent au contact hommes et animaux (or on estime que 70 % environ des maladies émergentes ou réémergentes sont d'origine animale) ;

## C'EST DÉJÀ DEMAIN : BIENTÔT DES SUPERHUMAINS ?

Les progrès de la science et de la technologie sont désormais tellement rapides qu'il est possible que nos enfants et nos petits-enfants transforment leur corps, leur esprit et leur humanité elle-même. Nombreux sont les films, les séries télévisées (et les livres de science-fiction) qui décrivent, pour partie, ces futurs possibles de l'homme, sous un jour d'ailleurs souvent pessimiste : *L'Homme qui valait trois milliards*, *Blade Runner*, *Matrix*, *Bienvenue à Gattaca*, *Robocop*, *La Mémoire dans la peau*, *Her* ou *Ex Machina*...

La controverse internationale sur les technologies d'amélioration a débuté au début des années 2000 avec la publication du rapport *Converging Technologies for Improving Human Performance*, commandé par la National Science Foundation (NSF) et le département du Commerce américain<sup>1</sup>, notamment car celui-ci envisageait ouvertement l'amélioration des capacités physiques et intellectuelles de l'être humain comme un but légitime de la recherche.

Le dopage, la chirurgie esthétique ne sont pas des réalités nouvelles et la médecine réparatrice a fait des progrès considérables grâce au progrès médical et scientifique. Mais les avancées phénoménales de la science, la capacité croissante à manipuler la matière et le vivant permettent désormais d'augmenter radicalement les capacités humaines, voire de créer de véritables « superhumains<sup>2</sup> ». C'est le projet des transhumanistes, au premier plan desquels figure l'Américain Ray Kurzweil.

Trois outils principaux devraient aider les hommes à améliorer leurs perfor-

mances en 2050. D'abord, les médicaments qui pourront refaçonner notre apparence et atténuer les effets du vieillissement, modifier nos sentiments et notre humeur avec une grande précision, et augmenter radicalement nos capacités cognitives et notre résistance. Ensuite, les dispositifs bioélectroniques qui amélioreront nos cinq sens voire en créeront de nouveaux<sup>3</sup> ; ils permettront des interactions homme / machine ultracomplexes et rapides qui amélioreront fortement nos capacités cognitives. Enfin, le génie génétique qui nous permettra de limiter les risques, par exemple, d'avoir des enfants petits, des enfants malades ou des enfants ayant un quotient intellectuel inférieur à 150...

Ces outils d'amélioration des capacités physiques et cognitives rencontreront très probablement une forte demande de la part de la population.

Si l'espérance de vie progressera probablement beaucoup (100 ans, et peut-être 120 ans voire plus ?), les problèmes éthiques, sociaux et politiques posés par de telles évolutions sont évidemment immenses, en particulier dans l'hypothèse que les transhumanistes appellent de leurs vœux. Mais même dans un scénario d'augmentation limitée des capacités humaines, les risques d'inégalités structurelles et profondes entre humains (surhommes et hommes normaux), d'eugénisme et de souffrance psychique entre autres sont également très grands. La question est donc de savoir comment bénéficier des progrès scientifiques en cours et futurs tout en évitant au maximum les écueils qui nous menacent. Cela passe notamment par un renfor-

1. Roco Mihail C. et BAINBRIDGE William S., *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Arlington : NSF, 2002.

2. BESS Michael, *Make Way for the Super Humans: How the Science of Bio-enhancement is Transforming Our World, and How We Need to Deal with It*, Londres : Icon Books, 2016.

3. Michael Bess cite l'exemple de la sensation du champ magnétique terrestre.

cement de l'enseignement des sciences et de l'éthique, l'application stricte du principe de précaution dans les législations nationales concernant l'augmen-

tation des capacités humaines et une coopération internationale accrue...

L.-C.V.

- mondialisation des échanges de produits agricoles et d'animaux qui favorise l'introduction de maladies d'un continent à l'autre ;
- progression du transport aérien de passagers et du tourisme dans les pays exotiques notamment, qui permet la propagation des maladies infectieuses émergentes à période d'incubation courte ;
- progression, plus largement, des migrations humaines de longue distance ;
- dans les pays en développement, conflits qui suscitent migrations de population et détérioration des systèmes de santé publique ;
- résistances aux traitements antibiotiques, qui s'amplifient, y compris sous la forme de souches résistant à tout traitement, et vont devenir un enjeu de santé publique tout à fait majeur dans les prochaines décennies <sup>17</sup>.

Nul ne peut toutefois savoir avec certitude aujourd'hui quelle maladie, existante mais cachée dans le réservoir animal <sup>18</sup>, ou entièrement nouvelle et due à la mutation d'un virus, pourrait créer une grave épidémie dans les prochaines années, le cas échéant à l'échelle mondiale, et si cela surviendra effectivement. Un nouvel épisode de pandémie grippale comme celui que nous avons connu en 1918 pourrait aussi se reproduire et tuer jusqu'à plusieurs centaines de millions d'habitants de la planète selon certaines estimations <sup>19</sup>. Elle toucherait les différents continents et pays en vagues successives, et infecterait et réinfecterait les différents groupes de population sur une période de plusieurs années (deux ans pour la grippe espagnole), occasionnant chaos et ruine.

Les implications pour la santé mondiale des maladies émergentes et réémergentes seront d'autant mieux contenues que les investissements dans la surveillance épidémiologique seront importants, les moyens de recherche en infectiologie et en virologie seront soutenus et la mise en

---

17. Un tout récent rapport, cité lors de l'Assemblée générale des Nations unies du 21 septembre 2016, chiffre à 700 000 le nombre annuel de morts à l'heure actuelle et à 10 millions en 2050 si l'on n'agit pas suffisamment. Voir *Tackling Drug-Resistant Infections Globally: Final Report and Recommendations - The Review on Antimicrobial Resistance Chaired by Jim O'Neill*, mai 2016. URL : [https://amr-review.org/sites/default/files/160525\\_Final%20paper\\_with%20cover.pdf](https://amr-review.org/sites/default/files/160525_Final%20paper_with%20cover.pdf). Consulté le 27 septembre 2016.

18. Sur ce sujet, voir l'encadré « Une menace parmi d'autres : la prochaine pandémie », consacré au livre de David Quammen, *Spillover: Animal Infections and the Next Human Pandemic* (New York : Norton, 2012), in *Futuribles*, n° 397, novembre-décembre 2013, p. 30-31 (NDLR).

19. Cf. par exemple OSTERHOLM Michael T., « Preparing for the Next Pandemic », *New England Journal of Medicine*, vol. 352, 2005, p. 1839-1842.

place de capacités d'intervention sera accélérée. Il est indispensable, de ce fait, que les gouvernements s'accordent entre eux, investissent de façon massive et créent une force internationale — des forces régionales ou nationales le cas échéant, peu importe — de réaction rapide adaptée(s) aux menaces. Il est tout aussi indispensable de réunir les conditions pour que les industriels modifient leurs stratégies et réinvestissent le champ des maladies infectieuses. ■

## FUTURIBLES INTERNATIONAL

## Table ronde

► **Démarche de transition à Loos-en-Gohelle.** Mardi 22 novembre 2016, de 14h à 17h. Débat sur les enseignements de l'évaluation, par l'ADEME, de la conduite du changement à Loos-en-Gohelle

Animé par **Frédéric Weill** (directeur d'études à Futuribles), en présence de **Jean-François Caron** (maire de Loos-en-Gohelle), **Jacques Ravallaut** (conseiller auprès du président de l'ADEME), **Philippe Rogier** (sous-directeur à l'intégration du développement durable dans les politiques publiques au CGDD), et **Karine Sage** (consultante chez Quadrant Conseil).

*Les abonnés de la revue Futuribles ainsi que membres de Futuribles International ayant acquitté leur cotisation sont invités aux tables rondes. Une participation de 20 euros est demandée aux personnes non membres.*

Contact : Aude Houguenague • Futuribles International  
47, rue de Babylone • F-75007 Paris • Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54  
E-mail [ahouguenague@futuribles.com](mailto:ahouguenague@futuribles.com) • Site Internet [www.futuribles.com](http://www.futuribles.com)

# NUMÉROS ET DOSSIERS SPÉCIAUX RÉCENTS DE LA REVUE FUTURIBLES - TOUJOURS EN VENTE - 22 €



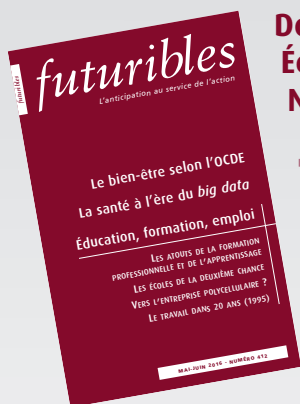
## Numéro spécial Renouveau des utopies urbaines N° 414, septembre-octobre 2016

- ➡ Comment une terre devient créative
- ➡ *Fablabs* urbains versus *think-tanks*
- ➡ Comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme
- ➡ Villes intelligentes : utopie ou réalité ?



## Dossier spécial Science-fiction et prospective N° 413, juillet-août 2016

- ➡ Panorama des œuvres d'anticipation
- ➡ Exploration de ruptures sociales et extension du champ des possibles
- ➡ Le rapport homme-nature au prisme de la science-fiction



## Dossier spécial Éducation, formation, emploi N° 412, mai-juin 2016

- ➡ Les atouts de la formation professionnelle et de l'apprentissage
- ➡ Les écoles de la deuxième chance
- ➡ Vers l'entreprise polycellulaire ?
- ➡ Le travail dans 20 ans (1995)

Commande en ligne : <http://www.futuribles.com>

Informations / commande : Hélène Vioujard • Futuribles

Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54

E-mail : [hvioujard@futuribles.com](mailto:hvioujard@futuribles.com)

# La science vers de nouvelles frontières

AVANCÉES ET RUPTURES POSSIBLES DANS QUELQUES DOMAINES SCIENTIFIQUES À L'HORIZON 2030-2050

PAR PIERRE PAPON <sup>1</sup>

*Il y a un peu plus d'un siècle, fin 1915, Albert Einstein énonçait sa théorie de la relativité qui allait bouleverser notre compréhension de l'Univers et de la gravité, et plus tard donner lieu à nombre d'applications dans notre quotidien. De tels changements de paradigme sont-ils encore possibles, envisageables aujourd'hui, en physique, mais aussi en biologie, génétique, etc. ? Que nous réserve la recherche scientifique dans les décennies à venir ? Telles sont les questions auxquelles Pierre Papon propose ici d'apporter des éléments de réponse, puisés dans les diverses contributions au chapitre « Recherche, sciences et techniques » du Rapport Vigie 2016 <sup>2</sup>, actualisés pour tenir compte de développements plus récents. Des sciences de la matière et de l'Univers aux avancées de la génétique et des neurosciences, en passant par les nouvelles applications de la physique et la biologie de synthèse, il montre ici quels sont les grands champs d'étude qui mobilisent aujourd'hui la recherche scientifique, les perspectives et ruptures éventuelles qu'ils portent en germe à l'horizon de quelques décennies, mais aussi les questions de société sous-jacentes aux applications qui pourraient en découler. S.D. ■*

**A**u début de l'année 2016, les annonces de la mise en évidence d'ondes gravitationnelles par interférométrie et de la synthèse complète d'une bactérie, ainsi que la victoire du programme d'ordinateur AlphaGo sur les meilleurs joueurs mondiaux du jeu de go, préfiguraient plusieurs tendances

1. Professeur émérite de physique à l'École de physique et chimie industrielles (Paris), membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de Futuribles International.

2. JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, 540 p.

lourdes de la recherche scientifique pendant les prochaines décennies : mieux comprendre la structure de la matière et de l'Univers, les mécanismes biologiques qui sont à la base de la vie et de la conscience, et perfectionner la relation homme-machine grâce à l'intelligence artificielle. Certaines de ces questions, l'origine de la vie et de l'Univers notamment, sont de véritables mythes mobilisateurs de la recherche depuis des siècles, ils pourraient conduire à la remise en cause de paradigmes. L'objet de cet article est d'explicitier les grandes thématiques de la recherche pendant ce demi-siècle qui, pour certaines d'entre elles, sont aussi des questions de société.

## ***Sciences de la matière et de l'Univers : un nouveau paradigme sera-t-il nécessaire ?***

La physique moderne a rencontré d'incontestables succès car, à partir d'hypothèses sur la structure de la matière, sur l'énergie et la relation espace-temps, elle explique des phénomènes à différentes échelles (le magnétisme, la structure des atomes et des étoiles par exemple) tandis que la cosmologie décrit l'évolution de l'Univers depuis le big bang. La théorie de base de la physique des particules, le « modèle standard », explique l'existence des particules élémentaires et des forces associées à certaines d'entre elles ; il avait prévu l'existence d'une particule, le boson de Higgs (qui confère leur masse aux autres particules), et sa découverte au CERN (l'Organisation européenne pour la recherche nucléaire), en 2012, a conforté sa validité tandis que la mise en évidence de l'existence des ondes gravitationnelles conforte le paradigme relativiste.

Cependant, l'inventaire complet de l'Univers pose une sérieuse question : il serait constitué de 5 % de matière « ordinaire » (les constituants des atomes), complétée par 25 % de matière noire (un halo entourant les galaxies) et 70 % d'énergie noire (expliquant l'accélération de l'expansion de l'Univers) ; l'existence des deux dernières n'a pas été prévue et elles n'ont pas été détectées. Qui plus est, le « modèle standard » n'explique ni la dissymétrie entre la matière et l'antimatière dans l'Univers (cette dernière ayant pratiquement disparu) ni la gravitation <sup>3</sup>.

La recherche des particules qui constitueraient la matière et l'énergie noires constituera une tendance lourde de la physique et de l'astrophysique d'ici 2030-2050. En cas d'échec, que l'on ne saurait exclure, il sera alors nécessaire de réviser le « modèle standard » ou de trouver un nouveau paradigme expliquant mieux, par exemple, la relation matière-énergie, ce qui constituerait une rupture. Ce sera un des grands défis de la physique dans les prochaines décennies (l'horizon 2050).

---

3. Toute brique de matière a un homologue d'antimatière, elles s'annihilent lors d'une collision. À l'électron, la charge élémentaire d'électricité qui a une charge négative, correspond ainsi une antiparticule de charge positive, le positron. De même, au proton correspond un antiproton.

## LA SCIENCE DE DEMAIN AURA BESOIN D'INSTRUMENTS TOUJOURS PLUS PERFORMANTS

La détection à deux reprises en 2015 d'ondes gravitationnelles, aux États-Unis (annoncée en 2016), est un événement important car il conforte une prévision de la théorie de la relativité d'Albert Einstein, et donc cette théorie importante. Celle-ci suppose que l'espace et le temps sont imbriqués, ils constituent l'espace-temps qui est en quelque sorte le tissu de l'Univers, et que la gravitation est un « effet » résultant de la déformation de cet espace-temps par la matière.

Émises lors de la collision de deux trous noirs, les ondes gravitationnelles ont été détectées à l'aide de deux interféromètres géants, les installations Ligo (*Laser Interferometer Gravitational waves Observatory*), l'une située à Livingston en Louisiane, l'autre à Hanford (État de Washington). Ce sont des interféromètres constitués par deux bras perpendiculaires (4 km de long pour Ligo) qui détectent une infime variation de la distance parcourue par des faisceaux lasers entre deux miroirs, qui résulte de la déformation de l'espace lors du passage d'une onde gravitationnelle (on envoie un faisceau dans chaque bras, en les recombinaut avec un miroir ils vont former des franges d'interférence qui sont modifiées lors du passage d'une onde).

Il existe plusieurs installations de ce type dans le monde, notamment l'installation franco-italienne Virgo, à Cascina près de Pise (une collaboration entre le Centre national de la recherche scientifique, CNRS, français et l'Institut national de physique nucléaire italien). L'astrophysique bénéficiera, très probablement, du succès récent de cette technique d'interférométrie optique à grande échelle. On pourrait ainsi détecter de nouveaux objets célestes ou des phénomènes cosmiques inconnus permettant de mieux comprendre l'évolution et la structure de l'Univers.

La découverte de nouvelles particules constitutives de la matière est un

grand enjeu de la physique. Les physiciens espèrent découvrir celles qui constituent la matière noire avec le grand accélérateur du CERN, le LHC (*Large Hadron Collider*), ou dans l'espace avec des satellites (par exemple des WIMPs, ou *Weakly Interacting Massive Particles*, des particules interagissant faiblement avec la matière ordinaire, ce terme signifiant aussi mauviettes en anglais...). Ils tentent également de mesurer la masse, supposée infinitésimale, de particules appelées neutrinos (venant de l'espace, leur comportement n'est pas encore compris) avec des détecteurs abrités de perturbations, au fond d'une mine, sous une haute montagne (dans le tunnel routier du Fréjus, près de Modane, notamment) ou sous la glace des pôles.

Le « modèle standard » permet de mieux comprendre la « vie sociale » des particules élémentaires constituant la matière, en particulier celle des quarks qui en sont les briques élémentaires (le proton et le neutron, qui sont les constituants des noyaux, sont chacun l'assemblage de trois quarks ; il en existe six variétés). À l'aide d'accélérateurs, on peut produire des particules artificielles éphémères constituées par quatre ou cinq quarks et imaginer fabriquer des atomes exotiques avec elles, c'est une physique qui peut conduire à des surprises (des propriétés insolites de ces atomes).

Quoi qu'il en soit, la génération des accélérateurs de particules actuels devra être tôt ou tard remplacée par de nouveaux appareils, vraisemblablement avant 2050. Le grand accélérateur du CERN a une circonférence de 27 km (il traverse deux fois la frontière franco-suisse près de Genève) et les dimensions de nouveaux appareils plus puissants poseront évidemment un redoutable problème (un accélérateur linéaire de quelques dizaines de kilomètres est envisagé). Une rupture technique n'est pas impossible en utilisant

un plasma (des particules ionisées) dont le champ électrique accélérerait des électrons ou des protons. L'astronomie aura besoin, quant à elle, de nouveaux télescopes embarqués sur des satellites qui seront sans doute utilisés aussi pour détecter des ondes gravitationnelles et réaliser des expériences de physique quantique. La biologie et les neurosciences n'échappe-

ront pas non plus à cette course à la performance et à la précision, en particulier dans le domaine de l'imagerie (la précision d'une technique comme l'IRM, l'imagerie à résonance magnétique, est faible ; elle ne détecte pas une zone du cerveau d'une dimension inférieure à quelques millimètres).

P.P.

Les physiciens travaillent, depuis la fin des années 1960, sur des alternatives aux théories actuelles. L'une d'elles, la « théorie des cordes », suppose que chaque particule serait la manifestation d'un mode vibratoire d'objets infinitésimaux à une dimension, appelés « cordes », vibrant et interagissant entre eux comme des particules. Cette théorie et ses variantes sont unitaires : intégrant physique quantique et relativité générale, elles expliquent l'existence des particules élémentaires et de toutes les forces fondamentales, y compris la gravitation<sup>4</sup>. Leur formalisme mathématique est très complexe et elles se prêtent difficilement à des vérifications expérimentales. Une alternative consiste à retourner aux concepts de base de la physique quantique qui fait une claire distinction entre deux catégories de particules : d'une part celles qui sont des « briques » de matière (ou d'antimatière) comme l'électron ou le proton, d'autre part celles qui sont associées à des forces, comme le photon qui est une particule de lumière (correspondant à la force électromagnétique). La théorie de la « supersymétrie » fait l'hypothèse qu'il existe une symétrie totale entre ces catégories : toute particule d'une catégorie aurait un superpartenaire dans l'autre catégorie. À l'électron correspondrait ainsi un *sélectron* (un raccourci pour superélectron), au photon un *photino*, etc. Aucune de ces superparticules hypothétiques n'a été détectée, leur découverte (possible à haute énergie ?) serait un « cygne noir ».

Une hypothèse de travail plus radicale consisterait à supposer que l'espace-temps d'Einstein est quantifié (comme l'énergie en physique quantique) et constitué de microstructures, elle unifierait *de facto* les deux grands paradigmes de la physique moderne. Trouver « la » théorie unitaire de la physique est un objectif central, mais son avènement est très incertain. Enfin, la physique quantique n'est pas, elle-même, à l'abri d'un changement de paradigme. Elle donne une description probabiliste du monde microscopique, et le principe d'incertitude, énoncé par Werner Heisenberg en 1927, impose une limite théorique à la précision de la mesure simultanée de grandeurs complémentaires comme la position et la vitesse d'une particule ; l'information sur son état est donc incomplète. Cette limite pourrait-elle être contournée ou dépassée ? Il est difficile de l'affirmer mais en tout état de cause, ce

4. Elle prévoit l'existence d'une particule associée à la gravitation, le graviton, de masse nulle.

dépassement ne serait pas sans conséquences car il conduirait à un *aggiornamento* du concept d'information en physique quantique, qui sera un champ de recherche très actif, à la frontière de la physique, de la théorie de l'information et des probabilités <sup>5</sup>.

## Vers des applications nouvelles de la physique

Depuis la Seconde Guerre mondiale, l'informatique a rendu possible le stockage et le traitement de l'information. Elle est fondée sur son traitement algorithmique par des ordinateurs qui ont accru leurs performances grâce à la miniaturisation continue des transistors que prévoyait la loi de Moore énoncée en 1965 (un doublement biennal de la puissance des ordinateurs). Celle-ci va atteindre une limite matérielle (en 2020-2025 ?) lorsque la taille des composants électroniques sera de l'ordre de la dimension de petits groupes d'atomes (quelques nanomètres). Elle sera alors contrainte soit d'inventer des puces à trois dimensions (probablement un palliatif), soit de changer de paradigme.

Au lieu d'utiliser les transistors comme des trappes qui laissent passer ou arrêtent des électrons dans un circuit, on peut manipuler les états quantiques de particules individuelles (un photon, un électron, un atome ou un ion, par exemple) et donc faire appel aux concepts de l'information quantique. C'est l'objectif de l'informatique quantique : à chaque état est associé un « bit » de l'informatique. Ceci impose d'une part de réaliser un dispositif pour modifier les états d'un ensemble de particules (par exemple un laser pour exciter des ions) et d'autre part de les mesurer avec une extrême précision. Ce changement de paradigme pourrait faciliter la mise au point des ordinateurs quantiques. L'informatique quantique permettrait de manipuler un très grand nombre de données, des *big data* (en cryptographie et en météorologie par exemple), avec des calculs massivement parallèles. L'informatique quantique et les techniques appliquant les principes de la physique quantique à la cryptographie et à la cybersécurité (on sait transmettre à grande distance, quelques centaines de kilomètres, une information quantique codée). Toutefois, la voie est encore incertaine et ne sera probablement pas ouverte avant 2030.

La chimie et la science des matériaux bénéficieront, elles aussi, des progrès de la physique et de l'informatique quantiques dans la mesure où elles permettront la modélisation très poussée des réactions chimiques et des propriétés de matériaux. Une « prévision » des relations entre la structure et les propriétés des matériaux (pour améliorer la conductivité électrique

5. AUFFÈVES Alexia et GRANGIER Philippe (interview par Sylvain Guilbaud), « Donner du sens à la mécanique quantique », CNRS [Centre national de la recherche scientifique], *Le journal*, hiver 2016, p. 32.

## L'ORDINATEUR QUANTIQUE : C'EST DÉJÀ DEMAIN ?

La principale difficulté à laquelle se heurtent les électroniciens est l'évacuation de la chaleur émise par les transistors (un effet Joule) dans des puces de petite dimension, d'où l'idée de spécialistes de la physique quantique de sauter l'obstacle en manipulant des états quantiques de particules, ce qui n'implique pas de transfert de chaleur <sup>1</sup>.

L'informatique quantique utilise une propriété spécifique de toute particule en physique quantique : elle peut se trouver simultanément dans deux états (un électron peut ainsi être porteur de deux aimantations d'orientation opposée dans un champ magnétique). Si chacun d'eux représente une information, un bit en informatique, on peut donc stocker simultanément deux bits sur la particule (appelés qubits pour quantum bits), les capacités de stockage sont ainsi augmentées de façon exponentielle. Des algorithmes spécifiques ont été mis au point pour cette informatique quantique.

Ceci impose d'une part de réaliser un dispositif pour modifier les états d'un ensemble de particules (par exemple un laser pour exciter des ions) et d'autre

part de les mesurer avec une extrême précision en évitant toute perturbation par le système de mesure ou l'environnement et donc une perte de cohérence.

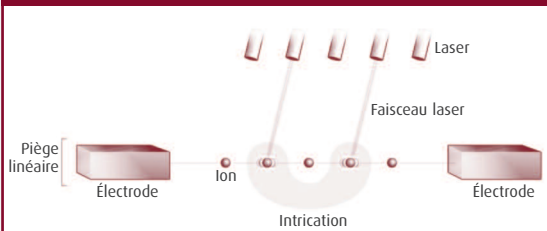
Un « calculateur » utilisant cinq ions d'ytterbium excités par un laser a été mis au point récemment mais ses performances restent encore très limitées <sup>2</sup>. D'autres techniques sont testées, en particulier des microcircuits supraconducteurs. La mise au point de tels ordinateurs, qui peut se heurter à de très sérieux obstacles scientifiques et techniques, serait une véritable rupture qui ne pourrait probablement pas survenir avant 2030-2040.

Les atomes d'ytterbium (une terre rare) sont ionisés et piégés entre deux électrodes (piège linéaire) et deux d'entre eux sont excités par un laser, ils vibrent autour de leur position d'équilibre et leurs états sont intriqués, c'est-à-dire complètement corrélés. Chaque état d'un atome représente un qubit, on peut faire une opération, un calcul, avec des qubits intriqués (avec ces cinq ions on peut stocker ou traiter 25 qubits soit 32 informations). Pour stocker et

traiter des informations, il faudra faire appel à des atomes ou des électrons, comme ce dispositif, tandis que pour les transmettre on utilisera des photons (des particules de lumière), éventuellement par voie satellitaire comme les Chinois ont prévu de le faire.

P.P.

### Système atomique avec cinq ions ytterbium préfigurant un ordinateur quantique très primitif



Source : BARTLETT Stephen D., « Atomic Physics: A Milestone in Quantum Computing », *Nature*, vol. 536, n° 7614, p. 35-36.

1. WALDROP M. Mitchell, « More than Moore », *Nature*, vol. 530, n° 7589, 11 février 2016, p. 144-147.
2. DEBNATH Shantanu *et alii*, « Demonstration of a Small Programmable Quantum Computer with Atomic Qubits », *Nature*, vol. 536, n° 7614, 5 août 2016, p. 63-66.

d'électrodes de batteries ou la résistance mécanique d'alliages pour l'aéronautique, par exemple) sera donc possible. Elle raccourcira le délai entre R&D (recherche-développement) et industrialisation, mais ne conduira pas à des innovations radicales. Après la synthèse du graphène, il y a une dizaine d'années, constitué d'une monocouche d'atomes de carbone, la mise au point, en 2015, du premier transistor en silicène, un matériau constitué d'une monocouche de silicium (un substitut possible au silicium cristallin dans les transistors), le front de la recherche s'est déplacé vers les nanomatériaux bidimensionnels. D'autres matériaux bidimensionnels seront sans doute synthétisés dans les 10 ans à venir, ouvrant la voie à des applications potentielles à l'électronique rapide, aux cellules photovoltaïques pour augmenter leur rendement, voire à la photosynthèse artificielle. La mise au point des techniques de fabrication en masse est une incertitude majeure qui ne sera sans doute pas levée avant 2030.

Le couplage entre l'optique et des structures nanométriques, la nanophotonique, ouvre des perspectives à des applications à la détection et à la transmission de signaux lumineux, notamment en médecine, un domaine où l'utilisation de nanoparticules est appelée à un développement considérable. Elles peuvent cibler une cellule (cancéreuse notamment) soit pour la détruire (en délivrant une molécule ou en la brûlant par chauffage par irradiation externe), soit détecter une protéine ou une bactérie suspecte par fluorescence. Si l'utilisation de nanomatériaux comme capteurs ou émetteurs de signaux est une voie largement ouverte, en revanche la fabrication d'un « nano-objet », un assemblage de plusieurs nanoparticules, se heurtera à des obstacles physiques, les forces d'attraction entre nanoparticules étant importantes aux petites distances. La mise au point de nanorobots demeure donc, au moins jusqu'en 2040, une incertitude majeure pour les nanotechnologies.

À la frontière de la physique quantique et des matériaux, les « atomes froids » sont des nouveaux systèmes émergents. Ces atomes sont refroidis par piégeage dans un champ magnétique et dans plusieurs faisceaux lasers qui annihilent leur agitation thermique et les condensent à très basse énergie (le rubidium et le potassium sont souvent utilisés) dans un volume d'environ un centimètre cube (un million d'atomes). Ces systèmes atomiques, utilisés comme étalons de fréquence d'une grande stabilité dans des horloges atomiques à bord de satellites, sont très sensibles à des perturbations (des vibrations ou des variations de la gravité), ils seront sans doute mis en œuvre dans des détecteurs très sensibles, par exemple d'ondes sismiques, voire en géophysique des gisements pétroliers.

L'énergie restera un champ de la recherche d'une importance économique majeure. Peut-on escompter que l'avènement de nouveaux paradigmes en physique puisse avoir des conséquences importantes pour les techniques énergétiques ? Il est difficile de l'affirmer, mais la relation entre l'énergie et la masse étant au centre des travaux théoriques de la physique des particules, une révision de ces concepts conduirait, peut-être, à mettre en évidence de nouveaux modes d'interaction entre la matière et la lumière, ou de trans-

formation de la matière en énergie (ce fut le cas, au siècle dernier, avec les applications énergétiques de la physique du noyau et de la fission nucléaire). Quant à la fusion thermonucléaire, il est probable que la faisabilité d'une réaction de fusion utilisant des atomes de deutérium et de tritium (des isotopes de l'hydrogène), assurant une production nette d'énergie, ne sera pas prouvée avant 2050, elle reste d'ailleurs encore hypothétique <sup>6</sup>.

## **Un aggiornamento de la biologie et de la génétique**

Le paradigme de la biologie et de la génétique date du début des années 1960 : il suppose que « la mécanique du vivant » s'explique par un programme moléculaire <sup>7</sup>. Il postule qu'un flux d'informations unidirectionnel, inscrit dans des séquences de la molécule d'ADN (acide désoxyribonucléique) — elles constituent des gènes —, est transcrit dans une molécule plus simple, l'ARN (acide ribonucléique). Ces informations, qui constituent un code génétique, vont piloter la synthèse des protéines (des enzymes par exemple) <sup>8</sup>. Les protéines et les ARN jouent un rôle essentiel dans les cellules et les relations intercellulaires car ils régulent l'expression des gènes, la signalisation intercellulaire, la structuration des cellules et la mise en œuvre de l'énergie. En fait, l'ADN n'est pas le *deus ex machina* pilotant le monde du vivant avec son programme génétique, à la manière de l'ordinateur d'une usine ultramoderne qui commanderait, à lui seul, toutes les lignes de fabrication et de distribution de ses produits. Les biologistes admettent désormais la nécessité d'une approche systémique de la biologie <sup>9</sup> : les séquences d'ADN, et donc les gènes, les ARN et les protéines forment un système, un ensemble au comportement global piloté par le jeu de leurs interactions et rétroactions. La compréhension de ces mécanismes de régulation est un point clef de la recherche biologique.

L'ADN et donc les gènes des organismes supérieurs (en particulier l'homme) ont une histoire : ils ont interagi avec leur environnement et des interactions ont pu laisser une empreinte qui est héritable. Celles-ci n'ont pas modifié la

---

6. Il existe deux techniques possibles pour réaliser la fusion : celle des tokamaks où l'on confine un plasma d'hydrogène par un champ magnétique, il est chauffé par micro-ondes ; et celle du confinement inertiel où la fusion est provoquée par irradiation laser. Des doutes ont été exprimés récemment, aux États-Unis, sur la faisabilité de cette dernière technique dite du confinement inertiel. Quant à la première, elle est mise en œuvre dans le cadre du projet international ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*) à Cadarache.

7. HENRY Jean-Pierre, *La Mécanique du vivant. De la cellule à la pensée*, Paris : Albin Michel, 2016.

8. L'ADN joue un rôle central, il est constitué par une double hélice ; l'ARN est une simple hélice. Ces acides nucléiques sont constitués de nucléotides différents (des molécules comportant une base azotée, un sucre et un phosphate). Quatre d'entre eux constituent les lettres de l'alphabet du code génétique. Il existe des exceptions notables au « dogme » central de la biologie, les rétrovirus notamment, l'information génétique pouvant prendre un chemin inverse, c'est-à-dire de l'ARN vers l'ADN.

9. GROS François, *Une Biologie pour le développement*, Les Ullis : EDP Sciences, 2009.

séquence de l'ADN, mais certains de ses sites névralgiques, inhibant l'expression des gènes, ont pu subir une altération chimique telle qu'une méthylation (un groupe méthyle se greffe sur une base d'un nucléotide). L'épigénétique, l'étude de ces processus, est devenue un domaine important de la génétique car elle permet de remonter à l'histoire d'un système biologique et donne des clefs pour comprendre son comportement. Elle sera aussi un champ très actif de la recherche.

Si, contrairement à la physique, la biologie ne prévoit pas des phénomènes, pourrait-elle trouver une méthode pour interpréter et éventuellement prévoir le fonctionnement du système vivant ? Une approche probabiliste des mécanismes à l'œuvre dans le vivant serait une stratégie possible : on calculerait, par exemple, la probabilité d'activation d'un gène par une protéine, ou un fragment d'ARN, enclenchant le processus de synthèse des protéines. Cette approche statistique, très théorique, requiert la connaissance de la nature des forces d'interaction entre les protéines, voire entre les cellules. Cette approche probabiliste de la biologie constituerait une rupture, un changement de paradigme, une perspective à long terme et incertaine (2050 ?...), qui la rapprocherait de la physique.

## ***Vers une reprogrammation du vivant... et sa synthèse ?***

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, le chimiste allemand Friedrich Wöhler, en réalisant la synthèse de l'urée à partir de l'ammoniaque, la première molécule organique synthétisée en dehors du vivant, pensait avoir franchi une étape vers la reproduction chimique de la vie. Si la chimie du vivant a progressé depuis lors, elle n'a pas atteint cet objectif, même si la chimie supramoléculaire permet de synthétiser des assemblages de molécules dotées, par exemple des propriétés catalytiques, semblables à celles d'enzymes biologiques. On ne synthétise pas du vivant, mais des supramolécules dotées de propriétés biologiques. Le biomimétisme est une approche prometteuse mais à moyen terme (2030 ?) ; la synthèse complète de protéines aux propriétés nouvelles et n'existant pas dans la nature sera sans doute possible, elle ouvrirait la voie à un véritable « *design* » biologique.

Le séquençage des génomes (la détermination précise de la position des gènes sur l'ADN) est devenu une opération de routine ; son coût baissant continûment (quelques centaines d'euros en 2030 ?), il est désormais un outil de base pour la biologie. Il lui permet, en effet, de mener deux stratégies : réaliser la synthèse partielle ou totale de génomes par assemblage de séquences d'ADN, puis du vivant, au sens fort du terme, par exemple des nouvelles bactéries ; et reprogrammer le génome de cellules pour les transformer.

La première est la voie de la biologie synthétique qui a fait des progrès spectaculaires. Le biologiste Craig Venter a ainsi annoncé, en 2016, la synthèse complète d'une bactérie nouvelle, baptisée Syn3.0, capable de se reproduire ; son génome est constitué de 473 gènes (voir encadré ci-après). Le

## LES PERSPECTIVES DE LA BIOLOGIE SYNTHÉTIQUE

Grâce au génie génétique, on sait introduire des gènes étrangers dans le génome de plantes ou de bactéries (ce sont des organismes génétiquement modifiés, OGM) afin de fabriquer de nouvelles variétés végétales et transformer certaines bactéries en petites usines produisant des médicaments ou des hormones, telle que l'insuline humaine.

La biologie synthétique a l'objectif plus ambitieux de faire la synthèse complète, ou partielle, de génomes de cellules à partir des briques élémentaires que sont les nucléotides. Elle a franchi une première étape importante, en 2009-2010, lorsque des équipes américaines (dont celle du biologiste Craig Venter, l'un des *leaders* de l'entreprise de séquençage du génome humain achevé en 2003) ont synthétisé le génome de deux bactéries avec plusieurs milliers de petites fractions d'ADN. Une seconde étape a été franchie, en 2016, Craig Venter ayant annoncé la synthèse complète d'une bactérie nouvelle, baptisée Syn3.0, capable de se reproduire, dont le génome est constitué de 473 gènes (la fonction du tiers d'entre eux reste inconnue).

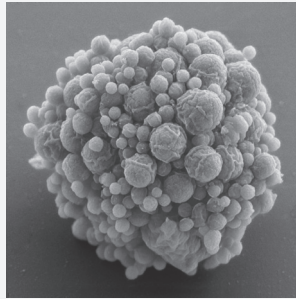
À l'horizon 2030-2040, on pourra probablement produire des bactéries partiellement ou totalement synthétiques, dotées de fonctions biologiques « sur commande » pour synthétiser des bio-

molécules (des enzymes par exemple), des polymères, ouvrant ainsi la voie à des applications de tous ordres en pharmacie, en chimie et en agrochimie. De nouvelles bactéries photosynthétiques pourraient synthétiser des biocarburants avec l'énergie solaire, et à partir de l'eau et du gaz carbonique.

Les techniques génétiques et la biologie synthétique permettent de franchir la barrière entre le naturel et l'artificiel, et de modifier la nature sur une large échelle (le vivant et l'humain en l'occurrence) ; il est donc légitime de s'interroger sur la pertinence éthique de certaines techniques génétiques. Ne risque-t-on pas de réaliser la synthèse de nouveaux OGM ou de bactéries dangereuses, et de porter atteinte à la biodiversité ? Si ces techniques sont appliquées à l'homme (par exemple en modifiant un nucléotide de son ADN ou les gènes de cellules germinales), et c'est probable, quels pourraient être les risques et les conséquences ?

Si le séquençage des génomes peut avoir un incontestable intérêt médical (adapter des traitements à des patients), son utilisation systématique pourrait avoir des effets pervers ; appliquée aux embryons humains, elle pourrait déboucher sur un nouvel eugénisme<sup>1</sup>. Là aussi une réflexion éthique s'imposera.

P.P.



Ensemble de plusieurs bactéries synthétiques Syn3 obtenues par le laboratoire de Craig Venter (leur nom signifie qu'elles sont la troisième génération de bactéries synthétiques, celles-ci pouvant se reproduire).

Source : HUTCHISON Clyde A. *et alii*, « Design and Synthesis of a Minimal Bacterial Genome », *Science*, vol. 351, n° 6280, 25 mars 2016.

1. TESTART Jacques, « Le nouvel eugénisme est dans l'œuf », *Futuribles*, n° 404, janvier-février 2015, p. 5-15.

succès de cette stratégie ne sera définitivement acquis que si ces bactéries synthétiques ne sont pas éliminées par la sélection naturelle.

La biologie synthétique n'introduit pas un nouveau paradigme mais elle représente une véritable rupture pour l'ingénierie génétique <sup>10</sup>. Elle aura besoin du renfort de l'informatique pour prévoir, par simulation, les structures des génomes artificiels et, si possible, leurs propriétés (une « conception assistée par ordinateur »). À l'horizon 2030-2040, on pourra probablement produire des bactéries partiellement ou totalement synthétiques, « sur commande », ouvrant la voie à de très nombreuses applications industrielles. En remplaçant un nucléotide d'ADN par une nouvelle molécule, on introduirait une nouvelle lettre de l'alphabet dans le code génétique et l'on modifierait *ipso facto* la programmation de la synthèse des protéines avec de nouveaux acides aminés.

La seconde stratégie met en œuvre la technique de l'édition du génome qui a fait des progrès foudroyants depuis 2012. Elle consiste à modifier avec une très grande précision le génome d'une cellule en utilisant une enzyme spécifique appelée Cas9 <sup>11</sup>. Guidée par une molécule d'ARN, elle peut couper un ADN à un emplacement précis, pour y enlever une séquence (un ou plusieurs nucléotides), éventuellement la remplacer par une autre, on modifie ainsi un génome (pour inactiver ou extraire un gène). La technique qui porte le nom compliqué de CRISPR (*Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats*) est rapide et précise, elle ouvre la voie à une nouvelle ingénierie génétique avec de nombreuses applications potentielles à moyen terme (2030 ?) : recherche systématique des modes de régulation des gènes, modélisation de maladies comme les cancers, thérapies géniques (par modification de gènes de cellules comme celles du système immunitaire par exemple), production de nouveaux organismes génétiquement modifiés (sans transgénèse c'est-à-dire d'introduction de gènes étrangers dans une cellule végétale), modification de génomes d'insectes nuisibles pour les rendre stériles (des moustiques par exemple), etc.

La reprogrammation d'un ensemble de cellules d'êtres vivants supérieurs, des mammifères, est une entreprise complexe. Les cellules primitives d'un embryon, des cellules souches, se différencient pour former tous les tissus de l'organisme (un muscle, des cellules sanguines, des neurones, etc.), elles

10. KÉPÈS François, « La biologie de synthèse : vers une ingénierie du vivant », *Pour la science*, n° 440, juin 2014, p. 28.

11. Les premiers travaux datent de 1987 sur la bactérie *Escherichia coli*, ils avaient pour objectif d'étudier la résistance de bactéries à des attaques par des virus, notamment dans les yaourts, mais la percée décisive fut réalisée en 2012 par Emmanuelle Charpentier et Jennifer Doudna avec l'enzyme Cas9 (*CRISPR Associated Protein 9*). Cf. DOUDNA Jennifer A. et CHARPENTIER Emmanuelle, « The New Frontier of Genome Engineering with CRISPR-Cas9 », *Science*, vol. 346, n° 6213, 28 novembre 2014, p. 1077. La technique est l'enjeu d'une bataille de brevets aux États-Unis. Cf. LEDFORD Heidi, « CRISPR, the Disruptor », *Nature*, vol. 522, n° 7554, 4 juin 2015, p. 20-24. On peut utiliser d'autres enzymes que Cas9 afin de remplacer une séquence d'ADN par une autre. Voir aussi COSSART Pascale, *La Nouvelle Microbiologie. Des microbiotes aux CRISPR*, Paris : Odile Jacob, 2016.

sont dites pluripotentes parce qu'elles sont capables de reconstituer pratiquement tous les tissus. L'utilisation de cellules souches embryonnaires issues de jeunes embryons à des fins de recherche et *a fortiori* thérapeutiques pose des problèmes éthiques sérieux<sup>12</sup>. Le biologiste japonais Shinya Yamanaka est parvenu à montrer, en 2006, que des tissus adultes différenciés (des cellules de peau) peuvent aussi fournir des cellules souches. Ses travaux ont été récompensés par le prix Nobel de médecine en 2015. La découverte de ces cellules dites iPSC (*Induced Pluripotent Stem Cells*) est une véritable rupture dans la mesure où une cellule peut se retrouver au stade initial d'un développement embryonnaire, on la reprogramme en y introduisant des gènes étrangers à l'aide d'un rétrovirus comme vecteur. La technique des cellules iPSC est prometteuse (des essais cliniques pour traiter la dégénérescence des cellules rétinienne, la DMLA, par cette technique, sont envisagés au Japon ; celle-ci couplée avec la technique CRISPR d'édition du génome a permis de guérir des souris d'une bêta-thalassémie), mais elle est encore au stade du laboratoire, son application en médecine demeure une incertitude majeure car il faut comprendre le mécanisme de reprogrammation des cellules ; c'est un objectif de la biologie du développement<sup>13</sup>.

La biologie synthétique, les nouvelles méthodes d'édition des génomes et l'utilisation de cellules souches constituent des ruptures qui annoncent la mutation d'une grande partie de la biologie en une science de l'ingénieur. Toutefois, la synthèse complète de bactéries ne permet pas encore de répondre à cette question fondamentale : qu'est-ce que la vie et peut-on véritablement en faire la synthèse ? Il n'est pas certain que les biologistes y parviennent.

## **Les neurosciences : vers une compréhension de la conscience et de la pensée ?**

L'objectif des neurosciences, et plus largement des sciences cognitives, est de mettre au jour les mécanismes impliqués dans la pensée et la conscience<sup>14</sup>. Elles bénéficient des progrès considérables des techniques de l'imagerie cérébrale (l'imagerie par résonance magnétique, l'IRM dite fonctionnelle, la camera à émission de positrons, la magnétoencéphalographie mesurant les variations de champ magnétique), qui permettent d'obtenir une image des aires corticales du cerveau (impliquant, il est vrai, environ un million de neurones) engagées dans des processus sensoriels, cognitifs ou affectifs (des émotions, une empathie, etc.).

---

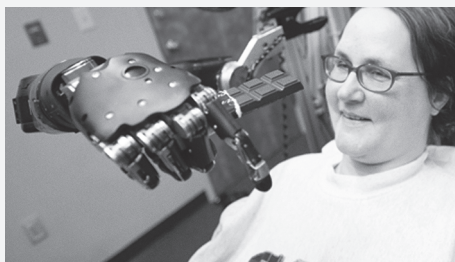
12. Cette technique est d'ores et déjà mise en œuvre, à relativement grande échelle, avec des cellules souches provenant du sang de cordons ombilicaux pour soigner certaines leucémies.

13. Cf. BLANQUET Sylvain, « Accélération des progrès et des applications de la génomique », in *Rapport Vigie 2016, op. cit.*, p. 432-434 ; et SCUDELLARI Megan, « How iPS Cells Changed the World », *Nature*, vol. 534, n° 7607, 16 juin 2016, p. 310-312.

14. DEHAENE Stanislas, *Le Code de la conscience*, Paris : Odile Jacob, 2014 ; HENRY Jean-Pierre, « Accélération des progrès des neurosciences », in *Rapport Vigie 2016, op. cit.*, p. 440.

## DU CERVEAU AUX ROBOTS : C'EST DÉJÀ DEMAIN

Le cerveau commandant une action musculaire (bouger un bras par exemple) par transmission de signaux électriques par les neurones, il est possible de les récupérer par un système électronique et de transmettre l'information qu'ils véhiculent à une machine qui peut être un robot. La voie est ouverte à la réalisation de nouveaux robots commandés directement par le cerveau, avec des applications importantes aux prothèses destinées à des personnes paralysées.



Tétraplégique conduisant par la pensée un bras robotique : Jan Scheuermann, tétraplégique, approche une barre de chocolat de sa bouche en utilisant un bras robotique qu'elle conduit par sa pensée (décembre 2014).

Source : site de l'University of Pittsburgh Medical, D.R.

Les réseaux de neurones artificiels simulent le fonctionnement électrique des neurones du cerveau, ils permettent d'augmenter les puissances de calcul pour traiter des données et ouvrent la voie à de nouvelles techniques d'intelligence artificielle. Des logiciels spécifiques rendent possible « l'apprentissage profond » pour mettre au point des systèmes de reconnaissance d'images et de formes (éventuellement la voix mais avec beaucoup de difficultés) et des systèmes experts d'aide à la décision (une méthode utilisée par AlphaGo) <sup>1</sup>.

Les robots sont désormais capables d'apprentissage en interagissant avec leur environnement, pour se repérer, ils peuvent s'autoévaluer et corriger leurs défauts et, dotés de systèmes acoustiques, communiquer entre eux, en inventant l'équivalent d'un langage artificiel. Les robots du futur seront sans doute des machines autonomes communicantes, mais les performances de ces neuromécanismes du futur (robots et systèmes experts) se révéleront fort probablement très éloignées de celles d'un cerveau humain (ils n'ont pas la capacité d'imaginer des situations nouvelles) et ils n'en seront donc pas des substituts (pas plus que ne l'ont été les ordinateurs). Ils suppléeront (à l'horizon 2030 ?) certaines tâches humaines avec des capacités supérieures à celles des automates classiques, grâce à l'accumulation d'expériences, conduisant ainsi à l'émergence d'une nouvelle génération de robots industriels et domestiques.



Un robot humanoïde utilisé à l'accueil d'un grand magasin de Tokyo comme hôtesse d'accueil (une expérience aux résultats pour l'heure très mitigés)

1. Cf. PORTNOFF André-Yves, « Des données brutes à l'analytique et l'intelligence artificielle », in *Rapport Vigie 2016, op. cit.*, p. 447-450 ; et OUDEYER Pierre-Yves, « Quand les machines créent leur propre complexité », in Jean AUDOUZE et alii, *Mondes mosaïques. Astres, villes, vivant et robots*, Paris : CNRS Éditions, 2015.

Les technologies de l'information couplées à des bases de données, les *big data*, ainsi que l'utilisation de robots de service (humanoïdes ou non) et des imprimantes 3D, conduiront à l'automatisation de nombreuses tâches semi-qualifiées ; elles auront une incidence forte à la fois sur les conditions de tra-

vail et l'emploi d'ici 2050, qu'il est difficile de mesurer. L'avenir du travail est d'ores et déjà une question en débat dans les pays développés et dans certains pays émergents comme la Chine.

P.P.

Cette « cartographie » de la cognition a ainsi permis de montrer que le cerveau fonctionne souvent en activant plusieurs régions en parallèle qui ont d'ailleurs une grande plasticité (un dysfonctionnement local majeur, dû par exemple à un accident cardio-vasculaire, peut être pallié, parfois, par la mobilisation d'une autre voie cérébrale). Toutefois, cette cartographie, incontestablement utile, ne suffit pas pour comprendre comment le cerveau « produit » la pensée, des émotions, et met en mémoire des connaissances. Le cerveau humain est constitué d'environ une centaine de milliards de neurones interconnectés (chacun avec un millier de voisins qui échangent des neurotransmetteurs, des molécules et des signaux électriques faibles) et l'un des objectifs des neurobiologistes est de trouver un paradigme pour comprendre le fonctionnement du ou des codes neuronaux qui sont la clef des mécanismes de la pensée (comment ces codes permettent-ils de transmettre et d'utiliser ces signaux ?). En découvrant les raisons de leurs dysfonctionnements, on comprendra peut-être l'origine de troubles psychiatriques et de maladies neurodégénératives comme celles de Parkinson et d'Alzheimer.

La modélisation du fonctionnement du cerveau, en simulant le comportement d'un ensemble de neurones à l'aide de l'informatique est une voie explorée par des neurobiologistes ; c'est d'ailleurs l'objectif du grand programme européen *Human Brain Project*<sup>15</sup>. La compréhension fine du fonctionnement des neurones et de leurs connexions sera un point de passage obligé pour décrypter les processus cérébraux, il faudra inventer des moyens techniques pour mettre en évidence les circuits neuronaux. Comprendre comment le cerveau assure une cohérence entre les mécanismes qui véhiculent, traitent et stockent une information, font émerger des émotions et aboutissent à des prises de décision, demeure une énigme majeure. Pour la résoudre, les neurosciences ont besoin d'une approche pluridisciplinaire mobilisant la psychologie, l'informatique et les sciences physiques, mais il n'est pas certain qu'elles parviendront à trouver le paradigme qui leur en donnera la clef d'ici 2050. Toutefois, d'ores et déjà, la coopération entre les neurosciences, la robotique et l'intelligence artificielle va faire émerger un champ de recherche très actif dans les prochaines décennies : une nouvelle relation homme-machine.

15. Ce programme phare (un financement d'un milliard d'euros) a été l'objet d'une importante controverse, en 2015, portant à la fois sur son utilité et son organisation ; il a été restructuré.

## Conclusion : pourra-t-on encore parier sur l'avenir ?

La recherche scientifique contribue à « inventer l'avenir », mais le progrès des connaissances n'a jamais été continu, il dépend de la capacité des chercheurs à répondre aux défis de la science, mais aussi de la volonté qu'aura la société à les soutenir pour qu'ils puissent faire des paris scientifiques. Or, à une époque d'incertitude politique et économique, tout se passe comme si, en France comme dans de nombreux pays étrangers d'ailleurs, les dirigeants politiques étaient réticents à investir dans le long terme et en particulier dans la recherche scientifique, considérant que celle-ci doit être soutenue en priorité pour sa contribution à la compétitivité économique<sup>16</sup>. Mais ils oublient, trop souvent, que la recherche est une entreprise de longue haleine au cheminement incertain, qui transforme l'économie, mais qui nous permet de mieux connaître la réalité, nous aide à affronter l'incertitude et à anticiper l'avenir et ses défis<sup>17</sup>. Les travaux du chimiste français Jean-Pierre Sauvage, du Britannique J. Fraser Stoddart et du Néerlandais Bernard L. Feringa sur la synthèse de « machines moléculaires », datant des années 1980-1990, récompensés par le prix Nobel de chimie 2016, sont un très bon exemple d'une recherche fondamentale qui ouvre des perspectives à long terme aux nanotechnologies.

Cette réserve générale vis-à-vis de la recherche traduit, en fait, la réticence de nos sociétés à anticiper l'avenir. Il est vrai que le coût des investissements dans la recherche ira très probablement croissant, et les politiques nationales de recherche et de la technologie auront des choix difficiles à faire. Si elles veulent préserver la créativité scientifique, elles devront éviter de privilégier, comme elles le font trop souvent aujourd'hui, les thématiques à la mode et de compliquer à l'excès la gestion de la recherche. En fin de compte, l'avenir de l'entreprise scientifique dépendra avant tout de la capacité de notre société à attirer la jeune génération dans les métiers de la recherche. ■

16. Le lancement, en France, des « investissements d'avenir », consacrés notamment à la recherche et à l'enseignement supérieur, a constitué une heureuse initiative proposée par la commission Juppé-Rocard en 2009.

17. Cf. NOWOTNY Helga, *The Cunning of Uncertainty*, Cambridge : Polity Press, novembre 2015 (analysé in *Futuribles*, n° 412, mai-juin 2016, p. 117-119 [NDLR]).

# MISE EN VENTE DU RAPPORT VIGIE 2016



- ▶ Quelles seront les tendances en matière de consommation demain ?
- ▶ L'ère du pétrole cher est-elle révolue ?
- ▶ Va-t-on vivre la première cyberguerre de l'Histoire ?
- ▶ Quels seront les risques professionnels demain ?

Après six mois d'exclusivité pour ses membres partenaires, l'association Futuribles International met en vente l'édition 2016 de son rapport Vigie : *Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*

Tarif : 1 200 euros TTC

Le rapport Vigie propose à ses lecteurs un panorama structuré des connaissances et des incertitudes sur l'avenir, sur 11 thématiques :

Population | Santé | Société, modes de vie | Éducation | Économie, emploi | Entreprises, travail | Institutions | Territoires, réseaux | Recherche, sciences, techniques | Ressources naturelles, énergie, environnement | Géopolitique.

TENDANCES LOURDES

INCERTITUDES MAJEURES

RUPTURES POSSIBLES

ÉMERGENCES

Ce rapport offre une synthèse des grandes transformations repérées et analysées dans le cadre du dispositif permanent de veille et d'analyse prospective développé par l'association Futuribles International au profit de ses membres partenaires. Dans l'environnement fluctuant et incertain qui est le nôtre, il vous aidera à structurer la réflexion stratégique et à stimuler l'innovation dans votre organisation.

*futuribles*  
INTERNATIONAL

L'association Futuribles International est un centre de réflexion et d'études prospectives qui vise une intégration optimale du temps long dans les décisions et les actions

Plaquette de l'association et conditions d'adhésion  
<https://www.futuribles.com/media/uploads/PlaquetteAIF2016.pdf>

Informations / contact : Aude Houguenague • Futuribles International • 47 rue de Babylone, F-75007 Paris  
Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 • E-mail [ahouguenague@futuribles.com](mailto:ahouguenague@futuribles.com)

# Les conflictualités de demain

PAR JEAN-PIERRE MAULNY <sup>1</sup>

*Hierarchie nouvelle des puissances, modification du fonctionnement du système international, dispersion de la puissance par la multiplication des organisations non étatiques, remise en cause des États-nations, guerres civiles transcendant les frontières... : telles sont quelques-unes des caractéristiques du monde tel qu'il va. Les défis à relever pour les trois prochaines décennies sont considérables, d'autant qu'aucun modèle ne semble pour l'heure en mesure de s'imposer, et que l'essor des technologies de l'information a conduit à l'émergence d'un monde entièrement connecté et informé, donnant à voir les inégalités, potentielles sources de conflit, et permettant aux exclus du système de faire corps. Dans ce contexte, existe-t-il des tendances à l'œuvre permettant de nous donner quelques perspectives sur la façon dont pourraient évoluer les conflictualités dans les décennies à venir ?*

*La réponse est affirmative : Jean-Pierre Maulny montre ici, en s'appuyant sur les lignes de fracture actuelles et les évolutions de la scène géopolitique, comment évoluent les jeux d'acteurs à l'échelle mondiale, quelles sont leurs préoccupations et les enjeux susceptibles de mener au conflit, et enfin quels types de conflits pourraient se développer à moyen-long terme compte tenu des évolutions récentes et des dynamiques observées dans le monde. S.D. ■*

---

1. Directeur adjoint de l'IRIS (Institut de relations internationales et stratégiques), en charge du pôle recherche sur la politique de défense et de sécurité.

**L**a première constatation, avant d'envisager les conflictualités de demain, est que celles d'aujourd'hui n'ont pas véritablement été anticipées. Le Livre blanc sur la défense et la sécurité nationale de 2008<sup>2</sup> en France envisageait bien la notion de surprise stratégique mais ne prévoyait ni la crise économique qui allait secouer les États-Unis puis le monde entier à partir d'août 2008, ni les « printemps arabes » qui allaient agiter tout le Maghreb et le Proche-Orient à partir de la fin de l'année 2008. De même a-t-on aujourd'hui une pensée tout à la fois nostalgique et incrédule pour la stratégie européenne de sécurité de 2003<sup>3</sup> qui affirmait : « L'Europe n'a jamais été aussi prospère, aussi sûre, ni aussi libre. »

Les Livres blancs français sur la défense et la sécurité nationale de 2008 et 2013<sup>4</sup> ont donc mis l'accent sur la nécessité de développer une réflexion prospective sur l'environnement international afin d'anticiper les menaces et de préparer ainsi les guerres du futur et non celles du passé. C'est une démarche salutaire, mais ô combien difficile. Au-delà de l'identification des signaux faibles, il faut, pour définir les conflictualités du futur, modéliser les phénomènes d'action / réaction s'appliquant aux différents paramètres pouvant déterminer les conflictualités futures, sorte de formule mathématique à élaborer sur des sciences humaines<sup>5</sup>.

Cette modélisation des phénomènes d'action / réaction comporte nécessairement une large part de subjectivité. La démarche prospective nécessite donc toujours une certaine humilité, mais également une prise de risque importante pour celui qui se lance dans cet exercice : il faut accepter de pouvoir se tromper ! Corollaire de l'acceptation d'une prévision inexacte, l'exercice demande aussi une certaine honnêteté. Un certain nombre de personnes qui préconisaient en 2003 l'intervention aux côtés des Américains en Irak considèrent aujourd'hui que cette intervention est une des causes du développement du terrorisme djihadiste et qu'elle a constitué une erreur, sans pour autant souligner qu'ils avaient préconisé l'inverse en 2003.

La prospective demande aussi d'accepter d'être audacieux dans les conclusions, ce qui n'est jamais aisé, sachant que la méthode de raisonnement doit être rigoureuse. Comme le disait récemment un intervenant dans le cadre d'un exercice de prospective du ministère français de la Défense, 80 % à 90 % d'un panel d'experts peut s'accorder sur une prévision identique sans toutefois que celle-ci s'avère exacte. La personne qui aura fait la bonne prévision pourra parfaitement se trouver dans les 10 % à 20 % mino-

---

2. *Défense et sécurité nationale. Le Livre blanc*, Paris : Odile Jacob / La documentation Française, juin 2008.

3. *Une Europe sûre dans un monde meilleur. Stratégie européenne de sécurité*, décembre 2003. URL : <http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cmsUpload/031208ESSIIFR.pdf>. Consulté le 3 octobre 2016.

4. *Défense et sécurité nationale. Livre blanc*, Paris : Direction l'information légale et administrative, 2013.

5. On pourrait formaliser la notion d'action / réaction comme l'identification d'un fait objectif, ou situation A, et de plusieurs facteurs s'appliquant sur ce fait objectif comme devant produire une situation B.

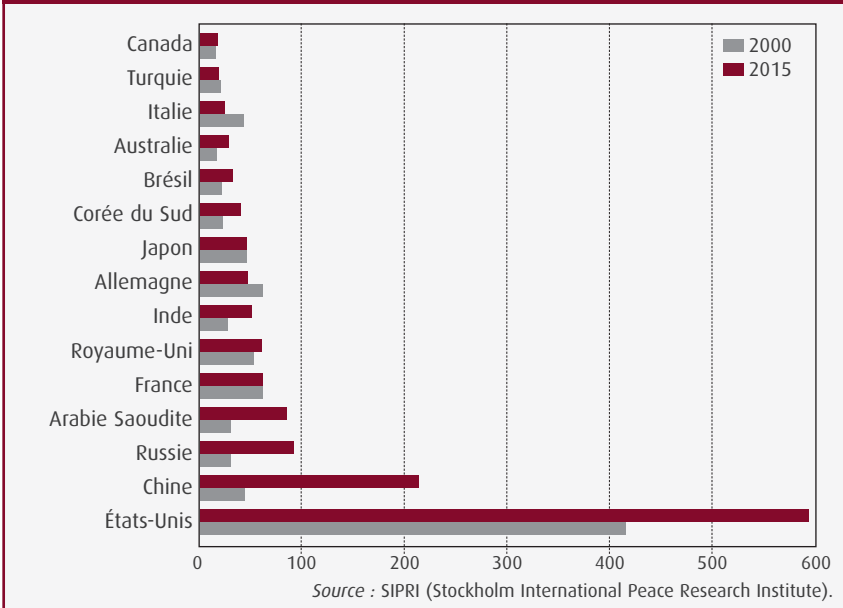
ritaires. En général, elle aura simplement eu l'audace de prévoir à l'instant  $t + 1$  un événement qui semblait impossible à prévoir à l'instant  $t$ .

Ces précautions étant exprimées, la présentation des conflictualités de demain qui est faite dans cet article est donc nécessairement une vision personnelle, même si elle résulte de la prise en compte de faits et d'événements qui sont, de par leur réalité, des données ou facteurs objectifs — si tant est que l'on puisse être parfaitement objectif, y compris dans la présentation de faits réels.

## Les acteurs de la conflictualité

La première question à se poser est celle des acteurs de la conflictualité. Le premier phénomène que l'on constate est qu'il existe une pérennité des États en tant qu'acteurs de la conflictualité et notamment des États-puissances. Les États-puissances sont des pays qui ont vocation à jouer un rôle sur la scène internationale de par leur puissance économique, leur volonté d'influence eu égard à leur modèle politique et social, et de par leur puissance militaire contemporaine ou recherchée dans le futur. Il existe aujourd'hui trois pays que l'on peut qualifier d'États-puissances : les États-Unis, la Chine et la Russie. L'Union européenne (UE) pourrait également prétendre à un tel statut. Toutefois, l'UE n'a pas tous les attributs d'un État et n'exprime pas de volonté de puissance militaire.

**Graphique 1 — Évolution des dépenses militaires entre 2000 et 2015 (en milliards de dollars US constants 2014)**



Une des caractéristiques de ces États-puissances est de répugner ou de sembler inadaptés aux formes de conflictualité qui ne sont pas étatiques. La politique de défense et d'armement des États-Unis a toujours eu comme objectif d'obtenir une supériorité militaire et technologique absolue contre toute entité qui pourrait contester cette puissance. Or les puissances contestatrices pour les États-Unis, ce sont l'URSS du temps de la guerre froide, et aujourd'hui la Chine, voire la Russie dont tout un chacun met désormais en avant le retour de la puissance ou d'une politique de puissance. À la doctrine du *Network Centric Warfare* au début des années 2000 a succédé, aux États-Unis, la *Third Offset Strategy* de 2014, avec la même obsession : conserver la supériorité technologique sur tout ennemi potentiel (encadré ci-dessous). Or cette débauche technologique n'a pas eu les résultats escomptés en Irak puis en Afghanistan, et on constate que depuis ces deux conflits, les États-Unis refusent à s'engager sur les théâtres d'opération qui n'impliquent pas

### LA « THIRD OFFSET STRATEGY »

Les *Offset Strategies* consistent, pour les États-Unis, à développer des options stratégiques leur permettant de combler un retard par rapport à un ennemi potentiel ou avéré, et de prendre un avantage déterminant. Par principe, l'*Offset Strategy* est nécessairement innovante car elle part du constat que si les États-Unis copient la stratégie de leur adversaire, ils ne rattraperont jamais leur retard, sauf à dépenser des sommes extravagantes qui affaibliraient la puissance économique globale du pays.

La *First Offset Strategy* a été développée par le président Eisenhower dans les années 1950 et a consisté à équilibrer la supériorité militaire conventionnelle de l'Union soviétique en développant l'arsenal de dissuasion nucléaire des États-Unis. La *Second Offset Strategy* a été développée à partir des années 1970, quand les Soviétiques eurent rétabli la parité stratégique nucléaire avec les États-Unis. Washington développa alors une stratégie visant à affaiblir les échelons des forces soviétiques situés en profondeur, grâce aux premières armes de précision tirées à longue distance. L'objectif était de gagner la guerre sans recourir à l'arme nucléaire.

La *Third Offset Strategy*, appelée aussi *Defence Innovation Initiative*, rendue

publique à la fin de l'année 2014, vise à contrecarrer le déploiement, par des adversaires potentiels, de systèmes d'armes qui permettent l'interdiction d'accès à des zones de conflit, ainsi que d'autres avancées technologiques constatées aujourd'hui. Contrairement aux deux premières *Offset Strategies*, l'ennemi n'est pas désigné ou plutôt il est multiple. La *Third Offset Strategy* vise aussi bien la Chine, la Russie que la Corée du Nord ou des acteurs non étatiques qui pourraient avoir accès à des technologies de pointe. Elle consiste à avoir recours aux technologies développées dans le secteur civil où le rythme d'innovation est aujourd'hui plus rapide que dans le secteur militaire, avec des technologies qui peuvent être transposées dans les armements. Cela concerne par exemple la robotique, la biotechnologie, les *big data*, les systèmes de visualisation. Dans la *Third Offset Strategy*, l'entreprise d'armement peut être tout aussi bien Google et non les entreprises classiques comme Raytheon Boeing ou Lockheed-Martin. Les États-Unis ont ainsi consacré 18 milliards de dollars US de recherche-développement à cette *Third Offset Strategy* dans leur budget de défense 2016.

J.-P.M.

directement les intérêts de leur État-puissance : cas de la Libye en 2011 puis de la Syrie depuis 2013.

La Chine et la Russie agissent de même. Les Chinois sont absents des conflits actuels. Quant aux Russes, on peut considérer que c'est une analyse hypertrophiée de la conflictualité avec les pays occidentaux ou simplement de leurs intérêts de sécurité qui explique leur implication sur le théâtre syrien.

De manière générale, ces États-puissances préparent la guerre, mais les guerres qui existent actuellement transcendent les États-nations. Elles se déroulent au-dessus de ces États ou au sein de ces États.

Par ailleurs, on assiste aujourd'hui, et cela restera certainement valable dans les années futures, à une contestation de la mondialisation. La mondialisation des échanges, couplée à la fin de la confrontation idéologique Est-Ouest, aurait dû se traduire par un développement économique généralisé associé à un avènement des régimes démocratiques. Ce schéma s'est partiellement réalisé puisqu'on assiste, depuis 25 ans, à un rattrapage économique des pays en voie de développement et à une multiplication des échanges internationaux. Des pays ont émergé, des classes moyennes se sont développées dans ces pays émergents.

Le schéma de la mondialisation heureuse aurait dû se traduire par une « déconflictualisation » des relations internationales. Mais des inégalités ont subsisté, voire ont continué à se développer au plan international comme au sein des États. Des États sont restés en dehors des bienfaits de la mondialisation. Surtout, on constate que la coupure entre les bénéficiaires de la mondialisation et ceux qui sont restés en dehors de celle-ci s'est développée au sein même des États, que ceux-ci soient en voie de développement, émergents ou même développés. Parallèlement, l'essor des technologies de l'information et de la communication, y compris bien souvent chez les exclus de la mondialisation heureuse, a permis de connecter sur une vaste échelle les individus entre eux. Toute personne qui veut connaître des événements se déroulant à l'autre bout de la planète a désormais le moyen de le faire et donc d'être informé — ou désinformé. Les théoriciens de l'État islamique ont bien compris ce phénomène et utilisent ces moyens d'information et de communication pour véhiculer leur message.

Le propre des conflits de la mondialisation heureuse est qu'aujourd'hui ils ne trouvent aucun médiateur, ni dans le cadre des relations entre États, ni au sein des États prisonniers de dogmes économiques qui sont d'autant plus difficiles à contester qu'ils n'ont *a priori* aucune connotation idéologique : ils doivent s'imposer à tous comme un fait objectif. Cela explique que les États-puissances soient aujourd'hui en dehors de ce nouveau champ conflictuel, préparant pour la plupart les guerres qu'ils doivent se faire entre eux et qui n'ont que peu de chances de survenir, alors que parallèlement se déroulent des conflits bien réels que la Chine et les États-Unis de Barack Obama répugnent à aborder, parce que la logique de ces conflits n'a finalement que peu à voir avec leurs intérêts d'États-puissances.

## LA GÉOPOLITIQUE AU PRISME DU RAPPORT VIGIE 2016

Hierarchie nouvelle des puissances, modification du fonctionnement du système international, affirmation d'un monde apolaire, dispersion de la puissance par la multiplication des organisations non étatiques, remises en cause des États-nations... Telles sont quelques-unes des caractéristiques du monde tel qu'il va. Les défis à relever pour les trois prochaines décennies sont considérables, d'autant qu'aucun modèle ne semble à ce jour en mesure de s'imposer. La partie « Géopolitique » du *Rapport Vigie 2016*, de Futuribles International, propose une liste de tendances lourdes, d'émergences et d'incertitudes, organisées par grandes régions du monde (voir ci-dessous). Cet ensemble (développé dans le rapport) ne prétend pas couvrir l'ensemble des enjeux géopolitiques, mais vise à apporter des éclairages sur un certain nombre de questions parmi les plus cruciales pour l'avenir.

### **Conflictualités à l'échelle mondiale**

#### • Tendances lourdes

- Multiplication des conflictualités dans des États faibles ou en voie d'éclatement
- L'absence de gendarme mondial

#### • Émergences

- Nouvelles technologies et conflictualité : fin de la puissance militaire, naissance de la puissance cyber
- Le massacre comme objectif de guerre

### **Afrique**

#### • Tendances lourdes

- Un lent processus de démocratisation en Afrique subsaharienne
- Une croissance démographique porteuse d'opportunités économiques et de risques d'instabilité politique
- L'Afrique : entre la fin des guerres civiles, la montée des intégrismes et la réaffirmation de l'insécurité
- L'Afrique, source de convoitises et de rivalités internationales

### **Amérique latine**

#### • Incertitude majeure

L'Amérique latine, une puissance économique émergente ?

#### • Tendances lourdes

- Un nouveau Tordesillas : l'Amérique latine entre États-Unis et Chine

- Une Amérique latine de plus en plus fragmentée en réseaux concurrents

### **Asie**

#### • Tendances lourdes

- La Chine, première puissance économique mondiale en 2020
- Essor des nationalismes et multiplication des différends territoriaux et maritimes (voir encadré *infra*)
- L'Inde confrontée à des défis croissants

#### • Incertitude majeure

Vers une réunification de la péninsule coréenne ?

#### • Émergence

Démocraties et régimes autoritaires : l'Asie en quête de modèle

### **Méditerranée, Moyen-Orient**

#### • Tendances lourdes (présentées *infra*)

- Montée en puissance de l'islamisme
- *Fitna* entre chiites et sunnites : quand la politique ravive la mémoire blessée
- Israël / Palestine : les apories d'un conflit séculaire et central
- Bouleversements politiques dans le monde arabe : des bifurcations contrastées

### **Union européenne**

#### • Tendances lourdes

- La difficile émergence d'un modèle économique et social européen

- L'Union européenne dans le monde, une voix européenne intermittente
- L'énergie, reflet d'une intégration européenne incomplète et d'une dépendance géopolitique de l'UE
- **Émergences**
  - Une Union européenne bousculée par ses voisinages
  - Environnement, démocratie, droits de l'homme, la puissance normative européenne en question

Source : chapitre « Géopolitique » in JOUVENEL François (de) (sous la dir. de), *Rapport Vigie 2016. Futurs possibles à l'horizon 2030-2050*, Paris : Futuribles International, 2016, p. 241-307.

## Quels types de conflits ?

Pour autant, la montée des oppositions entre puissances militaires pourrait conduire celles-ci à vouloir croiser le fer dans une lutte d'influence sur les territoires adjacents. La conflictualité entre États-puissances sera certainement indirecte dans les années futures. D'un côté, la tendance à une reprise de la course à l'armement est bien durable et le discours de Prague de Barack Obama sur le désarmement nucléaire, en avril 2009, semble déjà un lointain passé. Modernisation des armes nucléaires, développement de nouvelles armes conventionnelles, émergence des armes cyber et armes autonomes semblent plutôt la norme, alors qu'il n'est plus question qu'un accord de désarmement majeur voie le jour. C'est bien par le biais de ces « guerres de l'identité » dans un monde postmondialisation que les puissances militaires vont s'affronter, comme le montre la transformation récente du caractère du conflit syrien, l'opposition États-Unis / Russie prenant un caractère de plus en plus important dans ce conflit.

Dans ces guerres de l'identité, le poids du verbe et des idées et donc de la propagande est aussi fort que celui des armes, ce qui explique le développement de ce que l'on appelle communément les guerres hybrides, c'est-à-dire une instrumentalisation médiatique des tensions à l'aide d'Internet et des réseaux sociaux, couplée à des actions militaires de faible intensité. Le conflit du Donbass et la prise de la Crimée par la Russie, en Ukraine, constituent les prototypes de ces guerres hybrides.

En Asie du Sud-Est, les conflictualités de l'identité prennent un tour plus classique car l'identité reste assise dans le cadre de l'État-nation. C'est ce qui motive les conflits et revendications territoriales en mer de Chine, notamment entre le Japon et la Chine pour les îles Senkaku / Diaoyu (voir encadré ci-après). Ces conflits et revendications territoriales portent également indirectement sur les ressources naturelles, les zones économiques exclusives de 200 milles marins autour de ces îles étant susceptibles d'être exploitées dans le futur.

Faute de médiation possible à leur ressentiment, les exclus de la mondialisation se rassemblent sur une base tribale au sens de la communauté de

## NATIONALISME ET DIFFÉRENDS TERRITORIAUX ET MARITIMES EN ASIE DU SUD-EST

Le poids économique croissant de la Chine est porteur de risques au niveau sécuritaire, les plus imminents étant liés à la montée en puissance des nationalismes et à la résurgence de conflits territoriaux et maritimes, tendances par ailleurs souvent associées.

La montée en puissance militaire de la Chine, agrémentée d'ambitions revues à la hausse mais qui restent floues, a également pour conséquence une augmentation des capacités de défense des voisins de Pékin, notamment en vue d'affirmer leur souveraineté sur des territoires disputés. Les îles Senkaku / Diaoyu, qui opposent la Chine et le Japon (et dans une moindre mesure Taiwan), sont ainsi au cœur de tensions entre Pékin et Tokyo, sur fond de discours nationaliste et de militarisation.

En mer de Chine du Sud, les différends sont plus complexes, car ils impliquent plusieurs acteurs (Chine, Taiwan, Philippines, Brunei, Malaisie, Viêt-nam), et tout aussi sensibles.

Tous les pays de la région sont traversés par des mouvements nationalistes

importants, qui devraient se renforcer d'ici 2020, en parallèle aux inquiétudes exprimées dans certaines sociétés (Japon, Taiwan, Viêt-nam) à l'égard de la Chine, ou en accompagnement de l'identification de défis intérieurs ou de menaces liées à l'environnement géographique immédiat (cas de la Corée du Sud, de l'Indonésie, du Myanmar, de la Thaïlande). Ces nationalismes devraient se traduire par des problèmes de plus en plus fréquents sur la scène diplomatique, avec en toile de fond des différends historiques instrumentalisés par des partis politiques. Le cas de la rivalité Chine-Japon, sans doute pérenne, est le plus caractéristique.

Si les risques de conflits dans ces différentes zones demeurent réels à l'horizon 2020, ils restent suspendus à la volonté des États impliqués de s'engager dans un conflit aux conséquences incertaines pour des questions plutôt accessoires. S'ajoute à cela un rapport de forces de plus en plus asymétrique entre la Chine, qui dispose de leviers économiques, diplomatiques et militaires considérables, et des pays qui, à l'instar des Philippines, font face à une multitude de défis. S'ajoute également à cette donne la dépendance grandissante des différents pays à l'égard de l'économie chinoise, qui limite considérablement leurs marges de manœuvre.

S'ajoute enfin l'incertitude entourant une éventuelle implication des États-

Unis, engagés dans la région, mais qui ne parviennent plus à jouer un rôle d'arbitre. Les risques de conflit à grande échelle, quoique réels, restent de fait très limités.

Ces tensions, sans doute durables, laisseront une empreinte profonde sur les équilibres en

Asie orientale, et ouvrent la voie à de multiples interprétations concernant l'attitude de la Chine dans son environnement stratégique régional.

Plus qu'un risque de conflit à grande échelle en Asie orientale, c'est plutôt un renforcement progressif mais rapide du poids de la Chine dans les dialogues politico-stratégiques (ou l'absence de ceux-ci) à l'échelle régionale qui semble se profiler. À l'horizon 2020, le rapport de forces sera sans doute encore plus à l'avantage de Pékin, et devrait confirmer les succès de cette stratégie offensive.

*Futuribles*



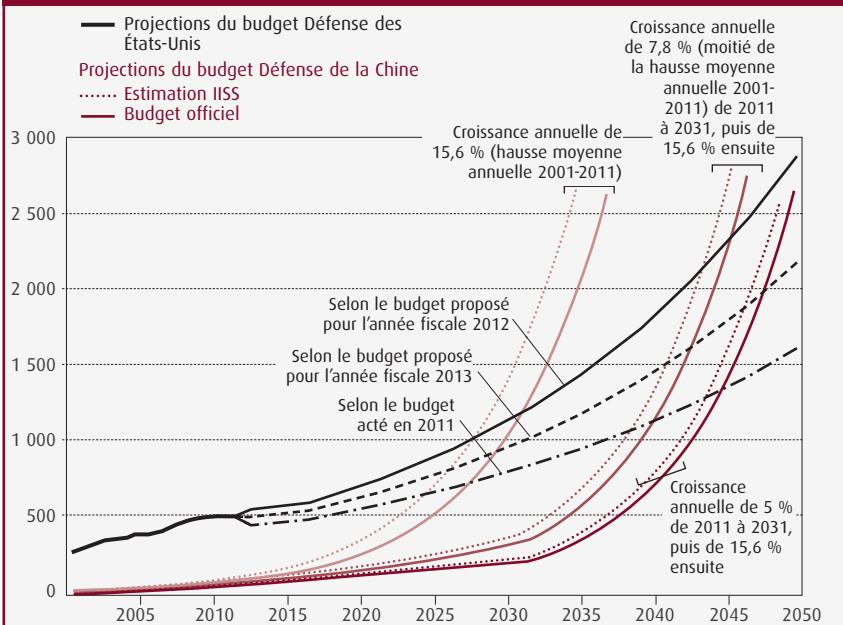
© Vadimmmus / Shutterstock

solidarité qui semble le mieux à même de les protéger. Cela peut être la famille, un quartier, une ethnie, une religion... Ces communautés d'intérêt sont exclusives des autres communautés d'intérêt qui peuvent exister puisqu'elles sont basées sur le repli sur soi, par simple réflexe de protection. Elles reposent donc sur l'exclusion de l'autre et sont ainsi, par nature, potentiellement conflictuelles avec l'extérieur.

Aujourd'hui deux types majeurs de conflictualité se sont constitués.

► La première est celle de l'État islamique (EI) ou Daech. Derrière le discours idéologique religieux, on retrouve l'essence même de la constitution d'un groupe qui s'est construit en solidarité face à l'adversité dans les décombres

**Graphique 2 — Projection des dépenses de défense de la Chine et des États-Unis (en milliards de dollars US) à l'horizon 2050, selon diverses hypothèses\***



Ces prévisions sont une prolongation des tendances actuelles, les variantes de ces hypothèses correspondent : pour les États-Unis aux différents budgets prévisionnels du gouvernement américain en 2012 et 2013 ainsi qu'au *Budget Control Act* de 2011 qui prescrit la réduction du plafond de la dette américaine par une réduction de 1 200 milliards de dollars US du déficit sur une période de 10 ans (2012-2022) ; et pour la Chine, à trois projections de croissance différentes du budget Défense. Les hypothèses ne prennent pas en compte certaines ruptures possibles (progrès scientifique et technique, conflit géopolitique majeur, etc.) mais elles donnent à voir les dynamiques en cours.

\*À prix et taux de change courants.

Source : RAJENDRAN Giri, « Chinese-US Defence Spending Projections », IISS (International Institute for Strategic Studies), 19 mars 2013. URL : <http://www.iiss.org/en/iiss%20voices/blogsections/iiss-voices-2013-1e35/march-2013-6eb6/china-us-defence-spending-6119>. Consulté le 30 septembre 2016.

de l'État irakien post-2003. L'idéologie est forte et clivante car un message clairement identifiable — et la suppression physique de l'autre, celui qui est différent, est un élément constitutif de ce message clivant — est la condition *sine qua non* du succès de l'EI. La suite est une fuite en avant d'autant plus habile que l'EI a su capitaliser sur les conflits de la mondialisation heureuse qui peuvent exister au sein de nos sociétés occidentales. Le premier conflit identitaire transétatique utilisant pleinement les moyens des nouvelles technologies de l'information et de la communication est donc né avec l'EI. C'est une conflictualité supraétatique, dans le sens où elle se situe au-dessus des États, ce qui rend ceux-ci d'autant plus impuissants face au phénomène. Si la religion en est le vecteur, il ne faut pas se leurrer : ce n'est qu'un vecteur et non la cause de ce type de conflit, même si la puissance philosophique des religions joue un rôle non négligeable dans le « succès » de cette conflictualité.

► Le deuxième type de conflictualité est intraétatique. C'est le conflit, au sein même des États, des exclus de la mondialisation qui ne trouvent pas de médiation, dans le sens où les relais classiques de la canalisation des revendications sociales, les partis politiques traditionnels, semblent avoir échoué. Parler de conflictualité est dans ce cas exagéré, puisqu'il n'y a pas de généralisation d'actes violents, mais cela conduit un certain nombre de partis ou de personnalités politiques à relayer toutes les idées basées sur le repli sur soi et sur le refus de l'autre comme fondement du retour à une situation de bien-être pour ces exclus.

Dans ce sens, le refus de nombre de pays européens d'accepter les migrants en Europe, tout comme le Brexit, sans parler du phénomène Donald Trump aux États-Unis, sont autant de manifestations de ce repli sur soi ou du refus de l'autre, avec tous les risques conflictuels que cela peut présenter pour le futur. Faute de réponse adaptée aux excès de la mondialisation, la tendance naturelle, car la plus aisée pour satisfaire la colère des individus, est de trouver des boucs émissaires et non de rechercher de véritables solutions au développement des inégalités. C'est l'origine de ce que l'on appelle communément les populismes, mais le terme est inadapté car ne caractérisant pas les tendances profondes qui sont à l'œuvre, qui fleurissent aussi bien dans l'Union européenne qu'aux États-Unis, et qui finissent pas saper la notion même de « valeurs occidentales ». Cette tendance centripète constitue aujourd'hui une menace majeure pour l'Union européenne en tant qu'entité propre, le risque de dislocation ne pouvant pas être considéré comme nul, mais également pour les États qui constituent aujourd'hui l'Union.

Il est encore difficile de décrire le type de conflictualité interne réelle, c'est-à-dire accompagnée d'actes violents, qui pourrait se développer si la tendance actuelle devait s'aggraver. L'EI, dans son combat mondial, a réussi à sublimer un certain nombre de ces conflictualités internes. Le résultat est d'autant plus visible qu'il suffit d'un petit nombre d'adhérents aux théories de l'EI pour faire naître le sentiment de guerre. En France, 10 000 personnes représentent peu face à plus de 65 millions d'habitants, et pourtant, le sentiment de guerre n'est pas usurpé. Mais c'est aussi la limite de l'exercice auquel se livre l'EI. Le niveau de conflictualité créé ne peut réellement

## LES RÉSEAUX SOCIAUX, NOUVELLE ARME STRATÉGIQUE ?

Facebook, Twitter et autres réseaux sociaux deviennent de véritables espaces stratégiques pour diverses organisations (Al-Qaïda, Shebab, Hezbollah, etc.). Dans ce cadre, on assiste à une augmentation tendancielle de l'utilisation d'Internet par les organisations terroristes à des fins d'*agitprop* (communication politique) et de recrutement. En janvier 2008, Al-Qaïda aurait ainsi disposé de 5 800 sites Internet, avec un taux de création de 900 nouveaux par mois, montrant le développement spectaculaire de la communication de ces organisations via le cyberspace.

Le nombre de comptes affiliés sur les réseaux sociaux, s'il est en augmentation, reste difficile à dénombrer précisément, eu égard à l'attitude de sympathisants utilisant le nom de ces organisations comme suffixe de leur

propre compte ou des pseudos génériques, sans même parler des *jihadbots*<sup>1</sup>. Citons ainsi Daech (État islamique), la SEA (Syrian Electronic Army), AQMI (Al-Qaïda au Maghreb islamique), Boko Haram, etc.

Le cyberspace étant très utile aux terroristes pour les actions d'*agitprop* ou de recrutement, ces derniers sont peu enclins à frapper directement le réseau lui-même. Les politiques de censure de la part des entreprises détenant ces réseaux sociaux demeurent limitées puisqu'elles se heurtent au paradoxe « liberté d'expression vs. modération des propos ». Il en résulte une modération *a posteriori* qui se montre peu efficace vis-à-vis des organisations terroristes.

*Futuribles*

Source : ce texte est issu des travaux menés dans le cadre de l'étude de Futuribles International *Entreprises et cybersécurité à l'horizon 2020*, publiée en janvier 2015.

1. Robots automatiques de *retweet* utilisés par les publicitaires, mais aussi par les terroristes.

augmenter que si la réponse qui lui est donnée contribue à accentuer les clivages identitaires au sein des sociétés, stratégie d'ailleurs poursuivie en France par l'EI. De plus, il est peu probable que l'entreprise de territorialisation, en Syrie comme en Irak, de l'EI soit couronnée de succès sur le moyen et le long terme. D'une part, les oppositions à ce mouvement sont grandes, et non limitées aux puissances occidentales. D'autre part, sa capacité à se convertir en État-nation classique ayant des relations diplomatiques normales avec les autres États est inexistante puisque le discours de l'EI est fondé sur le refus de l'autre et de la différence. L'EI a donc peu de chances de survivre à long terme, tout au moins en tant qu'entité assise sur un territoire.

Le risque majeur des conflictualités actuelles vient du fait que les États-nations, y compris les États-puissances, semblent inadaptés à traiter ce type de conflit et à offrir une médiation crédible à leur résolution. En Afghanistan — dont le cas constitue, sur certains points, un prototype de ce type de conflit —, le conflit est essentiellement identitaire, au sein de la société afghane, et celle-ci est en guerre pratiquement sans discontinuer depuis 35 ans. Le conflit syrien a désormais trois ans d'existence et le croisement entre différents types de conflictualités, celles liées aux rivalités de puissances régio-

nales voire mondiales, auxquelles s'ajoutent les conflits identitaire et social internes au pays, crée de multiples lignes de fracture entre les protagonistes. De ce fait, aucune solution ne semble en vue hormis la lassitude hypothétique de combattants s'affrontant au sein d'un territoire que les habitants auraient fui.

Pour le moment, ces conflits restent essentiellement des conflits de la périphérie, si on adopte un point de vue occidental-centré, hormis les extensions, notamment en France, du combat conduit par l'EI. L'avenir pourrait être plus sombre si la médiation politique des tensions sociales continuait à échouer, notamment dans les démocraties occidentales. L'exutoire pourrait être leur transformation en conflits identitaires, avec un risque d'autant plus fort qu'il existe aujourd'hui un conflit transétatique de ce type susceptible de structurer les conflictualités internes.

Dans ce contexte, les nouvelles technologies de l'information et de la communication imposent plus de transparence aux gouvernants, ce qui est une évolution positive, mais cela se traduit également par un double risque de désinformation et de désinhibition des propos et échanges par Internet et sur les réseaux sociaux, contribuant à faire de l'anormalité de comportements prônant l'exclusion de l'autre une forme de normalité. Une réflexion s'impose sur la régulation de ce type de phénomène, qui aille au-delà de la simple question de l'interdiction des sites faisant l'apologie du terrorisme.

Enfin, l'accès aux ressources naturelles — ressources énergétiques ou matériaux — pourrait devenir un enjeu important à l'horizon d'une quinzaine d'années. Dans les scénarios établis par le SERI (Sustainable Europe Research Institute), la poursuite de la croissance mondiale de la consommation de ressources aux taux actuels conduirait à une augmentation de plus d'un tiers du volume total de ressources matérielles extraites ou récoltées dans le monde entre 2010 et 2030, celui-ci passant de 62 milliards de tonnes à 100 milliards de tonnes. Ce scénario pose certes un problème en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>, mais il pourrait également conduire à des rivalités accrues dans l'accès aux matériaux. Ces rivalités mettraient alors aux prises les États-nations dans un schéma plus classique de conflictualité. Cette course à l'accès aux matériaux, pratiquée par exemple par la Chine, prend essentiellement aujourd'hui la forme d'investissements dans les pays qui recèlent ces matériaux, sorte de *soft power* agressif. En sera-t-il toujours de même dans 15 ans et l'accès aux ressources naturelles ne deviendra-t-il pas plus conflictuel ? Rien n'est moins sûr si nous ne parvenons pas à réguler les modèles de croissance économique et si les progrès technologique ne permettent pas de freiner la consommation des ressources naturelles. ■

## LE MOYEN-ORIENT, INCERTITUDE MAJEURE

Le Moyen-Orient demeure un espace de forte instabilité. Depuis plusieurs décennies, c'est en Palestine que se trouve l'un des épicentres de la conflictualité régionale mais aussi internationale, car l'occupation des Territoires palestiniens par Israël provoque une forte résonance dans les pays musulmans, eu égard à son caractère colonial.

À cette source d'instabilité s'ajoutent aujourd'hui des problématiques islamiques lourdes. Sur fond de rivalité entre l'Arabie Saoudite et l'Iran, et de guerre civile au Yémen, en Syrie et en Irak, la division entre chiïtes et sunnites atteint actuellement un paroxysme. Cette *fitna* (discord) se nourrit notamment de l'islamisme radical, pointe extrême d'un islamisme sunnite qui s'affirme depuis les années 1970 dans un contexte de déréliction du monde arabe. La dérive autoritaire des pouvoirs de type nationaliste et leurs échecs économiques (chômage), moral (corruption), géopolitique (la question de Palestine n'a pas été résolue) ont fait le lit de cet islamisme.

Au regard de ces évolutions, voici les tendances lourdes concernant le Moyen-Orient que les experts ont identifiées dans le *Rapport Vigie 2016*.

► **Montée en puissance de l'islamisme :** la résilience des formes radicales de l'islamisme dépendra de l'évolution de la situation en Syrie, en Irak, au Yémen et en Libye, le chaos y permettant les succès du djihadisme. L'état de développement économique et social, l'affirmation ou non des courants modernistes, très attachés à une certaine séparation de la Mosquée et de l'État, peut être une variable à ne pas négliger, de même que l'émergence ou non d'un espace culturel et scientifique autonome de la sphère religieuse. L'évolution des relations euro-arabes et, plus largement, du dialogue entre l'Occident et le monde arabe apparaît assez déterminante, la résolution ou non du conflit israélo-

palestinien, qui constitue un ressort des mobilisations islamistes, l'étant plus encore. Enfin, Les évolutions de la rente pétrolière dans les pays du Golfe, notamment en Arabie Saoudite, le basculement ou non de nouveaux « pays exemples » dans l'islamisme, ou au contraire son abandon par certains pays qui l'ont adopté (l'Iran par exemple) peuvent constituer un catalyseur dans un sens ou dans l'autre.

► **Fitna entre chiïtes et sunnites, ou quand le politique ravive la mémoire blessée :** en fait, si l'aggravation de cette division date de la politisation des chiïtes d'Irak et d'Iran dès les années 1960, c'est surtout la révolution iranienne, devenue une révolution religieuse chiïte, qui a constitué un catalyseur de la *fitna*. Téhéran a catalysé les mobilisations politiques des chiïtes, notamment avec la création du Hezbollah en 1992 au Liban. De leur côté, les pays à majorité sunnite ont conduit des politiques d'endiguement régional de l'Iran, à commencer par l'Irak, qui déclara la guerre à Téhéran dès 1980. Si ce conflit a connu des phases d'atténuation, des événements sont venus le relancer : l'arrivée au pouvoir de *leaders* chiïtes après la guerre américaine en Irak en 2003, la guerre civile en Syrie, les manifestations violentes récurrentes au Bahreïn ou au Liban, etc.

L'atténuation ou non de la *fitna* dépendra, bien évidemment, de l'évolution des relations entre Téhéran et Ryad. Par ailleurs, le repositionnement de l'Iran dans la communauté internationale est un facteur clef pour la *fitna*. Si l'exclusion de Téhéran a contribué à déstabiliser la région, son inclusion peut y atténuer les différends. Le dénouement sur le dossier nucléaire est de ce point de vue un élément déterminant de cette dynamique. Enfin, la situation des pays réceptacles des violences intra-islamiques (Syrie, Yémen, Irak) pourrait également avoir un impact sur la *fitna* dans les années à venir.

En plus des pertes humaines, l'intensification de la *fitna* pourrait donner lieu à des révisions de frontières, notamment en Syrie, en Irak et au Yémen, où les dynamiques violentes tendent à « recommunautariser » des espaces qui étaient plus ou moins intégrés. Au contraire, l'atténuation de la *fitna*, notamment dans le cadre d'un processus de réconciliation, pourrait offrir une perspective de stabilité à la région.

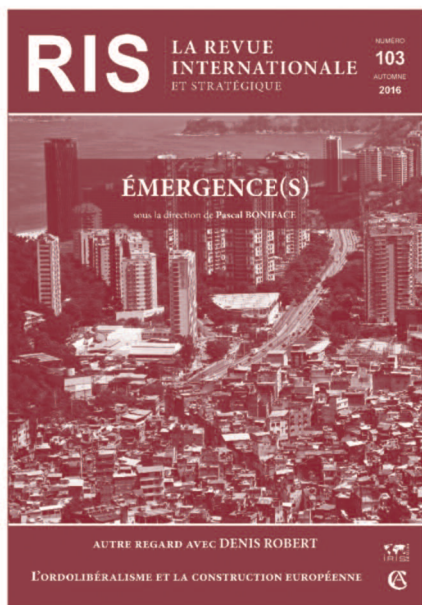
► **Israël / Palestine, les apories d'un conflit séculaire et central** : le conflit israélo-palestinien produit régulièrement des épisodes violents, à l'instar de la guerre de l'été 2014 entre le Hamas et l'armée israélienne. Pour l'heure, l'évolution politique en Israël vers les expressions les plus radicales du sio-

nisme n'autorise pas à voir se dessiner les prémices d'une rupture positive.

La division palestinienne n'est pas non plus un élément facilitateur pour un scénario de rupture, le *leadership* israélien pouvant invoquer cette division pour souligner combien un accord de paix avec l'Autorité palestinienne serait sans prise sur les islamistes du Hamas notamment.

La rupture vers une sortie de crise pourrait venir d'une diplomatie coercitive envers Israël. Un tel scénario tourné vers un processus de paix juste supposerait aussi une unification des courants palestiniens, condition *sine qua non* d'un accord définitif.

*Futuribles*



CHAQUE  
TRIMESTRE,  
L'INTERNATIONAL  
EN DÉBAT

Disponible en librairie  
et sur  
[www.iris-france.org](http://www.iris-france.org)



# Les relations UE-Turquie à un tournant

PAR JEAN-FRANÇOIS DREVET <sup>1</sup>

*Après les événements qui ont marqué la Turquie cet été 2016 (tentative de coup d'État suivie d'une énorme vague de répression de la part des dirigeants au pouvoir), la question de la place à donner à la Turquie au sein de l'Union européenne ne se pose plus dans les mêmes termes. Les perspectives d'adhésion d'Ankara étaient déjà très minces, mais dans ce contexte et compte tenu de la politique étrangère menée par les dirigeants turcs, elles ont quasi disparu. Reste alors à déterminer comment l'Union doit gérer ses relations avec la Turquie, pays charnière entre Europe et Orient, membre de l'Alliance atlantique et dirigé par un parti islamo-conservateur.*

*Jean-François Drevet propose ici d'éclairer cette question en faisant le point sur la situation de la Turquie au regard de ses relations extérieures et de la politique étrangère qui est la sienne depuis quelques années. Il souligne les difficultés qu'il y a, pour l'Union européenne, à discuter avec des dirigeants peu fiables, opportunistes et dont le regard porte de plus en plus vers l'Asie, alors même que la sécurité du continent européen a longtemps reposé sur le rempart turc. Mais si ce changement de donne est quelque peu perturbant, il constitue aussi une réelle occasion pour l'Union de mettre ses priorités au clair et de les défendre fermement, sans concessions supplémentaires à un pays de moins en moins allié. S.D. ■*

---

1. Ancien fonctionnaire à la Commission européenne. Les propos exprimés ici n'engagent que leur auteur.

Dans une périphérie en pleine mutation <sup>2</sup>, indépendamment du Brexit évoqué dans la précédente tribune <sup>3</sup>, le contexte politique européen n'a plus rien à voir avec celui qu'on attendait au début des années 2000. Autour de l'Union européenne (UE) se développe un cercle de feu (*ring of fire*) là où elle aurait voulu créer un cercle d'amis (*ring of friends*).

Alors que la récente inauguration d'un troisième pont sur le Bosphore aurait pu symboliser un resserrement des liens entre l'UE et Ankara, l'évolution récente de la Turquie est devenue un sujet de préoccupation croissante. On tentera ici d'identifier des orientations à long terme de la politique étrangère turque, et plus spécifiquement de son ancrage à l'Europe.

### *Vers la dictature ?*

Le virage autoritaire et islamiste du président Erdoğan n'est une surprise que pour des observateurs inattentifs ou qui n'ont pas voulu analyser son parcours politique. Ses opinions personnelles sont connues depuis longtemps : il n'a jamais fait mystère de son adhésion à l'idéologie des Frères musulmans et de sa volonté de réislamiser la Turquie <sup>4</sup>, une entreprise qui paraissait encore récemment hors de sa portée, du fait de l'importance de l'héritage de près d'un siècle de kémalisme militant. Elle est pourtant en bonne voie, grâce à

la capacité du parti au pouvoir, l'AKP (*Adalet ve Kalkınma Partisi* / Parti de la justice et du développement), à consolider sa base électorale, et grâce à l'habileté consommée de son président à dramatiser les enjeux en les exploitant à son avantage.

Les cartes des scrutins récents montrent comment l'AKP a su fidéliser une large clientèle dans l'Anatolie profonde, aussi bien chez les ruraux que parmi les populations récemment urbanisées, restés soumis à des conceptions sociales traditionalistes. Originaire des confins géorgiens, d'une famille récemment installée à Istanbul, formé dans une école religieuse pour devenir imam, Recep Tayyip Erdoğan en est assez représentatif. À partir de son succès initial de 2002, servi par une décennie de prospérité économique, il a consolidé son assise, qu'il veut maintenant élargir en reprenant les thèmes nationalistes de ses opposants CHP (*Cumhuriyet Halk Partisi* / Parti républicain du peuple) et MHP (*Milliyetçi Hareket Partisi* / Parti d'action nationaliste).

Depuis 2013, face à la montée de la contestation, il s'est maintenu au pouvoir en dramatisant les enjeux. Après la répression des manifestations de Gezi Park et le revers électoral initial de juin 2015, il a attisé les tensions, notamment avec les Kurdes, ce qui lui a permis de gagner les élections de novembre. Sans qu'il soit encore possible d'en identifier les comman-

---

2. « La géopolitique régionale évolue à un rythme accéléré », Galip Dalay in « Voices from Turkey: Emerging Threats and New Trends in Turkish Foreign Policy », Center for American Progress, 29 juin 2016. URL : <https://www.americanprogress.org/issues/security/report/2016/06/29/140618/emerging-threats-and-new-trends-in-turkish-foreign-policy/>. Consulté le 9 septembre 2016.

3. DREVET Jean-François, « Le Brexit : c'est fait ? », *Futuribles*, n° 414, septembre-octobre 2016, p. 111-115.

4. « La démocratie est comme un tramway. Vous l'empruntez jusqu'à l'arrêt souhaité, puis vous en descendez », R.T. Erdoğan, maire d'Istanbul (1994-1998).

ditaires<sup>5</sup>, il se sert de la tentative avortée de coup d'État de juillet 2016 pour éliminer tous ses adversaires. Il semble avoir intérêt à continuer dans cette direction pour établir le régime présidentiel de type dictatorial dont il rêve depuis des années.

Cependant, la chasse aux « gülenistes » et les surenchères des extrémistes liés à Daech ont irrémédiablement fracturé le camp islamiste. Par ailleurs, la lutte sans merci contre les Kurdes met le gouvernement en guerre ouverte avec 15 % de sa population. Ses forces de police, déjà très occupées avec le PKK (*Partiya Karke-rên Kurdistan* / Parti des travailleurs du Kurdistan) et les islamistes radicaux, sont affaiblies par les purges stalinienne en cours qui touchent aussi l'armée et l'administration. La suite des événements dira si l'AKP s'en sort affaibli ou renforcé. Mais il est clair que les préoccupations intérieures vont l'emporter sur les questions internationales.

### *Une politique étrangère dominée par l'idéologie*

Afin de plaire aux traditionalistes de son électorat, le gouvernement turc a développé une politique étrangère prosunnite, fortement influencée par

les Frères musulmans. Recep Erdoğan n'ayant qu'une connaissance limitée de l'international, son action diplomatique vise à consolider son pouvoir en interne<sup>6</sup>. Comme il l'a montré en affrontant Israël et en faisant abattre un avion russe, il est prêt à susciter des crises si celles-ci peuvent contribuer à sa popularité, ce qui n'en fait pas un partenaire très fiable. Ni l'intérêt national turc ni la stabilité de son voisinage ne viennent au premier rang de ses préoccupations.

La politique suivie depuis le début de cette décennie<sup>7</sup>, nourrie par les rêves fumeux d'Ahmet Davutoğlu (ministre des Affaires étrangères de 2009 à 2014, puis Premier ministre de 2014 à mai 2016), a eu des effets particulièrement désastreux, notamment pour la sécurité de la Turquie et de son voisinage. Ankara est en mauvais termes avec presque tous ses voisins et suscite une méfiance qui n'est pas limitée à ses alliés de l'OTAN (Organisation du traité de l'Atlantique Nord). En fait, la Turquie et son président sont largement décrédibilisés : adressés à l'opinion intérieure, les appels au « renversement des alliances » et les dernières déclarations antiaméricaines n'ont rien arrangé. En commençant à mesurer les inconvénients de son « splendide isolement<sup>8</sup> », Recep

5. Le président Erdoğan accuse les islamistes de Fethullah Gülen, un prédicateur turc réfugié aux États-Unis, et le gouvernement américain. Ses adversaires évoquent une instrumentalisation de la tentative de coup d'État, qu'ils comparent à l'incendie du Reichstag ou à la nuit des Longs Cousteaux. Cf. COPLEY Gregory (*Defense & Foreign Affairs*), « All Or Nothing for Erdogan: 200,000 Purged in Race for Absolute Power », *OilPrice.com*, 22 juillet 2016. URL : <http://oilprice.com/Energy/Energy-General/All-Or-Nothing-For-Erdogan-200000-Purged-In-Race-For-Absolute-Power.html>. Consulté le 9 septembre 2016.

6. « La politique étrangère de la Turquie à moyen terme sera guidée par des peurs et des considérations de politique intérieure », Galip Dalay, *op. cit.*

7. Voir DREVET Jean-François, « Turquie : dérive sectaire à Ankara. L'évolution récente de la politique étrangère turque », *Diploweb*, 12 avril 2015. URL : <http://www.diploweb.com/Turquie-derive-sectaire-a-Ankara.html>. Consulté le 9 septembre 2016.

8. « *Precious Loneliness* », expression utilisée en 2013 par Ibrahim Kalin, alors sous-secrétaire d'État aux Affaires étrangères d'Ahmet Davutoğlu, pour masquer l'échec complet de cette politique.

Erdoğan s'est résigné à quelques inflexions, en rétablissant ses relations diplomatiques avec Israël et en tentant une réconciliation avec la Russie, dont il reste à apprécier la portée.

S'il n'est pas interdit d'espérer qu'à l'avenir la politique suivie fera preuve de moins d'incompétence, il ne faut pas s'attendre à un réalignement sur le camp occidental<sup>9</sup>. Si elle n'en a pas tous les moyens, la Turquie a pris goût à une action diplomatique à 360 degrés. On ne peut à la fois lui reprocher de ne pas être « assez européenne » et s'offusquer de la voir mener une politique étrangère eurasiatique, ce qui n'est pas la même chose que de se mettre au service d'une idéologie pseudoreligieuse.

Vis-à-vis de l'Occident, Recep Erdoğan « restera dans l'OTAN et les négociations avec l'UE aussi longtemps qu'il pourra en retirer un bénéfice politique et économique, même si (pour des raisons idéologiques qui lui sont propres) il affaiblit ces institutions<sup>10</sup> ». À Bruxelles comme à Washington, il faut donc se préparer à apporter des réponses adéquates à des pressions multiples, ce qui implique des revirements assez spectaculaires : un peu plus de lucidité pour la nouvelle administration qui se mettra en place à Washington en janvier 2017, un peu plus de fermeté à Bruxelles pour ne pas céder à nouveau au chantage. Car ce qui a si bien réussi en mars der-

nier<sup>11</sup>, « une politique de menace et d'extorsion<sup>12</sup> », pourrait bien se renouveler. Il serait en effet paradoxal que Recep Erdoğan soit plus accommodant que Vladimir Poutine, les gouvernements autoritaires de Budapest et de Varsovie, ou même David Cameron, tous plus soucieux d'extraire des concessions de Bruxelles que de coopérer avec l'UE.

Parmi tous les problèmes que pose la Turquie à l'Europe, trois d'entre eux sont particulièrement sensibles : quel doit être son niveau d'intégration à l'UE ? Comment traiter de la problématique spécifique des trois États membres qui sont ses voisins directs ? La Turquie peut-elle encore contribuer à la sécurité de l'Europe ?

### *Intégration et chantage*

Éternelle candidate, la Turquie a déjà atteint un niveau élevé d'intégration économique avec l'UE du fait de son inclusion dans l'union douanière qui remonte à 1996. Son marché est ouvert aux exportateurs européens à un coût budgétaire (un milliard d'euros par an) très modéré par rapport à une adhésion de plein droit. Mais la Turquie n'est pas perdante, puisque sa forte croissance des années 2000 doit beaucoup à son accès privilégié au marché européen.

Compte tenu des obstacles qui se multiplient sur la route de l'adhésion,

---

9. « Il est peu surprenant qu'Ankara doive chercher des amis ailleurs et envisage même de tourner le dos à l'Europe, voire éventuellement à l'OTAN. Il se pourrait qu'un réalignement politique majeur soit en cours, ou peut-être pas. S'il se produit, il s'agira du plus important changement dans le paysage géopolitique depuis l'effondrement de l'Union soviétique à la suite de la guerre froide », Richard Falk, in « The Sky Above Turkey », 23 août 2016. URL : <https://richardfalk.wordpress.com/category/nato>. Consulté le 9 septembre 2016.

10. COPLE Y Gregory, *op. cit.*

11. Lors de la négociation de l'accord relatif aux migrants — voir DREVET Jean-François, « Désastre en vue pour le droit d'asile », *Futuribles*, n° 413, juillet-août 2016, p. 95-103.

12. COPLE Y Gregory, *op. cit.*

la Commission européenne a pensé qu'une stratégie de contournement était praticable par une extension de l'union douanière à d'autres secteurs, notamment aux services. Mais cette stratégie a des limites : la Turquie n'est pas favorable à une libéralisation des marchés publics (comme dans d'autres pays, c'est une chasse gardée du parti au pouvoir) ; de son côté l'UE, qui prône les quatre libertés, ne veut pas entendre parler de libre circulation des personnes. Sur le problème de l'exemption de visas, la controverse va donc se poursuivre : la Turquie espère obtenir satisfaction sans remplir toutes les conditions définies par la Commission européenne, éventuellement en activant une nouvelle vague de candidats à l'asile en mer Égée.

Sur le fond, l'impasse est totale. S'ils ne connaissaient pas grand-chose aux affaires communautaires quand ils sont arrivés au pouvoir en 2002, les dirigeants de l'AKP savent maintenant que l'appartenance à l'UE n'est pas compatible avec leur rêve de construction d'un État islamiste. Dans la pratique, leur comportement n'est pas près de se conformer aux critères démocratiques de l'adhésion, ce refus étant bien antérieur à leur arrivée au pouvoir. Mais les gouvernements successifs ont toujours pensé qu'ils pourraient forcer les portes de l'UE, en arrachant l'adhésion à leurs conditions.

Du côté européen, ceux qui s'opposent à l'entrée de la Turquie, même si elle respectait tous ces critères, sont maintenant rejoints par une partie majoritaire de l'opinion, qui pense qu'elle n'a pas sa place

dans l'UE du fait de son orientation autoritaire et islamiste. Il n'est pas imaginable que ces oppositions soient surmontées, aussi longtemps que le président Erdoğan et son parti exerceront le pouvoir.

Dans ces conditions, à quoi bon continuer à négocier ? En se référant aux exercices antérieurs, la Commission a longtemps cru à une « pédagogie de la négociation », qui permettrait aux autorités turques de prendre conscience des progrès à réaliser dans leur propre intérêt. En Europe centrale, il est arrivé que Bruxelles ait obtenu le soutien de l'opinion publique contre des gouvernements réticents. S'agissant de la Turquie, cette synergie vertueuse ne s'est pas concrétisée : au contraire, la complexité du processus est exploitée par Recep Erdoğan pour se poser en victime de l'ostracisme européen, en accord avec une grande partie de l'opinion, qui estime que son gouvernement a raison de résister aux demandes européennes.

« On ne trouve personne pour signer le certificat de décès <sup>13</sup> » : du côté européen, un accord à l'unanimité est nécessaire pour formaliser une rupture. En pratique, de par sa nature intergouvernementale, permettant à un seul État membre de bloquer la négociation, ce n'est pas nécessaire. Récemment, le président de la Commission européenne, le secrétaire général du Conseil de l'Europe et plusieurs États membres ont évoqué une suspension en cas de rétablissement de la peine de mort en Turquie. À Ankara, plusieurs conseillers du président ont aussi préconisé une rupture.

13. *Ibidem*.

### **Trois États membres sous pression**

L'UE ne doit pas oublier que trois de ses États membres (la Grèce, la Bulgarie et Chypre) sont au voisinage immédiat de la Turquie. Jusqu'à présent, elle n'a pas été directement impliquée dans les relations difficiles que ces pays entretiennent avec Ankara, mais il pourrait en être autrement à l'avenir.

Depuis la fin de la guerre froide, les relations turco-bulgares étaient devenues assez cordiales, jusqu'à ce que le gouvernement d'Ankara s'intéresse d'un peu trop près à la minorité turco-musulmane de Bulgarie. Sofia n'a pas apprécié le prosélytisme dont elle a récemment fait l'objet, et a expulsé l'attaché culturel turc. Si la Turquie a toujours été attentive au sort des minorités turcophones, éventuellement pour les instrumentaliser<sup>14</sup>, l'AKP est entré dans une approche systématique de sensibilisation des musulmans balkaniques à ses idées qui n'inquiète pas seulement la Bulgarie. En effet, le rêve post-ottoman de Recep Erdoğan passe assez mal dans une région qui n'a pas gardé le meilleur souvenir de quatre siècles de « joug turc », d'autant plus que la sollicitude d'Ankara s'adresse presque exclusivement aux musulmans. Menacée comme la Grèce d'un afflux de réfugiés, la Bulgarie s'interroge sur le soutien qu'elle peut recevoir de l'UE (elle n'est pas encore incluse dans Schengen) et craint de devoir s'entendre directement avec la Turquie.

La confrontation avec Athènes est plus directe, dans la mesure où elle porte sur la délimitation de l'espace maritime en mer Égée, opération rendue complexe par l'appartenance de la quasi-totalité des îles de la côte anatolienne à la Grèce. La jurisprudence de la cour internationale de justice de La Haye n'étant pas favorable à la Turquie, celle-ci a refusé de signer la convention des Nations unies sur le droit de la mer. Il en résulte une controverse permanente et des risques de conflit entre les aviations des deux pays, celle de la Turquie effectuant des incursions régulières dans l'espace grec. Cette tension contraint Athènes à des dépenses militaires excessives face aux menaces d'un pays qui est en principe son allié dans l'OTAN.

On ne reprendra pas ici le problème chypriote, sinon pour rappeler que la Turquie y détient la clef d'une solution politique. Bien que la majorité des insulaires, y compris parmi les turcophones, soit en faveur de la réunification, Ankara persiste à imposer le stationnement de ses troupes et sa domination sur la partie nord de l'île.

Ces tensions auraient dû se résoudre dans le cadre de la négociation d'adhésion, qui enjoint la Turquie d'améliorer ses relations de voisinage, notamment en acceptant l'arbitrage de la cour de La Haye pour ses frontières maritimes, et de contribuer à une solution politique à Chypre.

Certes, l'AKP n'est pour rien dans les origines du contentieux avec la

---

14. Les exemples sont nombreux : autrefois dans le sandjak d'Alexandrette, ensuite à Chypre, puis en Irak et aujourd'hui en Syrie, les minorités turcophones ou turkmènes ont été mises au service de la politique étrangère d'Ankara. Le même phénomène se produit aujourd'hui en Europe occidentale, où l'AKP mobilise les immigrants turcs d'Allemagne, de France et de Belgique contre les Kurdes et les gülenistes (voir ROYEN Marie-Cécile, « La Turquie ou la tentation de l'ingérence », *Le Vif-L'Express*, n° 3397, 12-18 août 2016).

Grèce et Chypre. S'il n'a rien fait pour l'aggraver, il ne s'est pas non plus soucié de le résoudre, en dépit de l'objectif affiché par Ahmet Davutoğlu de « zéro problème avec les voisins ». En fait, la mauvaise qualité des relations de voisinage, une constante de la politique étrangère turque, s'est plutôt accentuée, car il n'est pas aisé d'avoir une orientation islamiste pansunnite quand on a sur neuf voisins cinq pays de tradition chrétienne et les quatre autres gouvernés par des chiites « hérétiques ».

Avec ces trois États membres, la normalisation des relations dépend essentiellement de la bonne volonté d'Ankara, qui y a un intérêt évident : la valorisation de sa fonction de transit, l'accès aux ressources gazières récemment découvertes dans le Bassin oriental de la Méditerranée, un appoint essentiel pour la Turquie, trop dépendante de la Russie, qui est subordonné à une solution politique à Chypre<sup>15</sup>. Mais il n'est pas exclu que les choses évoluent dans la direction inverse : la Turquie peut facilement accroître la tension en mer Égée et encore plus aisément à Chypre. Par analogie avec la Russie, sa capacité de nuisance sur son « étranger proche » est potentiellement élevée.

Il est donc important que l'UE s'investisse, alors qu'elle a jusqu'à présent laissé ces pays se débrouiller seuls. Leurs intérêts gaziers ont rapproché Chypre et Israël, puis la Grèce et l'Égypte. Ne se sentant pas suffisamment soutenus à Washington et à Bruxelles, ces pays regardent vers la Russie, à l'affût d'une nouvelle opportunité de développer son influence en Méditerranée orientale. Pour l'UE,

le moment est favorable : les négociations entre Chypriotes ont fait des progrès considérables et une pression raisonnable peut geler le contentieux en mer Égée, en attendant qu'un compromis soit élaboré à La Haye. Quant à la Bulgarie, elle doit comme la Grèce être mieux protégée par une politique européenne des migrations, qui n'expose plus Bruxelles au chantage turc.

### *La Turquie et la sécurité de l'Europe*

Pendant les quatre décennies de guerre froide, la Turquie a contribué positivement à la sécurité de l'Europe en tant que sentinelle avancée au contact direct de l'URSS et de ses alliés du pacte de Varsovie. Actuellement, face aux tensions qui se propagent au Moyen-Orient, on voudrait bien qu'elle exerce une fonction de bouclier.

Mais le gouvernement d'Ankara a d'autres priorités. D'une part, son souci légitime de mener une politique étrangère à 360 degrés entraîne implicitement, sinon explicitement, la fin d'une relation exclusive avec ses alliés de l'OTAN. D'autre part, sa volonté de développer son influence sur les pays musulmans l'incite à intervenir au Moyen-Orient, plutôt en prenant le parti de certains belligérants qu'en exerçant un rôle pacificateur. Comme son action en Syrie l'a bien montré, non seulement la Turquie ne contribue plus à la sécurité de l'Europe, mais elle apporte un supplément de déstabilisation à une région qui n'en a vraiment pas besoin, sans compter les répercussions négatives, aujourd'hui évidentes, sur sa propre sécurité. Le résultat n'est bon pour personne, qu'il

15. Voir DREVET Jean-François, « Le gaz, facteur politique clef en Méditerranée orientale ? », *Futuribles*, n° 412, mai-juin 2016, p. 85-94.

s'agisse des flots de demandeurs d'asile qui se pressent dans les pays voisins de la Syrie, de l'embrassement des zones kurdes ou de la mondialisation du terrorisme.

Que cela plaise ou non aux membres de l'Alliance atlantique, il leur faut s'adapter à ces réalités, ce qui devrait faire réfléchir les politiciens européens qui n'ont pas craint de féliciter la Turquie pour l'accueil des réfugiés syriens, ou qui soulignent son rôle vital dans la lutte contre Daech, alors qu'en Syrie elle est un « pompier pyromane ». Il faut aussi cesser de célébrer un « allié indispensable », puisqu'il va falloir s'en passer.

**Il faut cesser de célébrer un « allié indispensable », puisqu'il va falloir s'en passer**

Pendant longtemps, le département d'État américain et les dirigeants européens à sa suite ont plutôt incliné à l'indulgence, sinon à la complaisance : « soyez gentils avec la Turquie [*play nice with Turkey*] » était le refrain de Washington, ce qui a plutôt encouragé celle-ci à prendre ses distances pour faire monter les enchères. Cette tendance est aujourd'hui moins affirmée, tant la Turquie est devenue un allié mauvais (*bad*) ou douteux (*dubious*). L'idée de la chasser de l'OTAN, ou au moins de

suspendre sa participation, est maintenant largement commentée par la presse américaine.

Rien dans le traité de Washington ne permet d'en expulser un membre. En revanche, celui-ci peut sortir de l'Alliance moyennant un préavis d'un an. Les critères démocratiques du *membership action plan* (le plan d'action pour l'adhésion) concernent les pays candidats. Avec ceux qui sont déjà membres, l'OTAN a été très compréhensive : avec les dictatures portugaise (jusqu'en 1974) et grecque (1967-1974) et face aux nombreux coups d'État, précisément en Turquie. Pour les diplomates de l'Alliance, le gouvernement d'Ankara, en dépit de ses convictions, reste plus facile à influencer de l'intérieur. Cependant, la confiance n'existe plus<sup>16</sup>, ce qui va exclure la Turquie d'un certain nombre de programmes et notamment du renseignement, compte tenu de son attitude vis-à-vis des islamistes<sup>17</sup>.

Par ailleurs, l'expulsion de la Turquie ouvrirait une crise majeure qui affecterait l'ensemble de l'Organisation atlantique. Ceux qui, aux États-Unis, plaident en faveur d'un désengagement d'une alliance par trop européenne en sortiraient renforcés<sup>18</sup>, ce qui ne serait pas un avantage pour la sécurité de l'Europe<sup>19</sup>.

16. Cf. Cook Steven A. et Koplów Michael J., « Turkey Is No Longer a Reliable Ally », *The Wall Street Journal*, 10 août 2016.

17. « En raison de la politique intérieure et étrangère d'Ankara, qui s'est islamisée étape par étape, en particulier depuis 2011, la Turquie a pris pied dans la plate-forme centrale d'action en faveur des groupes islamistes de la région Moyen-Orient », selon un rapport classifié du ministère allemand de l'Intérieur, en réponse à une question du parti Die Linke, révélé par la chaîne publique ARD.

18. « L'OTAN est un anachronisme et l'appartenance d'Ankara encore plus. La première alliance militaire de la guerre froide dirigée par les États-Unis aurait dû disparaître après la dissolution de l'Union soviétique », Doug Bandow in « Time to Toss Turkey Out of NATO? », *Investor's Business Daily*, 22 août 2016. URL : <http://www.investors.com/politics/commentary/time-to-toss-turkey-out-of-nato/>. Consulté le 9 septembre 2016.

19. DREVET Jean-François, « L'Europe peut-elle toujours compter sur l'OTAN ? », *Futuribles*, n° 411, mars avril 2016, p. 85-96.

Du point de vue militaire, les soubresauts politiques de la Turquie font peser des doutes sur l'efficacité de son armée. Dans quel état va-t-elle se trouver au terme d'une purge sans précédent, qui rappelle celle de l'Armée rouge en 1937<sup>20</sup> et qui aurait éliminé une forte proportion d'officiers de haut rang proches du Pentagone ? À court terme, elle pourrait bien avoir perdu une bonne partie de sa technicité, sans compter que la priorité donnée à la lutte contre le PKK (comme ce fut le cas de l'armée française pendant la guerre d'Algérie) l'éloigne des *standards* de l'OTAN. Washington a renvoyé en Amérique les familles des militaires en poste en Turquie et voudrait replier en Roumanie les têtes nucléaires stockées à Incirlik. Des alternatives à cette base sont à l'étude au Kurdistan irakien et à Chypre, ce qui aurait l'avantage de montrer à la Turquie que l'on peut non seulement se passer d'elle, mais coopérer davantage avec les Kurdes et les Chypriotes. Reste à savoir si John Kerry, le secrétaire d'État américain, pourrait mettre à exécution sa menace de suspension de l'Alliance.

À long terme, la possibilité pour l'armée turque de recruter parmi les élèves des *imam hatip* (les écoles religieuses), qui vient de lui être ouverte par Recep Erdoğan, ne va-t-elle pas encore davantage l'éloigner de l'OTAN ? La nostalgie de l'Empire otto-

man ouvre-t-elle la voie à la formation de nouveaux janissaires, d'une force parallèle comme les *pasdarans* iraniens ? À moins qu'une autre puissance ne prenne le relais (la Russie ou la Chine ?), la fin de la coopération étroite avec l'armée américaine mettrait la Turquie dans une impasse technologique, en dépit de ses efforts pour se doter d'une industrie militaire, sans parler d'éventuels rêves nucléaires. Pour le moment, les experts américains estiment que ces dérives peuvent être mieux canalisées dans l'OTAN qu'en dehors. Couper les liens militaires est une action de dernier recours : la rupture avec l'Iran, l'interruption de la coopération militaire avec le Pakistan n'ont rien apporté aux États-Unis<sup>21</sup>.

Au Moyen-Orient, les États-Unis n'ont pas d'alliés, seulement des fauteurs de trouble (*trouble makers*) qui ne leur attirent que des ennuis : l'Arabie Saoudite et les autres monarchies du Golfe, en soutenant les extrémistes ; Israël en ayant fait tout son possible pour bloquer l'accord nucléaire avec l'Iran ; et maintenant la Turquie devenue islamiste et imprévisible. Combien de temps le gouvernement américain échappera-t-il à la confrontation que recherche Ankara ?

Tout ceci oblige l'Europe à se doter sans plus tarder d'une politique, à faire preuve de son « autonomie

20. « Peu importe ce qui la justifie, chaque purge affecte inévitablement l'efficacité de l'armée ou suscite des questions à cet égard », Bulent Aliriza, directeur du projet sur la Turquie au Center for Strategic and International Studies de Washington, cité par Matt Bradley, in « Analysis: Erdogan's Purge to Coup-Proof Turkey's Military May Backfire », *NBC News*, 16 août 2016. URL : <http://www.nbcnews.com/storyline/turkey-military-coup/analysis-erdogan-s-purge-coup-proof-turkey-s-military-may-n630791>. Consulté le 9 septembre 2016.

21. « Les États-Unis doivent maintenant poursuivre sur cette lancée et trouver un moyen de sortir de l'impasse concernant l'extradition de M. Gülen. Bien que cela ne soit pas facile, cela vaut la peine car la Turquie a plus de valeur à l'intérieur de l'OTAN qu'à l'extérieur », Matthew Bryza, ex-ambassadeur américain en Azerbaïdjan, in « NATO Must Act to Halt Turkey's Freefall Into Putin's Arms », *Newsweek*, 27 août 2016.

stratégique <sup>22</sup> ». À la différence des États-Unis, elle est contrainte par sa géographie, ce qui ne lui interdit pas la fermeté. Contrairement à ce qui est souvent avancé, l'UE n'est pas dépourvue de moyens de pression : l'économie turque est fragile, les beaux jours de la forte croissance sont terminés. Elle a grand besoin des investissements étrangers et des entreprises européennes. Si celle de l'Europe est relative, sa dépendance énergétique est totale. En cas de confrontation, elle serait dans une situation très difficile, qu'elle vient d'expérimenter dans ses relations avec Moscou, dont la politique de sanctions mesurées a porté ses fruits. Non seulement la Turquie s'est calmée, mais le président Erdoğan a fait le voyage de Canossa, ce qui devrait interpellier les diplomates occidentaux.

L'UE doit donc se doter d'une politique de fermeté, ce qui n'est pas dans ses habitudes, et fixer ses priorités : faute de confiance, la seule attitude possible est le « donnant-donnant », où l'Europe doit savoir ce qu'elle veut et le défendre avec l'énergie nécessaire, à la différence de ce qui s'est passé en mars 2016 <sup>23</sup>.

### *Vers un partenariat continental ?*

Aussi longtemps que Recep Erdoğan et les islamistes seront au pouvoir, aucun arrangement durable ne sera obtenu. Cependant, il existe des perspectives à plus long terme. Actuellement étudié dans le cadre du Brexit <sup>24</sup>, le projet de partenariat continental peut déboucher sur la formation d'un « deuxième cercle » de pays associés à l'UE sans en faire partie. Pour la Turquie, cette option renforcerait son intégration économique sans participation à l'union politique (incompatible avec son orientation eurasiatique) et sans obtenir la libre circulation des personnes (que les Européens ne veulent pas lui accorder). Avant de savoir s'il est applicable à la Turquie, il faut attendre le résultat des négociations avec le Royaume-Uni.

Les rêves des années 2000 sont maintenant bien lointains. Au lieu de rayonner sur sa périphérie par une coopération active avec les deux puissances eurasiatiques que sont la Russie et la Turquie, l'UE doit gérer un rapport de force. À la question des limites de l'Europe, nous avons désormais des réponses. ■

---

22. Voir le récent document du SEAE (Service européen d'action extérieure) : *Shared Vision, Common Action: A Stronger Europe. A Global Strategy for the European Union's Foreign and Security Policy*, Bruxelles, juin 2016.

23. Lors de la négociation de l'accord relatif aux migrants.

24. PISANI-FERRY Jean *et alii*, « Europe after Brexit: A Proposal for a Continental Partnership », Bruxelles : Institut Bruegel, 29 août 2016.

## IDÉES & FAITS PORTEURS D'AVENIR \*

### Chine : heurs et malheurs de la planification

La planification chinoise a le mérite de proposer un projet collectif de maîtrise de l'avenir. Mais il faut qu'il soit fondé sur une vision novatrice de l'avenir. Or plusieurs exemples, la sidérurgie, les transports publics, montrent que trop souvent, le Plan fonde ses projets sur des concepts périmés.

Les Français ont quelque difficulté à vendre leurs tramways en Chine. Une étude récente de la société d'ingénierie Systra tente de l'expliquer : c'est la faute de la planification chinoise ! Évidemment, dans les plus grandes métropoles, le métro s'impose comme moyen privilégié de transport collectif. Mais dans les villes de troisième rang, selon le classement officiel des villes chinoises de 2012, le tramway devrait trouver sa place. Le classement de 2012 se base non seulement sur la population, mais aussi sur le rayonnement et les activités économiques de la ville. Les villes de troisième rang n'ont pas plus de 2 500 000 habitants.

Pour construire un métro dans une ville, le Plan doit nécessairement donner son accord préalable et il finance

sur crédit budgétaire la majorité du coût de sa construction. Pour les tramways, il n'y a pas d'autorisation à obtenir du Plan, mais les villes ou provinces doivent trouver les moyens de financement sur ressources propres ou emprunt. Ce sont ces villes de troisième rang qui sont les cibles des constructeurs de tramways. Le Plan, qui prévoit une urbanisation de 300 millions de Chinois au cours du 13<sup>e</sup> plan (2016-2020), veut qu'elle se réalise surtout dans ces villes de troisième rang et n'encombre pas davantage les grandes agglomérations du pays, saturées. Tout devrait donc favoriser l'essor des tramways dans ces villes moyennes.

La planification a ses mérites. Elle exprime une volonté collective de maîtriser l'avenir. Mais si le Plan est fondé sur une conception obsolète de l'avenir, il entraîne le pays pour au moins cinq ans vers un avenir déjà périmé. L'enjeu, capital pour la planification, est d'avoir une vue sur l'avenir qui soit vraiment novatrice et non une projection de ce qui se fait actuellement sur les cinq ans à venir.

Le 10<sup>e</sup> plan (2001-2005) avait consacré d'énormes moyens pour développer rapidement la sidérurgie. La croissance économique s'accélérait et on craignait que le manque d'acier

\*La plupart des textes publiés dans la rubrique Actualités prospectives sont issus de Vigie, le système de veille mutualisée de l'association Futuribles International (NDLR).

devienne un goulet d'étranglement freinant la croissance.

Le 13<sup>e</sup> plan (2016-2020) consacre d'importantes ressources pour réduire les surcapacités sidérurgiques du pays. La vue sur l'avenir en 2001 avait été trop courte, trop liée à l'immédiat. Une erreur similaire semble se produire dans le 13<sup>e</sup> plan pour l'organisation des transports publics dans les villes de troisième rang.

La conception de l'urbanisme en Chine est marquée par l'essor de l'automobile, comme elle l'était en Europe il y a 40 ans. Le métro souterrain est privilégié pour les transports collectifs, la surface est dévolue aux voitures et, accessoirement, aux cyclistes et piétons. On ne voit pas en Chine de couloirs de bus en site propre et fort peu de rues et quartiers piétons. En revanche, les viaducs autoroutiers urbains séduisent, même s'ils polluent l'air.

Le tramway est considéré comme un moyen pour acheminer des touristes vers les sites périphériques ou pour prolonger les lignes de métro vers la grande banlieue. Et les urbanistes français se désespèrent de ne pas parvenir à faire comprendre aux autorités chinoises que le tramway est un moyen de transport collectif structurant s'il va jusqu'en centre-ville et en site propre. Ceci suppose que des voies lui soient réservées aux dépens des voitures et que le Plan, qui veut développer les villes de troisième rang, inclue et finance les tramways au même titre que les métros comme moyens de transport structurants.

Le salon *high-tech* de Pékin, en mai dernier, a présenté avec fierté un tramway chinois surélevé sous lequel les véhicules de moins de deux mètres de haut pourront circuler. Cette

innovation confirme la priorité accordée à l'automobile. Un choix qui s'avèrera probablement désastreux avant 10 ans. La Chine planifie les transports publics sur des concepts périmés.

Les Américains ne veulent pas entendre parler de planification afin de laisser l'avenir disponible pour les innovations jugées aujourd'hui inimaginables. La Chine, pour sa part, a besoin d'un peu plus de réflexion prospective pour justifier son attachement à la planification.

*Philippe Delalande*

*N.B. : cet article est extrait de la Lettre confidentielle Asie21-Futuribles, n° 96, juin 2016.*

## Présidentielle aux États-Unis : deux visions opposées

Les candidats à l'élection présidentielle du 8 novembre 2016 aux États-Unis, Hillary Clinton et Donald Trump, proposent deux visions contrastées de l'Amérique et du monde à leurs futurs électeurs. Les questions de politique intérieure (en particulier le chômage, la fiscalité, l'immigration) et étrangère (y compris le commerce extérieur) sont fréquemment évoquées par les deux candidats, souvent en termes généraux et avec des formules à l'emporte-pièce par Donald Trump. Les programmes des deux grands partis (des documents d'une cinquantaine de pages chacun), les démocrates et les républicains, rendus publics en juillet, avant les conventions qui ont désigné leurs candidats, permettent toutefois de voir plus clair dans leurs intentions. Nous nous limiterons à quelques points saillants des programmes sur les sciences et les techniques, et en particulier la politique de l'énergie et du climat, qui

rèvelent des divergences d'opinion assez fondamentales.

Les deux candidats s'expriment rarement sur les questions concernant la politique de la recherche et de la technologie, ils considèrent l'un et l'autre qu'elle doit soutenir l'économie américaine et assurer le *leadership* du pays. Il semble cependant qu'Hillary Clinton ait consulté de nombreux experts de la communauté scientifique pour élaborer son programme, ce que n'a pas fait Donald Trump (contrairement à John McCain, le candidat républicain en 2008), qui affiche son hostilité aux experts. La plate-forme démocrate évoque assez longuement les questions de politique scientifique, en particulier celles relatives à la recherche biomédicale et à la santé (les risques que fait courir le virus Zika notamment), Donald Trump

mettant aussi en avant l'importance de la recherche médicale. Le gouverneur de l'Indiana, Mike Pence, qu'il a choisi comme candidat à la vice-présidence et qui représente l'aile républicaine conservatrice, a critiqué à de multiples reprises le soutien accordé par le président Barack Obama aux recherches sur les cellules souches embryonnaires. Un président républicain aurait, sans doute, un autre regard sur la recherche en biologie et en médecine. Les technologies de l'information et le rôle du numérique sont aussi très présents dans les programmes, Donald Trump évoquant ainsi, à propos de la cybersécurité, le risque d'un « cyber Pearl Harbor » pour l'Amérique.



© Patrimonio Designs Ltd / Shutterstock

Dans les domaines de l'énergie et de l'environnement, les oppositions entre les deux candidats sont très fortes. Hillary Clinton et la plate-forme démocrate soulignent la nécessité de bâtir une économie de l'énergie propre : produire d'ici une décennie la moitié de l'électricité avec des filières « propres » en modernisant le réseau électrique, diminuer la consommation d'énergies fossiles, éliminer les subventions à ces énergies. La candidate démocrate n'est pas hostile à l'exploitation du gaz et du pétrole de schiste, mais son impact environnemental doit être contrôlé par l'EPA (Environmental Protection Agency).

Donald Trump a une vision opposée des choses, il veut faire entrer l'Amérique dans une nouvelle ère de l'énergie, en libérant sa production de toutes les contraintes qui la brident, en particulier celles imposées par l'EPA pour le contrôle de l'eau et de l'air ; celle-ci serait d'ailleurs démantelée, ses missions réglementaires étant transférées aux États. Les républicains proposent de faire feu de tout bois : les énergies fossiles (le charbon est qualifié au passage d'énergie propre !), les renouvelables. Ils reviendraient sur la décision de Barack Obama d'interdire la construction du *pipeline* Keystone XL, qui devait transporter aux États-Unis le pétrole extrait des sables bitumineux exploités au Canada, et son plan « Énergie propre » serait relégué aux oubliettes.

Sur le climat, les oppositions entre les deux candidats sont également

totales. Donald Trump, qui est hostile aux accords internationaux pour lutter contre le réchauffement climatique (son vice-président est climatosceptique), reviendrait sur la ratification par son pays (en septembre) de l'accord de Paris conclu fin 2015 (COP21, 21<sup>e</sup> conférence des parties) ; il arrêterait tout financement américain au secrétariat chargé de la mise en œuvre la convention des Nations unies sur le changement climatique et il s'opposerait à une taxe carbone. Sur ces questions, Hillary Clinton est sur la ligne de Barack Obama et les démocrates affirment que « le climat est une menace urgente et réelle pour [l']économie et [la] sécurité nationales », ils proposent une taxation du CO<sub>2</sub> et de faire de l'Amérique « la superpuissance de l'énergie propre du XXI<sup>e</sup> siècle ».

D'autres questions en relation avec la technologie sont abordées par les deux programmes présidentiels. Ainsi les démocrates affirment-ils la nécessité de poursuivre la lutte contre la prolifération nucléaire, une position traditionnelle, alors que les républicains mettent en avant la modernisation de l'armement nucléaire des États-Unis et la construction de missiles antibalistiques.

Il est difficile de faire des conjectures sur la politique que l'un ou l'autre candidat mettrait en œuvre s'il était élu, celle d'Hillary Clinton serait sans doute en continuité avec celle de l'administration Obama. Dans les domaines de l'énergie et du climat, une présidence Trump aurait, probablement, de sérieuses conséquences internationales. De nombreux commentateurs se sont interrogés, aux États-Unis et en Europe, sur les raisons du soutien obtenu par Donald Trump dans l'électorat républicain, qui lui a permis de remporter les primaires et

la nomination de son parti. Dans un point de vue publié dans la revue *Nature*, Daniel Sarewitz, un universitaire américain, professeur à l'université d'Arizona où il codirige un consortium sur les questions de science et de politique, souligne que si celles-ci sont rarement évoquées par le candidat républicain, ses discours sur le déclassé social et économique d'une large fraction de la population américaine trouvent un large écho dans l'électorat. Or, selon D. Sarewitz, si la révolution technologique des dernières décennies a permis d'accroître considérablement la richesse du pays, elle a été aussi une source d'inégalités (notamment entre les États car nombre d'entre eux se sont désindustrialisés) et d'un chômage qui touche, aujourd'hui, une partie des classes moyennes. Autrement dit, une réflexion s'impose sur l'incidence sociale et économique de la politique scientifique et technologique. C'est un débat auquel l'Europe n'échappera pas non plus.

*Pierre Papon*

Sources : TOLLEFSON Jeff, « Trump and Clinton Worlds Apart on Science », *Nature*, vol. 535, n° 7613, 26 juillet 2016, p. 473 ; SAREWITZ Daniel, « Donald Trump's Appeal Should Be a Call to Arms », *Nature*, vol. 536, n° 7614, 4 août 2016, p. 7 ; 2016 *Democratic Platform*, 21 juillet 2016. URL : <https://www.demconvention.com/wp-content/uploads/2016/07/Democratic-Party-Platform-7.21.16-no-lines.pdf> ; *Republican Platform 2016*, 26 juillet 2016. URL : [https://prod-static-ngop-pbl.s3.amazonaws.com/media/documents/DRAFT\\_12\\_FINAL\[1\]-ben\\_1468872234.pdf](https://prod-static-ngop-pbl.s3.amazonaws.com/media/documents/DRAFT_12_FINAL[1]-ben_1468872234.pdf). Consultés le 30 septembre 2016.

## L'interconnexion énergétique version chinoise

« Un monde qui deviendrait pour toute l'humanité un village planétaire civilisé et harmonieux, une commu-

nauté liée par un destin commun, avec la nature et sous un ciel d'azur <sup>1</sup>. » Pour Liu Zhenya, le président-directeur général de la State Grid Corporation of China (SGCC) <sup>2</sup>, cette vision pourrait advenir grâce à l'interconnexion énergétique mondiale (GEI, ou *Global Energy Interconnection*). La GEI vise la construction d'un « Internet mondial de l'énergie » à travers l'interconnexion progressive des réseaux d'électricité transfrontaliers et transcontinentaux.

Le modèle de GEI défendu par Liu Zhenya repose sur le triptyque « réseau intelligent (*smart grid*) - réseau en ultrahaute tension (*Ultra High Voltage / UHV* : supérieure à 800 kV) - énergie propre ». La mise en œuvre du projet devrait s'échelonner jusqu'en 2050, avec un plan d'action en trois étapes. La première, qui court jusqu'en 2020, concerne le niveau national, avec l'interconnexion des réseaux domestiques et la généralisation des *smart grids* qui doivent appuyer le développement des énergies propres en permettant au système électrique de s'adapter aux intermittences de la production éolienne et solaire. Entre 2020 et 2030, la deuxième étape concerne le niveau transnational avec l'interconnexion des réseaux à l'échelle continentale. Enfin, entre 2030 et 2050, la SGCC

compte réaliser l'interconnexion des réseaux de plusieurs continents.

Selon Liu Zhenya, les progrès réalisés dans le secteur des énergies renouvelables et les technologies de transmission devraient alors permettre de transporter partout dans le monde une énergie propre produite dans des parcs éoliens installés dans l'Arctique ou dans des centrales solaires situées sur l'équateur, dont le potentiel annuel représenterait plusieurs milliers de térawattheures (TWh). La GEI constituerait ainsi la solution aux trois grands défis du développement mondial de l'énergie : les contraintes en termes de ressources, la pollution environnementale et les changements climatiques.

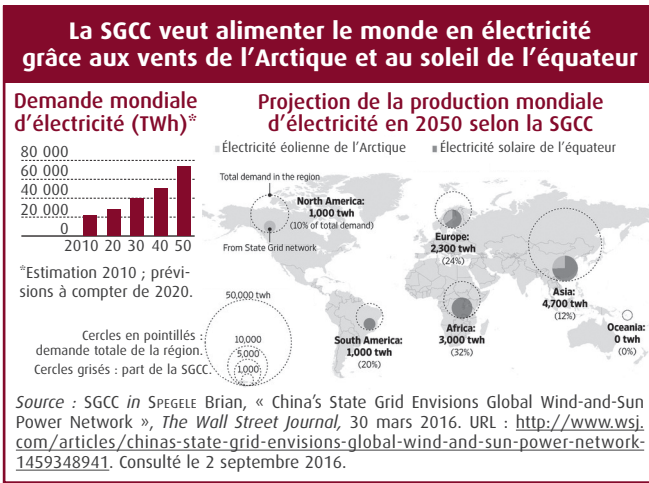
La GEI a reçu le soutien éminent du président Xi Jinping <sup>3</sup>, mais le caractère démesuré du projet et son coût exorbitant, évalué à 50 000 milliards de dollars US (ce qui représente environ deux fois les produits intérieurs bruts cumulés de la Chine et des États-Unis), peinent à asseoir sa crédibilité, d'autant que plusieurs initiatives du même type ont déjà fait long feu <sup>4</sup>.

1. « Workshop on Technologies and Equipment for Global Energy Interconnection Held in Chicago, US », State Grid Corporation of China (SGCC), 17 novembre 2015. URL : [http://www.sgcc.com.cn/ywlm/mediacenter/corporate\\_news/11/330171.shtml](http://www.sgcc.com.cn/ywlm/mediacenter/corporate_news/11/330171.shtml). Consulté le 2 septembre 2016.

2. La SGCC est le plus grand gestionnaire de réseau, transporteur et distributeur d'électricité au monde. Elle se classe au septième rang mondial pour le chiffre d'affaires (340 milliards de dollars US en 2014) et au quatrième pour les effectifs (921 964 salariés en 2014), dans le classement « Global 500 » 2015 de *Fortune*.

3. Cf. « Xi Jinping Delivers Important Speech at UN Sustainable Development Summit, Stressing to Realize Common Development of All Countries from New Starting Point of Post-2015 Development Agenda », ministère chinois des Affaires étrangères, 27 septembre 2015. URL : [http://www.fmprc.gov.cn/mfa\\_eng/zxxx\\_662805/t1302359.shtml](http://www.fmprc.gov.cn/mfa_eng/zxxx_662805/t1302359.shtml). Consulté le 2 septembre 2016.

4. En 2013, la SGCC s'était déjà associée au projet Desertec lancé en 2009 par un consortium d'entreprises principalement allemandes, qui visait à alimenter l'Europe et les pays méditerranéens en électricité à partir d'installations solaires géantes installées dans le Sahara. En octobre 2014, après une conférence des parties prenantes, le projet a été abandonné, essentiellement pour des raisons financières (cf. « Desertec n'exploitera pas l'énergie solaire du Sahara pour alimenter l'Europe », *L'Énergie en questions*, 16 octobre 2014, EDF. URL : <http://>



Les questions sécuritaires pourraient constituer l'obstacle le plus important dans un contexte de montée des préoccupations liées à la vulnérabilité des réseaux électriques aux cyberattaques. Dans plusieurs pays, les projets de la SGCC, intimement liée aux intérêts de l'État et du parti communiste chinois, se sont heurtés aux impératifs de sécurité nationale<sup>5</sup>. Il n'en reste pas moins que l'ambition

[www.lenergieenquestions.fr/desertec-nex-ploitera-pas-lenergie-solaire-du-sahara-pour-alimenter-leurope/](http://www.lenergieenquestions.fr/desertec-nex-ploitera-pas-lenergie-solaire-du-sahara-pour-alimenter-leurope/). Consulté le 2 septembre 2016). Plus ancienne, avec des origines qui remontent aux années 1970, l'initiative GENI (Global Energy Network Institute) qui se concentrait sur la connexion de sources d'énergie renouvelable du monde en utilisant la transmission internationale de l'électricité, était, elle aussi, restée sans lendemain.

5. WADE Geoff, « State Grid and Australia's National Security Interests », *The Strategist*, 24 novembre 2015. URL : <http://www.aspi-strategist.org.au/state-grid-and-australias-national-security-interests/>. Consulté le 2 septembre 2016. En août 2016, le gouvernement australien a bloqué, au nom de la sécurité nationale, le rachat de 50,4 % d'Ausgrid, premier réseau électrique du pays, par un consortium constitué de la SGCC et du hongkongais Cheung Kong Infrastructure Holdings.

de Liu Zhenya a des fondements très réalistes et repose sur l'intérêt bien compris de la SGCC, considérant les compétences et la maîtrise technologique qu'elle a développées en matière de transport de l'électricité et de déploiement de réseaux UHV.

L'augmentation du voltage permet de réduire les pertes de transmission, qui constituent un enjeu crucial en Chine où les sources de production d'électricité renouvelable — installations hydroélectriques du centre et du sud-ouest, fermes éoliennes et centrales solaires de Gansu au nord-ouest — sont éloignées de plusieurs milliers de kilomètres des provinces côtières qui représentent l'essentiel de la consommation.

En 2008, le gouvernement chinois, afin de remédier aux problèmes chroniques de pénuries d'électricité, a défini sous le nom de *Strong Smart Grid*<sup>6</sup> une stratégie de modernisation du réseau national à l'horizon 2020. La SGCC joue un rôle de premier plan dans la mise en œuvre de ce programme. En 2009, le géant chinois de l'énergie, qui distribue l'électricité à plus d'un milliard d'ha-

6. BÉCUWE Xavier, « Le smart grid en Chine. État des lieux et perspectives », *Centrale Énergies, Flash*, n° 40, juin 2014. URL : [http://www.centrale-energie.fr/spip/IMG/pdf/CE-Flash\\_40-juin\\_14.pdf](http://www.centrale-energie.fr/spip/IMG/pdf/CE-Flash_40-juin_14.pdf). Consulté le 2 septembre 2016.

bitants répartis dans 26 provinces (soit près de 90 % du territoire), a annoncé un montant total d'investissements de 600 milliards de renminbis (environ 70 milliards d'euros) consacrés à la construction de lignes UHV. Plusieurs liaisons sont déjà entrées en service, supportant des tensions de 800 kV et 1 000 kV <sup>7</sup>.

Ces nouveaux systèmes de transmission ont pu être mis en place grâce à d'importants efforts en matière de recherche et développement (R&D) dans un secteur où la Chine a acquis une réelle capacité d'innovation. En 2009, la mise en exploitation d'une ligne UHV d'une tension de 1 000 kV, entre la province du Shanxi et celle du Hubei, constitua une première mondiale <sup>8</sup>. Plus de 90 % des équipements utilisés dans la réalisation de ce projet avaient été conçus et fabriqués en Chine. La SGCC exporte dorénavant son savoir-faire et son expertise sur les marchés internationaux. En 2015, elle a remporté au Brésil son premier contrat lié aux technologies de transmission UHV pour la construction et l'exploitation d'une ligne (800 kV) de près de 2 100 kilomètres qui permettra d'acheminer l'électricité produite par le barrage hydroélectrique de Belo Monte, dans le Nord, vers les centres de consommation du Sud-Est <sup>9</sup>.

Selon une étude du Paulson Institute <sup>10</sup> publiée en avril 2015, le développement accéléré des systèmes de transmission UHV en Chine pourrait entraver l'innovation dans ce type de technologie au niveau mondial. Forte de l'avantage que lui confère la taille critique du marché chinois où elle détient un quasi-monopole, la SGCC est en mesure de diffuser à grande échelle les technologies novatrices développées sur le marché domestique, précipitant l'internationalisation des normes chinoises et la marginalisation de ses concurrents internationaux. C'est à la lumière de ces ambitions que doit être lu le projet de GEI promu par Liu Zhenya.

*Yann Vinh*

*Sources complémentaires :* « La Conférence internationale 2016 sur l'interconnexion énergétique mondiale ouvre ses portes à Pékin », PR Newswire / SGCC, 30 mars 2016. URL : <http://www.prnewswire.com/news-releases/la-conference-internationale-2016-sur-linterconnexion-energetique-mondiale-ouvre-ses-portes-a-pek-in-573990871.html> ; MINTER Adam, « China Wants to Power the World », *Bloomberg*, 3 avril 2016. URL : <http://www.bloomberg.com/view/articles/2016-04-03/china-s-state-grid-wants-to-power-the-whole-world> ; YACINE Jean-Paul, « Les grandioses projets planétaires de 国家电网 », *Question Chine.net*, 2 avril 2016. URL : <http://www.questionchine.net/les-grandioses-projets-planetaires-de-%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E7%94%B5%E7%BD%91>. Consultés le 2 septembre 2016.

7. YANG Jianxiang et GAO Shan, « Analysis: China Adds to UHV Network to Transfer Surplus Wind Energy », *Wind Power Monthly*, 28 août 2015. URL : <http://www.windpowermonthly.com/article/1361466/analysis-china-adds-uhv-network-transfer-surplus-wind-energy>. Consulté le 2 septembre 2016.

8. « 1000 kV Jindongnan-Nanyang-Jingmen UHV AC Pilot Project », SGCC, 11 décembre 2010. URL : <http://www.sgcc.com.cn/ywlm/projects/brief/12/237188.shtml>. Consulté le 2 septembre 2016.

9. « China's First Successful Overseas Bid, Belo Monte Hydropower UHV Transmission Project,

Starts Construction in Brazil », SGCC / *Xinhua*, 30 mai 2015. URL : <http://www.sgcc.com.cn/ywlm/mediacenter/inspotlight/05/326756.shtml>. Consulté le 2 septembre 2016.

10. *Power Play: China's Ultra High Voltage Technology and Global Standards*, Chicago : Paulson Institute, *Paulson Papers on Standards*, avril 2015, 50 p. URL : [http://www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2015/04/PPS\\_UHV\\_English.pdf](http://www.paulsoninstitute.org/wp-content/uploads/2015/04/PPS_UHV_English.pdf). Consulté le 2 septembre 2016.

## Les foyers multigénérationnels aux États-Unis

Plus de 60 millions d'Américains, soit 19 % de la population des États-Unis, vivent dans un foyer multigénérationnel. On entend par là un ménage au sein duquel se trouvent au moins deux générations adultes de la même famille (des parents avec leurs jeunes enfants devenus adultes, des adultes avec leurs parents devenus dépendants) ou bien des grands-parents vivant avec leurs petits-enfants.

En 1950, 21 % des Américains vivaient dans une telle situation, sous le même toit. Pendant toute la période d'expansion économique (les Trente Glorieuses à l'américaine), la proportion n'a fait que décroître, pour atteindre un palier de 12 % en 1980. Depuis lors, la tendance est à la hausse, cette hausse s'accéléralant après la déflagration économique des années 2007 et 2008. Depuis 2009, toutes les catégories ethniques, qui recourent dans une large mesure les catégories sociales, de la population

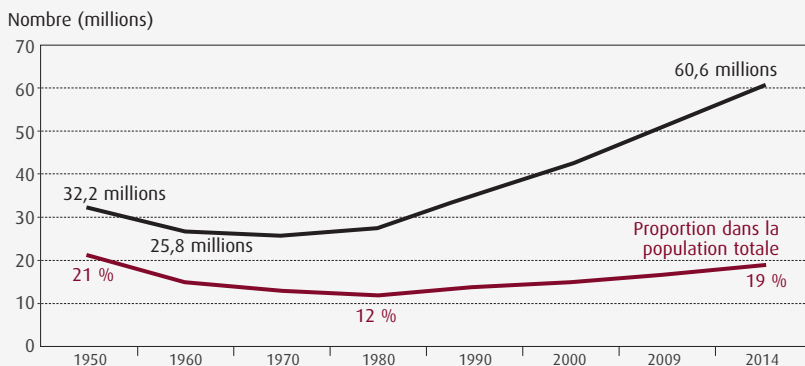
sont concernées. Qu'il s'agisse des Blancs, des Noirs, des Asiatiques ou des Hispaniques, en une demi-dizaine d'années, le taux de foyers multigénérationnels a augmenté d'un ou deux points.

Trois tendances nourrissent ce phénomène :

— Le vieillissement de la population, d'abord, amène une partie des personnes âgées, dans des périodes de dépendance, à venir s'installer chez leurs enfants ; cette option pouvant être un choix et, bien plus souvent, une contrainte.

— Avec l'allongement de la durée des études, les enfants restent plus longtemps au domicile de leurs parents. Là aussi il y a du choix, mais aussi beaucoup de contraintes. La version enchantée de la question, au moins du point de vue des jeunes, a été présentée en France sous le nom de « phénomène Tanguy » (tiré du titre d'un film où l'on voyait un jeune étudiant rester chez ses parents, jusqu'à leur totale exaspération). La version problématique tient au coût de l'enseignement supérieur qui relève désormais, outre-Atlantique, d'un in-

### Nombre de personnes et proportion de la population des États-Unis vivant dans un foyer multigénérationnel



Source : Pew Research Center.

vestissement et d'un endettement très élevés. Afin de pouvoir payer les universités, des parents et leurs enfants étudiants sont contraints de cohabiter.

— La troisième tendance n'a pas de versant positif. Il s'agit tout simplement de la croissance des inégalités. Les enfants des classes défavorisées et des classes moyennes n'ont plus les moyens de quitter le foyer familial aussi rapidement que cela avait pu être le cas pour leurs parents. Et parfois, ils sont obligés de revenir chez leurs parents après une première période de décohabitation se soldant par un échec (une séparation ou, surtout, des difficultés économiques). On parle parfois, en sociologie, d'enfants « boomerangs ». Ils peuvent partir vite, mais aussi revenir rapidement.

Ces trois tendances n'ont pas la même force. Le vieillissement n'est pas la plus importante. En 1940, les deux tiers des personnes âgées de plus de 85 ans vivaient avec certains de leurs enfants. En 2014, ils ne sont plus qu'un quart dans cette situation. À l'inverse, la proportion des jeunes de 25 à 29 ans dans cette situation, après avoir décliné jusque dans les années 1970, a commencé à augmenter pour atteindre maintenant plus de 30 %.

Plus globalement, il apparaît que le principal mode d'habitation, pour les 18-34 ans, est en contexte multi-générationnel. Ce n'était plus le cas depuis 130 ans...

Deux lectures générales du phénomène sont possibles. La première, positive et optimiste, consiste à se féliciter d'une sorte d'harmonie régressant les rapports familiaux et autorisant ces cohabitations. La deuxième, plus réaliste, consiste à souligner non pas le rapprochement des générations mais, au contraire, l'élargissement

du fossé générationnel. En effet, ces cohabitations sont bien davantage la conséquence de difficultés socio-économiques que la résultante d'une meilleure entente entre générations. Ce phénomène, très nettement documenté dans le cas américain, affecte certainement nombre d'autres pays riches, la France en particulier.

*Julien Damon*

### Présence militaire chinoise renforcée en Syrie

La présence en Syrie de combattants ouïgours aux côtés des islamistes pousse la Chine à intervenir plus ouvertement dans le conflit syrien. Déjà, en août 2016, les chefs des forces armées chinoises, pakistanaises, afghanes et tadjikes s'étaient réunis à Urumqi afin de se concerter et d'envisager des actions communes contre le terrorisme en se livrant à des exercices conjoints et au moyen d'échanges de renseignements. La Chine paraît en effet de plus en plus préoccupée par les activités irrédentistes sur son propre territoire.

Parallèlement, une mission militaire chinoise s'est rendue à Damas le 4 août 2016 pour y discuter de l'accroissement de l'assistance chinoise au régime syrien. Celle-ci se manifestera notamment par la formation de cadres de l'armée syrienne et par la fourniture d'armements légers comme des fusils à lunette et des fusils lance-grenade.

Reçue par le ministre syrien de la Défense, la délégation était dirigée par le contre-amiral Guan Youfei, chef du bureau de coopération internationale près le Conseil militaire central de la république populaire de Chine, qui a également rencontré le lieute-

nant-général Sergueï Tchvarkov, chef du Centre russe de coordination pour la réconciliation des parties en conflit.

L'amiral a insisté sur le rôle actif joué par la Chine dans la recherche d'une solution politique à la crise syrienne et a assuré son interlocuteur que les relations militaires entre les deux pays allaient se renforcer. Pékin vient aussi de nommer un nouvel ambassadeur à Damas.

De son côté, le ministre syrien a remercié la Chine pour l'aide déjà accordée et a indiqué que son gouvernement soutenait la position de Pékin sur la mer de Chine méridionale.

La visite de l'amiral Guan paraît marquer un tournant dans l'évolution de la position chinoise vis-à-vis du conflit syrien. Déjà présente par ses conseillers militaires, la Chine entend renforcer son implication à un moment décisif du conflit : la bataille d'Alep.

Préoccupée par l'action des irrédentistes ouïgours qui paraît se développer à l'intérieur de ses frontières, la Chine sait que plusieurs centaines de rebelles de cette ethnie turcophone combattent depuis le début de 2015 dans les rangs du Front al-Nosra, affilié à Al-Qaïda et rebaptisé Front Fath al-Cham pour se rendre plus respectable aux yeux des Occidentaux. Infiltrés par la Turquie, ce sont des combattants du Mouvement islamique du Turkestan oriental. Deux cents d'entre eux se trouveraient à Alep.

Selon un communiqué du Comité de sécurité d'État du Kirghizstan, publié le 13 septembre 2016, l'attentat-suicide du 30 août contre l'ambassade de Chine à Bichkek a été perpétré par un membre du Mouvement islamique du Turkestan oriental, lui-même tadjik, faisant partie

d'un groupe d'islamistes ouïgours recevant leurs instructions de Syrie. Cinq d'entre eux dont une femme ont été arrêtés. Deux autres se trouveraient en Turquie où réside une importante communauté de réfugiés ouïgours. Telles sont les conclusions de l'enquête qui se poursuit en coordination avec les services spéciaux de l'Organisation de coopération de Shanghai, a annoncé depuis Almaty le général Sergueï Smirnov, directeur adjoint des services de renseignement russes (FSB).

Aussi, de plus en plus fréquemment, les médias chinois prennent fait et cause pour Damas. CCTV, la télévision centrale de Chine, a notamment mis en doute la véracité d'une vidéo tendant à prouver la réalité d'une catastrophe humanitaire en Syrie. Celle-ci venait à l'appui d'une déclaration du coordinateur de l'Organisation des Nations unies pour l'aide humanitaire.

La Chine, grande puissance et membre permanent du Conseil de sécurité, ne peut rester à l'écart d'un règlement de la question syrienne. Sans se départir de sa prudence habituelle, elle a rejoint le camp de la Russie et de l'Iran.

Elle y est contrainte aussi parce qu'elle se sent menacée sur son propre territoire, au Xinjiang, peuplé de Ouïgours. Daech diffuse sa propagande non seulement en ouïgour, mais aussi en chinois et s'adresse donc aux musulmans chinois dans leur ensemble.

Déjà présente sur le front irakien, où elle a instruit les militaires irakiens dans l'usage des drones, l'armée chinoise s'initie en Syrie à maîtriser les nouvelles formes de combat dont usent les rebelles sur le terrain (perçement et destruction de tunnels,

manement d'explosifs, actions kamikazes, etc.).

Jean Perrin, *Asie21*

*N.B.* : cet article est extrait de la *Lettre confidentielle Asie21-Futuribles*, n° 98, septembre 2016.

## La fécondité française : vers un affaissement durable ?

Si la publication des données sur les naissances et la fécondité suscite encore en France quelques poussées de contentement, sinon de triomphalisme<sup>1</sup>, celles-ci se font néanmoins plus rares. De leur point haut de 2010 à 2015, les naissances vivantes enregistrées en France métropolitaine ont, il est vrai, décliné de façon continue : de 802 000 à 762 000, soit une baisse de 5 %<sup>2</sup>, qui résulte tout à la fois d'une contraction de 2 % de la population féminine en âge de procréer (âgée de 15 à 49 ans révolus) et d'un recul de 4,5 % du nombre moyen d'enfants par femme (de 2,02 à 1,93). Et ces naissances moins nombreuses sont, par ailleurs, le fait de femmes dont l'âge moyen a progressé d'une demi-année (de 30 ans à 30,5 ans).

La tendance à l'allongement du calendrier de la fécondité n'est pas spécifique à la France et n'est pas

nouvelle, puisqu'elle date d'une quarantaine d'années. Mais, si elle se maintenait à l'avenir, elle pourrait rapidement interférer sur le niveau même de la fécondité. En effet, plus les femmes avancent en âge, plus leur fertilité diminue, et l'assistance médicale ne constitue encore qu'un remède très partiel.

De 1964 à 1976, lorsque la fécondité s'est effondrée<sup>3</sup>, le déclin a concerné tous les groupes d'âge (graphique 1) et l'âge moyen à la maternité a légèrement diminué (de 27,3 ans à 26,7 ans). Par la suite, l'évolution des taux par âge a différé : maintien de la tendance à la baisse en deçà de 25 ans, remontée au-delà, mais, globalement, le nombre total d'enfants par femme est resté quasiment stable. Au début des années 1990, toutefois, l'indicateur conjoncturel de fécondité a recommencé à décliner et l'âge moyen à la maternité étant remonté à 28,7 ans, un nouveau changement est intervenu : les taux de fécondité ont cessé de diminuer en deçà de 25 ans tout en continuant d'augmenter au-delà. En 2010, l'âge moyen à la maternité s'est encore élevé, mais l'indicateur conjoncturel est à un niveau assurant à 96 % le remplacement des générations de femmes en âge de procréer<sup>4</sup>. En 2015, le remplacement n'est plus atteint qu'à 92 %, la fécondité déclinant à tous les âges jusqu'à 30 ans et n'aug-

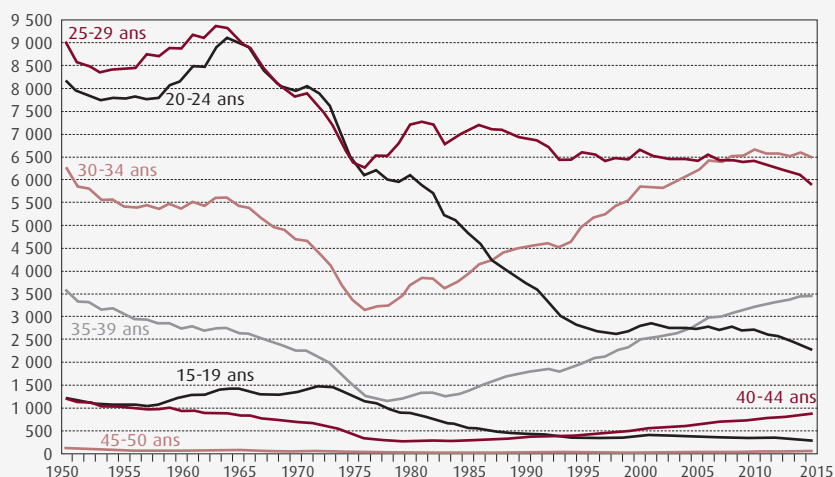
1. « La France toujours championne européenne de la fécondité en 2014 », *Le Monde.fr*, 15 mars 2016. URL : [http://www.lemonde.fr/famille-vie-privée/article/2016/03/15/la-france-toujours-championne-europeenne-de-la-fecondite-en-2014\\_4883262\\_1654468.html](http://www.lemonde.fr/famille-vie-privée/article/2016/03/15/la-france-toujours-championne-europeenne-de-la-fecondite-en-2014_4883262_1654468.html). Consulté le 31 mai 2016.

2. Sur la même période, pour la France dans son ensemble, et malgré l'inclusion de Mayotte depuis 2014, le nombre de nouveau-nés a baissé de quelque 833 000 à 800 000 (moins 4 %).

3. L'indicateur conjoncturel est alors passé de 2,93 à 1,83 enfant par femme. Cet indicateur correspond au nombre d'enfants qu'aurait une femme tout au long de sa vie, si les taux de fécondité observés l'année considérée à chaque âge demeuraient inchangés.

4. Dans un pays développé comme la France, où la mortalité infantile et juvénile est très faible, le remplacement est atteint avec une fécondité de 2,1 enfants en moyenne par femme.

**Graphique 1 — Taux de fécondité\* selon le groupe quinquennal d'âge (pour 10 000 femmes) en France métropolitaine, 1950-2015**



\*Rapport des naissances données par les femmes d'un groupe d'âge, à l'effectif de ce groupe d'âge (par exemple, en 2015, on dénombrait environ 6 500 naissances pour 10 000 femmes dans le groupe des 30-34 ans). Source : INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques).

mentant qu'à partir de 35 ans, mais à des valeurs relativement plus faibles, puis stagnant entre 30 et 35 ans.

Appréciée à l'aune de l'indicateur conjoncturel, la fécondité française ne pourra que décliner si les tendances enregistrées depuis 2010 aux âges où elle est la plus élevée se maintiennent <sup>5</sup>. D'autant que le nombre de femmes dans ces groupes d'âge ne devrait pas augmenter au cours des prochaines années, voire pourrait se révéler plus faible qu'anticipé (graphique 2).

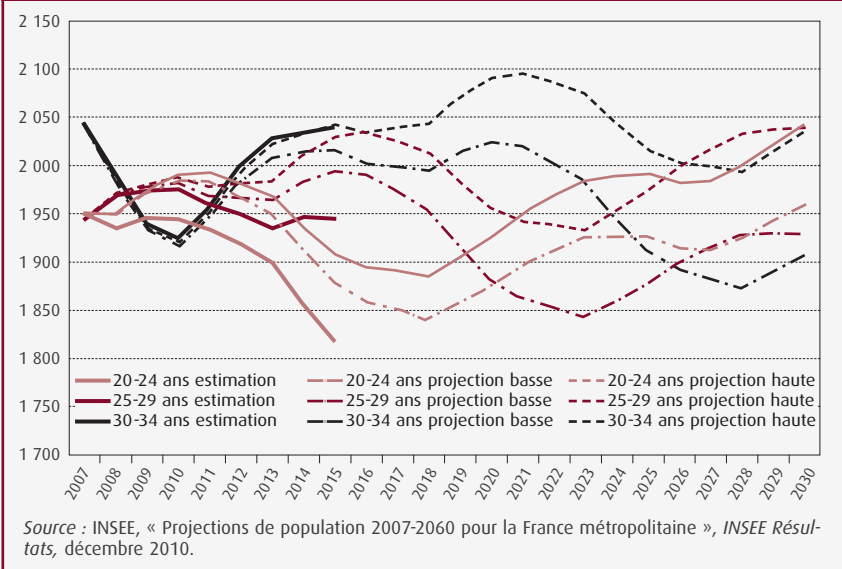
Plusieurs facteurs peuvent expliquer l'élévation des âges à la maternité et, plus particulièrement, de l'âge auquel les femmes ont leur premier

enfant <sup>6</sup> : la généralisation et l'allongement des études, les difficultés d'insertion dans la vie professionnelle à la hauteur (particulièrement pour les jeunes femmes) des espérances suscitées par le niveau de diplôme atteint, la précarité accrue des emplois, le désir des jeunes couples de vivre quelque temps à deux, etc. Mais des voix s'élèvent aussi pour affirmer que la politique familiale — une fierté nationale — ne répond plus que très partiellement à sa philosophie et à ses ambitions initiales. Elle est, en effet, de plus en plus majoritairement conditionnée au niveau de ressources des ayants-droit et, en conséquence, discriminante. Par ailleurs, elle n'est plus à la hauteur des enjeux, qu'il s'agisse du montant des allocations

5. Il en ira de même de la descendance finale (nombre moyen d'enfants mis au monde par une génération de femmes tout au long de sa vie féconde, en l'absence de mortalité) des générations actuelles les plus jeunes.

6. L'âge moyen à la première maternité excède aujourd'hui 28 ans en France métropolitaine et a augmenté de plus de quatre ans depuis le milieu des années 1970.

**Graphique 2 — Effectifs de femmes âgées de 20-24 ans, 25-29 ans, 30-34 ans estimés et projetés selon deux variantes contrastées, en France métropolitaine, 2007-2030 (en milliers)**



servies, de l'aménagement du temps de travail <sup>7</sup>, de l'accueil de la petite enfance <sup>8</sup> ou encore de l'accès des jeunes ménages à des logements de qualité, proportionnés à leur dimension et situés dans un environnement

7. En matière de rémunération du congé parental, la France fait pâle figure comparative à la Suède, à l'Allemagne, au Luxembourg ou au Portugal.

8. La capacité d'accueil théorique de 100 enfants âgés de moins de trois ans par les modes d'accueil « formels » a été estimée à seulement 55 % en 2013 (selon le rapport 2015 de l'Observatoire national de la petite enfance, *L'Accueil du jeune enfant en 2014*. URL : [https://www.caf.fr/sites/default/files/cnaf/Documents/Dser/observatoire\\_petite\\_enfance/aje\\_2014\\_bd.pdf](https://www.caf.fr/sites/default/files/cnaf/Documents/Dser/observatoire_petite_enfance/aje_2014_bd.pdf). Consulté le 31 mai 2016).

favorable à la réalisation de leurs projets <sup>9</sup>.

Agir sur les causes de l'allongement du calendrier de la fécondité contraint à investir massivement dans et pour la jeunesse. Dans un contexte de vieillissement démographique prononcé, l'affaire n'ira pas sans arbitrer fermement à contre-courant des tendances, mais par temps de croissance économique molle, elle pourrait néanmoins constituer un aiguillon très salutaire.

*Alain Parant*

9. Le « droit au logement » est l'une des quatre propositions pour un nouveau contrat entre générations exprimées par Jean-Hervé Lorenzi, Alain Villemeur et Hélène Xuan dans leur récent ouvrage *France, le désarroi d'une jeunesse* (Paris : Eyrolles, 2016).



## SOUSCRIPTION À LA PROSPECTIVE AND STRATEGIC FORESIGHT TOOLBOX

**NOUVEAU**

L'association Futuribles International et CAP Prospective engagent la réalisation d'une **boîte à outils des approches, méthodes et techniques de la prospective stratégique**, en anglais, sous la forme d'une étude multi-clients. Ce projet vise à fournir, aux organisations désireuses de mobiliser les approches prospectives pour nourrir leurs réflexions stratégiques et leurs politiques d'innovation, **des fiches aisément appropriables** leur permettant de définir les approches pertinentes à envisager au regard de leurs objectifs, de sélectionner les méthodes et outils efficaces compte tenu des ambitions de leur démarche et des moyens dont elles disposent pour la réaliser.

La première originalité de ce projet est de proposer des fiches mêlant les approches et méthodes du *strategic foresight* anglo-saxon et de la prospective à la française, la seconde est de mettre en évidence de manière pratique les liens de la prospective avec la veille, avec la conception et la gestion de l'innovation, avec l'aide à la décision et la formulation des stratégies. Une place particulière sera donnée aux approches et outils collaboratifs. Chaque technique présentée sera illustrée. La boîte à outils comblera un vide actuellement ressenti par tous les professionnels de l'anticipation stratégique.

Si ce projet vous intéresse, **vous pouvez en devenir partenaire**, en assurant une partie de son financement, en contribuant à l'orienter en fonction de vos attentes, et en bénéficiant, avec les autres organismes financeurs, de l'exclusivité de ses résultats pendant un an.

### Tarif de souscription :

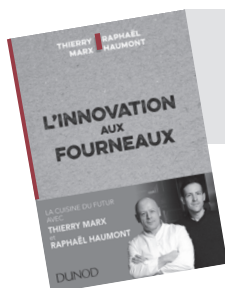
à partir de 10 000 euros hors taxe / 12 000 euros TTC (TVA de 20 % incluse)\*

*\*Les membres partenaires de Futuribles International bénéficient d'une remise de 25 % sur ce tarif.*

**Un descriptif** plus précis du projet et un bulletin de souscription peuvent être téléchargés à l'adresse suivante <https://www.futuribles.com/fr/viewer/pdf/8187>

**Informations / contact :** Corinne Roëls, secrétaire générale de Futuribles  
Tél. + 33 0(1) 53 63 37 71 • E-mail [croels@futuribles.com](mailto:croels@futuribles.com)

## ANALYSES CRITIQUES & COMPTES RENDUS \*



**MARX Thierry / HAUMONT Raphaël**

***L'Innovation aux fourneaux***

Paris : Dunod, avril 2016, 160 p.

Quand un grand chef rencontre un chercheur en physico-chimie, le résultat est détonnant : une effervescence d'idées, une décoction de solutions et, pour finir, une réduction d'innovations. Car si la cuisine peut être appréciée comme un art, on sait qu'elle est aussi aux confluents de trois sciences : la physique, la chimie et la biologie. En comprendre les mécanismes, dont beaucoup sont encore à explorer, permet de gagner en créativité.

Le chef du Mandarin oriental et le maître de conférences de l'université de Paris Sud ont créé dans ce but, en 2012, le Centre français d'innovation culinaire (CFIC), qui héberge depuis 2013 la chaire universitaire « Cuisine du futur ». Ils partagent le fruit de leurs recherches dans ce livre grand public, abondamment illustré.

Dans leurs laboratoires, ils testent de nouveaux ingrédients, lesquels sont

parfois sous nos nez, comme les épluchures. Ils ne s'interdisent pas les additifs, qui ont si mauvaise presse alors que nombre d'entre eux sont des substances naturelles utilisées depuis toujours — les algues carraghénanes et agar-agar, par exemple —, pour créer des spaghettis végétaux ou une ratatouille en Rubik's cube.

Ils expérimentent également de nouvelles textures, telles les émulsions gélifiées (une vinaigrette à tailler en fines tranches) ou la mousse DE (et non pas AU) fruit, réalisée en injectant du gaz avec un siphon, pour un dessert ultraléger dont le fruit est l'unique ingrédient.

L'innovation peut aussi naître d'une combinaison inédite d'ingrédients, et c'est l'idée du foodpairing, qui vise à associer les aliments ayant le plus de molécules communes possible à partir d'une base de données, et qui fait se rencontrer le chocolat et l'oignon, ou encore la fraise et le parmesan... Le chef étoilé Sang-Hoon

\*Les analyses publiées dans la rubrique Bibliographie sont issues de la base bibliographique de Futuribles International (<https://www.futuribles.com/fr/base/bibliographie/base/>).

Degeimbre a ainsi ajouté à sa carte le « kiwître » et la fourme d'Ambert à l'ananas.

Les techniques de cuisson peuvent ouvrir de nombreuses pistes : cuisson basse température (très technique, au degré près), cuisson sous vide, fours cuisant dans un autre gaz que l'air, qui oxyde les arômes (nos savants fous testent des fours cuisant dans des atmosphères d'azote ou d'hélium), etc.

De l'autre côté, le grand froid obtenu par l'azote liquide, apparu en cuisine dans les années 1990 avec la gastronomie moléculaire, réserve encore bien des surprises. La cryoconcentration, qui permet d'enrichir un produit en ses principaux arômes, la lyophilisation, qui assure une conservation parfaite (idéale pour embarquer des fruits sur la Route du rhum), en sont des modalités intéressantes.

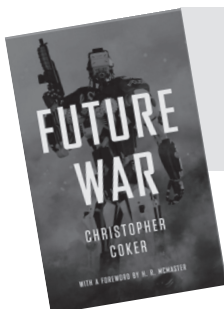
Mais cet ouvrage n'est pas qu'un recueil de techniques, il révèle une vision de la cuisine de demain, qui devra faire face à des contraintes environnementales croissantes. La « cuisine durable » que les auteurs

appellent de leurs vœux est une cuisine où la part des protéines animales est réduite et celle des légumes accrue, une cuisine « zéro déchet » où tout le produit est exploité. Ils planchent aussi sur les emballages comestibles à partir de billes d'alginate (molécules gélifiantes) qui forment des bulles pouvant contenir des boissons, et qui ont été testées par des spationautes lors d'un vol en gravité zéro.

Enfin, le livre, qui contient déjà une série de recettes « à tester chez soi » et de « trucs et astuces », se conclut par un vade-mecum à l'usage de l'apprenti innovateur culinaire, avec des conseils comme la méthode systématique, qui consiste à explorer toutes les possibilités, et rappelle, en prospective, la méthode des scénarios.

Céline Laisney <sup>1</sup>

1. Fondatrice d'AlimAvenir, experte en veille sur l'alimentation, en charge du dispositif Vigie Alimentation de *Futuribles International*, membre du comité de rédaction de la revue *Futuribles* et conseillère scientifique de *Futuribles International*.



### **COKER Christopher**

#### **Future War**

Cambridge / Malden : Polity Press, novembre 2015, 244 p.

Dans *Future War*, Christopher Coker, philosophe anglais de la London School of Economics, explique qu'il est très important de se préoccuper de l'avenir de la guerre, car cette question ne concerne pas uniquement les

États et les citoyens, mais touche aussi les grandes entreprises qui sont de plus en plus impliquées dans des guerres économiques très stratégiques. À cela s'ajoute le fait que les nouveaux moyens technologiques (intelligence artificielle, drones, virus informatiques, biologie de synthèse) réinterrogent les droits de la guerre,

les stratégies de guerre, etc. Sa méthode est prospective et pluridisciplinaire, afin d'aller au-delà d'une analyse des changements purement technologiques et de bien comprendre des ruptures plus fondamentales dans le rapport au corps, à la mort, etc. Christopher Coker convoque la littérature pour penser l'avenir de façon pertinente (Henry James, Julian Barnes ou Ray Bradbury). Il se réfère aussi beaucoup aux jeux vidéo, aux séries télévisées, et à tout ce qui peut influencer nos projections mentales dans le futur. Il se dégage de la vision des gourous de la Singularité sur l'innovation et la connectivité, pour expliquer que l'entrée dans l'ère numérique ne nous rendra pas nécessairement plus imaginatif ou intelligent.

### La guerre technocentrée

L'auteur analyse tout d'abord les visions du romancier Joe Haldeman et du théoricien Donald Hoffman qui présentent l'ordinateur quantique et l'homme augmenté comme changeant le rapport à la cohésion du groupe, à la défection et à la solidarité, chacun à sa façon. Il montre comment nos efforts pour accroître nos compétences et nos performances nous ont conduits à nous appuyer de plus en plus sur les machines. La guerre est devenue d'abord une question de processus de gestion de l'information, d'analyse prédictive, d'intervention technologique.

Selon lui, les évolutions technologiques pressenties par les scientifiques vont probablement s'avérer justes (en nanotechnologie, science cognitive, etc.), ce qui posera la question fondamentale de notre humanité : sa définition et sa préservation, par opposition à la « machinité ». Com-

ment allons-nous garder le souci profond de l'autre, l'imaginaire poétique, etc. ? Que ferons-nous si demain le hacking ne touche pas seulement nos ordinateurs mais aussi les fonctions de notre cerveau par exemple (« mood hacking ») ?

### L'éthique et la morale

Si l'histoire de la guerre est marquée par une quête de performance technologique pour augmenter l'humain, accroître le pouvoir des armes, comment fait-on pour renforcer aussi l'éthique et la morale ? Christopher Coker évoque la possibilité d'utiliser des armes non létales, de trouver des moyens d'atteindre un pouvoir sans pour autant détruire la société. Il cite les travaux de Ronald C. Arkin sur l'ethical governor, un ensemble d'algorithmes informatiques qui vise à assurer l'existence d'une morale au sein d'un robot ou d'un ordinateur. Il se pose la question de savoir comment faire en sorte qu'une intelligence artificielle applique une bonne éthique de guerre. Est-ce que des critères moraux sont vraiment transmissibles en lignes de code ?

### Les limites de la prospective

Selon Christopher Coker, la prospective actuelle connaît plusieurs limites. Tout d'abord les acteurs de la défense font principalement de l'analyse de tendances alors que les enjeux sont avant tout dans la temporalité, la vitesse, plutôt que dans l'identification de megatrends dans l'absolu, en soi. Selon lui, il faut donc s'appuyer sur les tendances, leur linéarité, mais y ajouter de l'analyse des phénomènes d'émergence et de leur rythme. Ensuite, l'arrivée de l'ordinateur a eu pour effet de rendre

assez binaires les analyses prospectives mises en place. L'auteur préfère s'intéresser à la façon dont la science-fiction nous a changés, en nous immergeant dans des imaginaires qui, inconsciemment, nous guident dans nos choix et nos ressentis. Selon lui, il existe bien un « effet Star Trek » qui conduit des jeunes adolescents qui ont grandi dans un univers technicolor à vouloir s'entourer d'objets communicants quand ils sont adultes. Autre exemple, les livres de science-fiction comme *Ender's Game*<sup>1</sup>, qu'il cite abondamment, sont lus par de nombreux militaires et citoyens, ce qui peut les induire à penser la guerre autrement (avec la mobilisation d'enfants, etc.).

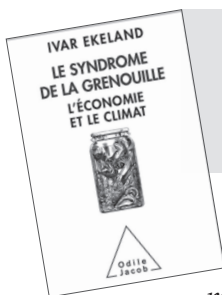
*Future War* est impressionnant d'érudition sur les concepts de philo-

1. CARD OISON Scott, *Ender's Game*, New York : Tor Books, 1985.

sophie éthique, sur la pensée stratégique de la guerre (Clausewitz), mais il est aussi riche des romans, séries et autres jeux d'ordinateur. Christopher Coker nous immerge dans son mode de pensée de l'avenir qui s'appuie sur une lecture croisée des classiques, des romanciers et des nouveaux gourous, pour en dégager des mises en perspective critiques très stimulantes. *Quelle guerre demain ?* Certainement une guerre non linéaire, une guerre du code, de la violence virtuelle, des « guerres métro » comme l'auteur les appelle, dans des villes peuplées de jeunes... Un livre à lire absolument !

Cécile Wendling<sup>2</sup>

2. Chercheuse associée au CSO, Centre de sociologie des organisations (Centre national de la recherche scientifique / Sciences Po Paris), et conseillère scientifique de *Futuribles International*.



**EKELAND Ivar**

***Le Syndrome de la grenouille  
L'économie et le climat***

Paris : Odile Jacob, octobre 2015, 128 p.

Face au changement climatique, l'humanité est comme

la grenouille plongée dans une casserole mise sur le feu. Anesthésiée par la montée progressive de la chaleur, la grenouille s'accroche à des changements de son milieu jusqu'à ce qu'il soit trop tard pour elle. Dans *Le Syndrome de la grenouille*, Ivar Ekeland cherche à expliquer pourquoi nous ne réagissons pas aux

bouleversements programmés de notre environnement par le réchauffement climatique.

Sur un ton personnel, il rappelle les principaux mécanismes de l'effet de serre et les multiples conséquences du changement climatique : montée des eaux, événements météorologiques extrêmes, disparition des espèces. Déjà visibles sous nos yeux, celles-ci s'annoncent plus dramatiques encore. C'est un véritable saut

dans l'inconnu qu'opère l'humanité en toute conscience.

Lutter contre le changement climatique n'est pourtant pas rentable ! Ivar Ekeland fustige ainsi le « consensus de Copenhague », rassemblement d'économistes dont des prix dits Nobel, qui classe les grandes causes selon une analyse coût-bénéfice et place systématiquement le changement climatique au bas des priorités (il aurait pu ajouter que cette initiative est organisée par Bjørn Lomborg, qui minimisait déjà les problèmes environnementaux avec des arguments économiques dans son *Skeptical Environmentalist*<sup>1</sup>). L'auteur explique ce qui se cache derrière ces calculs : une actualisation des bénéfices aux taux d'intérêt du marché. Mais le changement climatique se déploie à long terme et les marchés sont inexistantes pour valoriser des bénéfices à 50 ans de distance. Le substitut est en fait un taux théorique, qui repose sur le comportement d'un homme économique désincarné, ne s'intéressant qu'à la consommation. Raisonner à partir d'un homme unidimensionnel explique que le changement climatique ne soit pas pris au sérieux.

Un deuxième obstacle est la croyance dans l'efficacité du marché. On fait souvent de l'instauration de droits de propriété sur les ressources la solution à leur surexploitation. Pourtant, la privatisation ne garantit pas la préservation d'une ressource : il peut être rentable de l'exploiter en totalité. Les marchés sont

présentés comme des solutions naturelles et spontanées, alors que des marchés comme celui des quotas carbone requièrent un arsenal juridique et réglementaire impressionnant, sans succès assuré. En fait, on ne croit plus possible de recourir à la taxation ou à la loi : seules les solutions de marché ont désormais droit de cité.

La difficulté à agir collectivement constitue le dernier obstacle. Elle est illustrée par le passager clandestin : chacun a intérêt à laisser les autres agir pour lui et, en définitive, rien ne se fait. Certes, les États existent justement pour dénouer ces paradoxes. Mais les citoyens ordinaires sont désarmés face aux grands groupes énergétiques (notamment pétroliers et charbonniers) qui s'activent en coulisse, car ceux-ci ont beaucoup plus à perdre que tout le monde n'a à gagner. Ces tensions sont exacerbées par des problèmes de représentation. Seules les générations présentes votent et participent aux décisions, et dans les temps de course à l'innovation, elles ne sont même plus bridées par le respect des traditions. Les gouvernements se succèdent à un rythme effréné et repoussent sans cesse les décisions difficiles sur les générations futures, qui ne peuvent protester.

Ivar Ekeland ne se contente pas de blâmer tous les raisonnements qui nous font plonger dans l'abîme. Il avance aussi, au fil du texte, quelques propositions. Pour contrer les effets délétères de l'actualisation, il appelle à considérer un taux d'intérêt écologique, qui tiendrait compte de la raréfaction des ressources et donc de leur plus grande valeur pour les générations futures. Au lieu de morale

1. LOMBORG Bjørn, *The Skeptical Environmentalist: Measuring the Real State of the World*, New York : Cambridge University Press, 2001 (analysé in *Futuribles*, n° 306, mars 2005, p. 69-79 [NDLR]).

utilitariste, il aspire au renouvellement d'une éthique kantienne, où chacun agirait de telle sorte que les autres puissent l'imiter.

Contre l'hypnose des paradoxes de l'action collective, il en appelle à mettre fin à cette logique économique qui nous empêche d'agir. En nous considérant comme des êtres de chair et de raison, nous pouvons faire une place à nos émotions et répondre à l'appel d'une situation dramatique : si nous ne le faisons pas, qui le fera ? Et si nous ne le faisons pas maintenant, quand cela sera-t-il fait ? — pour reprendre deux maximes qu'Ivar Ekeland affectionne.

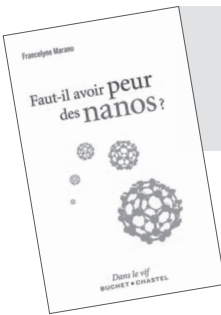
Ces solutions passent aussi par de nouveaux modes de représentation, notamment de ceux qui subissent les conséquences des décisions sans avoir voix au chapitre. Cela concerne aussi

bien les conseils d'administration des entreprises, où les parties prenantes sont absentes, que les arènes internationales, où seuls les intérêts nationaux sont représentés.

Pour exposer ses idées, l'auteur a choisi le ton du plaidoyer plus que de la démonstration. Le choix est heureux car, en la matière, la raison calculatrice n'est pas forcément un meilleur guide que nos émotions les plus intimes. C'est à celles-ci que fait appel la plume alerte d'Ivar Ekeland, par exemple lorsqu'il évoque ses souvenirs pour rendre tangible ce que nous perdons avec le réchauffement. Voilà un ouvrage revigorant, que l'on lira avec plaisir.

Antonin Pottier <sup>2</sup>

2. Chercheur au CERN (Centre d'économie industrielle), Mines ParisTech.



**MARANO Francelyne**  
**Faut-il avoir peur des nanos ?**

Paris : Buchet Chastel (Dans le vif), avril 2016, 128 p.

Francelyne Marano, professeur émérite de toxicologie, publie chez Buchet Chastel un ouvrage d'une centaine de pages intitulé *Faut-il avoir peur des nanos ?*, où elle vulgarise les travaux qu'elle a réalisés, entre autres, pour le Haut Conseil de la santé publique dont elle est membre.

Le nanomètre (nm), c'est un milliardième de mètre. L'invention, en 1981, du microscope à effet tunnel

qui déplace une pointe à la surface de la matière et crée un courant électrique entre la pointe et l'atome, permet de représenter cette surface et son organisation. Une variante est le microscope à force atomique qui détecte l'attraction exercée par la pointe des atomes.

Or, à l'échelle du nanomètre, les atomes possèdent des propriétés particulières. Ils se déplacent, s'attirent, se repoussent, s'organisent en lignes, en cubes, en feuillets, en sphères, en fonction de la température et du milieu où ils se trouvent.

En somme, de même que la lunette de Galilée avait permis de mieux comprendre le système solaire, le microscope à effet tunnel a permis de découvrir le nanomonde et ses propriétés : comme l'explique Louis Laurent, de l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), « Prenons un cube de 1 cm de côté, il a une surface de 6 cm<sup>2</sup>. Si on coupe ce cube en mille petits cubes, ils ont collectivement une surface 60 cm<sup>2</sup>. Si on continue jusqu'à découper la matière en cubes de 10 nm, on termine avec un milliard de cubes dont la surface est de 600 m<sup>2</sup>. La caractéristique fondamentale d'un matériau réduit à l'état de poudre ultra-divisée est donc sa gigantesque surface lorsqu'on la rapporte à son volume et à son poids. »

En France, la recherche sur ce domaine émergent est réalisée dans un réseau de laboratoires, les C'Nano<sup>1</sup>, qui regroupe tous les pôles scientifiques, et un centre international, Minatec<sup>2</sup>, créé en 2006 à Grenoble : « 2 400 chercheurs, 1 200 étudiants et 600 industriels et spécialistes du transfert technologique regroupés sur 20 hectares et disposant d'infrastructures ». C'est également à Grenoble, en réaction contre Minatec, que se crée l'association Pièces et main-d'œuvre<sup>3</sup>, pour qui « la technologie, c'est le front principal de la guerre entre le pouvoir et les sans-pouvoir » et qui s'oppose radicalement et par principe aux nanotechnologies.

La recherche appliquée a permis la fabrication de nanoéléments aux

applications les plus variées : on les trouve dans l'électronique, pour augmenter la puissance des ordinateurs (et celle des smartphones), dans des nouveaux matériaux plus résistants et plus légers, dans les cosmétiques (grâce à leur plus grande capacité d'absorption des ultraviolets, comparée à celle de la particule « micro », mille fois plus grosse, le nanotitane et le nanozinc sont utilisés dans les filtres de protection des crèmes solaires), les traitements de surfaces autonettoyants (par transformation de l'oxygène en une molécule extrêmement réactive, le radical libre), des vêtements antitranspirants, des médicaments, l'alimentation (additif E171)... Donc aujourd'hui, les nanoparticules sont partout. Mais sont-elles toxiques ?

Des nanoparticules étaient connues pour leur impact sanitaire : particules de charbon dans les mines, particules diesel, particules métalliques dans les ateliers de soudage, les particules d'amiante. D'où des questions : par analogie, les nanoparticules industrielles sphériques ne pourraient-elles pas avoir les mêmes impacts que les nanoparticules issues de la combustion des énergies fossiles, et les nanotubes de carbone les mêmes impacts que les filaments d'amiante ?

Émerge ainsi une nouvelle discipline : la nanotoxicologie. Les recherches sont d'abord expérimentales : exposition d'animaux de laboratoire, cultures cellulaires, notamment sur des cellules humaines provenant des organes considérés comme des cibles potentielles. Ce que l'on sait aujourd'hui de leurs effets biologiques est encore fragmentaire et provient le plus souvent de ce type d'expériences. Les effets d'une exposition sur l'homme sont peu connus.

1. Site Internet : <http://cnano.fr/>

2. Site Internet : <http://www.minatec.org/>

3. Site Internet : <http://www.piecesetmaindoeuvre.com/>

Cependant, certains résultats sont assez étonnants : si l'on compare les effets de particules de même composition chimique mais de taille différente (micrométrique ou nanométrique), les nanoparticules développent souvent une toxicité qui n'apparaît pas pour les microparticules. La toxicité serait associée à l'accroissement de surface pour une masse constante de particules. Or, l'industrie s'appuie sur l'innocuité constatée de certaines particules... à l'échelle micrométrique.

Aujourd'hui, les connaissances sont encore largement insuffisantes pour pouvoir en tirer des conclusions, et les recherches sur les relations entre nanoparticules et santé doivent être pluridisciplinaires et associer les métrologistes, les chimistes et les toxicologues, afin de développer les connaissances sur les propriétés biologiques des nanoparticules, et de définir des stratégies réglementaires pertinentes pour protéger l'espèce humaine et son environnement.

Notons en revanche que la médecine profite dès à présent des nanotechnologies : la nanomédecine, c'est-à-dire l'application des nanotechnologies au vivant afin de diagnostiquer et de soigner des pathologies, voire de réparer des organes malades, est caractérisée par l'apparition de nouveaux médicaments dont les effets thérapeutiques seraient ciblés, en évitant les effets secondaires des molécules actives. Avec le nanomédicament, la molécule active est encapsulée dans une nanosphère biocompatible que l'on associe à des molécules biologiques, des protéines capables de cibler l'organe ou la cellule malade.

Dans l'attente de conclusions scientifiques, le débat, parfois houleux, se poursuit. Pour certains, les nanos se rapprochent des organismes génétiquement modifiés (OGM) par leur capacité à interférer avec le vivant et à le pénétrer. Des aspects éthiques associés aux libertés individuelles sont également mis en avant : les nanopuces capables de stocker des masses de données en mesurant des fonctions biologiques fondamentales pour suivre l'évolution de notre santé ne vont-elles pas permettre de nous surveiller à notre insu ?

L'acceptation sociale des nanos, sous son habillage technique, est loin d'être une simple évaluation bénéfices/risques. Elle porte en elle celle du choix de société et de la capacité des développements technologiques à modifier l'homme dans son essence même...

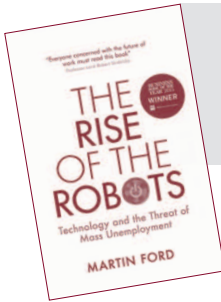
Notons enfin que quatre pages de bibliographie attendent celles et ceux qui voudraient creuser le sujet. On y trouve entre autres le site du Project on Emerging Nanotechnologies<sup>4</sup> avec son inventaire des quelque 2 000 nanoproduits existants, et celui de la veille citoyenne sur les nanotechnologies réalisée par l'association AVICENN<sup>5</sup>.

Didier Violle<sup>6</sup>

4. Site Internet : <http://www.nanotechproject.org/>

[5] Veille Nanos, site Internet édité par l'AVICENN (Association de veille et d'information civique sur les enjeux des nanosciences et des nanotechnologies) : <http://veillenanos.fr/wakka.php?wiki=PagePrincipale/>

6. Chargé d'études à l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie).



**FORD Martin**

***The Rise of the Robots: Technology and the Threat of Mass Unemployment***

Londres : Oneworld Publications, septembre 2015, 352 p.

Martin Ford, qui a 25 ans d'expérience du développement de l'informatique dans la Silicon Valley, s'interroge dans son livre sur les conséquences de l'émergence des robots sur l'emploi dans les sociétés de demain. Une première vague d'automatisation a déjà touché l'industrie, avec les robots d'assemblage, et une nouvelle s'apprête à déferler dans le secteur des services (la restauration dans les fast-foods, par exemple, où non seulement on mangera mal, mais aussi où l'on sera servi par des machines).

En 10 chapitres, l'auteur met en évidence la complexité de la relation machines-emploi dans un monde qui va être transformé par le numérique et les nombreux automatismes. Il rappelle en introduction que si au XX<sup>e</sup> siècle la main-d'œuvre quittait des emplois agricoles détruits par la mécanisation pour en trouver de nouveaux dans l'industrie, la situation est différente aujourd'hui car les emplois détruits dans l'industrie ou les services (où se trouve désormais la majorité des emplois : 1,8 million chez le seul McDonald's) ne seront pas facilement remplacés. Il est vrai que le problème avait été posé il y a longtemps, notamment par Norbert Wiener, le père de la cybernétique, qui annonçait, dans un article publié dans le New York Times en 1949, que l'informatique et l'automatisation provoqueraient une « révolution industrielle ». Cette révolu-

tion est en cours dans un contexte différent : les salaires n'augmentent plus alors que la productivité avait fortement augmenté et leur part dans le revenu national baisse, les profits des entreprises augmentent, l'économie américaine crée moins d'emplois, les inégalités s'accroissent, les salaires des nouveaux diplômés diminuent.

Dans le contexte économique actuel, les technologies de l'information constituent une force de rupture sans précédent, souligne l'auteur, qui accélère le changement (il fait sans doute preuve d'optimisme vis-à-vis de la loi de Moore qui semble atteindre ses limites). De fait, ce sont les classes moyennes, les cols blancs, qui seront les plus touchées par l'évolution technique. À l'appui de cette « prévision », Martin Ford cite les progrès de la traduction automatique et les premiers articles de journaux écrits automatiquement par des machines alimentées par des bases de données (la création artistique pourrait être également touchée estime-t-il). Plus simplement, ce sont les emplois qui nécessitent un face-à-face avec le public qui seraient les moins menacés (une étude de chercheurs d'Oxford<sup>1</sup> va dans le même

1. FREY Carl Benedikt et OSBORNE Michael A., « The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation », *Oxford Martin Program Working Paper*, septembre 2013, 72 p. URL : [http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The\\_Future\\_of\\_Employment.pdf](http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf). Consulté le 16 août 2016.

sens), les diplômés de premier niveau (la licence) seraient également menacés par l'automatisation des services.

On peut envisager des parades à cette vague, la transformation de l'éducation pour ouvrir à des techniques nouvelles en étant une. L'avènement d'un enseignement à distance via Internet (les MOOC, Massive Open Online Courses) s'inscrit dans cette perspective, mais l'auteur doute de son efficacité à long terme, sauf pour la formation permanente ; l'évolution récente de l'enseignement supérieur s'accompagne par ailleurs d'un fort endettement des étudiants. La santé est un autre champ largement ouvert aux techniques de l'information car la consultation de bases de données couplée à des systèmes experts facilitera les diagnostics et les traitements ; de nouveaux métiers apparaîtront probablement dans ce domaine pour faire face aux besoins médicaux de sociétés vieillissantes.

L'avenir de l'industrie dépendra fortement des progrès des techniques automatisées — impression 3D, robots de production, véhicules automatiques — dont l'impact sur la productivité et la consommation, et donc sur l'emploi, sera important, même s'il est difficilement prévisible, les avis des économistes sur ces sujets étant souvent en opposition. L'auteur pose une question de fond : une croissance économique peut-elle être « soutenable » si les inégalités de revenus continuent à croître ? Il fait l'hypothèse de l'apparition d'une société « techno-féodale », avec un chômage élevé, dans laquelle seule une minorité de consommateurs aurait les moyens d'accéder à des biens de consommation de haute technicité.

Rappelant les propos futuristes de spécialistes des techniques d'intelligence artificielle et des nanotechnologies, qui envisagent une transformation radicale de l'homme par ces techniques, l'auteur juge que si ces « prévisions » sont de pures spéculations, l'incidence de ces techniques sur l'emploi est une vraie question de société. Martin Ford propose dans son dernier chapitre de parer au danger d'un sous-emploi permanent, en redistribuant du pouvoir d'achat par un changement de paradigme économique : créer un revenu minimum de base pour tout citoyen, quelle que soit sa situation économique. Cette proposition qui est déjà débattue — elle a été rejetée massivement par une votation en Suisse en 2016, mais l'État de l'Alaska la met en pratique à un faible niveau — est évidemment radicale et il reconnaît qu'elle n'est politiquement pas mûre.

Ce livre a le grand mérite de dresser un tableau complet du défi que pose à notre société l'automatisation croissante des techniques de production, et de leur incidence sur l'emploi. On fera crédit à son auteur de ne s'avancer qu'avec prudence sur certains terrains techniques à un horizon de 20 à 30 ans, sans s'aventurer dans des spéculations peu fondées. Sa vision est certes très occidentale, mais les solutions qu'il préconise méritent d'être débattues.

Pierre Papon <sup>2</sup>

---

2. Professeur émérite de physique à l'École de physique et chimie industrielles (Paris), membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de *Futuribles International*.



**SCHMITT Didier**

***Antéversion. Ce qu'il faut retenir du futur  
Entre science et fiction***

Paris : Fauves éditions, avril 2016, 160 p.

Voici un ouvrage de prospective assez surprenant sur la forme ! Didier Schmitt, ancien membre du bureau des conseillers de politique européenne à la Commission européenne, livre des pensées ou de courtes histoires sur quelques pages comme autant de brèves pistes pour ouvrir une fenêtre sur l'avenir. Chacune d'elles se conclut par un petit dessin, à l'image de son contenu. Ce livre est en quelque sorte un exercice de style sur le futur et la façon de le penser à travers des fictions, comme autant de capsules d'avenir à déguster sans modération. Le ton est à la légèreté, à l'ironie et à la curiosité scientifique !

Au cœur de ce livre, se trouve l'idée de concomitance des progrès technologiques, de convergence des ruptures scientifiques, illustrée dans différents domaines : de la santé à l'alimentation en passant par l'avenir du sport, de la maison ou de la mobilité. Chaque petite histoire donne à penser les objets connectés, notre rapport à l'intelligence artificielle, à la donnée, entre autres.

Didier Schmitt décrit ainsi le rôle du prospectiviste : « Regarder loin devant soi est un état d'esprit. Cela demande un certain altruisme et une empathie envers le futur. Mais, scru-

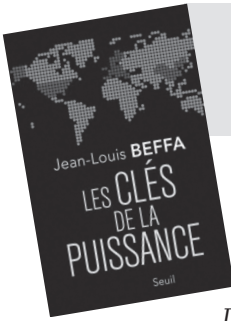
ter l'horizon pour dévisager le futur ne doit pas empêcher de voir devant soi, afin de ne pas risquer de trébucher sur l'évidence. Il faut donc être bifocal, en sachant regarder et la Lune et le doigt qui la montre. Être fou et sage à la fois. »

Le livre s'autorise ainsi quelques design fictions comme avec cet avertissement : « Ces chapitres ont été synthétisés par le superalgorithme Cassandra. Les informations n'ont pas été vérifiées par des humains car ils sont trop lents, pas assez connectés et rentables. L'éditeur — aussi une entité virtuelle — décline donc toute responsabilité en cas d'imprécisions. » On sent que Didier Schmitt s'amuse de cet avenir avec minidrones colibris et autres hologrammes 6.0.

Un ouvrage résolument pluridisciplinaire... On peut regretter toutefois que l'auteur ne se soit pas risqué à des histoires plus politiques ou économiques sur une Europe sans les Britanniques, à taux d'intérêt bas... Mais cela fait sûrement moins rêver l'explorateur de nos avenir !

Cécile Wendling <sup>1</sup>

1. Chercheuse associée au CSO, Centre de sociologie des organisations (Centre national de la recherche scientifique / Sciences Po Paris), et conseillère scientifique de Futuribles International.



**BEFFA Jean-Louis**

**Les Clés de la puissance**

Paris : Seuil, avril 2015, 168 p.

Cela fait maintenant plus d'un an que cet ouvrage de Jean-Louis Beffa est en librairie. Sans entrer dans le détail, résumons : Jean-Louis Beffa passe en revue tous les continents avec un regard « westphalien » : les États-nations, les puissances, les zones d'influence telles que peut les apprécier un des caciques du CAC40 ayant longtemps dirigé, avec succès, une des dernières multinationales françaises (Saint-Gobain). Il tient un discours tel que l'on peut sans doute en entendre à Davos.

Sa conclusion principale, après analyse des rapports de force et d'influence, avec leurs différentes composantes, économiques, politiques, ressources naturelles..., est qu'il y a dans le monde deux puissances dominantes, les États-Unis et la Chine, qui ne sont pas destinées à s'affronter mais, au contraire, à se partager pacifiquement le monde, voire à coopérer. La montée de l'islamisme lui semble négligeable, l'Europe incapable de se structurer, la Russie n'arrivant pas à produire autre chose que des matières premières, l'Inde trop occupée à ses problèmes internes pour acquérir une influence internationale et l'Amérique du Sud impuissante.

Il est évidemment très intéressant de connaître la façon de penser d'un de nos principaux dirigeants industriels, disposant manifestement d'un

accès à des sources d'information internationales pertinentes et diversifiées. Il faut aussi mettre à son actif une certaine perception des différences entre les stratégies. Par exemple, il note que la Chine s'est particulièrement intéressée au développement des infrastructures : elle construit un réseau de TGV (de préférence au développement du transport aérien, plus coûteux en énergie et émetteur de CO<sub>2</sub>), alors que l'Europe n'arrive pas à développer le sien. Il note aussi, en raison de l'intervention chinoise et maintenant de quelques autres, que les infrastructures africaines commencent à se construire.

En tant que prospectiviste, je suis néanmoins dubitatif devant certaines de ses conclusions. D'abord, les points faibles des deux « puissances » qu'il estime dominantes ne sont pas, à mon avis, estimés à leur juste place.

La Chine, du fait de sa politique de l'enfant unique, va connaître, après la génération actuellement au pouvoir, un déclin inévitable. La tradition chinoise est étrangère à l'importation de population. La génération d'enfants uniques, donc d'enfants choyés, sera certainement moins combative que celle de la révolution culturelle. En plus, l'implosion des villes, dans ce pays traditionnellement agraire, délaisse la surface productrice de nourriture, en contradiction avec des façons de vivre millénaires.

Aux États-Unis, Jean-Louis Beffa note bien que « 50 millions de citoyens se nourrissent grâce aux bons

alimentaires et que 37 % de la population en âge de travailler a renoncé à trouver un emploi ». Mais l'armée est la plus puissante du monde et les coffres des entreprises sont pleins (de dollars US « qu'il ne tient qu'à eux d'émettre », comme disait le général de Gaulle). Là encore, il y a une regrettable sous-estimation des conséquences à long terme de la politique sacrifiant l'enseignement secondaire mise en œuvre sous Reagan. Les entreprises cherchant à s'implanter aux États-Unis ne trouvent déjà plus de main-d'œuvre assez qualifiée<sup>1</sup>. La puissance militaire, financière et aussi de recherche scientifique ne saurait compenser le profond désarroi populaire ; lequel, malgré une propagande surpuissante, commence à se manifester à travers les élections et les mouvements sociaux. Il faut se souvenir que, du fait de son système prédateur et de l'aveuglement de sa classe dirigeante, ce pays a déjà été secoué de crises dévastatrices en 1907 et 1929 notamment.

En second lieu, les questions que pose la situation planétaire ne se limitent pas à la bonne marche des affaires et des gouvernements. Le XXI<sup>e</sup> siècle va devoir se confronter à des questions bien plus difficiles. La principale est sans doute celle des sécheresses et, plus généralement, de la gestion des eaux car, s'il existe bien des moyens de se passer du pétrole, du charbon et du gaz, les humains n'ont pas encore trouvé comment se passer d'eau : il en faut pour irriguer les cultures, assurer la pro-

preté, plus généralement alimenter les consommations indispensables. L'Inde, la Chine et le Brésil mènent déjà des programmes de grands travaux hydrauliques qui n'ont pas attiré l'attention de Jean-Louis Beffa.

D'une part, les grands châteaux d'eau de la planète, l'Himalaya et les Andes, perturbés par le réchauffement climatique, créent des irrégularités d'approvisionnement ; d'autre part, les calottes glaciaires du Groenland et du pôle Sud risquent, en fondant, de faire monter le niveau des océans, exigeant de profondes transformations des installations portuaires de tous les continents. D'énormes travaux d'infrastructures sont donc à prévoir, ainsi que des organes de gestion des eaux ressemblant aux agences de bassin françaises, que même l'Europe a été jusqu'à présent incapable de mettre en place.

Du fait de la pression démographique et du changement climatique (sécheresses notamment), il faut prévoir des migrations de l'ordre de centaines de millions de personnes au cours du XXI<sup>e</sup> siècle. Alors, d'autres grands travaux restent à faire, aux États-Unis, au Canada, en Sibérie, afin de construire des structures d'accueil.

Enfin, compte tenu de l'interconnexion numérique planétaire, il devient assez peu vraisemblable que l'on puisse discourir de l'évolution du XXI<sup>e</sup> siècle avec des concepts issus du traité de Westphalie (1648). Ce traité, pour mettre fin aux guerres de religions (à l'époque entre catholiques et protestants) donnait naissance à la notion contemporaine d'État-nation, chacun gestionnaire et responsable du maintien de l'ordre

1. Voir l'analyse de la situation des États-Unis dans le colloque de Cerisy « L'industrie, notre avenir », organisé par La Fabrique de l'industrie en juin 2014. URL : <https://2100.org/tv/2510/industrie-notre-avenir/>. Consulté le 2 septembre 2016.

sur son territoire. C'était avant le téléphone cellulaire, la fibre optique et les grandes bases de données accessibles en tout point de la planète. Que deviendront les concepts westphaliens, la notion d'État-nation, que deviendra même la notion d'entreprise lorsque ce formidable mélange de communications et de connaissances se sera déployé, dès les années 2020, sur toute la planète ?

Déjà les champions sportifs et les grands artistes sont plus écoutés que les politiciens. Déjà, le mélange ethnique est visible sur tous les continents. Déjà, l'ubérisation (c'est-à-dire

l'informatisation à grande échelle des relations offre-demande) remet en question les pratiques de l'immobilier, de certains artisanats et, quand le public en aura bien assimilé toutes les possibilités, des États et de l'économie en général, y compris la création monétaire. Alors, la plupart des concepts utilisés par Jean-Louis Beffa n'auront plus cours.

Thierry Gaudin <sup>2</sup>

2. Président de l'association Prospective 2100, membre du board de la WFSF (World Futures Studies Federation), ingénieur général des Mines.



### **BADIE Bertrand**

#### ***Nous ne sommes plus seuls au monde Un autre regard sur l'« ordre international »***

Paris : La Découverte, mars 2016, 244 p.

Notre capacité de décryptage de la situation internationale est plus brouillée que jamais par la prolifération de nouveaux types de conflits. La tentative de clarification de Bertrand Badie des ressorts de cette « anarchie internationale » est donc bienvenue et bien menée. Sa généalogie de la montée des mouvements contestataires permet de souligner les grands moments de rupture et invite le lecteur à un effort de lucidité pour cesser d'analyser les phénomènes actuels avec les lunettes du passé.

L'ordre westphalien fondé en 1648 sur la souveraineté, la territorialité et les négociations internationales est devenu obsolète. On ne peut plus

raisonner selon une logique de puissance, longtemps restée le principal ressort des relations internationales : l'auteur voit dans l'occultation volontaire des dynamiques sociales, qui vise à affirmer un certain légitimisme dynastique et à mater les insurrections sociales, la cause congénitale de l'épuisement de cette logique.

La force de l'oligarchie de puissances des XIX<sup>e</sup> et XX<sup>e</sup> siècles reposait au départ sur un sentiment de proximité des grands, fondé sur une reconnaissance juridique du droit à la souveraineté, une reconnaissance politique de la capacité des États concernés à cogérer le monde et une reconnaissance morale reposant sur le partage d'un même ensemble de valeurs. Cette force s'est effritée au XX<sup>e</sup> siècle lorsque l'érosion de la

confrontation idéologique entre le socialisme et le libéralisme, et la dissuasion nucléaire ne permettaient plus de garantir un alignement des « petits États » sur les « grands ».

Bertrand Badie remonte aux décennies 1920 et 1930 pour identifier l'émergence d'une diplomatie de la contestation en révolte contre cette oligarchie des puissants (mouvements panasiatique, puis panislamique et enfin panafricain), et en décrire les formes plus récentes avec la création de l'Organisation de coopération de Shanghai et le regroupement de BRICS (Brésil, Russie, Inde, Chine, Afrique du Sud), qu'il qualifie de « bouillon de culture contestataire ».

Décolonisation ratée, mauvaise interprétation de l'effondrement de l'Union soviétique et ostracisation de la Russie, maintien de l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord, néocolonialisme persistant et logique de clientélisation des petits États du Sud, sont autant de vecteurs d'une logique d'exclusion qui alimente les nouveaux mouvements contestataires du Sud. Ceux-ci se développent sur un terrain d'atrophie de la société civile, de déficit institutionnel et de faible légitimité des pouvoirs existants, de défaillances de la construction nationale et d'absence de véritable contrat social, de pathologies liées aux carences du développement humain et social, et de sentiment d'humiliation collective. La mobilisation politique du référent islamique devient également un recours pour viser les régimes locaux, tyranniques et corrompus, comme l'Occident, jugé impie et arrogant.

L'auteur analyse par ailleurs la révolution opérée par les nouvelles technologies de l'information et de la

communication qui ont joué un rôle fondamental dans la transformation des comportements sociaux et l'amplification des mouvements contestataires. Désormais prédominent l'intersociabilité et l'internationalité ; et la source potentielle de coopération et solidarité qu'offrent ces nouvelles technologies peut tout aussi bien conduire à une mondialisation des frustrations sociales, des inégalités et des intolérances, alimentées par une urbanisation galopante et un rajeunissement de la population du Sud alors que celle du Nord vieillit.

« Non seulement on n'est plus seul au monde face à des États nouveaux, mais on n'est plus isolé de jeux sociaux innombrables qui font le quotidien de l'agenda diplomatique » et « cantonnent les États, diplomates et armées à un rôle essentiellement réactif ». Les nouveaux « entrepreneurs de violence », qui ignorent toute territorialité, ont pris le « vieux monde » par surprise.

S'attachant à distinguer cette mondialisation sociale de la mondialisation économique, qu'il ne juge pas nécessairement consubstantielles, il souligne néanmoins l'importance d'un regain de localisme qui renforce le rôle de nouveaux acteurs, tels que les grandes villes, les organisations non gouvernementales, et diverses formes de coopération interrégionale.

Bertrand Badie écarte alors les tentations des « réalistes » qui veulent tenir à l'écart les acteurs sociaux, et celles des « libéraux » qui misent sur le commerce et l'expansion de la démocratie pour privilégier le déploiement de nouveaux instruments d'intervention politique. Le XXI<sup>e</sup> siècle ne serait plus celui de l'affirmation de la puissance et encore moins de la

force militaire ; et l'auteur dénonce l'affirmation d'une supériorité absolue des valeurs héritées de l'histoire occidentale et toute velléité messianique de vouloir exporter un modèle. Alors que l'efficacité de la puissance s'érode et que la guerre devient moins l'expression d'une compétition de puissances que celle de la faiblesse et de la décomposition, Bertrand Badie invoque l'interdépendance et la réciprocité comme les nouveaux ressorts de reconstruction d'un ordre international.

Il faudrait s'habituer à concevoir des finalités politiques nouvelles, plus complexes, plus fluides, davantage portées sur la mobilisation transnationale que sur le paradigme territorial et national. L'auteur appelle à construire l'altérité, vivre avec des flux de populations, d'idées, de croyances qui ne nous sont pas familières.

Par un décryptage rigoureux des facteurs qui ont conduit à cette nouvelle « tectonique des sociétés », des nuances sémantiques fines, et une analyse historique détaillée du rôle des principales puissances occidentales et émergentes, Bertrand Badie nous livre des clefs de compréhension efficaces de la scène internationale actuelle.

Il est moins convaincant dans ses recommandations. Évacuer le rôle de la force militaire au profit de la

cohérence du raisonnement, à un moment où tous les budgets de défense augmentent dans le monde — sauf chez les Occidentaux —, semble pour le moins hâtif. Le traitement du rôle de l'Union européenne sur quatre pages et la quasi-absence de mention des États européens — hormis la France — laissent également perplexe. Au-delà de ce qu'il qualifie « d'occasion perdue » pour l'Europe, un tour d'horizon des agitations du monde aurait mérité d'accorder bien plus d'attention au potentiel de forces et de faiblesses que recèle — encore — cette construction inédite. Fondée sur « l'unité dans la diversité », elle fait précisément écho au besoin d'organisation de l'altérité auquel l'auteur nous invite pour contribuer à stabiliser le monde. Par ailleurs, on aurait souhaité qu'en soulignant les limites d'une logique de puissance, l'auteur se penche davantage sur les ressorts possibles d'une stratégie d'influence, peut-être plus complexe mais incontournable dans un contexte où les dynamiques démographiques des décennies à venir rendent le « vieux monde » bien plus vulnérable encore.

Elvire Fabry <sup>1</sup>

1. Chercheur, affaires européennes, Notre Europe/Institut Jacques Delors, membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de *Futuribles International*.

### Découvrez d'autres publications analysées dans la rubrique Bibliographie du site de *Futuribles*

<https://www.futuribles.com/fr/base/bibliographie/base/>

Cette rubrique est régulièrement alimentée et propose des analyses critiques d'ouvrages, de rapports, d'articles, d'événements..., à caractère prospectif, repérés partout dans le monde. Ces analyses sont en accès libre pendant 30 jours après leur publication, puis réservées aux membres de *Futuribles International*.

# *futuribles* - no. 415 - November-December 2016

## **World Population: Growth and Ageing**

*Alain Parant*

The world population, estimated by the United Nations at 7.4 billion, has never been so large as it is today. Will it go on growing or will it level off in the coming decades? Drawing on his contribution to the *2016 Viegie Report*, updated to take account of the UN's 2015 revision of the world population forecast, Alain Parant takes stock here of the main future demographic trends. Though, as he stresses, world population growth is less intense than in the past, it remains a deep-seated trend. It is driven by the developing countries and is a product, among other things, of increasing average life-expectancy and a fertility rate generally higher than "generation replacement" level. Apart from the continuation of this demographic growth, the world is also likely to see a general ageing of the population (more acute in the developed countries). Lastly, one continent stands out from the others in demographic terms: Africa, where demographic growth is moving much more quickly than elsewhere and should continue to do so, one consequence of this being a distinctly younger population than in the rest of the world and, most importantly, a future level of population which it looks difficult for that continent to cope with while maintaining decent conditions. Given these trends, the migration problem is likely to intensify in the coming decades and to occupy a central place in international relations.

## **Natural Resources: Famine or Feast? A Question of Limits**

*Cécile Désaunay and Éric Vidalenc*

Whereas for a decade many experts spoke of an imminent dearth of hydrocarbons and prices reached record highs, the cost of oil has fallen appreciably over the last two years and talk of shortage has almost disappeared. Does this mean there are no longer grounds for concern about the overall level of consumption of these energy resources? Doubtless not, though these questions of dearth or abundance of energy resources — and, more broadly, of all natural resources

— are not solely to be examined in terms of the reserves at our disposal, but also, increasingly, in terms of the limits that ensue from the impact of their consumption on the environment (environmental damage, pollution, climate change etc.), as Cécile Désaunay and Éric Vidalenc show here.

Accordingly, they list a series of crucial key questions with regard to the future of our planet's natural resources: is the growth of global resource consumption sustainable? How might energy prices develop? Can we foresee an absolute decoupling of economic growth from material consumption? What are the impacts on our ecosystems of resource degradation; have we passed planetary limits? They go on to stress two deep-seated trends that will have to be taken into account in managing our natural resources sustainably over the coming years: the very great inertia of energy systems and the possible substitution of alternative energies (and the limits to doing this). The equation is not getting any easier and the lever that is the control of consumption will doubtless have a crucial part to play in the sustainable management of our resources in the medium to long term.

## **Are We Seeing the Last of Economic Growth?**

*Charles du Granrut*

Whereas global economic growth was relatively high and constant between 1945 and 2007, the period since the 2007 crisis has been one of uncertainty, mainly in the developed countries, but also (to a lesser extent) in the emerging economies. Is this slowdown a lasting phenomenon? And might growth eventually disappear altogether? This is one of the possible trends envisaged by Charles du Granrut. He explains, for example, the reasons why the prospects for mid-to-long-term economic growth are, on the face of it, poor — namely, low rates of increase in the working-age population, combined with low productivity growth caused, as some see it, by decelerating technical progress. Moreover, the global financial situation, characterized by a disconnect between savings

and investment flows and by highly flexible monetary policies (with very low interest rates), remains very fragile. In this context, du Granrut argues, it has become a priority to dispel uncertainties and free up the economy, particularly through structural policies (linked, in particular, to environmental constraints and with regard for developments within the labour market) and by reviewing modes of economic cooperation on a global scale. It isn't certain this will be enough to curb the slowdown in growth, but it would be a first step towards redressing current imbalances.

### **Seven Challenges for Work and Businesses**

*André-Yves Portnoff*

Company organization, working relations and work itself have changed substantially over the last 20 years as an effect of various factors such as economic globalization, the mass use of Information and Communications Technology by individuals and in companies, and changed expectations on the part of different generations with regard to work, etc. (sometimes changing along contrary lines). In this context, what are the major challenges of the coming decades for companies, the individuals who work in them and the very nature of their work?

Drawing on thinking begun as part of the 2016 *Vigie Report*, André-Yves Portnoff outlines a number of deep-seated trends in this article that are, for the most part, linked to the impact of the digital on companies and work, and the chief ensuing challenges for organizations and their stakeholders: the choice of appropriate economic models, investment in relevant professions, internal and external relational strategies, the simultaneous occupation of diverse statuses (for both companies and workers) — all this obviously being very much linked to the values and visions developed by the various economic actors involved...

### **Education over the Next 30 Years**

*Alain Michel and Lorène Prigent*

We have long been aware of the major role played by education in the socio-economic development of nations. It is, therefore, essential to form some idea of the way it might develop in the coming decades on a global, European and national scale. How-

ever, as Alain Michel and Lorène Prigent remind us here, this is a difficult exercise. Drawing on the studies that fed into the section of the 2016 *Vigie Report* on education, they analyse a number of trends currently at work: the raising of the general level of training and its ambivalent implications; the tendency to focus on the evaluation of educational practices rather than investing in their intrinsic quality; the need to recruit and train a sufficient number of qualified teachers; the growing convergence of educational policies world-wide; the increased internationalization of higher education; the contribution made by IT in the education sector, but also the illusions to which it gives rise etc. They then propose to focus on a number of trends specific to France, such as the increased number of actors involved in the educational process and the ensuing complexification; the lack of encouragement for teachers to identify potential or talent or, in another area, the adult training system's unfitness for purpose. So many themes that will be crucial in the development of educational systems and in consolidating their quality to prepare the younger generation optimally for today's world and, most importantly, the world of tomorrow.

### **Societies and Ways of Life across the World: Major Trends to 2030-2050**

*Julien Damon*

Though the existence of disparities between the societies of the world's different countries and between their specific contexts makes it impossible to determine precisely and exhaustively what social developments will occur worldwide over the coming decades, a certain number of deep-seated, structuring trends can be identified.

As Julien Damon shows here, drawing on his contribution to the 2016 *Vigie Report*, four major trends are worthy of attention: a decrease in poverty worldwide; a continuing advance of the middle classes in the emerging countries and the consequences that ensue in terms of consumption; ongoing urbanization; and increased religious influence. Admittedly, these trends impact poor and rich countries very differently. They are, nonetheless, crucial in the development of the world and of the societies that will shape it in the future.

### **Health to 2030-2050: Some Deep-Seated Trends**

*Louis-Charles Viossat*

Like education, health is now acknowledged as a crucial field where socio-economic development is concerned — an investment for the future. Nevertheless, disparities in health (on a global but also a more local scale) linked to living conditions and incomes remain enormous and the prospects for generalized good health are still, in large measure, utopian. Given the many actors involved in the health field, conditions that vary greatly from one country to another, and the diversity of health policies implemented, it is hardly possible to know precisely how world health will evolve up to the period 2030-2050.

On the other hand, as Louis-Charles Viossat stresses here, a number of deep-seated trends have been at work for some years and should be confirmed by that point. This is the case, for example, with the lastingly globalized nature of health (internationalization of the economic actors; mobility of patients and practitioners; increased range of institutional actors and funders etc.), and also with the trend for health expenditure to grow, both in the countries of the North and the South, as a result of population-ageing, of socio-economic development, but also — and primarily — of a rise in the costs of health goods and services. Lastly, there is another, more worrying, deep-seated trend. This is the emergence or re-emergence of pandemic risks and infectious diseases that are difficult both to anticipate and to contain when they occur, among other things because of the mobility of individuals and commodities in the age of globalization and increased resistance to existing treatments.

### **Science Moving Toward New Frontiers: Possible Advances and Breakthroughs in Some Scientific Fields by the Years 2030-2050**

*Pierre Papon*

Just over a century ago in late 1915, Albert Einstein set out his theory of relativity, which was to revolutionize our understanding of the universe and gravity, and subsequently to have a range of applications in our daily lives. Are such paradigm shifts still possible or conceivable today in physics — and also in biology, genetics etc.? What does scientific research have in store for us

in the coming decades? It is questions like these that Pierre Papon seeks, in part, to answer, with arguments drawn from the various contributions to the chapter on “Research, Science and Technologies” in the *2016 Vigie Report*, partially updated to take account of more recent developments. From the sciences of matter and the universe to advances in genetics and the neurosciences, by way of the new applications of physics and synthetic biology, he shows the broad fields of study that scientific research is currently focused on, the prospects for these, and the potential breakthroughs that lie a few decades in the future. But he also looks at the underlying social questions raised by the practical applications that might ensue.

### **Tomorrow’s Conflict Situations**

*Jean-Pierre Maulny*

A new hierarchy among the world’s powers, changes to the operation of the international system, dispersal of power as a result of an increasing number of non-state organizations, challenges to the idea of nation-states, civil wars raging across frontiers, etc. — these are some of the characteristics of the world as it is today. The challenges confronting us over the next three decades are substantial, particularly as no model seems to be emerging clearly at the moment and the rise of information technologies has produced a world that is wholly connected and informed, showing up inequalities that are potential sources of conflict and enabling those excluded from the system to join together. In this context, are there trends at work that can afford us some insight into how conflict situations might evolve in the decades to come? The answer comes in the affirmative. Jean-Pierre Maulny demonstrates this point here, basing his argument on current fault lines and the way the geopolitical scene is developing, on how actors are operating at the world level, what their concerns are, and the issues that are likely to lead to conflict. Lastly, he looks at what types of conflict might develop in the medium-to-long term, given recent developments and observable global dynamics.

### **EU-Turkey Relations at a Turning Point**

*Jean-François Drevet*

After the events in Turkey this summer (an attempted coup followed by an enormous wave of repression on the part of the powers

that be), the question of how that country fits in with the European Union can no longer be posed in the same terms. The prospect of Ankara joining the EU was already very slim, but in this context and in light of the foreign policy pursued by Turkey's leaders, it has virtually disappeared. It remains to be decided how the Union will manage its relations with Turkey, a pivotal country between Europe and the East, and an Atlantic Alliance member governed by an Islamic-conservative party.

Jean-François Drevet looks to cast light on this question by assessing Turkey's external

relations and foreign policy stance over the last few years. He stresses the difficulties the EU has in conducting discussions with leaders who are untrustworthy and opportunistic and who look increasingly toward Asia, while the security of the European continent has long depended on its Turkish bastion in the East. But if this changed situation is rather disturbing, it also represents a real opportunity for the Union to take stock of its priorities and stand up resolutely for them, without any additional concessions to a country that is becoming less and less of an ally. ■

*Futuribles* is a bimonthly independent transdisciplinary policy oriented journal (6 issues a year), also available in electronic form on the *Futuribles* website.

Its objective is to provide its readers with a better understanding of contemporary societies dynamics, those facts, ideas and trends shaping their medium and long term possible futures.

*Chief Editor* : Hugues de Jouvenel

Futuribles: 47, rue de Babylone, 75007 Paris, France. - Tel.: + 33 (0)1 53 63 37 70  
Fax: + 33 (0)1 42 22 65 54 - E-mail [revue@futuribles.com](mailto:revue@futuribles.com) - Website [www.futuribles.com](http://www.futuribles.com)

# futuribles

## TABLE DES MATIÈRES 2016

### Liste par auteurs

ANQUEZ Matthieu

« SuperDaech. Un scénario du pire », n° 410, janvier-février 2016, p. 81-91

AUDET René et GENDRON Corinne

« L'environnement au prisme de la science-fiction. De la dystopie à la reconstruction du rapport homme-nature dans les sociétés postécologiques », n° 413, juillet-août 2016, p. 73-84

BADIE Bertrand (intervention)

« La scène internationale dans la tourmente », n° 411, mars-avril 2016, p. 15-22

BARRE Philippe et GANCILLE Jean-Marc

« L'écosystème urbain Darwin. Du *hacking* territorial à un nouveau modèle de coproduction de la ville ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 43-51

BENOIT Guillaume

« Sécurité alimentaire et climat au XXI<sup>e</sup> siècle. Eaux bleues, eaux vertes et sols », n° 413, juillet-août 2016, p. 5-28

BOISSONNAT Jean (synthèse du rapport du groupe du Commissariat général du Plan présidé par)

« Le travail dans 20 ans (1995) », n° 412, mai-juin 2016, p. 77-84

BRIMONT Laura, DEMAILLY Damien et CHANCEL Lucas

« Vers de nouveaux indicateurs de développement. Enjeux et défis à travers le cas de l'Union européenne », n° 411, mars-avril 2016, p. 35-46

CHANCEL Lucas, BRIMONT Laura et DEMAILLY Damien

« Vers de nouveaux indicateurs de développement. Enjeux et défis à travers le cas de l'Union européenne », n° 411, mars-avril 2016, p. 35-46

DAMON Julien

« Sociétés et modes de vie dans le monde. Grandes tendances d'évolution à l'horizon 2030-2050 », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 77-91

DARD Olivier et MOATTI Alexandre

« Aux origines du mot "transhumanisme" », n° 413, juillet-août 2016, p. 85-94

DAVID Valérie

« Utopies urbaines et BTP. La démarche Phosphore du groupe Eiffage », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 35-41

DAW Georges

« Le secteur français de la défense. État des lieux et avenir », n° 411, mars-avril 2016, p. 47-61

DEMAILLY Damien, BRIMONT Laura et CHANCEL Lucas

« Vers de nouveaux indicateurs de développement. Enjeux et défis à travers le cas de l'Union européenne », n° 411, mars-avril 2016, p. 35-46

DÉSAUNAY Cécile et VIDALENC Éric

« Ressources naturelles : pénurie ou surabondance ? Une question de limite(s) », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 25-38

DREVET Jean-François

« Droit d'asile et immigration en Europe », n° 410, janvier-février 2016, p. 93-98

« L'Europe peut-elle toujours compter sur l'OTAN ? », n° 411, mars-avril 2016, p. 85-93

« Le gaz, facteur politique clef en Méditerranée orientale ? », n° 412, mai-juin 2016, p. 85-94

« Désastre en vue pour le droit d'asile », n° 413, juillet-août 2016, p. 95-103

« Le Brexit : c'est fait ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 111-115

« Les relations UE-Turquie à un tournant », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 139-148

DURAND Martine

« L'Initiative du vivre mieux de l'OCDE. Mesurer ce qui compte pour les citoyens et la société », n° 412, mai-juin 2016, p. 5-24

EILSTEIN Daniel et POZUELOS Jérôme

« La santé à l'ère et l'aune du *big data* », n° 412, mai-juin 2016, p. 35-52

GANCILLE Jean-Marc et BARRE Philippe

« L'écosystème urbain Darwin. Du *hacking* territorial à un nouveau modèle de coproduction de la ville ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 43-51

GENDRON Corinne et AUDET René

« L'environnement au prisme de la science-fiction. De la dystopie à la reconstruction du rapport homme-nature dans les sociétés postécologiques », n° 413, juillet-août 2016, p. 73-84

GODET Michel et MALIER Yves

« Formation professionnelle et apprentissage en France. Réussir autrement, avec ou sans l'Éducation nationale », n° 412, mai-juin 2016, p. 53-63

GRANRUT Charles (du)

« La prévision : une simple question de probabilités ? À propos du livre de Philip Tetlock et Dan Gardner, *Superforecasting: The Art of Science and Prediction* », n° 411, mars-avril 2016, p. 63-70

« La croissance économique en voie de disparition ? », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 39-50

HAËNTJENS Jean

« Renouveau des utopies urbaines », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 5-16

HAJEK Isabelle et LÉVY Jean-Pierre

« La nature urbaine, une utopie paradoxale », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 61-72

HUGONNIER Bernard

« Élitisme républicain ou république élitiste ? La reproduction sociale, mal endémique de la société française », n° 410, janvier-février 2016, p. 17-35

KLEIN Gérard

« L'invention de l'avenir : prospective et science-fiction », n° 413, juillet-août 2016, p. 29-52

- LA TAILLE-RIVERO Marthe (de)  
« Les écoles de la deuxième chance. Une trajectoire vers l'emploi des jeunes », n° 412, mai-juin 2016, p. 65-75  
« Utop, une utopie en marche dans l'habitat parisien », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 53-60
- LALLEMENT Michel  
« L'éthique *hacker* et l'esprit du faire. L'expérience des *hackerspaces* de la baie de San Francisco », n° 410, janvier-février 2016, p. 5-16
- LANDIER Hubert  
« Pour penser l'entreprise de demain », n° 412, mai-juin 2016, p. 25-34
- LEMOINE Stéphanie  
« L'utopie, les artistes et la ville », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 27-34
- LÉVY Jean-Pierre et HAJEK Isabelle  
« La nature urbaine, une utopie paradoxale », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 61-72
- MALIER Yves et GODET Michel  
« Formation professionnelle et apprentissage en France. Réussir autrement, avec ou sans l'Éducation nationale », n° 412, mai-juin 2016, p. 53-63
- MAULNY Jean-Pierre  
« Les conflictualités de demain », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 125-138
- MICHEL Alain  
« Éducation : le poids croissant de *standards* internationaux », n° 410, janvier-février 2016, p. 37-51
- MICHEL Alain et PRIGENT Lorène  
« L'éducation dans les 30 prochaines années », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 63-76
- MOATTI Alexandre et DARD Olivier  
« Aux origines du mot "transhumanisme" », n° 413, juillet-août 2016, p. 85-94
- MORENO Carlos  
« Intelligence urbaine ou ville algorithmique ? Quelle place pour de nouvelles utopies ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 87-93
- MOUSSY Hugues  
« Pour une géopolitique de l'éducation. Les rivalités éducatives sur la scène internationale », n° 411, mars-avril 2016, p. 23-34
- NARDON Laurence  
« L'avenir de la politique étrangère des États-Unis. Que pensent les candidats aux prochaines élections présidentielles ? », n° 411, mars-avril 2016, p. 5-14
- PAPON Pierre  
« La science vers de nouvelles frontières. Avancées et ruptures possibles dans quelques domaines scientifiques à l'horizon 2030-2050 », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 109-123
- PARANT Alain  
« La population du monde : croissance et vieillissement », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 5-23
- PORTNOFF André-Yves  
« Sept défis pour les entreprises et le travail », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 51-62

- PORTNOFF André-Yves et PORTNOFF Arlette  
« Comment une terre devient créative. Une leçon vénitienne », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 17-26
- PORTNOFF Arlette et PORTNOFF André-Yves  
« Comment une terre devient créative. Une leçon vénitienne », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 17-26
- POULIZAC Morgan  
« La ville prototypale. Ou comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 73-85
- POZUELOS Jérôme et EILSTEIN Daniel  
« La santé à l'ère et l'aune du *big data* », n° 412, mai-juin 2016, p. 35-52
- PRIGENT Lorène et MICHEL Alain  
« L'éducation dans les 30 prochaines années », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 63-76
- ROY Claude  
« Les potentiels de la bioéconomie. De la photosynthèse à l'industrie, de l'innovation aux marchés », n° 410, janvier-février 2016, p. 69-80
- RUMPALA Yannick  
« Tester le futur par la science-fiction. Extension du domaine des possibles, mondes préfabriqués et lignes de fuite », n° 413, juillet-août 2016, p. 53-72
- SANTELMANN Paul  
« La formation continue en France. Pour une réforme à la hauteur des enjeux », n° 410, janvier-février 2016, p. 53-67
- SOUPIZET Jean-François  
« Les villes intelligentes, entre utopies et expérimentations », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 95-110
- TOULEMON Robert  
« Contre l'anarchie mondiale, la démocratie », n° 411, mars-avril 2016, p. 71-83
- VIDALENC Éric et DÉSAUNAY Cécile  
« Ressources naturelles : pénurie ou surabondance ? Une question de limite(s) », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 25-38
- VISSAT Louis-Charles  
« La santé à l'horizon 2030-2050. Quelques tendances lourdes du XXI<sup>e</sup> siècle », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 93-107

## Liste par thèmes

### Économie, emploi

- BOISSONNAT Jean (synthèse du rapport du groupe du Commissariat général du Plan présidé par)  
 « Le travail dans 20 ans (1995) », n° 412, mai-juin 2016, p. 77-84
- BRIMONT Laura, DEMAILLY Damien et CHANCEL Lucas  
 « Vers de nouveaux indicateurs de développement. Enjeux et défis à travers le cas de l'Union européenne », n° 411, mars-avril 2016, p. 35-46
- DREVET Jean-François  
 « Le Brexit : c'est fait ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 111-115
- DURAND Martine  
 « L'Initiative du vivre mieux de l'OCDE. Mesurer ce qui compte pour les citoyens et la société », n° 412, mai-juin 2016, p. 5-24
- GRANRUT Charles (du)  
 « La croissance économique en voie de disparition ? », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 39-50
- PORTNOFF André-Yves  
 « Sept défis pour les entreprises et le travail », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 51-62
- PORTNOFF Arlette et PORTNOFF André-Yves  
 « Comment une terre devient créative. Une leçon vénitienne », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 17-26
- ROY Claude  
 « Les potentiels de la bioéconomie. De la photosynthèse à l'industrie, de l'innovation aux marchés », n° 410, janvier-février 2016, p. 69-80
- RUMPALA Yannick  
 « Tester le futur par la science-fiction. Extension du domaine des possibles, mondes préfabriqués et lignes de fuite », n° 413, juillet-août 2016, p. 53-72

### Éducation

- GODET Michel et MALIER Yves  
 « Formation professionnelle et apprentissage en France. Réussir autrement, avec ou sans l'Éducation nationale », n° 412, mai-juin 2016, p. 53-63
- HUGONNIER Bernard  
 « Élitisme républicain ou république élitiste ? La reproduction sociale, mal endémique de la société française », n° 410, janvier-février 2016, p. 17-35
- LA TAILLE-RIVERO Marthe (de)  
 « Les écoles de la deuxième chance. Une trajectoire vers l'emploi des jeunes », n° 412, mai-juin 2016, p. 65-75
- MICHEL Alain  
 « Éducation : le poids croissant de *standards* internationaux », n° 410, janvier-février 2016, p. 37-51
- MICHEL Alain et PRIGENT Lorène  
 « L'éducation dans les 30 prochaines années », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 63-76

Moussy Hugues

« Pour une géopolitique de l'éducation. Les rivalités éducatives sur la scène internationale », n° 411, mars-avril 2016, p. 23-34

Santelmann Paul

« La formation continue en France. Pour une réforme à la hauteur des enjeux », n° 410, janvier-février 2016, p. 53-67

## Entreprises, travail

Boissonnat Jean (synthèse du rapport du groupe du Commissariat général du Plan présidé par)

« Le travail dans 20 ans (1995) », n° 412, mai-juin 2016, p. 77-84

David Valérie

« Utopies urbaines et BTP. La démarche Phosphore du groupe Eiffage », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 35-41

Daw Georges

« Le secteur français de la défense. État des lieux et avenir », n° 411, mars-avril 2016, p. 47-61

Godet Michel et Malier Yves

« Formation professionnelle et apprentissage en France. Réussir autrement, avec ou sans l'Éducation nationale », n° 412, mai-juin 2016, p. 53-63

La Taille-Rivero Marthe (de)

« Les écoles de la deuxième chance. Une trajectoire vers l'emploi des jeunes », n° 412, mai-juin 2016, p. 65-75

Lallement Michel

« L'éthique *hacker* et l'esprit du faire. L'expérience des *hackerspaces* de la baie de San Francisco », n° 410, janvier-février 2016, p. 5-16

Landier Hubert

« Pour penser l'entreprise de demain », n° 412, mai-juin 2016, p. 25-34

Michel Alain et Prigent Lorène

« L'éducation dans les 30 prochaines années », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 63-76

Portnoff André-Yves

« Sept défis pour les entreprises et le travail », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 51-62

Santelmann Paul

« La formation continue en France. Pour une réforme à la hauteur des enjeux », n° 410, janvier-février 2016, p. 53-67

## Géopolitique

Anquez Matthieu

« SuperDaech. Un scénario du pire », n° 410, janvier-février 2016, p. 81-91

Badie Bertrand (intervention)

« La scène internationale dans la tourmente », n° 411, mars-avril 2016, p. 15-22

Daw Georges

« Le secteur français de la défense. État des lieux et avenir », n° 411, mars-avril 2016, p. 47-61

DREVET Jean-François

- « Droit d'asile et immigration en Europe », n° 410, janvier-février 2016, p. 93-98
- « L'Europe peut-elle toujours compter sur l'OTAN ? », n° 411, mars-avril 2016, p. 85-93
- « Le gaz, facteur politique clef en Méditerranée orientale ? », n° 412, mai-juin 2016, p. 85-94
- « Désastre en vue pour le droit d'asile », n° 413, juillet-août 2016, p. 95-103
- « Le Brexit : c'est fait ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 111-115
- « Les relations UE-Turquie à un tournant », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 139-148

MAULNY Jean-Pierre

- « Les conflictualités de demain », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 125-138

MOUSSY Hugues

- « Pour une géopolitique de l'éducation. Les rivalités éducatives sur la scène internationale », n° 411, mars-avril 2016, p. 23-34

NARDON Laurence

- « L'avenir de la politique étrangère des États-Unis. Que pensent les candidats aux prochaines élections présidentielles ? », n° 411, mars-avril 2016, p. 5-14

TOULEMON Robert

- « Contre l'anarchie mondiale, la démocratie », n° 411, mars-avril 2016, p. 71-83

## Institutions

DREVET Jean-François

- « Désastre en vue pour le droit d'asile », n° 413, juillet-août 2016, p. 95-103

RUMPALA Yannick

- « Tester le futur par la science-fiction. Extension du domaine des possibles, mondes préfabriqués et lignes de fuite », n° 413, juillet-août 2016, p. 53-72

TOULEMON Robert

- « Contre l'anarchie mondiale, la démocratie », n° 411, mars-avril 2016, p. 71-83

## Population

DAMON Julien

- « Sociétés et modes de vie dans le monde. Grandes tendances d'évolution à l'horizon 2030-2050 », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 77-91

DREVET Jean-François

- « Droit d'asile et immigration en Europe », n° 410, janvier-février 2016, p. 93-98
- « Désastre en vue pour le droit d'asile », n° 413, juillet-août 2016, p. 95-103

PARANT Alain

- « La population du monde : croissance et vieillissement », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 5-23

## Recherche, sciences et techniques

DARD Olivier et MOATTI Alexandre

- « Aux origines du mot "transhumanisme" », n° 413, juillet-août 2016, p. 85-94

GRANRUT Charles (du)

- « La prévision : une simple question de probabilités ? À propos du livre de Philip Tetlock et Dan Gardner, *Superforecasting: The Art of Science and Prediction* », n° 411, mars-avril 2016, p. 63-70

KLEIN Gérard

« L'invention de l'avenir : prospective et science-fiction », n° 413, juillet-août 2016, p. 29-52

PAPON Pierre

« La science vers de nouvelles frontières. Avancées et ruptures possibles dans quelques domaines scientifiques à l'horizon 2030-2050 », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 109-123

## Ressources naturelles, énergie, environnement

BENOIT Guillaume

« Sécurité alimentaire et climat au XXI<sup>e</sup> siècle. Eaux bleues, eaux vertes et sols », n° 413, juillet-août 2016, p. 5-28

DÉSAUNAY Cécile et VIDALENC Éric

« Ressources naturelles : pénurie ou surabondance ? Une question de limite(s) », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 25-38

DREVET Jean-François

« Le gaz, facteur politique clef en Méditerranée orientale ? », n° 412, mai-juin 2016, p. 85-94

GENDRON Corinne et AUDET René

« L'environnement au prisme de la science-fiction. De la dystopie à la reconstruction du rapport homme-nature dans les sociétés postécologiques », n° 413, juillet-août 2016, p. 73-84

LÉVY Jean-Pierre et HAJEK Isabelle

« La nature urbaine, une utopie paradoxale », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 61-72

ROY Claude

« Les potentiels de la bioéconomie. De la photosynthèse à l'industrie, de l'innovation aux marchés », n° 410, janvier-février 2016, p. 69-80

## Santé

EILSTEIN Daniel et POZUELOS Jérôme

« La santé à l'ère et l'aune du *big data* », n° 412, mai-juin 2016, p. 35-52

PAPON Pierre

« La science vers de nouvelles frontières. Avancées et ruptures possibles dans quelques domaines scientifiques à l'horizon 2030-2050 », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 109-123

VISSAT Louis-Charles

« La santé à l'horizon 2030-2050. Quelques tendances lourdes du XXI<sup>e</sup> siècle », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 93-107

## Société, modes de vie

BRIMONT Laura, DEMAILLY Damien et CHANCEL Lucas

« Vers de nouveaux indicateurs de développement. Enjeux et défis à travers le cas de l'Union européenne », n° 411, mars-avril 2016, p. 35-46

DAMON Julien

« Sociétés et modes de vie dans le monde. Grandes tendances d'évolution à l'horizon 2030-2050 », n° 415, novembre-décembre 2016, p. 77-91

DARD Olivier et MOATTI Alexandre

« Aux origines du mot "transhumanisme" », n° 413, juillet-août 2016, p. 85-94

- DURAND Martine  
« L'Initiative du vivre mieux de l'OCDE. Mesurer ce qui compte pour les citoyens et la société », n° 412, mai-juin 2016, p. 5-24
- GANCILLE Jean-Marc et BARRE Philippe  
« L'écosystème urbain Darwin. Du *hacking* territorial à un nouveau modèle de coproduction de la ville ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 43-51
- GENDRON Corinne et AUDET René  
« L'environnement au prisme de la science-fiction. De la dystopie à la reconstruction du rapport homme-nature dans les sociétés postécologiques », n° 413, juillet-août 2016, p. 73-84
- HUGONNIER Bernard  
« Élitisme républicain ou république élitiste ? La reproduction sociale, mal endémique de la société française », n° 410, janvier-février 2016, p. 17-35
- KLEIN Gérard  
« L'invention de l'avenir : prospective et science-fiction », n° 413, juillet-août 2016, p. 29-52
- LA TAILLE-RIVERO Marthe (de)  
« Utop, une utopie en marche dans l'habitat parisien », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 53-60
- LALLEMENT Michel  
« L'éthique *hacker* et l'esprit du faire. L'expérience des *hackerspaces* de la baie de San Francisco », n° 410, janvier-février 2016, p. 5-16
- LEMOINE Stéphanie  
« L'utopie, les artistes et la ville », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 27-34
- MORENO Carlos  
« Intelligence urbaine ou ville algorithmique ? Quelle place pour de nouvelles utopies ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 87-93
- POULIZAC Morgan  
« La ville prototypale. Ou comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 73-85
- RUMPALA Yannick  
« Tester le futur par la science-fiction. Extension du domaine des possibles, mondes préfabriqués et lignes de fuite », n° 413, juillet-août 2016, p. 53-72
- SOUPIZET Jean-François  
« Les villes intelligentes, entre utopies et expérimentations », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 95-110

## Territoires et réseaux

- DAVID Valérie  
« Utopies urbaines et BTP. La démarche Phosphore du groupe Eiffage », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 35-41
- EILSTEIN Daniel et POZUELOS Jérôme  
« La santé à l'ère et l'aune du *big data* », n° 412, mai-juin 2016, p. 35-52
- GANCILLE Jean-Marc et BARRE Philippe  
« L'écosystème urbain Darwin. Du *hacking* territorial à un nouveau modèle de coproduction de la ville ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 43-51
- HAËNTJENS Jean  
« Renouveau des utopies urbaines », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 5-16

LA TAILLE-RIVERO Marthe (de)

« Utop, une utopie en marche dans l'habitat parisien », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 53-60

LEMOINE Stéphanie

« L'utopie, les artistes et la ville », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 27-34

LÉVY Jean-Pierre et HAJEK Isabelle

« La nature urbaine, une utopie paradoxale », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 61-72

MORENO Carlos

« Intelligence urbaine ou ville algorithmique ? Quelle place pour de nouvelles utopies ? », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 87-93

PORTNOFF Arlette et PORTNOFF André-Yves

« Comment une terre devient créative. Une leçon vénitienne », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 17-26

POULIZAC Morgan

« La ville prototypale. Ou comment les pays du Sud réinventent l'urbanisme », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 73-85

SOUPIZET Jean-François

« Les villes intelligentes, entre utopies et expérimentations », n° 414, septembre-octobre 2016, p. 95-110

## ABONNEZ-VOUS AU PACK REVUE + WEB

● La revue *Futuribles* expédiée à votre domicile  
(6 numéros / an)

● L'accès au numéro et à toutes les archives  
en ligne (1 à 10 postes)

280 €  
par an

## BULLETIN D'ABONNEMENT

Nom - Prénom \_\_\_\_\_

Société \_\_\_\_\_

N° de TVA \_\_\_\_\_

Adresse \_\_\_\_\_

Code Postal - Ville \_\_\_\_\_

Pays \_\_\_\_\_

Tél. \_\_\_\_\_

E-mail \_\_\_\_\_

Je m'abonne pour un an au *pack* revue + *Web* de *Futuribles* (6 numéros papier par an + revue en ligne avec numéro en cours et archives, texte intégral, 1 à 10 postes, TVA 2,1 % incluse) et règle 280 € par :  Chèque à l'ordre de *Futuribles*

Visa  Am. Express N° \_\_\_\_\_ Exp. fin \_\_\_\_\_

*Cryptogramme figurant sur votre carte* \_\_\_\_\_

Virement : CIC Paris Bac, 2 bd Raspail, F-75007 Paris

IBAN : FR76-3006-6100-4100-0105-7380-116 • BIC : CMCIFRPP

Sur facture

Date : \_\_\_\_\_

Signature : \_\_\_\_\_

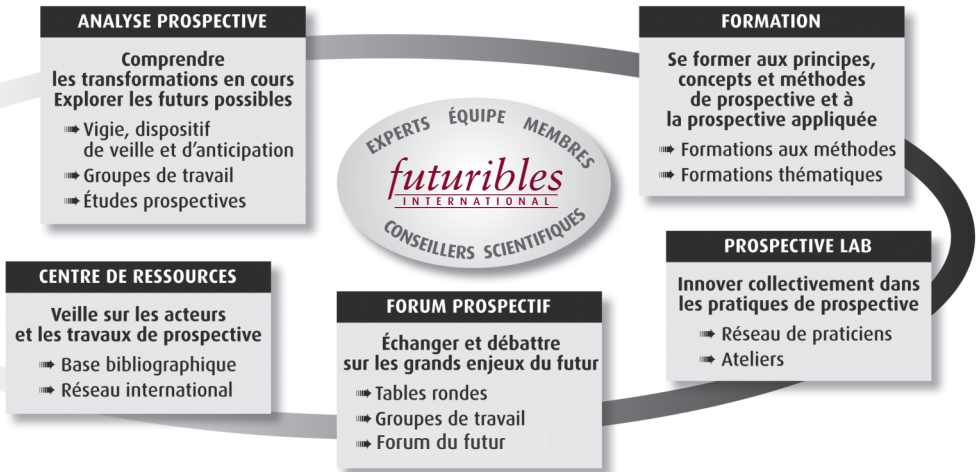
Loi du 6/1/1978 : droit d'accès et de rectification à *Futuribles* - 47, rue de Babylone F-75007 Paris. Sauf refus de votre part, ces informations pourront être utilisées par des tiers.

Tarif valable pour tous les pays jusqu'au 31/12/2017

À photocopier et à retourner à Hélène Vioujard - *Futuribles* - 47, rue de Babylone - F-75007 Paris  
Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 - E-mail : [hvioujard@futuribles.com](mailto:hvioujard@futuribles.com)

# DEVENEZ MEMBRE DE *futuribles* INTERNATIONAL

## ET PARTICIPEZ À SES ACTIVITÉS



L'association Futuribles International est un centre de réflexion et d'études prospectives qui vise une intégration optimale du temps long dans les décisions et les actions

## NOUVELLE GRILLE TARIFAIRE

Plaquette de l'association et conditions d'adhésion

[https://www.futuribles.com/media/filer\\_private/2016/08/19/plaquetteaif08\\_2016.pdf](https://www.futuribles.com/media/filer_private/2016/08/19/plaquetteaif08_2016.pdf)

Informations / contact

Aude Houguenague • Futuribles International

47 rue de Babylone, F-75007 Paris

Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54

E-mail [ahouguenague@futuribles.com](mailto:ahouguenague@futuribles.com)

# futuribles

NUMÉRO 415 • NOVEMBRE-DÉCEMBRE 2016

- Fragments de futurs possibles** 3  
*Hugues de Jouvenel*
- La population du monde : croissance et vieillissement** 5  
*Alain Parant*
- Ressources naturelles : pénurie ou surabondance ?  
Une question de limite(s)** 25  
*Cécile Désaunay et Éric Vidalenc*
- La croissance économique en voie de disparition ?** 39  
*Charles du Granrut*
- Sept défis pour les entreprises et le travail** 51  
*André-Yves Portnoff*
- L'éducation dans les 30 prochaines années** 63  
*Alain Michel et Lorène Prigent*
- Sociétés et modes de vie dans le monde** 77  
**Grandes tendances d'évolution à l'horizon 2030-2050**  
*Julien Damon*
- La santé à l'horizon 2030-2050** 93  
**Quelques tendances lourdes du XXI<sup>e</sup> siècle**  
*Louis-Charles Viossat*
- La science vers de nouvelles frontières** 109  
**Avancées et ruptures possibles dans quelques domaines  
scientifiques à l'horizon 2030-2050**  
*Pierre Papon*
- Les conflictualités de demain** 125  
*Jean-Pierre Maulny*

## TRIBUNE EUROPÉENNE

- Les relations UE-Turquie à un tournant** 139  
*Jean-François Drevet*

## ACTUALITÉS PROSPECTIVES

## BIBLIOGRAPHIE

## ABSTRACTS

## TABLE DES MATIÈRES 2016

M 08145 - 415 - F: 22,00 € - RD



978-2-84387-428-4