

futuribles

L'anticipation au service de l'action

L'essor de la robotique

LES DÉFIS TECHNIQUES ET SOCIAUX

LES ROBOTS D'AIDE À LA PERSONNE

L'HOMME AUGMENTÉ

Gaz de schiste :
enjeux et limites

Les initiatives locales
innovantes

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 - Site Internet www.futuribles.com

COMITÉ D'ORIENTATION

Michel Albert, Pierre Bonnaure, Dominique Bourg, Jean-François Drevet, Jean-Pierre Dupuy, Mahdi Elmandjra, 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, Alvin Toffler

COMITÉ DE RÉDACTION

Sébastien Abis, Julie Bouchard, Jean-Yves Boulin, Gilbert Cette, Pierre-Yves Cusset, Julien Damon, Michel Drancourt, Elvire Fabry, Charles du Granrut, Bruno Héroult, Marthe de La Taille-Rivero, Céline Laisney, Alain Michel, Pierre Papon, Alain Parant, André-Yves Portnoff, Geneviève Schméder, 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 : Benjamin Privey

CORRECTRICE : Anne De Beer

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

ABONNEMENT WEB (TVA 2,1 % incluse) (1 à 10 postes, 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 (1 à 10 postes, 6 numéros par an + archives depuis 1975, texte intégral)	1 AN
France TTC (dont TVA 5,76 €)	280 €
Autres pays, outre-mer	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 2014

Actionnaires principaux : Hugues de Jouvenel, Corinne Roëls

Revue publiée avec le concours du Centre national du livre
Commission paritaire n° 0516 I 80574 - ISSN 0337-307X
Bialec S.A., 95 bd d'Austrasie, BP 10423, 54001 Nancy cedex, France
Dépôt légal n° 82139 - MARS 2014

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° 395

Les valeurs des Européens

- *Les grandes tendances de long terme*
- *Convergences et divergences entre pays*
- *L'individualisation des sociétés*

n° 396

- *Les mutations de la famille*
- *Quelle réforme des retraites ?*
- *La Chine et le monde musulman*
- *Une prospective du littoral en Languedoc-Roussillon*

n° 397

- *L'idéologie des transhumanistes*
- *L'humanité : limites ou transition ?*
- *Investir dans la protection sociale*
- *Entreprises françaises : le décrochage*

n° 398

- *L'enseignement en ligne*
- *Le commerce mondial des terres*
- *Prospective énergétique : nouvelles approches*
- *L'union du Maghreb*
- *Les finances publiques françaises*

Pour trouver le magasin de presse qui diffuse *Futuribles*, rendez-vous sur le site Internet www.trouverlapresse.com

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 : Benjamin Privey, *Futuribles*, 47 rue de Babylone, 75007 Paris, France, tél. : 33 (0)1 53 63 37 73, fax : 33 (0)1 42 22 65 54, e-mail : bprivey@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, 75006 Paris, France, tél. : 33 (0)1 44 07 47 70, fax : 33 (0)1 46 34 67 19, e-mail : contact@cfcopies.com.

futuribles

NUMÉRO 399 • MARS-AVRIL 2014

- L'invasion des robots** 3
Hugues de Jouvenel
- Robotique : les grands défis à venir** 5
Pierre-Yves Oudeyer
- La robotique d'assistance à la personne** 25
Promesses et verrous
Sous la direction de Charles Fattal
- Les robots d'assistance physique** 43
Vertus et risques du nouveau couple homme-robot au travail
Sous la direction de Michel Héry
- Augmenter les capacités humaines** 55
État des lieux et perspectives technologiques
Pierre-Yves Cusset
- Publicité : le choc Internet-mobile** 71
André-Yves Portnoff
- Le gaz de schiste : mythes et réalités** 81
Enjeux et limites d'une révolution annoncée
Pierre Papon

ARTISANS DU FUTUR

- Les initiatives locales innovantes** 99
Une émission à l'affût des entrepreneurs de l'économie sociale et solidaire
Interview de Philippe Bertrand par Marthe de La Taille-Rivero

TRIBUNE EUROPÉENNE

- Quelle politique étrangère et de sécurité européenne ?** 109
Jean-François Drevet

ACTUALITÉS PROSPECTIVES

- 117
Vaccins made in China / Des métaux en voie de disparition / Pratiques prospectives dans l'industrie française / Un nouveau programme cadre européen d'éducation / Végétarisme et « flexitarisme » en Europe / La croissance par la débureaucratisation / Essor d'une classe marchande en Corée du Nord.

BIBLIOGRAPHIE

129

ABSTRACTS

142

L'INVASION DES ROBOTS

L'éditorial d'Hugues de Jouvenel

Ce numéro de la revue Futuribles comporte un dossier spécial sur les robots : non les créatures artificielles imaginées de longue date par les auteurs de science-fiction, mais ceux qui désormais se répandent dans tous les domaines. Non plus les robots dits des trois D (« dull, dirty, dumb »), qui étaient de simples automates supposés soulager les hommes de travaux ennuyeux, répétitifs et physiquement éprouvants ; mais ceux qui ont désormais la capacité d'intervenir dans toutes les activités humaines, d'assister les personnes, de les soigner, d'augmenter leurs capacités, peut-être demain de les transformer, sinon de les remplacer.

Depuis l'introduction du premier robot industriel dans une usine de General Motors, les robots se sont en effet répandus partout, explique Pierre-Yves Oudeyer : dans les usines et dans les champs, au fond des mers et dans l'espace, dans les jardins et les salons. Ils ont pris une importance économique grandissante d'abord dans l'industrie, principalement au Japon, en Corée du Sud, en Allemagne, bien davantage qu'en France où les industriels se sont laissés distancer, se privant ainsi d'un puissant facteur de compétitivité.

Mais surtout, ils ont fait l'objet de progrès scientifiques et techniques considérables les dotant de capteurs, de dispositifs puissants de traitement d'informations, de pilotage automatique et donc de capacité d'adaptation, sinon d'intelligence et de sensi-

bilité, leur permettant d'assurer une multitude de fonctions. Leurs propriétés, leurs dimensions, leurs formes plus ou moins anthropomorphiques, ont tellement évolué que désormais de nouveaux robots sont en plein essor : les robots éducatifs, ludiques, d'accompagnement social, d'assistance à la mobilité, d'exploration du corps humain, de chirurgie, voire des prothèses autoguidées...

Pierre-Yves Oudeyer rappelle ainsi nombre d'applications actuelles et potentielles de ces nouveaux robots : ceux déjà embarqués dans les automobiles et qui demain, au-delà de l'assistance à la conduite, conduiront eux-mêmes leurs passagers ; ceux microscopiques, dotés d'une précision extrême, qui permettent d'aller explorer le corps humain et d'effectuer des actes chirurgicaux moins invasifs et dangereux ; ceux encore qui, reliés aux muscles, voire demain au cerveau, sont capables de remplacer certaines parties du corps humain, d'en démultiplier la force, de faire office d'exosquelettes.

Ces nouveaux robots, penseront certains, n'en restent pas moins que des machines aux comportements stéréotypés et insensibles aux émotions. Et pourtant, comme le révèle ce dossier spécial, certains chercheurs travaillent désormais au développement d'une robotique d'assistance à la personne, permettant par exemple aux enfants atteints d'autisme de sortir de leurs comportements répétitifs, voire d'interagir avec d'autres

humains. D'autres envisagent déjà d'utiliser des « essais de nanorobots » d'une intelligence comportementale telle qu'ils seraient capables d'effectuer des tâches de plus en plus complexes, peut-être de se répliquer, voire de s'affranchir de toute maîtrise humaine.

Si nous n'en sommes pas encore là, Charles Fattal et Michel Héry rendent compte ici du développement et des espoirs fondés sur les robots d'assistance physique qui, au-delà de l'aide qu'ils peuvent apporter aux hommes dans leurs interventions en milieu hostile ou dans les activités exigeant des tâches pénibles, voire à terme génératrices de lourdes pathologies, pourraient assurer une fonction d'assistance domestique. Des robots culinaires, aspirateurs ou tondeuses sont déjà disponibles sur le marché, tout comme des structures permettant de compenser des problèmes physiques, par recours à des prothèses ou en appui à des fonctions physiques défaillantes. Mais Charles Fattal va plus loin en montrant combien, face aux défis du vieillissement démographique et du grand âge, au manque de main-d'œuvre qualifiée, des robots compagnons pourraient se substituer aux êtres humains dans des fonctions d'aide, d'accompagnement, d'écoute, sinon de soutien moral, affectif, psychologique.

Ceux de nos contemporains qui accompagnent des personnes âgées dépendantes pousseront de hauts cris, se réclamant d'une humanité à nulle autre assimilable, s'érigeront contre ces robots destructeurs d'emplois,

sans cœur ni âme, omettant toutefois peut-être au passage le désir de personnes âgées d'être autonomes et non dépendantes d'autrui, de ne point peser sur les générations plus jeunes éventuellement confrontées aux affres du monde du travail et à l'éducation de leurs enfants. Cruel dilemme de nos sociétés vieillissantes se réclamant d'un devoir de solidarité envers leurs aînés, fût-ce au détriment de leurs puînés et des générations à venir !

Le choix n'est pas simple et l'alternative ici esquissée un peu brutale. Le problème est autrement plus complexe que ne semble l'imaginer le gouvernement qui entend faire, bien qu'un peu tard, de la silver economy un des moteurs essentiels d'une économie qui serait mue par une demande croissante de services liés aux besoins du grand âge, sans préjuger d'ailleurs de la solvabilité de cette demande, des revenus des personnes âgées ni des capacités de financement public d'une telle politique.

Au-delà, sont ici posées la question fondamentale des progrès de la science et de la technologie, de ses vertus et de ses limites, de l'acceptabilité sociale de ces techniques et, sur un plan éthique et philosophique, celle des limites, souvent évoquée dans *Futuribles*¹ : « les hommes sont-ils voués à disparaître, [...] à être "augmentés" grâce aux implants et prothèses destinés à booster leurs facultés, ou à être remplacés par une espèce inédite, le "posthumain", artificiellement produite grâce aux progrès des technosciences ? » ■

1. Voir notamment BESNIER Jean-Michel, « L'humanité : une expérience ratée ? Versions du transhumanisme », et MARCK Adrien et alii, « Les piliers d'un nouvel humanisme. Plafonds ou transition, quel à-venir à la crise ? », *Futuribles*, n° 397, novembre-décembre 2013, respectivement p. 5-20 et p. 21-34.

Robotique : les grands défis à venir

PAR PIERRE-YVES OUDEYER ¹

Voilà plus de 60 ans que le premier robot industriel, construit par Unimate, a été installé dans une usine de General Motors, ouvrant la voie à un essor croissant de la robotique, destinée dans un premier temps à remplacer l'homme dans ses tâches de production considérées comme « ingrates ». Pour autant, les robots peuplent notre imaginaire culturel depuis près d'un siècle, que l'on pense aux créatures artificielles à la Frankenstein et à toutes les œuvres de science-fiction les mettant en scène (de la pièce de Karel Capek de 1920, RUR, Rossum's Universal Robots, qui a introduit le terme, au cycle d'Asimov, en passant par les romans de Philip K. Dick et les nombreux films produits sur le sujet depuis les années 1960). Et c'est peut-être cet imaginaire qui structure le plus le regard que porte la société sur la place et les perspectives de la robotique aujourd'hui. Est-ce à dire que les robots vont supplanter les humains dans de plus en plus de domaines de leur vie quotidienne et de leur vie professionnelle ? Et si tel est le cas, est-ce un bien ou non pour la société ?

Comme le montre Pierre-Yves Oudeyer dans cet article, la robotique couvre effectivement un très grand nombre de domaines aujourd'hui (assistance à la personne, loisirs, éducation, transports, médecine, exploration, industrie, etc.) et porte de nombreuses promesses en termes d'amélioration du quotidien, qu'il soit personnel ou professionnel. Pour autant, de nombreux défis restent à surmonter, d'une part au plan technique dans la plupart des domaines concernés, d'autre part s'agissant de l'acceptation par la société des nouvelles fonctionnalités offertes par la robotique. Enfin, de la fiction à la réa-

1. Directeur de recherche à Inria (établissement public de recherche dédié aux sciences du numérique) ; site Internet <http://www.pyoudeyer.com>. Cet article s'appuie sur un texte présenté à la conférence « Où vont les robots ? Quelques défis de la robotique personnelle », Paris : Cité des sciences et de l'industrie, 6 novembre 2009, condensé et mis à jour par la rédaction de *Futuribles* et l'auteur (NDLR).

lité, il demeure un grand fossé, que les développements qui suivent permettent de mesurer, en gardant bien à l'esprit, comme y insiste Pierre-Yves Oudeyer, que l'homme reste au cœur de cette aventure en ce sens qu'il contrôle à la fois les avancées techniques en la matière, et le choix des applications à en tirer. S.D. ■

Les robots sont partout : dans les usines et dans les champs, au fond des mers et dans l'espace, dans les jardins et les salons. Ils ont une importance économique grandissante, et d'aucuns prédisent qu'ils seront au XXI^e siècle ce que la voiture fut au XX^e siècle. Cette révolution annoncée, dont l'impact sur la science, l'industrie et la société sera potentiellement très grand, va cependant de pair avec un certain nombre de grands défis à résoudre, tant technologiques que sociétaux. Il est donc fondamental que chacun en soit informé et participe à la réflexion sur les enjeux sociétaux qui s'y rapportent. Ce besoin est d'autant plus aigu que la robotique est un domaine très diffus dont les progrès sont continus et progressifs, le plus souvent sans singularités ou évolutions soudaines qui permettraient d'attirer l'attention de la société sur ce qui va néanmoins à long terme profondément la modifier. C'est pourquoi cet article vise à faire le point sur l'état des technologies (par opposition à l'imaginaire que l'on peut s'en faire au travers du cinéma et de la littérature), et sur leurs perspectives et leurs impacts potentiels.

Les défis de la robotique personnelle et domestique

De nombreuses études prédisent que les robots auront dans les décennies à venir une présence cruciale dans notre quotidien, et à la maison en particulier. Alors que la robotique classique et industrielle s'articulait autour des trois D, « *dull, dirty, dumb* », caractérisant les travaux stupides, ennuyeux et sales pour lesquels les robots devaient remplacer les hommes, une nouvelle robotique se développe autour des trois E, « *education, entertainment, everyday* », dans laquelle les robots sont présents pour nous accompagner au quotidien pour nous rendre service, nous stimuler et nous amuser. C'est pourquoi on parle de robotique d'assistance et de robotique personnelle.

Dans ce contexte, c'est une zoologie variée qui arrive et sur laquelle travaillent de nombreux chercheurs, mais pour laquelle des défis très importants restent à résoudre. D'abord, ce sont des robots en accord avec l'imaginaire populaire, qui nous aident dans les tâches domestiques (robots aspirateurs, robots tondeuses, robots de téléprésence...). Une autre famille de robots est aussi en plein essor : les robots éducatifs, ludiques et d'accompagnement social. De forme parfois « animaloïde », leur objectif est d'enrichir la vie sociale, émotionnelle, intellectuelle, et parfois même esthétique des humains avec lesquels ils interagissent. Une troisième tendance va à rebours de l'imaginaire que nous pouvons avoir des robots : plutôt que l'arrivée de robots

anthropomorphes bipèdes dans nos maisons, les objets du quotidien et les maisons elles-mêmes sont en train de se transformer en robots. Des écrans se voient dotés d'un cou robotisé et d'une caméra en guise d'yeux ; des caméras-projecteurs articulées et fixées au plafond détectent quand quelqu'un s'assoit à une table et d'un clac de doigt projettent devant lui un écran tactile avec lequel il peut interagir ; des chaises roulantes automatisées sont capables d'anticiper les intentions de l'humain et d'éviter toutes seules des obstacles imprévus, etc.

Nous n'approfondirons pas ici cet aspect, la robotique d'assistance à la personne faisant l'objet de plus amples développements dans ce numéro ².

Les défis de la robotisation des transports et de la mobilité au quotidien

Bientôt nos voitures seront des robots. Déjà, à l'instar des avions contrôlés par des pilotes automatiques, des bus sans conducteur ont fait leur apparition dans certaines villes d'Europe et d'Asie sur des circuits qui leur sont réservés. Les voitures autonomes de transport de bagages et de matériel sont aussi présentes dans les aéroports. Quant à nos voitures quotidiennes, déjà très équipées en systèmes électroniques d'aide à la conduite, les chercheurs et les industriels travaillent intensément pour qu'elles puissent nous assister systématiquement, voire conduire à notre place (voir encadré page suivante). Les objectifs sont multiples : augmenter la sécurité des personnes, économiser l'énergie, limiter les embouteillages, permettre aux personnes handicapées de voyager en voiture, libérer les conducteurs pour qu'ils puissent s'occuper à autre chose pendant le trajet.

Outre les aspects techniques propres à ce type de véhicules, on peut s'attendre à ce que nombre de conducteurs préfèrent le plaisir de la conduite manuelle ou aient peur de se faire conduire par un robot. L'un des principaux défis sera donc celui de l'acceptabilité. À quoi il faut aussi ajouter celui des infrastructures : beaucoup des défis techniques qui se posent concernent la capacité des voitures automatisées à percevoir et interpréter leur environnement à la place du conducteur. Les difficultés sont principalement dues au fait que cet environnement est aujourd'hui non structuré, conçu pour l'homme et non pour les voitures automatisées.

On pourrait très largement simplifier ces problèmes si l'on modifiait l'environnement de manière à le rendre « communicant » avec les voitures, par exemple en installant dans le macadam des éléments électromagnétiques ou des puces RFID (radio-identification) très facilement repérables par des senseurs, qui non seulement peuvent informer la voiture de la forme de la route et de la position courante exacte, mais aussi des règles de circulation

2. Voir les articles de Charles Fattal et Michel Héry, respectivement en pages 25 et 43 de ce numéro (NDLR).

VERS LA VOITURE AUTONOME

L'automatisation de fonctions est une réalité dans l'automobile depuis près de 20 ans. Elle s'est développée pour la sécurité passive puis active dans les années 1990, d'abord avec les *airbags* et l'assistance au freinage ABS (*Anti-blockersystem*), puis dans les années 2000 avec le contrôle de trajectoire (ESP, électro-stabilisateur programmé) et l'appel d'urgence automatique...

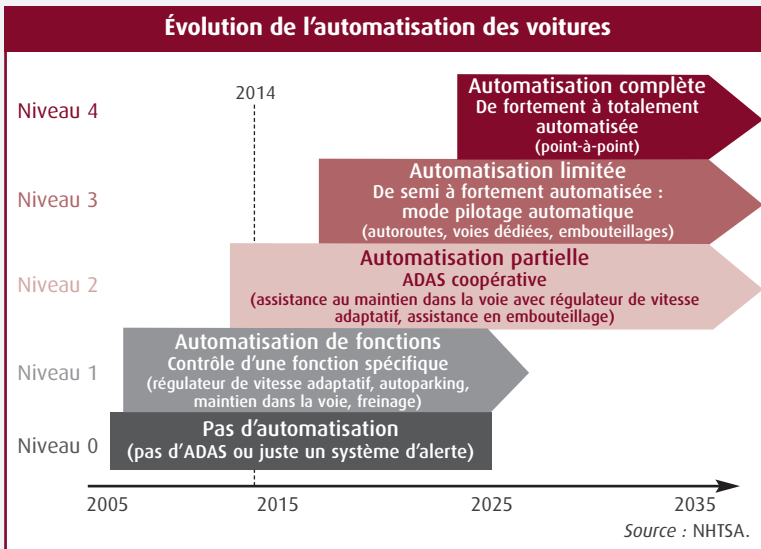
L'intégration de plus en plus de capteurs et l'intelligence embarquée de traitement de données autorisent un nouveau champ de progrès appelés « systèmes avancés d'aide à la conduite » (ADAS, *advanced driver assistance systems*) qui assistent puis visent à automatiser la conduite.

Au printemps 2013, la National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) des États-Unis a publié des définitions des différents niveaux d'autonomie des fonctions (schéma ci-dessous) ¹ :

— Le niveau 0 n'a pas de fonction automatisée, seulement des systèmes d'alerte de collision à l'avant ou de changement de file.

— Le niveau 1 a des fonctions spécifiques automatisées comme le régulateur de vitesse adaptatif, le parking automatique ou le freinage automatique en cas d'obstacle.

— Le niveau 2 implique l'automatisation d'au moins deux fonctions de base qui communiquent pour soulager le conducteur. Le système d'assistance en embouteillage en est un bon exemple, la voiture avance et s'arrête au rythme de la voiture qui la précède automatiquement ; le régulateur de vitesse adaptatif et automatique (fonction de la vitesse autorisée et de la vitesse du véhicule qui précède) combiné à l'assistance qui maintient automatiquement le véhicule au centre de sa voie permet un mode proche du pilotage automatique sur voie rapide. Ces sys-



1. Preliminary Statement of Policy Concerning Automated Vehicles, mai 2013. URL : http://www.nhtsa.gov/staticfiles/rulemaking/pdf/Automated_Vehicles_Policy.pdf. Consulté le 31 janvier 2014.

tèmes existent déjà sur certains modèles de voitures, mais les lois actuelles requièrent que le conducteur conserve ses mains sur le volant et le système est désactivé si le conducteur lâche le volant.

— Le niveau d'automatisation 3 permet au conducteur de laisser le contrôle complet au véhicule lui-même dans certaines situations météorologiques et de trafic.

— Enfin au niveau 4, le véhicule se conduit complètement tout seul. Par construction, les fonctions de conduite déterminantes pour la sécurité reposent entièrement sur le système automatique. Il pourrait y avoir des véhicules de niveau 4 qui autorisent la reprise de la conduite en mode manuel ou ne l'autorisent pas (dans ce cas le volant et les pédales peuvent disparaître).

Rappelons que des prototypes de voitures entièrement automatisées existent. La « Google Car » est la plus

connue : les Google Cars auraient déjà parcouru 500 000 kilomètres en mode automatique sans accident et sont autorisées à rouler dans quatre États américains (Nevada, Floride, Californie et Michigan)².

Il reste des difficultés techniques à surmonter pour voir émerger une voiture grand public complètement automatique : outre le coût, la précision des systèmes de positionnement géographique et des cartes doit encore être améliorée. Les difficultés techniques seront très probablement résolues dans les prochaines années, mais il demeure un frein au développement des voitures automatiques : celui de la responsabilité juridique en cas d'accident (malgré tout). En effet, si le véhicule est complètement automatisé, il semble logique que ce soit l'objet lui-même qui doit être assuré à la vente, et non plus le conducteur / possesseur.

Véronique Lamblin, Futuribles

2. Voir aussi DÉSAUNAY Cécile, « La fin des conducteurs ? », *Futuribles*, n° 394, mai-juin 2013, p. 108-110.

locales. Mais avant que les routes soient systématiquement « augmentées » de la sorte pour les voitures automatisées, il va falloir opérer la transition, c'est-à-dire pouvoir continuer à intégrer des automobiles classiques dans un environnement fait pour des voitures intelligentes. Une autre solution pourrait consister à exploiter les progrès de la géolocalisation, de l'imagerie satellite et du développement des connexions Internet mobiles, pour fournir à chaque voiture les informations dont elle a besoin sans recourir à la transformation physique des réseaux routiers.

Les défis de la robotique médicale

Les robots ont fait leur entrée à l'hôpital et sont une aide de plus en plus importante pour notre santé. La diversité des robots médicaux l'atteste : robots d'assistance chirurgicale (quotidiennement utilisés depuis une quinzaine d'années), capsules endoscopiques robotisées et miniaturisées capables d'explorer le corps humain (apparues plus récemment), prothèses de membres, systèmes robotiques pour la rééducation ou la suppléance, exosquelettes qui pourraient permettre à des personnes incapables de marcher de recouvrer

cette capacité, chaises roulantes robotisées, et même des robots interactifs sociaux, qui sont l'objet de recherches dans le cadre du diagnostic et de la thérapie de problèmes développementaux (comme l'autisme), ou de la stimulation cognitive de personnes âgées.

Les robots chirurgicaux

Les robots peuvent apporter une aide précieuse au chirurgien car ils sont capables de mouvements plus précis et plus répétables, dont la performance est constante. En outre, leur morphologie peut être flexible et s'adapter aux cavités étroites à l'intérieur du corps. Cela permet de réaliser des interventions moins invasives et en principe moins dangereuses pour le patient. Certains robots sont autonomes et réalisent des actions chirurgicales à partir des instructions fonctionnelles données au préalable par le chirurgien. Ceci implique notamment que le robot soit capable de reconstruire les structures anatomiques du corps particulier de chaque patient à partir de mesures diverses (issues de ses senseurs et de données d'imagerie préalablement mesurées).

Pour d'autres robots, les actions opératoires sont directement contrôlées par le chirurgien au travers d'interfaces. Ces interfaces sont particulièrement utiles quand l'échelle des forces et des mouvements à réaliser est très petite, et donc très inférieure à celle des mouvements naturels des mains et des bras du chirurgien. Elles ont alors pour rôle de transformer les mouvements du chirurgien en micromouvements complexes, ainsi que de transmettre aux chirurgiens des informations tactiles et de forces, c'est-à-dire « haptiques », caractérisant le contact entre l'instrument chirurgical et le corps du patient. L'un des défis centraux est d'élaborer des interfaces qui permettent au chirurgien de contrôler efficacement ces micro-instruments complexes, en assurant à la fois précision, sécurité mais aussi facilité d'apprentissage. Ceci constitue un défi à la fois technique et ergonomique, auquel s'ajoutent des questions juridiques et éthiques telle celle des responsabilités en cas d'accident opératoire.

Les microrobots d'exploration du corps

Les robots miniaturisés autonomes ou téléguidés capables de se déplacer sans fil dans les veines, les artères ou les conduits intestinaux sont au centre des recherches de plusieurs laboratoires depuis quelques années. Leur objectif est d'abord de fournir des mesures et images des tissus du corps humain de manière très peu invasive, et d'aider le médecin dans son diagnostic. Les défis qui se posent sont multiples : comment embarquer système de propulsion et de navigation, caméras et autres senseurs, et système de communication sans fil avec l'extérieur dans un robot de la taille d'une gélule ? Comment élaborer des méthodes de locomotion adaptées à l'échelle microscopique à laquelle les liquides ont des propriétés de viscosité très différentes ? Pour les robots téléguidés, comment développer des interfaces qui permettent au chirurgien de les contrôler ? Pour ceux qui sont autonomes, comment embarquer la puissance de calcul nécessaire à la commande du robot ?

Prothèses, suppléances robotiques et rééducation

Des dispositifs robotiques commencent à être disponibles pour remplacer, augmenter, ou rééduquer différentes parties du corps humain. Des prothèses de main ou de bras se développent dans l'objectif de permettre à des personnes amputées d'utiliser une main ou un bras robotique, installé à la place de leurs équivalents biologiques. L'un des plus grands défis consiste à permettre à ces personnes de les contrôler facilement et efficacement pour réaliser des mouvements complexes coordonnés. Le plus souvent, ils sont connectés au corps du patient par l'intermédiaire de capteurs posés sur certains muscles : en les contractant plus ou moins, ces muscles envoient des signaux au bras et à la main robotique. Il s'agit là de permettre au dispositif robotique d'interpréter ces signaux de manière à comprendre les intentions musculaires de l'humain et à les réaliser, mais aussi de développer un système dont l'apprentissage soit facile pour l'humain, et qui ne nécessite pas un recalibrage fréquent.

En outre, la connexion robot-corps humain doit être à la fois solide, propre, durable, et ne pas blesser l'humain. Comme cela a déjà été fait avec des singes, on pourrait imaginer réaliser la connexion directement avec le cerveau, en veillant à ce que cela se fasse de manière à la fois médicalement sûre et éthiquement correcte.

Outre les prothèses, des dispositifs robotiques de suppléance et de rééducation se développent. Parmi les technologies les plus marquantes, citons l'apparition d'exosquelettes, de doubles robotiques du corps humain qui se superposent à lui comme une carapace, dont l'objectif est de démultiplier les forces physiques. Pour les personnes qui justement n'ont plus la résistance ou la force de marcher, cela pourrait être une manière de recouvrer cette capacité. Reste à faire en sorte que l'exosquelette puisse interpréter correctement et en temps réel les mouvements que désire faire celui qui le porte, et ensuite à construire des exosquelettes qui soient sûrs et ne puissent pas blesser l'humain. Cela implique en particulier des recherches sur des « actuateurs » d'un type nouveau, qui se laissent faire quand une force extérieure leur est appliquée.

Robots sociaux pour le diagnostic et la stimulation cognitive et émotionnelle

Dans l'imaginaire collectif, un robot est souvent considéré par définition comme une entité aux comportements stéréotypés et insensible aux émotions. De manière surprenante, des chercheurs travaillent aujourd'hui à leur utilisation pour venir en aide aux enfants atteints de troubles du développement. C'est le cas de l'autisme, qui se caractérise justement par des comportements stéréotypés et un retrait social et émotionnel, dont il est possible qu'il soit partiellement dû à la difficulté qu'ont les enfants concernés à percevoir et interpréter les comportements de leurs congénères, trop variables et trop chargés d'indices. Certains chercheurs ont mis en évidence le fait

qu'en présence de robots aux comportements et aux formes animaloïdes / anthropoïdes, plus simples et plus prédictibles que les humains, mais plus interactifs que les objets inanimés, des enfants pouvaient sortir de leurs comportements stéréotypés et même profiter du robot comme d'un intermédiaire pour interagir avec les autres humains.

D'autres chercheurs utilisent la fonction répétitive des comportements du robot comme un outil de diagnostic permettant de suivre les évolutions de certaines réponses sociales des enfants dans le contexte d'interactions identiques. Néanmoins, ces recherches posent encore d'importants défis et nécessitent d'être poussées pour s'assurer notamment que les effets observés ont (ou non) un effet durable, que le robot ne risque pas d'aggraver le retrait social de l'enfant.

Cette stimulation émotionnelle, cognitive et sociale par les robots peut aussi servir aux personnes âgées, en particulier celles atteintes de la maladie d'Alzheimer. Il s'agit là de développer des robots capables non seulement de faciliter la vie quotidienne de ces personnes, mais aussi de les aider à stimuler leur mémoire et leurs fonctions intellectuelles.

Les défis de la robotique d'exploration et d'intervention en milieu hostile

Les robots sont devenus des outils essentiels pour aller explorer des environnements inconnus ou dangereux. Grâce à eux, nous pouvons continuer sur les pas des grands explorateurs des siècles précédents et découvrir des mondes où l'homme ne peut pas aller. Les plus connus d'entre eux sont probablement Sojourner, Spirit et Opportunity, qui ont posé leurs roues sur Mars et nous ont permis d'en découvrir les propriétés géophysiques, topographiques et chimiques.

Sur terre, les robots permettent d'explorer les grands fonds sous-marins dans des conditions de pression très difficiles et sans lumière, et d'ainsi inventorier une faune et une flore uniques, d'étudier les courants marins ou les phénomènes volcaniques à la limite des plaques tectoniques. Le rôle des robots d'exploration va aussi devenir de plus en plus essentiel pour intervenir dans des zones terrestres très dangereuses (décombres d'une ville à la suite d'un tremblement de terre, centrales nucléaires, zones de guerre...).

Enfin, ces mêmes technologies vont se multiplier pour toute une famille d'applications civiles et militaires moins extrêmes mais tout aussi importantes : véhicules terrestres, aériens ou aquatiques robotisés utilisés pour surveiller la sécurité des frontières, le trafic des bateaux et leurs possibles dégazages, les feux de forêts, la pêche illégale, les mouvements de foule, etc. Un certain nombre de défis se posent aux robots d'exploration et d'intervention en milieu hostile, qu'ils soient autonomes pour réaliser la mission qu'on leur a donnée, ou semi-autonomes quand ils sont partiellement télé-guidés par un opérateur humain.

Mobilité en milieu hostile

Il faut par exemple des robots capables de se déplacer dans un champ de ruines ou sur une planète couverte d'obstacles rocheux et de crevasses, mais aussi des robots de petite taille capables de voler dans toutes les conditions atmosphériques. Deux grandes approches se distinguent concernant la morphologie des robots et le mode de propulsion : d'une part la robotisation de véhicules classiques à roues, hélices ou réacteurs ; d'autre part l'élaboration de formes et de matériaux qui s'inspirent du vivant (robots à pattes, à ailes battant comme celles des insectes, ou nageant comme les poissons).

Autonomie énergétique en milieu hostile

Il est par définition très difficile de trouver des stations de recharge énergétique en milieu hostile et il est très souvent impossible d'envisager que le robot puisse revenir en zone « technicisée » pendant le cours de sa mission. Il faut donc construire des robots qui soient autonomes énergétiquement et puissent réaliser des missions de longue durée, ce qui implique d'une part de développer des techniques leur permettant de capter les sources d'énergie disponibles sur leur lieu d'intervention (solaire, courants marins, vent, biomasse...), et d'autre part d'élaborer des robots les plus économes possible en énergie.

Interaction opérateur-robot

Qu'ils soient autonomes ou semi-autonomes, ces robots sont là pour réaliser les objectifs fixés par un opérateur humain. Ils doivent donc utiliser des systèmes qu'il est intuitif et facile de commander. Pour les robots autonomes, cela consiste à élaborer des systèmes qui permettent à l'humain d'exprimer des commandes de haut niveau stratégique ou tactique, et qu'un robot puisse transformer en un plan d'action précis. Pour les robots semi-autonomes, les commandes de l'humain sont souvent de plus bas niveau et se rapprochent du téléguidage. Dans ce cas, les défis portent d'une part sur le développement d'interfaces permettant à l'humain de ne pas être gêné par le décalage temporel entre l'envoi de la commande et sa réalisation par le robot, et la minimisation du nombre de commandes à envoyer pour atteindre un objectif donné ; d'autre part sur la capacité du robot à détecter les dangers de certaines commandes de l'opérateur, et à déclencher de manière autonome un programme permettant de les éviter sans entrer en conflit avec la demande de l'opérateur.

Construction automatique de cartes et navigation

Comme les explorateurs humains, l'une des activités principales des robots d'exploration est la construction de cartes, non seulement destinées à l'opérateur humain, mais aussi pour faciliter leur propre navigation dans les environnements inconnus. Comment un robot peut-il construire une carte de

son environnement et s'y localiser ? Les recherches sont extrêmement actives tant sur le plan du développement de nouveaux senseurs (comme les LIDAR, *Ligh Detection And Ranging*, sortes de scanners 3D de l'environnement), que d'algorithmes qui permettent de reconstruire une carte à partir de multiples informations provenant non seulement du robot mais aussi potentiellement d'autres senseurs installés par exemple sur des satellites, ou d'autres robots.

Les défis de la robotique industrielle et de services professionnels

Les robots industriels, apparus dans les années 1960 et définis comme des machines reprogrammables pour réaliser automatiquement des tâches variées de manipulation dans les usines, n'ont cessé de proliférer ces 50 dernières années. D'après la United Nations Economic Commission for Europe, le marché de la robotique industrielle a crû de 19 % entre 2000 et 2005, et représentait 11 milliards de dollars US en 2005. En 2012, les ventes de robots industriels s'élevaient à environ 8,5 milliards de dollars US ; si on inclut les logiciels, les périphériques et l'ingénierie-systèmes, le marché des systèmes robotiques industriels est estimé à 26 milliards de dollars en 2012³. La Japan Robot Association estime qu'il pourrait atteindre 66 milliards de dollars US en 2025.

C'est l'industrie de l'automobile qui en est aujourd'hui la plus grande utilisatrice, avec des usines dont les robots assemblent presque entièrement des voitures sous la supervision fonctionnelle des humains. Le développement de ces robots peut s'expliquer en recourant aux trois D : ils permettent de remplacer les humains pour les tâches *dull* (ennuyeuses), *dirty* (sales) et *dumb* (qui ne requièrent aucune faculté intellectuelle). En outre, ils sont insensibles à la fatigue, peuvent travailler jour et nuit, et sont capables aujourd'hui de manipuler et positionner des pièces industrielles de plusieurs centaines de kilos avec une précision millimétrique dans des environnements structurés.

Cependant, les robots industriels du futur ne seront sans doute pas de simples extrapolations des robots industriels d'aujourd'hui. D'abord, si les très grandes industries peuvent utiliser avec profit les systèmes robotiques existants pour fabriquer en masse certains produits qui ont une durée de vie relativement longue, un très grand nombre de petites et moyennes entreprises doivent être capables de concevoir et fabriquer de nouveaux produits très rapidement, ce qui implique une capacité de réorganisation dynamique des procédés industriels. Dans ce contexte, elles ont besoin de pouvoir construire des robots capables de réaliser des tâches plus variées, plus sophistiquées que le positionnement de pièces, et plus facilement reprogrammables pour une tâche nouvelle. Le travail sur l'élaboration de robots humanoïdes, capables d'une grande dextérité et de manipuler les outils des humains, est ainsi central.

3. Source : World Robotics, 2013.

RELANCER L'INDUSTRIE FRANÇAISE PAR LES ROBOTS : LES RECOMMANDATIONS DE LA FONDAPOL

Le retour en force des débats sur la politique industrielle en 2012 a redonné une actualité à la robotique : peut-on relancer l'industrie française par les robots ? Telle est la question que s'est posée la Fondation pour l'innovation politique (Fondapol) à travers deux rapports de Robin Rivaton parus en 2012¹.

Le premier rapport, sur les enjeux de la robotique, dresse un bilan industriel qui n'est pas favorable à la France. Les chiffres sont en effet éloquents : alors que la plupart des pays développés se sont

massivement équipés en robots industriels, la France s'est laissée distancer et a raté la révolution robotique. Fin 2011, on comptait quatre fois moins de robots dans l'industrie en France qu'en Allemagne et deux fois moins qu'en Italie, 3 000 robots ont été installés dans l'industrie française en 2011 mais six fois plus en Allemagne. Robin Rivaton souligne que la robotisation est un facteur de compétitivité de l'industrie manufacturière car elle permet de jouer à la fois sur le facteur prix de la production, par des économies de main-d'œuvre, et sur la qualité des produits, qui présentent moins de défauts ; elle diminue ainsi les pertes de matière première, tout en introduisant de la flexibilité (les robots sont reprogrammables).

La comparaison internationale du nombre de robots pour 10 000 em-

ployés dans l'industrie met en évidence l'avance du Japon et de la Corée du Sud — respectivement 359 et 347 robots pour 10 000 employés en 2012 —, l'Allemagne étant en troisième position avec 261 robots et la France loin derrière avec 122 robots pour 10 000 employés ; Taiwan

la devance (129 robots pour 10 000 employés) et la Chine commence à s'équiper. Le Japon produit à lui seul 60 % des robots industriels, la Corée du Sud venant en deuxième position, et son industrie automobile a une avance écrasante dans la roboti-

sation des usines, qui explique sa très forte productivité. Les usines automobiles françaises sont près de 60 % moins robotisées que les japonaises et deux fois moins que les allemandes. On remarque que si la France produisait des robots industriels jusqu'au début des années 1990, son industrie s'est depuis lors effondrée.

Aujourd'hui l'industrie est confrontée à de nouveaux enjeux : les capteurs et les logiciels ont fait d'importants progrès et une nouvelle vague robotique se profile avec un meilleur couplage homme-machine. Par ailleurs, des robots de service, dits humanoïdes pour certains, arrivent sur le marché et si le Japon est aussi *leader*, une entreprise française, Aldebaran Robotics, est très bien placée. Robotiser l'industrie française est un impératif stratégique conclut ce premier rap-



1. RIVATON Robin, *Relancer notre industrie par les robots (1) : les enjeux*, et *Relancer notre industrie par les robots (2) : les stratégies*, Paris : Fondapol, décembre 2012, respectivement 56 p. et 44 p.

port, car c'est un moyen de regagner de la compétitivité, en particulier dans l'industrie automobile — la comparaison de la productivité dans les usines Peugeot (PSA) d'Aulnay et de Sochaux est assez éloquente, celle-ci étant plus élevée dans la seconde dotée de robots récents. Le rapport incite aussi à relancer la production de robots en France.

Les questions de stratégie sont abordées dans le second rapport qui souligne que si la France a perdu ses atouts dans la robotique industrielle, ce serait une erreur stratégique d'abandonner cette branche au profit de la robotique de service car il est nécessaire de tenir toute la chaîne, de la robotique industrielle à la robotique de service, qui sont complémentaires. La Fondapol recommande donc une stratégie intégrée pour la robotique appuyée par les pouvoirs publics. La France ayant de bons atouts dans la recherche avec des organismes de recherche pu-

blics qui sont souvent en pointe (Centre national de la recherche scientifique, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Inria...), la R&D ainsi que la formation doivent être un pilier de cette stratégie nationale qui doit mobiliser des moyens financiers, sans doute à l'échelle régionale, pour équiper les petites et moyennes entreprises en robots tout en incitant des roboticiens étrangers à s'implanter en France.

Si l'opinion française semble réticente vis-à-vis de la robotique, qu'elle considère comme cause de chômage, le rapport conclut à la nécessité de montrer que la robotisation n'est pas une lubie futuriste mais un enjeu industriel majeur. Le lancement en mars 2013, quelques mois après la publication de ces deux rapports, du plan France Robots Initiatives² semble indiquer que ces recommandations ont été entendues.

Pierre Papon, Futuribles

2. Voir encadré p. 47 de ce numéro.

Manipulation et interactions avec le monde physique

L'une des principales activités des robots industriels aujourd'hui consiste à faire du *pick-and-place*, c'est-à-dire par exemple à prendre des pièces qui arrivent sur un tapis roulant et à les positionner précisément dans une structure du produit final. Quelques autres activités motrices comme le vissage, la soudure ou la peinture sont également très répandues. Leur point commun est que ce sont des activités relativement simples du point de vue de la dextérité requise.

Au contraire, beaucoup des activités réalisées par des ouvriers humains consistent en des manipulations complexes nécessitant la coordination des doigts de leurs deux mains et sont hors de portée des capacités des robots actuels. Pour rendre cela possible, il faut progresser dans l'élaboration, d'une part de senseurs de toucher et de forces pouvant recouvrir la totalité d'une main artificielle, et d'autre part d'algorithmes de contrôle capables de coupler en temps réel les données de ces senseurs et les mouvements des actionneurs pour manipuler des objets complexes, potentiellement flexibles et dont la position n'est pas connue à l'avance par le robot. L'existence de ces bras et mains artificiels pourrait permettre, outre la manipulation complexe sur des

chaînes robotisées traditionnelles, d'en doter des robots afin qu'ils puissent utiliser des outils initialement conçus pour l'homme, donc plus nombreux et plus variés. C'est une des pistes de recherche en cours.

Enfin, un dernier grand défi associé aux capacités de manipulation des robots est posé par les mouvements de plus en plus rapides qui peuvent provoquer des torsions ou des oscillations du corps du robot compliquées à contrôler. Plus généralement, la manipulation d'objets flexibles ou souples sort du cadre des systèmes de commande basés sur l'hypothèse que le robot et l'objet qu'il manipule sont rigides : dans ce nouveau contexte, des propriétés dynamiques très difficiles à modéliser caractérisent la tâche que le robot doit effectuer, et le défi technique est de taille.

Flexibilité, reprogrammabilité et portabilité

Les robots industriels existants sont reprogrammables mais l'effort nécessaire à cette reprogrammation est souvent important. C'est un obstacle majeur pour les usines dont les produits et *process* peuvent changer rapidement. Il reste donc beaucoup à faire pour développer des robots que l'on puisse facilement reprogrammer pour réaliser une tâche nouvelle, ou à qui l'on puisse spécifier une tâche complexe, voire transférer sa propre expertise. À cet égard, un enjeu de recherche très important est le développement de systèmes robotiques capables d'apprendre par imitation et / ou démonstration de la tâche par un ouvrier non ingénieur. Ces défis impliquent notamment la mise en place d'outils logiciels avancés en termes tant d'interface avec l'utilisateur humain que d'interopérabilité entre les systèmes et les robots.

Interactions avec l'homme : sécurité, coopération, communication et apprentissage

Flexibilité, variété des tâches, minimisation des transformations à apporter aux usines existantes des petites et moyennes entreprises : ce sont les raisons essentielles qui poussent un certain nombre de chercheurs et d'industriels à développer des robots partiellement humanoïdes qui pourraient seconder les ouvriers humains en travaillant avec eux, de la même manière qu'eux, et avec les mêmes outils.

Les défis sont immenses. Le premier est celui de la sécurité : parce que, dans ce contexte, les robots vont interagir parfois physiquement avec l'humain, il est indispensable qu'il n'y ait aucun risque de blessure pour l'humain. Un axe de recherche très dynamique ces dernières années est ainsi le développement de robots à la fois légers et puissants, équipés de moteurs dits *compliant*, capables d'absorber presque totalement les chocs potentiels non prévus avec des éléments extérieurs, et d'être bloqués facilement dans leur mouvement par la main d'un humain.

Un second défi concerne à la fois les problèmes d'interprétation des intentions de l'ouvrier par les robots, et la coordination avec l'humain pour

réaliser la tâche à accomplir. Cela implique que le robot soit capable de se construire en temps réel un modèle de la tâche et de l'humain. Or, comme chaque humain est différent et peut avoir des préférences qui évoluent au cours du temps, et que les tâches elles-mêmes peuvent évoluer, il est essentiel que le robot soit capable de s'adapter en permanence, d'apprendre à interpréter de nouveaux signaux, les émotions, les intentions ou de nouvelles préférences de l'humain. Pour répondre à ce défi, de nombreux laboratoires dans le monde travaillent sur la mise au point de méthodes d'apprentissage statistique, ainsi que d'interfaces homme-robot permettant à cet apprentissage de se faire au cours d'interactions naturelles avec l'humain.

Les environnements non structurés

Dans le contexte des interactions avec l'humain, un élément fondamentalement différent de la situation des robots industriels d'aujourd'hui est l'impossibilité de prévoir à l'avance tous les comportements et gestes de l'humain : l'environnement est non structuré. C'est le cas également pour les robots de services professionnels, qui se développent pour secondariser le travail de l'homme dans les champs, sur les chantiers, dans les ports et les aéroports. Dans tous ces environnements, des événements imprévus peuvent survenir et la structure de l'environnement lui-même est partiellement inconnue (plan des rues, emplacement des poubelles, etc.).

Ceci implique que les stratégies d'action du robot ne peuvent pas être entièrement programmées à l'avance : elles doivent évoluer automatiquement au cours du temps, grâce à des méthodes d'adaptation et d'apprentissage. Cela doit permettre non seulement d'être capable de gérer des incertitudes sur les mesures des propriétés caractérisant les éléments relatifs à la tâche (par exemple position et nombre de fruits à cueillir dans un arbre), mais aussi de faire face à des événements imprévus dont par définition elles ne peuvent posséder de modèle *a priori*. Opérer efficacement et en sécurité quand il est impossible de modéliser totalement son environnement à l'avance, voilà un autre défi de taille.

Les défis de la nanorobotique

Les recherches en nanotechnologies et en nanorobotique en particulier ont explosé dans la dernière décennie. Les nanorobots sont des machines dont les composants sont à l'échelle atomique ou moléculaire. Ces composants peuvent être soit des molécules biologiques, comme des protéines ou des morceaux d'ADN, dont on utilise les capacités naturelles de réaction à des *stimuli* chimiques, physiques ou électriques, dans un contexte artificiel, pour s'en servir de moteurs, senseurs ou jointures ; soit des assemblages d'atomes créés *de novo* par l'humain. En assemblant ces composants, des machines peuvent être formées et caractérisées par de multiples degrés de liberté, capables d'appliquer des forces et de manipuler d'autres objets nanométriques, et dotées d'une efficacité énergétique très grande.

Les applications pourraient être médicales, environnementales, spatiales ou militaires. Par exemple, on peut imaginer que ces machines soient un jour capables de transporter dans le corps humain des médicaments jusqu'à des cellules identifiées individuellement, et de les injecter dans ces cellules sans toucher aux cellules environnantes. On peut aussi imaginer des nanorobots capables de réparer ces cellules ou d'éliminer sélectivement des cellules cancéreuses. Cependant, plusieurs grands défis restent à relever avant que ces projections ne deviennent réalité.

Moteurs, senseurs, joints et assemblage

Comme les robots macroscopiques, les nanorobots ont besoin de moteurs, de senseurs et de jointures pour agir sur leur environnement et le percevoir. Quels sont les assemblages moléculaires qui permettent de propulser un nanorobot dans un environnement soumis aux lois de la physique atomique et quantique plutôt qu'aux lois de la physique newtonienne ? Quels types de senseurs utiliser ?

Comment assembler de manière robuste, répétée et à un coût raisonnable, les moteurs, senseurs et jointures pour en faire des robots complets ? Ceci est réalisé aujourd'hui au moyen de systèmes microscopiques de très haute technologie, mais peut-on mettre au point des systèmes macroscopiques de manipulation nanoscopique qui soient robustes, précis et susceptibles d'être produits à grande échelle et à bas coût ? Une autre voie de recherche possible est celle de l'autoassemblage : de nombreuses structures biologiques nanométriques s'assemblent en effet spontanément dans certaines conditions locales physico-chimiques.

Contrôle, communication, traitement de l'information

Les nanorobots devront pouvoir être contrôlés tout comme sont contrôlés les macrorobots. Or, cela implique des capacités de stockage et de traitement des informations, qui représentent un immense défi à l'échelle nanométrique. Il faudrait pouvoir construire et programmer des nanomicrocontrôleurs embarqués sur un nanorobot. Dans un premier temps, certains chercheurs proposent que ce contrôle se fasse à distance, sous la forme d'un téléguidage, réduisant les fonctionnalités embarquées du nanorobot au seul stockage de l'information, et à son envoi et sa réception depuis un système macroscopique extérieur opéré par un humain. Le défi qui se pose est alors celui de l'interface entre le nanorobot et le système technique macroscopique : par quel moyen peut-on envoyer des commandes au robot et recevoir les informations captées par ses senseurs ?

Essais de nanorobots, sécurité

Nombreux sont les chercheurs qui envisagent d'utiliser des essais de nanorobots : tout comme dans les sociétés d'insectes sociaux, leur intelligence comportementale serait ainsi le résultat d'interactions massives entre eux et

avec l'environnement. Comment mettre au point des sociétés de nanorobots pour réaliser une tâche donnée, et comment la programmer ?

Les capacités de manipulation de la matière au niveau atomique, d'auto-assemblage et de réplication peuvent permettre des applications extraordinaires autant que des usages très dangereux pour l'humain. Comment s'assurer par exemple que des nanorobots capables de désagréger les structures moléculaires autour d'eux et de s'en nourrir pour construire d'autres machines identiques ne fassent pas disparaître toute matière et donc toute vie autour d'eux ? Comment garantir que les nanorobots médicaux ne se transforment pas en substances toxiques pour l'organisme ? Comment s'assurer que des nanorobots capables de se répliquer ne puissent pas devenir de nouveaux types de virus / parasites perturbant les écosystèmes et pouvant porter atteinte à la santé des êtres vivants ?

Les défis sociétaux de la robotique

Au-delà des défis technologiques et scientifiques posés à la robotique, et de par les impacts potentiels que ces travaux pourraient avoir sur la société, des questions fondamentales, sociétales et éthiques, se posent aujourd'hui.

L'acceptation sociale au quotidien

Comme nous l'avons vu, les robots pourraient rapidement devenir des objets très présents dans notre quotidien. Cependant, cette arrivée ne fait pas simplement face à des obstacles technologiques, elle rencontre aussi l'opposition d'une partie de la société. Beaucoup des robots existants, s'ils sont vus avec amusement et / ou bienveillance, provoquent aussi des réactions hostiles, en particulier en Occident. Une partie de cette hostilité vient du fait que ces robots sont destinés à prendre part aux interactions sociales avec et entre humains, mais sont perçus comme des créatures étranges, insensibles ou « machiniques », qui déshumanisent la vie quotidienne.

Pour contrer cette hostilité, et comme on l'a vu plus haut, de nombreux chercheurs travaillent sur le développement de robots capables de comportements gestuels, affectifs ou linguistiques qui se basent sur ceux des humains. En bref, les chercheurs essaient d'élaborer des robots qui s'adaptent à l'humain et non le contraire : ils essaient d'humaniser les robots. Mais ces robots humanisés rencontrent encore des hostilités : en bousculant les frontières entre le monde vivant et sensible, et le monde inerte et artificiel, ainsi que les frontières entre ce qui distingue l'homme des autres créatures, ces robots remettent en question, en Occident, la manière dont on conçoit l'homme et le vivant. Outre cet aspect philosophique, ils incarnent aussi un tabou religieux : la tentative de construction de robots humanisés, capables de raisonnement et d'émotions, est vue par certains comme une manière de « jouer à Dieu », ce qui, pendant de nombreux siècles, a été considéré comme un sacrilège ; et même si les sociétés occidentales sont aujourd'hui largement sécularisées, les créatures artificielles humanisées y restent perçues négativement.

Comment rendre les robots socialement acceptables dans la vie quotidienne, et ne pas heurter les sensibilités des personnes avec qui ils vont interagir ? Ce défi implique un travail à la fois sociologique pour articuler en détail les raisons de ces hostilités, et pédagogique, de la part des chercheurs et des ingénieurs, pour expliquer que leur objectif est de construire des machines plus humaines que celles qui nous entourent aujourd'hui, et que donc, plutôt qu'une déshumanisation, il s'agit d'une humanisation de la présence de la technologie au quotidien.

Le respect éthique de la personne

Outre le fait que les robots peuvent ne pas être agréablement accueillis socialement, se posent aussi de fortes questions éthiques, en particulier dans le domaine de la robotique d'assistance aux personnes handicapées mentales ou physiques. C'est le cas s'agissant de l'utilisation de robots dans le cadre de l'autisme ou de l'accompagnement de personnes âgées.

Dans les deux cas, des raisons fortes justifient les intérêts potentiels de tels types de recherche et de technologie. Cependant, on peut aussi se demander s'il n'y a pas un risque que le lien social introduit grâce au robot contribue à réduire encore le lien social effectif avec les autres humains, et donc à renforcer, à moyen terme, l'isolement social des sujets concernés. Ces recherches et les applications associées posent ici des défis éthiques importants.

Un autre exemple de problématique éthique concerne la robotique de rééducation physique et de suppléance fonctionnelle. Un certain nombre de projets de recherche visent à développer des appareils robotiques incluant potentiellement des technologies intrusives pour le corps, dont l'objectif est d'aider des personnes handicapées physiquement après un accident à retrouver tout ou partie de leurs capacités physiques. Bien qu'il y ait des avantages évidents à ce type de technologie, celle-ci comporte aussi des risques, sur le plan tant de l'atteinte physique des personnes que du respect de leur identité et de leur dignité. Comment peut-on peser l'ensemble de ces considérations pour réaliser une recherche responsable et ensuite introduire convenablement ce type de technologie parmi les outils thérapeutiques *standards* ?

Un troisième exemple concerne la robotique androïde. Certains chercheurs développent des robots, appelés androïdes, reproduisant l'apparence humaine, en termes tant de matière, de couleur, que de mouvements, notamment pour étudier les comportements de l'humain. Ces androïdes sont parfois construits sur le modèle d'une personne humaine existante : est-ce acceptable et peut-on raisonnablement envisager de confronter des personnes à de tels robots ?

Un dernier exemple est celui de la robotique autonome à usage militaire. Beaucoup de chercheurs travaillent sur des techniques de navigation et de cartographie automatique, de franchissement d'obstacles, ou de suivi d'objectifs visuels. Bien qu'il existe de nombreuses applications potentielles pacifiques de ces techniques, les applications militaires sont largement les

plus fréquentes en pratique. Or on ne prête que peu d'attention aux applications potentielles de ces recherches, qui posent évidemment d'importantes questions éthiques.

Réconcilier imaginaire et réalité

La robotique est un domaine que les œuvres de fiction ont exploré de manière extrêmement importante, et le plus souvent très en amont des recherches scientifiques et techniques. Les fictions occidentales et orientales diffèrent considérablement dans la manière de présenter les robots : alors qu'ils sont typiquement la cause de grandes catastrophes dans les histoires occidentales, ils sont au contraire souvent les sauveurs de l'humanité dans les histoires asiatiques. Ces différences s'enracinent dans l'histoire, les mythologies, la cosmogonie et les traditions religieuses de ces deux parties du monde. Cependant, ces deux univers de fiction ont deux grandes similarités : 1) ils ont eu et continuent d'avoir un impact très important dans l'imaginaire populaire ; 2) ils sont très en décalage avec l'état de la réalité technologique sur laquelle travaillent chercheurs et industriels.

En effet, alors que dans ces histoires les robots sont doués d'intelligence quasiment humaine, savent parler, se déplacer et manipuler leur environnement comme des êtres vivants, et que ces capacités sont le ressort de leurs scénarios, les robots réels sont au contraire très démunis face à la complexité et à la variabilité des environnements domestiques. Ils sont encore très loin de pouvoir survivre physiquement et fonctionnellement dans nos salons et lors d'interactions avec des humains non prévenants. Or, ce décalage entre l'imaginaire collectif et la réalité est très problématique car quand elle considère l'arrivée des robots dans notre quotidien, l'attention de la société est focalisée sur des questions qui ne deviendront peut-être pertinentes que dans plusieurs centaines d'années, alors que des questions plus pressantes et tout aussi importantes, relatives aux défis éthiques ou aux usages que nous voulons faire des robots à court et moyen termes, ne sont pas traitées ou sont déformées par le prisme de la fiction. La réduction du décalage entre imaginaire populaire, fiction et réalité de la robotique est aussi un défi essentiel des années à venir.

La place des robots dans la société

L'avenir de la robotique et de son impact dans la société est encore largement à construire. Bien qu'un certain nombre de travaux de recherche et de robots déjà commercialisés s'intéressent à des fonctionnalités comme le travail dans les usines, l'exploration spatiale, la réalisation autonome de travaux ménagers ou l'assistance à la personne, on peut se demander s'il s'agit des usages les plus utiles ou préférables pour notre société. Il est encore largement possible de redéfinir ces usages et d'en inventer de nouveaux : que voulons-nous vraiment faire des robots ? En effet, le choix des usages sur lesquels la plupart des chercheurs et des industries travaillent aujourd'hui est au croisement à la fois de notre imaginaire et d'intérêts scientifiques,

industriels et économiques. Mais est-ce l'intérêt des utilisateurs, c'est-à-dire de la société ?

Par exemple, de nombreux robots sont conçus pour remplacer l'homme dans certains types de tâches et d'environnements : c'est le cas des robots ouvriers, des robots agricoles, des robots aspirateurs, voire de robots infirmiers en développement en Corée du Sud ou au Japon. Bien que beaucoup de ces tâches soient souvent ennuyeuses ou fatigantes, voulons-nous vraiment que les robots nous remplacent ? Outre le fait que cela change le paysage des emplois en en faisant disparaître certains et en en créant d'autres plus qualifiés (mais pour des personnes différentes), cette tendance peut facilement être extrapolée et on pourrait imaginer un futur dans lequel la plupart de nos activités physiques quotidiennes soient réduites à leur part minimale grâce au travail des robots. *De facto*, nous pourrions arriver dans une situation similaire à celle dans laquelle se retrouvent les humains dans le film *Wall-e*⁴ : les robots les ayant remplacés dans toutes leurs tâches physiques jusqu'à même les nourrir, ils deviennent incapables de se servir de leur corps. Leur situation n'est ainsi guère enviable, et la privation d'activité physique et quotidienne a des conséquences très négatives sur le mental. Nous sommes encore très loin de cette vision imaginaire, mais elle pose réellement la question des directions que peut prendre la robotique aujourd'hui.

Plutôt que remplacer l'homme, ne pourrait-on pas inventer des usages dans lesquels les robots accompagnent, enrichissent, stimulent l'humain dans son quotidien ? Alors qu'aujourd'hui les robots pour l'accompagnement social et intellectuel, les loisirs et l'amusement sont considérés comme beaucoup moins sérieux que les robots travailleurs, ne correspondraient-ils pas en fait à des usages plus profitables à la société à long terme ? Dans tous les cas, il semble fondamental de mettre les utilisateurs et la société dans son ensemble au cœur de l'élaboration des nouveaux robots et de leurs usages, afin que ceux-ci soient choisis plutôt qu'imposés par une dynamique scientifique, industrielle et économique. C'est probablement là l'un des plus grands défis de la robotique. ■

4. Film d'animation américain réalisé par Andrew Stanton, sorti en 2008.

PROSPECTIVE DES RELATIONS SOCIALES DANS LES ORGANISATIONS

Session de formation • 9 et 10 avril 2014
Futuribles International • Paris

Intervenants

Raphaël Doutrebente, directeur général adjoint de MyFerryLink.

François Geuze, directeur du *master* MRH de Lille, président de Référence RH.

Jean-Claude Javillier, professeur de droit, président de l'Association française pour l'Organisation internationale du travail, membre du conseil scientifique de Capstan Avocats.

Hervé Jégouzo, ancien responsable de la communication à la CFDT.

Hugues de Jouvenel, président de Futuribles International.

Hubert Landier, expert en relations sociales et vice-président de l'Institut international de l'audit social.

François Silva, professeur au CNAM et à Kedge Business School, auteur de *Être e-DRH*.

Jean-François Tchernia, directeur de Tchernia études conseil.

Anne-Marie de Vaivre, cofondatrice du cercle Entreprises et santé, et du Club SUP-AINF ; directrice du groupe Titane.

Objectifs

Les relations sociales dans les organisations se transforment profondément sous l'effet de l'évolution des valeurs et des comportements du personnel, ainsi que des opportunités et contraintes auxquelles les organisations doivent s'adapter pour améliorer leur performance dans la durée. Cette session vise à préciser les tendances lourdes et émergentes en ce domaine, les enjeux, les différents scénarios possibles, et à éclairer les perspectives auxquelles doivent se préparer les responsables des ressources humaines.

Programme

- ▶ Le syndicalisme est mort. Vive le syndicalisme !
- ▶ L'évolution de la valeur travail
- ▶ Le dialogue social, facteur de performance globale et durable : la problématique générale
- ▶ Le dialogue social, facteur de performance globale et durable : témoignage
- ▶ Vers une réforme de la gouvernance et du management des organisations
- ▶ L'impact du numérique sur le fonctionnement des organisations
- ▶ Vers quelles formes nouvelles d'organisation et de management des ressources humaines ?

Prix

Les frais de participation sont de 1260 euros HT (1512 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/base/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

*Remise de 10 % en cas d'inscription multiple dès la deuxième participation, dispense de frais pour les membres partenaires de Futuribles International et remise de 50 % pour les membres associés (valable pour une personne par formation).

La robotique d'assistance à la personne

PROMESSES ET VEROUS

SOUS LA DIRECTION DE CHARLES FATTAL ¹

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) a réalisé, en 2013, un exercice de prospective sur les robots d'assistance physique à l'horizon 2030, auquel Futuribles a collaboré et dont les conclusions ont été rendues fin 2013. Charles Fattal, qui a participé à cet exercice, nous présente ici un état des lieux de la robotique d'assistance à la personne et les perspectives de développement possibles en ce domaine, sous réserve qu'un certain nombre de verrous puissent être levés.

Après avoir précisé le contexte particulier, notamment en Europe, favorable au développement de cette robotique (vieillesse, dépendance, silver economy...), l'auteur précise quels sont les différents verrous qui bloquent encore l'essor des robots d'assistance à la personne : mauvaise connaissance des produits, fausses croyances, absence d'écosystème en ce domaine, résistances socioculturelles, aspects éthiques, coûts... Puis il présente les ressources technologiques aujourd'hui disponibles, notamment dans le parc d'équipement du CENRob (le Centre d'expertise national [français] en robotique), en robotique de manipulation (bras robotiques, robots monotâches), d'assistance relationnelle (robots compagnons, télésurveillance), d'aide à la mobilité, d'assistance domestique de service. Il propose enfin trois scénarios d'avenir possible pour ce secteur de la robotique, selon que seront ou non levés les verrous identifiés. S.D. ■

1. Médecin-chef, chercheur au Centre d'expertise national en robotique (CENRob, Montpellier) et membre de l'association APPROCHE (Association pour la promotion des nouvelles technologies au service des personnes en situation de handicap). Cet article a été rédigé en collaboration avec Carole Gayet (INRS, Institut national de recherche et de sécurité), Stéphanie Devel (INRS), Violaine Leynaert (CENRob, APPROCHE), Catherine Petit (CENRob), Sonia Henkous (CENRob), Christine Emica (CENRob) et Michel Héry (INRS). L'auteur remercie en particulier Michel Héry et Stéphanie Devel qui ont coordonné, pour l'INRS, l'exercice de prospective sur les robots d'assistance physique à l'horizon 2030, dans lequel s'inscrit cet article, ainsi que Carole Gayet qui a piloté la thématique « Aide à la personne » dans le cadre de cet exercice prospectif.

Le développement de la robotique d'assistance à la personne a emprunté ces 30 dernières années un important virage technologique. Cette robotique, au travers des robots domestiques de service, est aussi plus visible dans la vie des personnes. Elle occupe donc dans l'imaginaire collectif une place plus crédible pour accompagner, au quotidien, la personne en situation de handicap et / ou de dépendance. Elle ouvre une nouvelle voie de développement industriel et de promotion de services et d'emplois qu'il convient de soutenir, car le vieillissement démographique et l'augmentation de la prévalence des maladies chroniques justifieront de chercher dans la robotique des réponses à des besoins et attentes par ailleurs inassouvies.

Un contexte favorable à l'innovation en robotique d'assistance

Un certain nombre de signes politiques se sont combinés en France, ces dernières années, pour prolonger l'idée déjà bien ancrée chez les ingénieurs et chercheurs que la robotique serait incontournable pour assister la personne en quête d'autonomie.

La Caisse nationale de solidarité pour l'autonomie (CNSA), en 2009, a lancé la création de cinq centres d'expertise nationaux (CEN) en nou-

velles technologies, dont un est dédié à la robotique d'assistance (le CENRob). Il a pour vocation de porter à la connaissance des usagers les dispositifs existants, de les faire utiliser et d'en apprécier les usages.

L'association APPROCHE a posé, dès les années 1990, les bases de ce que deviendrait la robotique d'assistance d'aujourd'hui : une réponse individuelle et / ou une réponse collective aux besoins d'une population que la médecine accompagne dans son vieillissement et dont les réalités épidémiologique, démographique et socio-économique se profilant à l'horizon 2030 pour la France sont les suivantes :

— **Un vieillissement démographique** tel que les huit à neuf millions de personnes âgées de 75 ans ou plus que pourrait compter la France en 2030 représenteraient plus de 12 % de la population totale ², et parmi lesquelles une large part serait en situation de fragilité, sinon de dépendance (dite cinquième risque). En outre, il est estimé que d'ici 2050, la prévalence de la maladie d'Alzheimer, qui concernait en 2010 entre 750 000 et 850 000 personnes (1,2 % de la population totale), pourrait être multipliée par 2,4 (3 % de la population totale).

— **Une carence de main-d'œuvre** dans le domaine des services à la personne en situation de handicap et / ou de dépendance ³. Près de 70 % des services sont consacrés aux per-

2. Scénario central de l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques), situations démographiques et projections de population 2005-2050.

3. ALBEROLA Élodie, GILLES Léopold et TITH Florence, *Les Services à la personne : un levier d'insertion pour les publics éloignés de l'emploi ?*, Paris : CRÉDOC (Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie), Cahier de recherche n° 288, décembre 2011.

LA DÉPENDANCE EN FRANCE

Définie comme l'incapacité à accomplir certains actes de la vie quotidienne, prise en charge administrativement sur la base d'une évaluation des restrictions affectant les personnes âgées de 60 ans ou plus, la dépendance est un phénomène dont les déterminants et la chaîne des causalités pathologiques et environnementales demeurent très largement méconnus.

En dépit de cette méconnaissance et de l'incertitude pesant sur les taux de dépendance selon l'âge et leur évolution passée, les perspectives de population âgée dépendante ont abondamment privilégié, en France, la thèse d'une compression de la morbidité. À l'excès, comme en a, par exemple, attesté le très net décalage entre les nombres de bénéficiaires de l'allocation personnalisée d'autonomie (APA) anticipés par la DREES¹ et l'INSEE² (plus ou moins 900 000), et celui effectivement enregistré au moment où le groupe chargé d'élaborer des perspectives démographiques et financières de la dépendance dans le cadre du débat national de 2011 (rapporteur : Jean-Michel Charpin) entamait ses travaux : 1 200 000. À l'évidence, la population de référence considérée comme éligible à l'APA, telle que déduite des taux de prévalence par sexe et par âge donnés par les enquêtes Handicaps-incapacités-dépendance (HID), était exagérément minorée (800 000 personnes). Quant aux prévisions d'évolution des taux de prévalence, sans doute étaient-elles aussi trop optimistes.

C'est cette éventualité qui a poussé le groupe de Jean-Michel Charpin à concevoir une hypothèse un peu plus pessimiste que celles testées par le passé concernant l'évolution de la dépendance sur la période 2010-2060. Selon cette hypothèse, la structure par âges des bénéficiaires de l'APA modérément dépendants est stable sur toute la période de projection, les gains d'espérance de vie sans dépendance lourde étant par ailleurs égaux aux gains d'espérance de vie à 65 ans. Formulée différemment, cette hypothèse implique une légère diminution — de 85 % à 83 % pour les femmes et de 92 % à 90 % pour les hommes — de la part de l'espérance de vie sans dépendance dans l'espérance de vie à 65 ans.

Sur fond de variante centrale des projections de population pour la France métropolitaine élaborées par l'INSEE en 2010, cette hypothèse « pessimiste » induit une augmentation de 135 % de la population âgée dépendante à l'horizon 2060, contre 60 % seulement avec l'hypothèse d'évolution optimiste de la dépendance (selon laquelle tous les gains d'espérance de vie à 65 ans sont des gains d'espérance de vie sans dépendance ; la part de l'espérance de vie sans dépendance dans l'espérance de vie à 65 ans progresse de 85 % à 87 % pour les femmes et de 92 % à 94 % pour les hommes).

La connaissance des taux de prévalence actuels de la dépendance, et leur anticipation à un niveau de désagrégation par sexe et par âge suffisamment fin rencontrent d'évidentes limites — surtout si l'on entend la dépendance au sens large : physique et physiologique — qui rejaillissent sur les anticipations effectuées et leur fiabilité. L'approximation étant, pour quelque temps encore, consubstantielle au sujet traité, on peut imaginer d'autres modalités d'anticipation de la dépendance future du grand âge.

1. BONTOUT Olivier, COLIN Christel et KERJOSSE Roselyne, « Personnes âgées dépendantes et aidants potentiels : une projection à l'horizon 2040 », *Études et résultats*, n° 160, février 2002, DREES (Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques).

2. DUÉE Michel et REBILLARD Cyril, *La Dépendance des personnes âgées : une projection à long terme*, Paris : INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques), Document de travail G2004/02, février 2004.

On peut, par exemple, privilégier l'évolution passée de la structure par âge de la population vivant en institution. Cette population ne représente certes qu'une partie — pour autant que l'on sache, minoritaire — de l'ensemble des personnes âgées dépendantes³ ; par ailleurs, parmi les personnes présentes à un moment donné dans un établissement d'accueil pour personnes âgées, certaines n'y séjournent qu'à titre temporaire et d'autres s'y trouvent de façon plus définitive (pour des motifs d'ordre parfois moins médical que social : logement ou habitat inadapté, défaillance ou absence d'aidants naturels, choix personnel...) ; enfin, l'évolution de la population vivant en institution et, partant, sa structure par âge peuvent se trouver peu ou prou affectées par des changements d'ordre législatif ou financier. Pour autant, la population âgée vivant en institution n'en traduit pas moins une certaine réalité de la dépendance, la moins agréable et la plus paroxystique pour les personnes qui la vivent comme pour leur entourage. Une réalité, selon toute vraisemblance, appelée à gagner du terrain au cours des prochaines décennies.

Sur la base de l'évolution des âges moyens des résidents présents dans les établissements pour personnes âgées, observée de 2003 à 2007⁴, on a imaginé trois hypothèses de glissement vers des âges plus élevés, outre une hypothèse référence de stabilité de ces âges⁵ :

— hypothèse de dépendance basse (DepBas), poursuite de la tendance 2003-2007 : un glissement au rythme de deux ans pour les hommes et un an pour les femmes tous les 10 ans ;

— hypothèse intermédiaire ou de dépendance médiane (DepMed) : un rythme de glissement moitié moindre que celui de la variante optimiste ;

— hypothèse pessimiste ou de dépendance haute (DepHaut) : un rythme de glissement moitié moindre que celui de la variante médiane.

En greffant ces anticipations des âges moyens des populations masculine et féminine vivant en institution sur les variantes des dernières projections de population de l'INSEE les plus contrastées en termes de vieillissement résultant (minimum, VieilMin ; maximum, VieilMax), et en posant que toutes les personnes ayant atteint ou dépassé, une année donnée, l'âge homologue de 80 ans pour les hommes et 85 ans pour les femmes en 2010 sont en institution, on déduit huit évolutions des effectifs (indice 100 en 2010), toutes logiquement caractérisées par une inflexion de pente à partir de 2030 (arrivée des générations du *baby-boom*), une inflexion d'autant plus accusée que le vieillissement anticipé est plus marqué et l'élévation des âges moyens des résidents plus faible (graphique ci-contre).

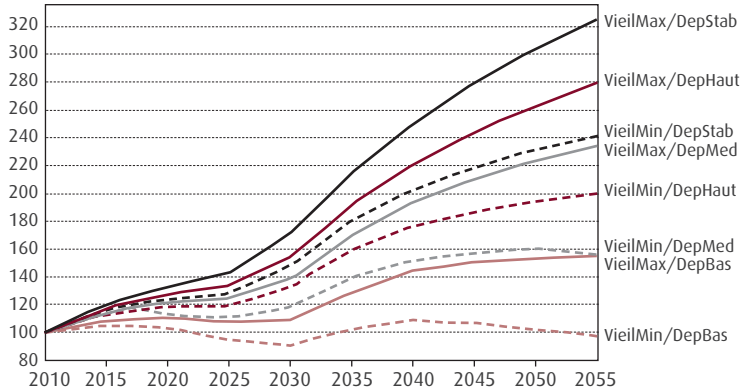
On peine à imaginer la somme de moyens à mobiliser pour que soient traduites dans les faits les hypothèses de la variante « VieilMinDepBas » et la quasi-stabilité des effectifs que cette variante induit tout au long de la période de projection. Restent les autres variantes, auxquelles est associée une multiplication des effectifs par un facteur 1,5 à 3,2 à l'horizon 2055.

3. Si l'on assimile la population âgée dépendante à la seule population percevant l'APA, la fraction vivant en institution fin 2009 était estimée à 39,1 % (cf. BÉRARDIER Mélanie et CLÉMENT Élise, « L'évolution de l'allocation personnalisée d'autonomie [APA] de 2002 à 2009. Série révisée », *Études et résultats*, n° 780, octobre 2011, DREES).

4. PRÉVOT Julie, « Les résidents des établissements d'hébergement pour personnes âgées en 2007 », *Études et résultats*, n° 699, août 2009, DREES.

5. Une simple hypothèse de référence ici, mais qui pourrait prendre du corps si la tendance de la période 1999-2008 à la hausse des limitations fonctionnelles observée pour les personnes âgées de 50 à 64 ans (susceptibles d'entrer en dépendance à partir de 2030) devait se confirmer.

Croissance de la population âgée vivant en institution selon différentes hypothèses de vieillissement et de glissement des âges moyens de présence, en France métropolitaine, 2010 (base 100)-2055



Source : Projections de population 2007-2060 pour la France métropolitaine, 2010 ; calculs de l'auteur.

Alors que les solidarités intrafamiliales pourraient devenir moins effectives et que l'aide informelle, particulièrement économe des deniers publics, pourrait être en conséquence plus limitée, la montée de la dépendance à un rythme plus soutenu que trop complaisamment admis est un scénario qui mérite attention.

Alain Parant, *Futuribles*

sonnes dépendantes⁴. Ce sont des métiers toujours aussi peu attractifs (faible rémunération, pénibilité, multisalarariat, etc.) et les acteurs y sont insuffisamment formés et mal encadrés. La sinistralité de ce secteur d'activité est déjà perceptible.

— **Un poids budgétaire considérable de la main-d'œuvre**, tant pour la former que pour l'employer. Le poids des dépenses publiques consacrées

aux personnes âgées dépendantes représentait en 2010 près de 1,3 % et en 2011 près de 1,1 % du produit intérieur brut (PIB). Il devrait, selon les projections, s'approcher de 1,7 % d'ici 2040⁵. Ce poids ne prend pas en compte l'augmentation des dépendances liées au handicap.

Le lancement en France de la filière de la *silver economy*⁶, le 24 avril 2013, est le signe le plus récent d'une

4. *Étude sur les services à la personne dans sept pays européens. Rapport final*, Paris : DGCIS (Direction générale de la compétitivité de l'industrie et des services) / Sous-direction de la prospective, des études économiques et de l'évaluation, novembre 2011.

5. FRAGONARD Bertrand, *Stratégie pour la couverture de la dépendance des personnes âgées. Rapport du groupe n° 4 sur la prise en charge de la dépendance*, Paris : ministère des Solidarités et de la Cohésion sociale, 2011.

6. Qui regroupe toutes les entreprises agissant pour et/ou avec les personnes âgées. ; voir p. 40.

volonté politique de promouvoir l'industrie des technologies d'assistance aux personnes et de l'intégrer, à l'instar du Japon, dans une nouvelle stratégie de croissance. L'assistance à la personne y est présentée comme un des cinq axes stratégiques du plan FRI (France Robots Initiatives) visant à placer la France parmi les cinq *leaders* mondiaux dans ce domaine à l'horizon de 2020⁷. Le périmètre de cette action s'étend de l'âge de prise de la retraite à la fin de vie et vise à répondre à la problématique du vieillissement démographique.

Les verrous à l'essor de la robotique d'assistance à la personne

La route qui mène les prototypes à leur usage est très longue. Bien des verrous technologiques ont été levés, relatifs à la détection d'obstacles, à la navigation téléopérée, au retour visuel à distance, à l'autonomie énergétique. Malgré cela, rares sont les dispositifs qui ont passé le stade du transfert industriel.

Méconnaissance et fausses croyances

Le premier verrou tient à la méconnaissance du produit ou plutôt de sa contribution fonctionnelle potentielle. Nous en sommes en partie responsables car longtemps le développement de produits s'est fait sans une analyse fine des usages potentiels en amont. Les fausses croyances autour de la robotique se développent toujours. Certaines « fautes de goût » de concepteurs ou une approche « fiction » de la robo-

tique (telle celle de la série *Real Humans* diffusée en 2013 sur Arte) entretiennent les clichés et préjugés. Par ailleurs, en l'absence de véritable stratégie de développement industriel, c'est un domaine resté trop longtemps confidentiel.

Les résistances dues à la méconnaissance ne sont pas le fait des seuls utilisateurs potentiels. Sont concernés aussi :

— les professionnels de santé et de la compensation, qu'il faut amener peu à peu vers la robotique ; ceux-ci sont encore, par leur perplexité, une cause de résistance importante ;

— les aidants familiaux qui sont parfois dans le déni de leur fatigue et accentuent leur investissement pour ne pas perdre le rôle social qu'ils occupent ;

— les aidants professionnels qui clament que la robotique d'assistance risque de détruire leur emploi.

L'absence d'écosystème

Développés à partir d'une idée ou d'un concept, d'autres prototypes ont relevé un défi technologique et probablement permis à d'autres d'utiliser les bonnes idées pour mettre au point leur propre produit. Pour éviter l'atomisation des laboratoires, des regroupements de compétences ont été réalisés. Les GdR (groupements de recherche) en robotique et en technologies santé permettent une convergence des savoirs et savoir-faire des chercheurs. Les industriels de la robotique de service se sont organisés : le syndicat Syrobo représente la majorité des acteurs de la robotique de services

7. Voir l'encadré consacré au FRI en p. 47 de ce numéro (NDLR).

professionnels et personnels. Toutes les conditions de l'essor de cette activité sont réunies et pourtant...

Il existe une « faille » dans l'écosystème censé appréhender, dans son ensemble, la chaîne de conception, de production et de commercialisation, de son origine (évaluation des besoins, études de marché) jusqu'à son terme (évaluation des usages et médico-économique, services de suivi et d'après-vente).

L'utilisateur sait ce qu'est un écosystème même s'il n'utilise pas ce terme. Il ira chercher comment le dispositif a été inventé, conçu et commercialisé. Lui et son entourage s'attacheront à identifier si l'accompagnement financier à l'acquisition, l'après-vente et la maintenance sont assurés. Ils seront sensibles à la qualité du suivi de l'appropriation par les équipes de rééducation et les revendeurs.

On attend beaucoup de la *silver economy* pour dessiner cet écosystème, pour maîtriser les aléas d'un marché de niche, déjà plus ouvert pour certains produits (tel le robot aspirateur), généralisable à moyen terme pour d'autres produits (robots compagnons parfois dits sociaux, à potentiel ludique), transposable à plus long terme pour d'autres encore (robots de télésurveillance détournés à des fins de levée de doute pour des personnes vulnérables).

La résistance socioculturelle

Contrairement aux pays engagés depuis longtemps dans le développement de la robotique pour en faire un fleuron de leur essor industriel et de leur savoir-faire technologique (le Japon et, à un moindre degré, la Corée du Sud), la robotique d'assis-

tance est présentée dans les pays occidentaux comme une réponse thérapeutique à une problématique médico-sociale, celle du vieillissement, de la dépendance et des maladies chroniques. Elle cultive encore, dans l'imaginaire collectif, l'idée que le robot remplacera l'aide humaine.

Or il est une dimension de l'autonomie qui semble échapper à ceux qui craignent cette évolution, c'est celle de notre liberté à choisir les modalités d'assistance qui nous conviennent. Il importe de présenter la robotique d'assistance comme une possibilité pour le sujet vieillissant de se soustraire à l'institutionnalisation ou de la retarder, comme une opportunité pour alterner aides humaines et aides technologiques ou les faire cohabiter. Dans le premier cas, c'est un gage de liberté et d'intimité possible pour la personne qui, autrement, vivrait avec sa tierce personne. Dans le deuxième cas, c'est une opportunité pour modifier le rapport aidant / aidé et transférer un certain nombre de tâches ingrates et / ou chronophages vers la robotique.

Enfin, le rapport à la nouvelle technologie, surtout lorsqu'elle est stigmatisante, renvoie l'utilisateur à la dualité permanente entre le « je peux faire » (sans la nouvelle technologie) et le « je veux faire » (avec la nouvelle technologie). Dans ce cas, nous sommes au cœur des processus psychologiques de renonciation et d'acceptation de son état par l'utilisateur autour duquel le travail des équipes de rééducation et les accompagnements en gérontologie se concentrent pour amener le sujet à construire un projet de vie dans laquelle la robotique, avec les autres technologies plus basiques, apparaît comme un outil d'intégration sociale.

L'incontournable question éthique

La robotique d'assistance aux personnes tend aujourd'hui à effacer l'image caricaturale de technologie « mangeuse d'emplois ». Il y a urgence à déployer toutes les réponses potentielles qui permettraient à la personne en situation de handicap et / ou de dépendance de subvenir à un certain nombre de besoins sans avoir recours à l'aidant, pour laisser à celui-ci le temps et la disponibilité d'esprit d'inventer d'autres formes d'accompagnement.

C'est une voie ouverte à la re-composition du travail des aidants et à un meilleur déploiement des aidants là où ils sont le plus attendus. Il est donc un principe qu'une charte éthique se doit de consigner à la meilleure place, celui de positionner la personne comme le « chef d'orchestre » de tout robot d'assistance pour en faire un dispositif qui facilite la tâche, qui rapproche l'espace extracorporel de l'espace péri-corporel du sujet, qui fait à la place du sujet si ce dernier le décide et qui permet un redéploiement des tâches des aidants.

L'entrée des robots d'assistance dans les maisons et l'appropriation de ces dispositifs supposent que le recours à ces aides soit financièrement accompagné, et que la réactivité et le niveau d'intervention des services après-vente soient à la hauteur des exigences de l'utilisateur. Si la dépendance technologique est parfois nécessaire pour améliorer l'autonomie d'un individu, il ne faut

pas qu'elle se transforme en rupture technologique et que la moindre panne devienne préjudiciable à l'usage parce qu'il aura fallu trois jours pour y remédier.

Enfin, l'usage de la robotique ne peut être abordé sans une réflexion éthique sur la représentation qu'ont les individus de la subordination à un robot. La population générale sans besoins spécifiques fait encore de la robotique d'assistance un serviteur corvéable à merci⁸, sans avenir dans l'accompagnement des personnes. La population en situation de handicap est déjà disposée à lui consacrer une place plus honorable de collaborateur.

Le coût : vrai ou faux problème ?

Il serait malvenu d'occulter la question du coût. La robotique coûte cher, d'abord pour les entreprises qui n'ont pas encore la marge de manœuvre et / ou le courage de réduire leurs marges de bénéfices et transformer un marché de niche en un marché plus large. Elle est donc inéluctablement coûteuse pour l'usager qui, faute d'aides financières à l'acquisition, continuera à contempler le produit sans pouvoir y accéder.

Deux réponses potentielles se dessinent à l'heure actuelle : 1) l'intérêt croissant que les établissements pour personnes âgées (EPHAD, établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes) réservent à cette technologie vue comme une technologie à la fois d'assistance mais aussi de stimulation cognitive ;

8. *Public Attitudes Towards Robots*, Bruxelles : Commission européenne, *Special Eurobarometer* 382, septembre 2012.

2) l'intérêt porté par les mutuelles et les sociétés d'assurances qui pourraient y voir un moyen de réduire la charge financière très importante représentée par les aides humaines. C'est dire que la démonstration de la plus-value médico-économique de cette technologie demeure une des clefs essentielles pour lever les résistances des services payeurs.

Tableau 1 — Classification de la robotique d'assistance à la personne en situation de handicap et / ou de dépendance	
1. Robotique d'assistance à la manipulation	Stations de travail Robots monotâches fixes Bras manipulateurs sur fauteuil roulant Bras manipulateurs sur base mobile Neuroprothèses, prothèses et exosquelettes du membre supérieur robotisées Robots chargeurs de fauteuils roulants
2. Robotique d'assistance domestique	Robotique de service monotâche <ul style="list-style-type: none"> • Robots aspirateurs • Robots nettoyeurs • Robots tondeuses • Autres robots Robotique de service multitâche, humanoïde et androïde
3. Robotique d'assistance relationnelle	Robots compagnons / télésurveillance Robots d'éveil sensoriel (robots sociaux ou cognitifs)
4. Robotique d'assistance au déplacement	Exosquelettes des membres inférieurs Neuroprothèses et prothèses de membre inférieur robotisées Robots d'aide au déplacement Robots d'aide aux aidants pour les déplacements
5. Robotique d'assistance à la rééducation	Robotique de rééducation des membres inférieurs Robotique de rééducation des membres supérieurs
<i>Source : CENRob.</i>	

Les ressources technologiques disponibles

Une classification fonctionnelle et une base « produits » des dispositifs existants (tableau 1) ont été proposées par le CENRob⁹. Seuls ceux qui sont aujourd'hui sur le marché y sont répertoriés. En dehors de la robotique domestique de service, nous ne connaissons rien sur les usages. C'est aujourd'hui un des défis d'une structure comme le CENRob. Nous présentons dans cet article les robots de ce type issus du parc d'équipement du CENRob.

La robotique de manipulation

Cette robotique s'adresse à des patients privés d'une préhension utile et fonctionnelle, le plus souvent tétraplégiques (lésions de la moelle épinière, maladies neuromusculaires, paralysie cérébrale, sclérose en plaques, etc.).

Le bras robotique se présente comme un outil de substitution du membre supérieur non fonctionnel, permettant au sujet de prendre et de porter à la bouche des aliments ou un verre, de réaliser la toilette et les soins du visage, et de saisir et lâcher des objets ordinaires de la vie quotidienne hors de portée du membre supérieur. Le chef de file de ces bras robotiques est aujourd'hui le robot *Jaco*[®], en raison de sa contribution fonctionnelle potentielle (amplitude de

9. Site Internet www.cenrob.org.

dépliage du bras de 90 cm et 7 degrés de liberté) et de son ergonomie (déplacement rapide, apprentissage facilité, poids allégé par le recours à la fibre de carbone, encombrement minimum, etc.). Le système est ouvert et permet de configurer les interfaces. Une même interface peut commander le fauteuil roulant, le bras et le contrôle d'environnement.

Il est avec l'I-Arm® dans la continuité de travaux de recherche qui, depuis plus de 30 ans, essaient d'embarquer sur un fauteuil roulant un outil de manipulation permettant, là où le sujet se trouve, de répondre à des besoins de préhension et de manipulation, au-dessus, au niveau ou en dessous du plan des épaules. Dans les deux cas (Jaco® ou I-Arm®), l'investissement de l'utilisateur dans le repérage et la stratégie de saisie demeurent importants et exigeants.

Ces mêmes bras sont aussi associés à des bases mobiles dans la perspective de rapprocher l'espace extracorporel de l'espace péricorporel en permettant à l'objet d'être rapproché du sujet, ou au sujet d'accéder à une manipulation dans un environnement inaccessible ou moins accessible. Le bras est alors contrôlé à distance grâce à un retour visuel.

Les robots de manipulation dits monotâches sont une déclinaison

simplifiée et pragmatique des bras robotiques. Ce sont des bras amarrés à une base fixe, dotés de moins de degrés de liberté et dédiés à une tâche spécifique (prise d'aliments et de boissons, soins du visage, embarquement du fauteuil roulant en voiture). L'apprentissage est court et intuitif.

Le panel des robots monotâches consacrés à la prise alimentaire est large : Meal Time Partner®, Windsford Feeder®, Bestic®, My Spoon®, Neater Eater®, etc. Certains bénéficient déjà en Europe d'une prise en charge par l'assurance maladie. En France, la prestation de compensation du handicap (PCH), attribuée par les Maisons départementales des personnes handicapées, a prévu la ligne 15.09.27, correspondant aux aides techniques à la prise d'aliments

et peut, dans ce cadre, intégrer le financement ou le cofinancement de ces dispositifs. Ils n'ont pas emporté l'adhésion attendue pour des raisons diverses : peut-être le caractère trop ciblé du robot mais aussi la nécessité d'une bonne stabilité du tronc permettant de porter le visage vers le robot — une distance de sécurité ustensile-visage est en effet imposée.

Le champ d'application de ces robots monotâches demeure cependant ouvert, si des adaptations technologiques sont réalisées.



Le robot manipulateur embarqué sur fauteuil roulant Jaco® (Kinova) - © CENRob



Le robot monotâche d'aide à l'alimentation Bestic® (Bestic AB) - © CENRob

La robotique d'assistance relationnelle

La nécessité de sécuriser la vie des personnes vieillissantes, de leur permettre d'interagir avec leur environnement tant que c'est encore possible, et de les faire bénéficier d'une stimulation cognitive susceptible de valoriser les fonctions cognitives encore préservées, ont fait émerger de nouveaux concepts.

Certains dispositifs ont été originellement prévus comme outils d'assistance (robotique compagnon, robotique d'interaction et de relation). D'autres ont été détournés de leur vocation d'origine (robotique de télésurveillance). Ils ont pour mission de répondre à quatre attentes dans la vie des personnes âgées, vieillissantes ou des malades d'Alzheimer :

- offrir de la sérénité et de la réassurance à la personne ;
- limiter l'isolement et favoriser le lien social de la personne fragile et de son entourage ;
- garantir la sécurité de la personne (déambulation, prise de médicaments) ;
- mobiliser voire développer les ressources cognitives et motrices résiduelles, ou limiter leur dégradation progressive.

La robotique compagnon

Elle s'appuie sur la simulation d'une présence via un animal ou un humanoïde interactif susceptible de réagir à la moindre caresse ou

au moindre contact, ou d'exprimer une parole et / ou un regard rassurant. Le robot peut aussi être doté de fonctions de reconnaissance des émotions de la personne et / ou renvoyer à celle-ci l'expression de sourires ou d'émotions (la joie, l'étonnement, l'envie, la tendresse, la colère, etc.) ou des sons agréables. Il peut, dans certains cas, communiquer avec le sujet, voire interagir avec lui via un jeu (par exemple, le jeu d'échecs).

• Les modèles apparentés à des animaux (dits parfois « animaloïdes »)

Ils sont aujourd'hui les plus nombreux. Certains se déplacent (le chien Aibo[®]), d'autres sont statiques (Keepon[®], le bébé phoque Paro[®], le robot ours Emotirob[®], le chat NeCoRo[®], le dinosaure Pleo[®]). D'autres relèvent de la vitrine technologique, c'est-à-dire qu'ils sont vendus à des laboratoires de recherche et de développement pour travailler sur l'interaction homme-robot (iCat le chat, Psikharpax le robot rat, Huggable l'ours robot).

Deux revues de littérature publiées en 2013¹⁰ ont permis de dégager des promesses thérapeutiques issues d'expérimentations auprès de personnes âgées : une amélioration de l'humeur, une réduction du *stress* et la multiplication de contacts sociaux, la personne âgée tendant à inclure le robot comme thème principal de ses conversations. Les auteurs concèdent que les conclusions puissent ne pas être transposables d'une culture à l'autre. La

10. MORDOCH Elaine *et alii*, « Use of Social Commitment Robots in the Care of Elderly People with Dementia: A Literature Review », *Maturitas*, vol. 74, n° 1, janvier 2013, p. 14-20 ; BERNABE Virginia *et alii*, « Animal-assisted Interventions for Elderly Patients Affected by Dementia or Psychiatric Disorders: A Review », *Journal of Psychiatric Research*, vol. 47, n° 6, juin 2013, p. 762-773.

très grande majorité des produits sont d'origine japonaise.

Le plus connu d'entre eux en France est le phoque **Paro**[®], présenté comme une peluche thérapeutique à vocation psychosociale. Introduit par l'équipe du professeur Rigaud à l'hôpital Broca de Paris, dans un cadre expérimental, auprès de patients atteints d'une maladie d'Alzheimer sévère, il pèse 2,8 kg et son autonomie ne dépasse pas une heure ; il est doté de multiples capteurs sensitifs et sensoriels (capteurs tactiles, capteurs de lumière et vision stéréoscopique, capteurs auditifs) et offre en retour un panel important de comportements programmés (clignements de paupière, mouvements de la queue et du cou, petits sons...). Le **Paro**[®] tient sa singularité du fait d'éviter d'être apparenté à des animaux domestiques comme le chien ou le chat, et de ne pas apparaître comme un animal domestique « dégradé ».

• Les modèles humanoïdes

Cette robotique humanoïde, sans avoir atteint le niveau des technologies japonaises, est en train de se développer en France à grande vitesse. Le robot humanoïde **Nao**[®] en est le chef de file. Présenté comme un compagnon potentiel à visage humanoïde de la personne âgée ou vieillissante, il aura bien-



Le robot compagnon animaloïde **Paro**[®] à vocation d'éveil sensoriel (Parobots) - © CENRob

tôt un petit frère, Roméo, plus grand que lui, qui a pour ambition d'assurer le rôle de robot serviteur, apte à offrir à la fois une assistance cognitive, une assistance à la manipulation et au portage d'objet, ainsi qu'une interaction relationnelle en instaurant une conversation avec le sujet, en lisant les courriers électroniques, en enregistrant des messages et en les transmettant à des tiers, etc. Roméo est clairement positionné comme un dispositif susceptible d'accompagner la personne atteinte d'une maladie d'Alzheimer ou autre démence débutante.

La robotique de télésurveillance

La robotique de télésurveillance a tiré profit des avancées de la recherche en navigation robotisée et en téléopération à distance. Prendre les commandes à distance d'un robot doté de capteurs de détection et d'évitement d'obstacles est accessible via des interfaces intuitives en ligne. Permettre un retour d'images de la personne surveillée et être vu



Le robot compagnon humanoïde **Nao**[®] (Aldebaran Robotics) - © CENRob

par la personne en question est aussi une procédure simple qui rappelle les outils de visioconférence de type Skype. Elle offre tout un champ de déclinaisons possibles pour la télésurveillance mais peut vite se heurter aux limites éthiques relatives à l'intrusion dans la vie privée.

Lorsque la personne âgée vivant à domicile

est exempte de trouble cognitif et / ou de tout signe de fragilité, la télé-surveillance classique répond aux besoins de contact avec un centre d'appels. Lorsque la personne âgée, vivant à domicile ou dans une structure non médicalisée, présente une altération cognitive débutante et / ou des signes de fragilité, une prise en main active de la surveillance par la famille ou par une structure de soins à distance peut être très utile. C'est à ce niveau que ces robots peuvent apporter une réelle contribution pour pérenniser le maintien à domicile ou assurer la sécurité dans la structure en assurant une tâche de « levée de doute » ou de rappel mnésique, tout en évitant des déplacements inutiles en cas de fausse alerte.

Deux produits français sont aujourd'hui à un tournant de leur développement et devraient, dans les prochaines années, offrir des perspectives réelles d'application dans ce domaine. Il s'agit du robot Jazz Connect®, qui répond exactement à la description technologique ci-dessus ; et du robot Kompai®, qui offre des capacités supplémentaires d'interaction avec la personne via une interface tactile (rappel mnésique sur la prise de médicaments, sur la réalisation de tâches ou de rendez-vous, accès programmé aux informations du jour, accès ponctuel à des sites Internet, programmes de musique, programmes d'éducation thérapeutique et d'information pour les aidants, etc. Cette robotique a tout à faire pour démontrer

sa capacité à libérer l'aidant d'un rôle très stressant et accaparant de surveillance.

La robotique d'aide à la mobilité

Partant du postulat que l'activité physique aide à limiter le ralentissement du déclin cognitif et l'accélération du vieillissement physiologique, de nombreuses équipes se sont intéressées à la sécurisation de la marche du sujet vieillissant. Trois dispositifs d'aide à la mobilité sont aujourd'hui connus. Un seul est commercialisé : le Guido®, qui est assimilé à un déambulateur doté de fonctions d'évitement d'obstacles fixes ou dynamiques et de reconnaissance de l'environnement, ainsi que d'une capacité supplémentaire à ajuster la trajectoire empruntée par le sujet, le retour d'information se faisant par une synthèse vocale. Ainsi, l'utilisateur peut être averti de la présence d'un obstacle, d'un croisement, etc.

À un niveau supérieur, le Robuwalker®, déambulateur intelligent encore confiné à un stade expérimental, est un véritable assistant du lever de chaise et de la marche, assurant un *monitoring* de la fréquence cardiaque et de la fatigue, commandé par la voix de l'utilisateur (par exemple pour rapprocher le Robuwalker® de lui). Enfin, le projet Monimad s'est affiché de manière plus ciblée pour des sujets ayant des troubles cognitifs. Il est doté des mêmes fonctions, aux-



Le robot de télé-surveillance et d'accompagnement social et sensoriel Kompai® (Robosoft) - © CENRob

quelles s'ajoutent des fonctions de détection des chutes et de rééducation du patient.

La robotique d'assistance domestique dite de service

Cette robotique est aujourd'hui la vitrine de la robotique pour tous. Grâce à l'accroissement des ventes de robots aspirateurs, qui ont explosé ces trois dernières années, le robot domestique, devenu moins coûteux, rentre désormais dans les maisons et se présente comme une réponse aux difficultés d'organisation du temps consacré aux tâches ménagères, considérées pour beaucoup comme des corvées.

Les robots de lavage de vitres, de nettoyage de sols et piscines, et les robots de tonte du gazon sont en train de relayer cet engouement des consommateurs, qu'ils soient jeunes ou vieillissants, valides ou en situation de handicap et/ou de dépendance. Comme il ne s'agit déjà plus d'un marché de niche, ces robots sont pour l'industrie de la robotique, à la fois une réponse à un besoin, un vecteur de « démocratisation » de la robotique et un outil de stratégie financière permettant de promouvoir parallèlement des robots réservés à un public plus réduit. Le même raisonnement est aujourd'hui opéré avec les robots ludiques.

La robotique d'assistance à la personne : demain est déjà là

La robotique d'assistance à la personne est confrontée aujourd'hui à un paradoxe ¹¹. Elle se heurte, d'une part, à la résistance d'une immense majorité de la population qui peine à accepter l'idée que de tels robots soient dédiés aux enfants, personnes âgées et personnes en situation de handicap ¹². Elle est portée, d'autre part, par une volonté politique qui a pris la mesure de l'évolution démographique et de l'urgence de déployer de nouveaux dispositifs d'accompagnement. Le marché existerait déjà. Selon la Commission européenne ¹³, la robotique de service (qui regroupe les robots domestiques, de loisir, d'assistance à la personne et à l'éducation etc.) pèserait actuellement 3,3 milliards de dollars US et pourrait compter pour 100 milliards de dollars US en 2020.

Vu comme un moteur potentiel de la croissance économique, le développement de la robotique est désormais soutenu par des partenariats public-privé (PPP) dont les objectifs, multiples, devraient concourir à la mise en place d'un écosystème autour de l'utilisateur, le verrou principal étant la solvabilité de la demande et l'accompagnement dans les usages.

L'exercice prospectif que l'INRS a réalisé en 2013 a permis de

11. Cf. Carole Gayet in *RAP 2030. Utilisation des robots d'assistance physique à l'horizon 2030 en France*, Paris : rapport interne de l'INRS, 2013.

12. *Public Attitudes Towards Robots*, op. cit.

13. « Stratégie numérique : la Commission et les entreprises européennes de la robotique résolues à promouvoir l'expansion et la performance du secteur », communiqué de presse de la Commission européenne IP/12/978, du 18 septembre 2012.

construire trois scénarios d'avenir possibles ¹⁴ :

— La robotique d'assistance est confinée à une robotique domestique dédiée aux tâches ingrates et chronophages, ouverte à tous, y compris aux personnes valides et en bonne santé.

— La robotique d'assistance s'inscrit dans une utilisation institutionnelle uniquement. Seuls les établissements médico-sociaux et les établissements pour personnes âgées et dépendantes en font l'acquisition. La robotique devient principalement une assistance aux aidants.

— La robotique d'assistance s'impose sur le marché, au prix d'une grande mutation socioculturelle qui a intégré l'idée que le robot assiste mais ne remplace pas l'aide humaine. Cette hypothèse est encore mise à l'épreuve d'une tendance lourde illustrée par le sentiment, partagé par les aidants, d'être dépossédés de leur savoir-faire et

par les très nombreux citoyens qui pensent que la robotique ne doit être réservée qu'aux tâches pénibles et dangereuses.



Si la *silver economy* évolue favorablement dans sa logique, en finançant les entreprises, on peut espérer une baisse des prix et l'émergence d'une demande de masse qui lancera cette nouvelle industrie sur le champ de l'assistance aux personnes handicapées et /ou de la dépendance. Mais le succès ne sera pérenne que si l'appropriation dans les usages quotidiens est accompagnée techniquement et humainement, et si la solvabilité de la demande est assurée. Le « client-patient » a toujours le dernier mot. Avec lui, il importe de valoriser la plus-value médico-économique que les robots peuvent apporter, à la fois pour l'assister et pour préserver sa qualité de vie. ■

14. RAP 2030, *op. cit.*

LE VIEILLISSEMENT DÉMOGRAPHIQUE, UN GISEMENT DE CROISSANCE POUR LA FRANCE ?

Dans la foulée de la création de la filière et de l'installation d'un comité stratégique par deux ministres français percevant le vieillissement démographique comme un formidable progrès auquel il convient toutefois de hâter l'adaptation de la société, le Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP) a consacré un rapport à la *silver economy*¹, pan de l'économie regroupant toutes les entreprises agissant pour et / ou avec les personnes âgées.

Focalisés sur la seule dimension positive du vieillissement démographique — la valeur ajoutée créée par l'activité économique accompagnant le phénomène —, les auteurs soulignent tout d'abord l'extrême hétérogénéité de la population des *seniors* (60 ans ou plus), et la nécessité de la subdiviser pour qualifier des segments de marché. Occultant les différences hommes / femmes et segmentant uniquement en fonction du niveau de richesse et de l'état de santé (via un découpage en trois groupes d'âge : 60-74 ans, *seniors* en bonne santé ; 75-84 ans, *seniors* fragiles ; 85 ans ou plus, *seniors* dépendants), ils distinguent neuf groupes de consommateurs et autant de parts du marché des biens et services que la *silver economy* est censée intégralement couvrir.

Les auteurs s'intéressent ensuite au potentiel de l'offre, qui pose au préalable la double question de la nature et de l'organisation de la production. Face au vieillissement, une stratégie peut être de rendre les biens et services accessibles à tous (*design* pour tous), une autre de développer des produits accessibles spécifiquement aux personnes âgées ou dépendantes (*design* pour plus), l'une et l'autre présentant des avantages et limites selon le type de produit ou service considéré. Une autre approche, qui n'est pas non plus exempte de freins et d'enjeux, consiste à concevoir de nouveaux produits de façon participative en faisant le lien entre les acteurs du champ de la santé et de la solidarité, les industriels et les consommateurs (*design* avec tous). Cette approche impose de raisonner en termes de filière, de concevoir la *silver economy* comme un écosystème dans lequel la réponse à un besoin (santé, mobilité, sécurité, loisir...) pour une catégorie donnée de clients, va définir un « bouquet de services », un « bouquet de solutions » spécifique. En fonction du client, un même besoin pourra être traité différemment.

Dans l'attente d'une cartographie plus structurée, en cours de confection, quelques marchés clefs sont distingués :

— **Services bancaires et assurantiels pour les *seniors*.** Le taux d'épargne plus élevé que la moyenne de cette fraction croissante de la population ne résulte pas uniquement de préférences individuelles, il découle aussi de possibilités plus réduites et coûteuses de recours au crédit, qu'il convient de reconsidérer en développant des solutions de type viager et prêt hypothécaire viager. Par ailleurs, la myopie face à la perte d'autonomie déclinant avec l'augmentation de la proportion de personnes directement ou indirectement confrontées à ce risque, les



1. BERNARD Claire, HALLAL Sanaa et NICOLAI Jean-Paul, *La Silver Économie, une opportunité de croissance pour la France*, Paris : CGSP, 2013.

conditions paraissent plus favorables aujourd'hui au développement de l'assurance dépendance, sous réserve d'une amélioration de la connaissance du risque, et de solutions tarifaires efficaces et adaptées.

— **Tourisme.** La dynamique de ce secteur d'activité est bonne et largement portée par les *seniors*. Elle doit être soutenue par l'enrichissement d'une offre de produits et de services opportuns, destinée à une clientèle tout autant française qu'étrangère.

— **Services et nouvelles technologies.** Stimulés par les politiques publiques, les services à la personne sont en constante augmentation, les personnes âgées ou dépendantes constituant une très importante clientèle. Si le spectre des services et des bouquets dédiés est large, reposant sur une légion d'expérimentations diverses et variées, la logique économique contraint à le structurer en vue de le rendre économiquement rentable. L'obligation d'offrir des bouquets de services tout en assurant l'interface entre les multiples intervenants requiert une automatisation des flux d'informations entre acteurs, étroitement dépendante du développement des infrastructures numériques (maison intelligente, Internet des objets) et de technologies clefs (domotique, robotique, M-santé [via les téléphones mobiles], téléassistance, télésurveillance, télémédecine...).

Sauf soutien abusif, prohibé par les instances européennes, l'État est légitime à intervenir pour faire émerger et développer une *silver economy*, source de bien-être général amélioré. En conclusion de leur rapport, les auteurs formulent en ce sens quelques préconisations qui visent à mobiliser sur la question du vieillissement un nombre plus important d'acteurs (communication, sensibilisation), à renforcer l'efficacité de l'offre (labellisation, normalisation, développement d'infrastructures, mobilisation de l'épargne, financement) et celle de la demande (facilitation des pratiques de consommation et d'épargne des personnes les plus âgées). L'idée sous-jacente est qu'il faut déployer des offres de biens et de services en direction des *seniors* les plus aisés, les économies réalisées par la solvabilisation « par le marché » permettant ensuite à l'État de redéployer son soutien aux *seniors* financièrement plus vulnérables. Mais sur les questions de l'horizon à partir duquel la *silver economy* pourrait devenir réalité, des modalités de transformation des mentalités des multiples acteurs impliqués, de l'imbrication des diverses stratégies à mettre en œuvre, etc., le rapport est muet.

Nonobstant quelques prémices, la prospective de la *silver economy*, opportunité de croissance pour la France, reste à faire.

Alain Parant, *Futuribles*

LA PROTECTION SOCIALE EN FRANCE : LES ENJEUX DU FUTUR

*Session de formation • 13 et 14 mars 2014
Futuribles International • Paris*

Intervenants

Michelle Arnaudès, conseillère technique à la Direction générale de la cohésion sociale (DGCS) en charge de l'innovation et de l'expérimentation sociales.

Julien Damon, professeur associé à Sciences Po Paris, ancien chef du service Questions sociales au Centre d'analyse stratégique, et conseiller scientifique de Futuribles.

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

Hugues de Jovenel, président de Futuribles International.

Alain Parant, démographe, chercheur à l'Institut national d'études démographiques (INED), conseiller scientifique de Futuribles.

Morgan Poulizac, enseignant à Sciences Po Paris et à HEC.

Objectifs

Le système français de protection sociale, bien qu'exerçant un rôle amortisseur en période de crise économique, est confronté à une crise financière résultant de l'escalade des dépenses (liée notamment au chômage, au vieillissement démographique, à la maladie, à la dépendance...) et à l'impossibilité d'accroître corrélativement les recettes. À quoi s'ajoutent des questions cruciales concernant l'efficacité du système, le caractère inéquitable des différents régimes, voire la pérennité même du dispositif. Comment, dans ces conditions, pourraient évoluer le système de protection sociale français et les mécanismes d'assurance et de redistribution sociales ? Quels seront demain les acteurs porteurs de nouvelles solidarités ? Quelles formes prendront ces missions d'assistance, d'assurance, de redistribution, si essentielles au « vivre ensemble » ? Telles sont les questions traitées dans cette formation.

Programme

- ▶ Les enjeux démographiques
- ▶ La société française en mouvement
- ▶ Le défi de l'emploi
- ▶ Le système français de protection sociale
- ▶ Les politiques sociales au défi de l'innovation
- ▶ L'innovation sociale au service de la cohésion sociale •
- ▶ Vers un nouveau pacte de solidarité

Prix

Les frais de participation sont de 1260 euros HT (1512 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/base/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

*Remise de 10 % en cas d'inscription multiple dès la deuxième participation, dispense de frais pour les membres partenaires de Futuribles International et remise de 50 % pour les membres associés (valable pour une personne par formation).

Les robots d'assistance physique

VERTUS ET RISQUES DU NOUVEAU
COUPLE HOMME-ROBOT AU TRAVAIL

SOUS LA DIRECTION DE MICHEL HÉRY ¹

L'Institut national de recherche et de sécurité (INRS) a réalisé, en 2013, un exercice de prospective sur les robots d'assistance physique à l'horizon 2030, auquel Futuribles a collaboré et dont les conclusions ont été rendues fin 2013. Michel Héry, qui a coordonné le groupe de travail en charge de cet exercice en tire ici les conclusions en termes de sécurité et santé au travail.

Après avoir rappelé le contexte économique actuel, marqué par une crise majeure qui est aussi une crise des modes de production, il montre en quoi les robots d'assistance physique (RAP) peuvent être considérés comme de nouveaux acteurs dans le monde du travail, exemples à l'appui (exosquelettes, « cobots », cellules collaboratives homme-robot, robots d'intervention en milieu hostile...). Soulignant l'apport de cette robotique d'assistance physique pour différentes tâches professionnelles, Michel Héry alerte aussi sur les risques possibles pour les travailleurs manipulant ces RAP et sur la nécessité de surveiller l'évolution de ce nouveau couple « homme-robot », et de rester vigilant à l'égard de son impact sur la santé et la sécurité des opérateurs. S.D. ■

1. Responsable de la mission « Veille et prospective » de l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité). Cet article résulte des travaux de RAP 2030 (RAP pour robots d'assistance physique), groupe de travail issu d'une initiative de l'INRS consacrée à une opération de prospective sur l'utilisation des robots d'assistance physique à l'horizon 2030, menée en liaison avec cinq organismes partenaires : l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail), la CCMSA (Caisse centrale de la Mutualité sociale agricole), le CENRob (Centre d'expertise national en robotique), le CETIM (Centre technique des industries mécaniques), et l'université de Nantes. RAP 2030 est composé de : Jean-Jacques Atain-Kouadio (INRS), Agnès Aublet-Cuvelier (INRS), Rachel Barbet-Detraye (CCMSA), Séverine Brunet (INRS), Philippe Charpentier (INRS), Dominique Chouanière (INRS), Stéphanie Devel (INRS), Annie Dussuet (université de Nantes), Élodie Falconnet (CETIM), Charles Fattal (CENRob), Carole Gayet (INRS), Nathalie Guillemy (INRS), Michel Héry (INRS), Louis Laurent (ANSES), Adel Sghaier (INRS), Jérôme Triolet (INRS) et Guy Wéltitz (expert).

Crise économique, crise des modes de production

C'est devenu un lieu commun de dire que la société dans laquelle nous vivons est en crise. La crise économique est une évidence dans toute l'Europe, même si quelques pays semblent relativement épargnés. Certains nous annoncent que le modèle issu des Trente Glorieuses, mis à mal par plusieurs chocs économiques, est à bout de souffle et qu'il est dans l'incapacité de faire face à une concurrence mondiale exacerbée. Les mêmes réclament plus de flexibilité, plus d'adaptabilité de l'appareil de production et des travailleurs. La capacité d'innovation est au centre de toutes les préoccupations : elle se serait déplacée aux États-Unis ou en Asie et nos sociétés vieillissantes ne seraient plus capables, sans une modification drastique de leur mode d'organisation, d'en faire preuve.

La crise démographique est annoncée. Les sociétés occidentales seraient confrontées à un défi majeur, celui du vieillissement de la population et des possibles pénuries de main-d'œuvre (notamment la plus qualifiée) en raison notamment d'une trop faible natalité. Dans le même temps, les travailleurs privés d'emploi se comptent par millions et le taux de chômage peut concerner, dans certains pays, plus du quart de la population active. Et le fait est que dans certains pays, des emplois peinent à être pourvus : jugés peu valorisants, trop pénibles, insuffisamment rémunérés, impliquant des horaires trop décalés dans le temps, etc. La délocalisation (quand elle est possible)

de ces emplois à faible valeur ajoutée est-elle la seule solution quand tant de personnes, en Europe, ne trouvent pas leur place sur le marché de l'emploi ?

Des emplois d'assistance à la personne, dans les établissements d'accueil des personnes âgées ou dépendantes ou dans l'aide à domicile, sont confrontés aux mêmes contraintes de conditions de travail exigeantes. L'allongement de la durée de la vie, la demande sociétale d'une meilleure prise en charge (plus respectueuse de la personne du soigné) des différentes incapacités tout au long de la vie, ont abouti à la création d'emplois spécialisés. Ces emplois impliquent souvent des opérations de manutention des soignés par les soignants (passage de la position couchée à la position assise ou debout, mise à la toilette, etc.), avec leurs conséquences en termes de santé au travail : lombalgies et troubles musculo-squelettiques (TMS) notamment. Cette exigence accrue (et légitime) de la société intervient aussi à un moment où les contraintes économiques tendent à limiter (voire à réduire) les budgets consacrés à l'aide sociale : il faut répondre à des besoins sans cesse croissants avec des moyens limités, d'où une intensification du travail et de possibles conséquences sur la santé des soignants. En France, les dernières statistiques de l'assurance maladie montrent une augmentation de la sinistralité (accidents du travail et maladies professionnelles) dans ce secteur d'activité : dans certaines régions, elle dépasse même celle enregistrée dans le bâtiment et les travaux publics, traditionnellement une référence forte en matière d'accidents et de maladies professionnels.

Ce type de risques se retrouve aussi dans certains emplois de l'industrie. Contrairement aux idées reçues, les organisations de type taylorien n'ont pas disparu ni même vraiment reculé en Europe. Elles ont évolué dans leur forme et dans leur dénomination. On parlera aujourd'hui plutôt de *lean*, dont certains principes d'organisation s'inspirent largement du modèle taylorien, à l'origine d'une intensification du travail ayant les mêmes conséquences en termes de santé au travail : survenue possible de troubles musculo-squelettiques par exemple. Indépendamment de la sphère privée et de la souffrance qu'il va ressentir, quel peut être l'avenir professionnel d'un travailleur souffrant de tels maux après 10 ans d'activité ?

Ces constatations sont faites dans une société dans laquelle les attentes en matière de santé publique (et donc dans le domaine particulier de la santé au travail) sont de plus en plus grandes : on veut vivre plus longtemps en bonne santé. Ces exigences se doublent d'un accroissement de la méfiance à l'égard des mêmes politiques de santé publique. Perturbateurs endocriniens, scandales sanitaires (médicaments, alimentation, environnement...), amiante : autant de crises sanitaires survenues ces dernières années qui ont augmenté la méfiance de la société civile et ses exigences de transparence. Dans le même temps, pour se cantonner au monde du travail et plus particulièrement à la France, la société tout entière est confrontée à un certain nombre de défis : comment mieux protéger la population tout en gardant une efficacité économique suffisante ? Par exemple, pour la fabrication de certaines molécules, comme le paracé-

tamol qui implique l'utilisation de benzène, un cancérogène majeur, le choix d'une production à l'étranger a été fait. Dans le contexte actuel de crise et de chômage massif, cette solution est-elle acceptable ou, plus exactement, le restera-t-elle ? Dans le secteur nucléaire, pilier majeur de la production énergétique, comment va-t-on organiser le démantèlement inévitable de dizaines d'installations en fin de vie pendant les 20 ou 30 ans à venir ? Comment les réacteurs de nouvelles générations seront-ils gérés dans le respect des limites d'exposition (à bon droit contraignantes) des travailleurs ?

De nouveaux acteurs dans le monde du travail : les RAP

Dans les années à venir, l'industrie et les services vont être confrontés à de nouveaux défis : il s'agit de trouver de nouveaux gisements de main-d'œuvre, de développer ses compétences, d'augmenter sa productivité, tout en effectuant des tâches nouvelles liées au développement de technologies innovantes, dans un contexte de flexibilité accrue de l'appareil productif et en préservant bien sûr l'intégrité physique des travailleurs et leur bien-être au travail.

Les RAP (robots d'assistance physique) pourraient constituer une piste. Par rapport à la robotique classique (« encagée »), ils bénéficient des progrès considérables observés dans les domaines de la mécanique et de l'électronique (mécatronique), de la perception, de la locomotion, ainsi que du comportement (commande, intelligence arti-

ficielle...). Ils s'affranchissent aussi des barrières physiques qui les séparaient des humains dans la robotique classique, ils sont appelés à les côtoyer dans leur activité professionnelle. Ils sont capables d'évaluer des grandeurs physiques et de localiser des objets. Ils sont donc conçus pour interagir avec l'homme au sein d'un espace de travail partagé dans lequel robot et humain peuvent réaliser des tâches simultanément.

La gamme des produits développés s'élargit rapidement. Il ne serait pas possible de se livrer ici à un inventaire exhaustif des appareils déjà disponibles sur le marché ou en cours de développement. On se contentera donc de donner quelques exemples des principaux types de robots répondant à la définition du RAP. Dans ces exemples, on se limitera pour l'essentiel aux équipements utilisés dans l'industrie, en renvoyant pour les applications médicales à l'article de Charles Fattal publié dans ce même numéro ².

L'exosquelette

C'est un équipement articulé et motorisé fixé sur le corps au niveau des jambes et du bassin, voire sur les épaules et sur les bras, qui facilite certains mouvements en ajoutant la force de moteurs électriques. Développés initialement dans l'armée pour les fantassins, afin de leur permettre d'augmenter leurs performances (capacité à marcher plus longtemps et à porter des charges plus lourdes), ces équipements connaissent au-

jourd'hui des développements civils, essentiellement à destination de travailleurs amenés à manipuler des charges lourdes.

Le robot d'assistance aux gestes : cobot (dé-multiplicateur d'efforts)

Il s'agit d'un robot collaboratif dont la fonction est d'assister l'homme dans des tâches industrielles dans lesquelles il est nécessaire d'appliquer un effort, pour des travaux qui peuvent être très exigeants physiquement, comme le ponçage, le meulage, le burinage ou la manipulation. Le robot est piloté par l'homme au moyen d'une commande intuitive : celui-ci conserve le contrôle de la tâche à accomplir mais se voit libéré de la contrainte d'effectuer les actions physiques correspondantes. Dans le modèle présenté ci-dessous, l'effort de l'opérateur est amplifié d'un facteur de 1 à 50 en fonction des réglages choisis.

Pour autant, en retour, l'opérateur doit effectuer certains gestes dont il faudra s'assurer qu'ils ne sont pas



L'exosquelette Hercule (service communication de la Direction générale de l'armement) D.R.



Exemple de cobot développé par la société RB3D. D.R.

2. FATTAL Charles, « La robotique d'assistance à la personne. Promesses et verrous », en page 25 de ce numéro.

FRI : UN PLAN DE SOUTIEN À LA ROBOTIQUE EN FRANCE

En mars 2013, le ministre français du Redressement productif, Arnaud Montebourg, a annoncé le lancement d'un plan gouvernemental appelé « France Robots Initiatives » (FRI) visant à soutenir la filière robotique en France. La Commission européenne estimant à 100 milliards d'euros le marché de la robotique à l'horizon 2020, le développement de cette filière pourrait donc être un moyen pour la France de créer des emplois (quelques dizaines de milliers d'emplois estimés en France d'ici 5 à 10 ans), mais également de maintenir voire de relocaliser les activités industrielles françaises. Enfin, la robotique pourrait permettre de répondre aux grands défis sociétaux des années à venir : dépendance, santé, éducation, loisirs, défense, etc.

Les objectifs de ce plan sont triples : compter parmi les cinq nations *leaders* dans le domaine de la robotique à l'horizon 2020 et particulièrement dans la robotique de services, développer une offre mondiale en matière de cobotique¹ et de machines intelligentes, et accroître ses parts de marché dans le domaine de la robotique sur le marché mondial.

Pour cela, le gouvernement a identifié les principales lacunes de la France : transferts technologiques du monde académique vers les industries insuffisants, marché de la robotique mal identifié, soutien public à la R&D dans le domaine insuffisant, faible mobilisation des acteurs privés, et manque de visibilité et d'organisation de la filière. Et il entend y remédier à travers ce plan d'action.

Concrètement, le gouvernement prévoit 100 millions d'euros d'investissement, répartis entre les entreprises et le monde de la recherche. Par exemple, à travers le programme « ROBOT Start PME », le gouvernement voudrait augmenter le nombre de robots industriels dans les petites et moyennes entreprises (PME) : 250 entreprises seront donc sélectionnées et bénéficieront d'une aide à la robotisation, à savoir une phase de diagnostic et de conseil, une aide financière (10 % de l'investissement) et un bilan pour évaluer les gains de productivité.

Au-delà des aides financières, le gouvernement organisera chaque année des états généraux de la robotique pour fédérer la filière.

Par ailleurs, cinq domaines prioritaires ont été définis dans le cadre du plan FRI : le transport / logistique, la défense et sécurité, l'environnement, les machines intelligentes et l'assistance à la personne. Pour chacun de ces axes, un plan d'action sera élaboré afin de caractériser les enjeux que représente la robotique dans ces domaines.

Les pays *leaders* dans la robotique (Japon, Corée du Sud, États-Unis) ont déjà lancé des plans d'action ambitieux afin de se maintenir dans la compétition mondiale. À travers le plan FRI, le gouvernement entend augmenter la visibilité internationale du pays et prévoit la promotion du secteur robotique français sur trois salons stratégiques de dimension mondiale : RobotWorld en Corée du Sud, Irex au Japon, Automatica en Allemagne.

Futuribles

Voir la présentation détaillée du plan FRI, mars 2013. URL : http://www.dgcis.gouv.fr/files/files/directions_services/secteurs-professionnels/industrie/robotique/france-robots-initiatives.pdf. Consulté le 30 janvier 2014.

1. La cobotique est un domaine interdisciplinaire situé à l'interface de la « cognitive » et du facteur humain (comportement, décision, robustesse et contrôle de l'erreur), de la biomécanique (modélisation du comportement et de la dynamique des mouvements) et de la robotique (utilisation d'artefacts dans un but de production de comportements mécaniques fiables, précis et / ou répétitifs à des fins industrielles, de santé ou de convivialité).

eux-mêmes sources de contraintes physiques.

Les cellules collaboratives homme-robot

Ce sont des unités de travail qui organisent la collaboration entre l'homme et le robot, en confiant à ce dernier la réalisation d'opérations pénibles ou complexes jusqu'alors difficilement automatisables. Les objectifs principaux sont d'améliorer la flexibilité des lignes de production, les volumes produits et la qualité des pièces, tout en améliorant la qualité des postes de travail des opérateurs. Dans l'exemple choisi ici, celui d'une cellule de palettisation, la position de l'opérateur détermine le régime des différents éléments de la machine : fonctionnement, ralentissement, arrêt. Selon les concepteurs de ces équipements, le robot adapte son fonctionnement en fonction de la position de l'opérateur. Celui-ci se limite aux tâches « intelligentes » en toute sécurité. Ces machines connaissant actuellement un fort développement, les contraintes éventuelles (voire les risques) qu'elles peuvent entraîner pour les opéra-



Palettiseur 4 axes (préhension/transfert) mis au point par Cernex (© Cernex)

teurs devront faire l'objet d'études particulières.

Des robots pour intervenir en milieu hostile

Ces robots mobiles et téléopérés sont conçus pour intervenir dans des milieux hostiles à l'homme, notamment dans des installations exposant à de très forts niveaux de rayonnements ionisants. Le pilotage à distance est assuré via un câble de plusieurs centaines de mètres (la transmission hertzienne étant peu opérante dans des lieux aussi fortement bétonnés que les centrales nucléaires) grâce aux caméras, micros et dispositifs d'éclairage fixés sur les robots. Ils sont par exemple dotés d'un bras manipulateur muni d'une pince qui leur permet d'effectuer des opérations simples comme faire des relevés de radioactivité, ouvrir des portes, fermer des vannes et même tenir une lance à incendie. Leur mobilité est suffisante pour franchir certains obstacles ou monter un escalier.

Voir par exemple les robots développés par le groupe INTRA (Intervention robotique sur accident) du type EOLE (Engin d'observation et de localisation dans l'environnement) ou EROS (Engin robotisé d'observation et de surveillance).



EOLE (à gauche) et EROS (à droite), robots du groupe INTRA. D.R.

Conséquences de l'utilisation de RAP sur la santé et la sécurité au travail

Les éléments décrits ici étant le fruit d'un exercice de prospective consacré à l'utilisation des RAP à l'horizon 2030³, il est clair que les conséquences de leur utilisation ont été envisagées dans un cadre global et ne font pas abstraction des différents contextes dans lesquels cette utilisation a été imaginée. Cependant, afin de ne pas trop compliquer l'exposé, seuls les éléments les plus généralistes de cette réflexion seront présentés ici. Ils correspondent à la fois à un premier scénario relativement conservateur pariant sur un développement de l'utilisation des RAP dans les secteurs dans lesquels ils sont déjà implantés ou en cours d'implantation (nucléaire, industrie manufacturière, aide à la personne) et à un second scénario marqué par une révolution technologique (en particulier dans l'intelligence artificielle) qui aura pour effet une large diffusion de ces équipements dans la quasi-totalité des secteurs d'activité.

La question du contrôle social sur l'utilisation des RAP est apparue comme centrale. En effet, ils peuvent être utilisés de façon vertueuse afin de maintenir le niveau de performance d'un travailleur vieillissant et lui permettre de rester en activité sans que son état de santé n'en souffre. C'est également le cas pour un travailleur plus jeune auquel l'utilisation de ces équipements

permettra d'éviter une détérioration de ses fonctions locomotrices tout au long de sa carrière. Mais des utilisations plus pernicieuses peuvent aussi être imaginées, favorisant la performance économique et se traduisant par une augmentation des cadences ou des efforts à fournir, au détriment de la santé du travailleur.

Plus la diffusion des RAP sera grande dans la société, plus élevé devra être le niveau d'attention apportée à la protection contre la malveillance (*hacking*) ou les défaillances des systèmes d'information. Imagine-t-on les conséquences du piratage d'un système de commande pilotant des robots capables de porter atteinte aux êtres humains par les forces déployées, les applications embarquées (outils contondants, lasers, charges pyrotechniques...) ou par atteinte à l'environnement pour ceux déployés en atmosphère hostile ? Sans aller jusqu'à ces cas extrêmes, comment gérer le fonctionnement déficient d'un RAP (incidents, pannes, dysfonctionnements, etc.) et comment faire en sorte qu'en aucun cas il ne puisse être nuisible pour son « compagnon de travail », l'homme ? La question de la coactivité revêt donc une importance particulière.

Ces questions trouvent une résonance particulière dans le cas des exosquelettes. Si la charge et la pénibilité de l'activité physique s'en trouvent diminuées, une attention particulière devra être apportée au fait d'éviter l'apparition de gestes à amplitude exagérée ou de postures contraignantes : de façon paradoxale, l'utilisation d'exosquelettes censée

3. Qui a donné lieu à un rapport interne à l'INRS : *RAP 2030. Utilisation des robots d'assistance physique à l'horizon 2030 en France*, Paris : INRS, 2013.

faciliter le mouvement peut amener l'homme à adopter des postures ou à faire des gestes délétères sur la durée, en forçant voire en empêchant le mouvement. La gestion de l'équilibre peut aussi être altérée avec un risque de chute accru. On peut même supposer que l'utilisation d'un exosquelette pendant toute une journée de travail tout au long d'une carrière professionnelle ait un retentissement délétère sur l'appareil locomoteur, dans sa structure et dans sa fonction (par exemple, compression des tissus mous sur les zones de fixation, fonte musculaire localisée du fait du caractère substitutif de l'exosquelette pour l'exercice de certaines forces, troubles de la commande motrice, partiellement supplantée par l'exosquelette générant des mouvements passifs, troubles de la proprioception conduisant à des mouvements inadaptés une fois « déséquipé » de l'exosquelette...). Ce retentissement serait à mettre en balance avec les effets bénéfiques escomptés de son utilisation (diminution des contraintes articulaires, allègement de la charge physique globale...). En toute circonstance, l'utilisation d'un RAP ne devrait être envisagée que si elle se révèle globalement bénéfique pour l'homme.

Il est certain que l'utilisation de certains RAP aura pour effet d'augmenter la charge mentale des opérateurs. Leur intégration dès la conception de la situation de travail devra permettre de protéger les opérateurs de la fatigue mentale d'ajustement à ces conditions de travail modifiées. La grande inconnue d'un recours généralisé aux RAP « coactifs » et encore plus aux RAP « intelligents » est son retentissement psychologique chez les opérateurs

et, plus encore, les mutations socio-culturelles qu'il entraînera dans le monde du travail. La coactivité ou la collaboration durable avec une machine aura-t-elle un retentissement psychoaffectif (émoussement affectif, repli social, perte de repères identitaires, attribution à la machine de qualités humaines : émotions, cognitions, etc.) ? Si un robot peut à tout moment remplacer un opérateur, celui-ci pourra-t-il rester engagé dans son travail et qu'en sera-t-il du sentiment d'insécurité de l'emploi ? Quelle sera l'évolution des relations entre collègues de travail si le RAP se substitue à un collègue ?



L'utilisation des RAP peut changer notre vie. Tous les secteurs d'activité sont susceptibles d'être concernés. Le secteur agricole peut bénéficier de leur utilisation pour des utilisations de désherbage assisté qui permettent de diminuer l'utilisation de certains intrants comme les pesticides, facilitant l'accès à une agriculture plus raisonnée, voire biologique, plus riche en emplois, dans de bonnes conditions de travail à coût constant. Dans un tout autre registre, les soldats de demain pourraient être « augmentés » par l'utilisation d'exosquelettes amplifiant le niveau de leurs performances. Ou ils seront peut-être remplacés par des robots commandés à distance dans la droite ligne des drones aujourd'hui en plein développement. L'utilisation des RAP sera-t-elle mise au service d'une réindustrialisation de l'Europe, y compris au niveau des industries manufacturières de montage ? Permettra-t-elle le lancement de nou-

veaux procédés innovants dans la chimie ou la métallurgie, mettant en œuvre des composés trop toxiques pour admettre la présence humaine mais dont s'accommoderont parfaitement des robots « intelligents » pilotés à distance ? Au niveau de l'aide à la personne, se limitera-t-elle aux établissements d'accueil ou bien connaîtra-t-elle un développement plus large permettant le maintien à domicile de personnes dépendantes ?

On le voit, les futurs sont incertains. Les possibilités sont immenses : les développements techniques, les ressources en matières premières et les capacités à les recycler, mais aussi le niveau d'acceptabilité auprès des utilisateurs et bien d'autres facteurs constitueront autant d'éléments qui influenceront sur

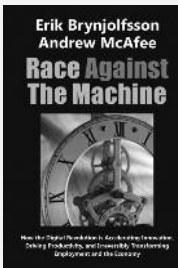
la pénétration des RAP dans notre société.

Quoi qu'il en soit, une large diffusion des RAP dans le monde du travail aura des conséquences lourdes. Pour prévenir les risques, il sera donc nécessaire de former les « préventeurs ⁴ » à la fois à évaluer le risque machine (compétences en mécanique, en automatisme, etc.) et à identifier les conséquences pour l'homme de l'usage de la machine (compétences en ergonomie, physiologie, psychologie, etc.). La création d'un nouveau métier, le préventeur « rapologue », semble être la meilleure réponse apportée au défi posé par les risques liés à l'utilisation des RAP, pour que l'homme reste bien au centre de toutes les préoccupations. ■

4. Terme utilisé notamment à l'INRS pour désigner les personnes en charge de la prévention de la santé et de la sécurité au travail dans les organisations (NDLR).

L'EMPLOI À L'ÉPREUVE DU PROGRÈS TECHNOLOGIQUE : LECTURES RÉCENTES

► BRYNJOLFSSON Erik et McAfee Andrew, *Race Against the Machine: How the Digital Revolution is Accelerating Innovation, Driving Productivity, and Irreversibly Transforming Employment and the Economy*, Lexington : Digital Frontier Press, 2011, 92 p.



Ce bref ouvrage, écrit par deux professeurs de la Sloan School of Management du MIT (Massachusetts Institute of Technology), aborde un sujet difficile et d'actualité : l'incidence future des technologies numériques sur l'emploi.

Le premier des quatre chapitres du livre introduit le débat sur le rôle des technologies de l'information dans l'économie aux États-Unis, pays qui a perdu 17 millions d'emplois entre 2007 et 2009, et où en 2011, alors que la récession semblait terminée, le taux de chômage était de 9,1 %, les créations d'emplois ne permettant pas de faire chuter le chômage. Les auteurs font un second constat :

le revenu médian des ménages américains a diminué entre 1999 et 2009. Plusieurs facteurs expliqueraient cette situation de l'emploi : les États-Unis n'innoveraient plus assez pour augmenter la productivité et, faute de dynamisme technologique, ils subiraient une concurrence croissante des pays émergents comme la Chine et l'Inde.

En contradiction avec cette thèse du retard technique, les auteurs avancent toutefois une autre hypothèse : le progrès technique — notamment les technologies du numérique, la robotique et l'automatique —, en augmentant la productivité dans un nombre croissant de secteurs, aurait un impact négatif sur l'emploi : plus d'emplois seraient détruits qu'il n'en serait créés. S'ils ne tranchent pas immédiatement le débat, ils soulignent que l'impact des nouvelles techniques est aussi organisationnel : elles transforment l'organisation des entreprises.

Le deuxième chapitre analyse plus précisément ce phénomène. L'ordinateur est devenu en quelque sorte une machine « universelle » qui commande de larges pans de la technique, et ses progrès ainsi que ceux des algorithmes sont continus. Le traitement d'un nombre considérable de données accroît les performances des robots et permet d'envisager l'autonomisation complète de la conduite d'une automobile (expérimentée par Google) ¹. Toutefois, l'avènement de l'ordinateur universel n'est probablement pas pour demain, certaines tâches étant difficilement automatisables, en dépit des affirmations optimistes de certains technologues ; il est ainsi très difficile de remplacer l'homme dans des situations complexes où il faut interpréter, par exemple, des sentiments et des émotions avant de prendre une décision.

Les progrès du numérique auront sans aucun doute une incidence sur un nombre croissant de métiers, mais la technologie conduira-t-elle pour autant l'économie à détruire des emplois ? C'est la question cruciale qui est posée dans le troisième chapitre. Les statistiques sur la croissance de la productivité aux États-Unis montrent que celle-ci a été plus élevée sur la période 1999-2009 (2,5 % en moyenne annuelle) que pendant les décennies précédentes (1,6 % et 2,1 %

1. Sur ce sujet, voir aussi l'encadré en page 8 de ce numéro.

respectivement sur 1980-1989 et 1990-1999) ; les auteurs attribuent cette remontée à l'impact des technologies de l'information, même si les statistiques ont du mal à le prendre en compte.

Si depuis l'an 2000 l'économie américaine a peu créé d'emplois, cette situation s'expliquerait par les changements structurels dans l'économie induits par le progrès technique : un nombre important de travailleurs perdent « la course contre la machine » car les entreprises ont intérêt à automatiser certaines tâches au lieu de recruter du personnel, amorçant ainsi une spirale de chômage technologique. Les travailleurs à haute qualification semblent épargnés par ce phénomène (leurs salaires explosant parfois) qui a d'abord touché, dans la seconde moitié du XX^e siècle, les emplois les moins qualifiés dans l'industrie, où l'on a pu automatiser et robotiser des tâches simples, mais qui aujourd'hui affecte de nombreuses professions et des personnels de qualification moyenne (employés de bureau notamment), tandis que les professions qui gardent un caractère artisanal (coiffure, jardinage, etc.) et où la relation avec le public est importante y échappent. Ce phénomène est amplifié par la modification souvent profonde de l'organisation du travail des entreprises provoquée par les techniques numériques.

Dans ce nouveau contexte technologique, que faut-il faire ? La supériorité de l'homme sur la machine reste incontestée dans les métiers où il faut faire preuve d'un minimum de créativité, il est donc nécessaire de trouver des formes d'organisation des professions et des entreprises qui permettent à l'innovation de créer de la valeur ajoutée via des emplois qualifiés, les nouveaux services développés avec Internet sont des bons exemples car ils ont créé des emplois en combinant des compétences complémentaires. Le capital humain et l'augmentation du niveau de formation de la main-d'œuvre sont donc une priorité alors que l'on constate une baisse du niveau d'éducation aux États-Unis. Dans le quatrième chapitre, les auteurs proposent une vingtaine de recommandations qui vont dans ce sens : investissements dans l'éducation et la recherche, les infrastructures de télécommunication et de transport, réduction des subventions aux services financiers, etc.

Les auteurs concluent sur une note optimiste. Nos sociétés sont parvenues à une nouvelle frontière, celle des techniques numériques, qui débouchent sur de nouveaux horizons. Leur montée en puissance a coïncidé avec la crise économique qui a mis au premier plan la question de l'emploi à laquelle cette « nouvelle révolution industrielle » nous oblige à apporter des réponses.

Cet ouvrage à la lecture facile fourmille d'exemples et d'anecdotes, a le mérite de poser en termes simples une question fondamentale : les techniques dérivées de l'informatique vont-elles être un facteur de chômage ? Les auteurs fondent l'essentiel de leur argumentation sur le lien qui existerait entre l'augmentation de la productivité aux États-Unis et les innovations dans le numérique qui ouvriraient la voie à une nouvelle économie, mais on observera qu'ils ne prennent en compte ni la probable montée en puissance de la robotique de service qui peut avoir un impact dans l'économie des services, ni la possibilité de créer des emplois techniques dans la nouvelle robotique. Leur analyse est essentiellement fondée sur le lien entre la croissance récente de la productivité et la faiblesse des créations d'emplois aux États-Unis depuis le début de la crise, même si la situation semble s'être améliorée en 2013. Il n'est pourtant pas certain que la technologie suffise à expliquer le phénomène. Le lien entre l'innovation et l'emploi est un terrain sur lequel les économistes s'aventurent peu, et si ce livre a le mérite de contribuer à ouvrir un débat, il n'y apporte pas pour autant de réponse définitive.

► **FREY Carl Benedikt et OSBORNE Michael A.**, *The Future of Employment: How Susceptible Are Jobs to Computerisation?*, Oxford : université d'Oxford, (Oxford Martin Programme on the Impacts of Future Technology), septembre 2013, 72 p. URL : http://www.oxfordmartin.ox.ac.uk/downloads/academic/The_Future_of_Employment.pdf. Consulté le 23 janvier 2014.

La thèse exposée dans *Race Against the Machine* semble confortée par les travaux récents d'une équipe de l'université d'Oxford. Ces chercheurs ont examiné l'impact potentiel de l'automatisation et de l'utilisation à grande échelle de l'informatique sur les emplois aux États-Unis. À partir d'une base de données du département américain du Travail, ils ont déterminé la probabilité d'informatisation de 702 types d'emplois aux États-Unis (ils ont évalué pour chacun d'entre eux les fonctions qui pouvaient être remplacées partiellement ou totalement par l'utilisation d'ordinateurs ou de robots). Il apparaît ainsi que 42 % du total des emplois courent un risque élevé d'être automatisés et donc supprimés dans les 10 à 20 ans à venir.

Selon le modèle statistique qu'ils ont utilisé, une première vague d'automatisation toucherait les métiers de la logistique, des transports (avec la conduite automatique de véhicules), de l'administration (les emplois de bureau supposant un traitement numérique à haute dose de données), des services (avec une généralisation des robots de service). Une seconde vague pourrait toucher les emplois « intellectuels », où le traitement des données est essentiel, mais sans doute avec une bien moindre ampleur. En revanche, les emplois où le contact avec le public est capital, ou faisant appel à la créativité, seraient probablement épargnés.

► La vision pessimiste des auteurs de *Race Against the Machine* est fortement contestée par d'autres auteurs. C'est l'opinion exprimée, en particulier, par Ben Miller et Robert D. Atkinson dans un rapport : *Are Robots Taking Our Jobs, or Making Them?* publié par l'ITIF². Ceux-ci estiment que les « néoluddites³ » ont une vision faussée de la relation entre l'augmentation de la productivité et celle du chômage aux États-Unis. Selon eux, sur une longue période (du début des années 1950 jusqu'en 2008), les périodes de forte croissance de la productivité aux États-Unis ont été accompagnées d'une forte croissance de l'emploi. Qui plus est, avancent-ils, l'automatisation des emplois en augmentant la productivité génère des économies, une hausse de certains salaires et donc du pouvoir d'achat, avec de nouveaux besoins suscitant des créations d'emplois, notamment dans les services. De la même manière, la fabrication de nouveaux robots, si elle ne remplace pas tous les emplois supprimés par l'automatisation, suscitera de nouveaux métiers. Ces auteurs reconnaissent que l'économie américaine a supprimé des emplois mais, selon eux, c'est sans doute la perte de compétitivité de l'industrie américaine vis-à-vis des pays émergents qui en est la première responsable. On retrouve là un débat d'actualité en France.

Un livre comme *Race Against the Machine* et les travaux tels ceux des chercheurs d'Oxford posent la question redoutable, mais ancienne, de l'impact futur du progrès technique sur l'avenir des qualifications et de l'emploi. Les « néoluddites » n'ont peut-être pas raison, mais ils ouvrent un nouveau champ d'investigation à la prospective.

Pierre Papon, *Futuribles*

2. Washington, D.C. : ITIF (Information Technology and Innovation Foundation), septembre 2013, 36 p. URL : <http://www2.itif.org/2013-are-robots-taking-jobs.pdf>. Consulté le 23 janvier 2014.

3. Du nom des ouvriers qui, au début de l'industrialisation, détruisaient les machines industrielles pour protester contre l'arrivée de ces nouveaux outils de travail (NDLR).

Augmenter les capacités humaines

ÉTAT DES LIEUX ET PERSPECTIVES TECHNOLOGIQUES

PAR PIERRE-YVES CUSSET ¹

Dans le dernier numéro de Futuribles de l'année 2013, Jean-Michel Besnier analysait l'idéologie des transhumanistes et les différentes visions du « posthumain » que ceux-ci tendaient à promouvoir ; Adrien Marck et ses coauteurs posaient, dans un autre article, la question d'éventuelles limites à l'humanité, en termes de ressources mais aussi en termes de performances physiques. L'humain est-il donc voué à stagner ou va-t-il « muter » sous l'effet d'innovations technologiques toujours plus pointues ?

Comme le montre ici Pierre-Yves Cusset, l'augmentation des capacités humaines est un vieux rêve qui, pour partie, se réalise au fil du temps et des avancées dans divers domaines scientifiques, mais qui, dans le contexte des accélérations survenues en matière technologique et de la convergence croissante entre les nanotechnologies, les biotechnologies, l'informatique et les sciences cognitives (NBIC), suscite des débats éthiques majeurs, y compris dans la communauté scientifique. Où en est-on ? Quelles sont les technologies d'amélioration des capacités physiques et cognitives déjà utilisées pour réparer ou développer les capacités humaines ? Quelles sont celles à l'étude ? Quelles perspectives ouvrent-elles et quels risques (environnementaux, sanitaires, sociaux...) portent-elles en germe ? Telles sont les questions traitées dans cet article qui souligne un certain nombre d'enjeux éthiques et philosophiques à ne pas oublier avant de s'engager dans une telle course à la performance. S.D. ■

1. Sociologue, chargé de mission du Commissariat général à la stratégie et à la prospective (CGSP), département Questions sociales. Cet article est issu de la *Note d'analyse* du Centre d'analyse stratégique (devenu CGSP), n° 310, décembre 2012, « Les technologies d'amélioration des capacités humaines ». L'auteur remercie Jean-Michel Besnier, Élyette Lévy-Heisbourg, Philippe Marlière, Jean-Luc Pujol et Jean-Claude Weil.

Le désir de pouvoir un jour dépasser ses limites biologiques ou de s'élever au-dessus de sa condition de simple mortel est sans doute presque aussi vieux que l'humanité. Les progrès de la science et de la technologie, notamment dans les domaines des nanotechnologies, des biotechnologies, de l'informatique et des sciences cognitives (dont les interactions sont désormais désignées par le sigle NBIC), font penser à certains que des améliorations significatives des performances humaines — physiques ou cognitives — pourraient être à notre portée dans un avenir assez proche. De fait, plusieurs découvertes dans la recherche remettent en cause les frontières qui existent entre le naturel et l'artificiel, le normal et le pathologique ou encore le soin et l'amélioration.

Cette perspective suscite des réactions très contrastées, tant chez certains « profanes » qu'au sein de la communauté scientifique, réactions qui vont de l'effroi à l'enthousiasme, en passant par l'anxiété ou le plus grand scepticisme.

Après une rapide présentation des avancées scientifiques et technologiques qui pourraient conduire au développement de nouvelles techniques d'amélioration des performances humaines, cet article présente les débats que ces hypothétiques technologies soulèvent sous un triple prisme sanitaire, social et éthique.

Augmenter les capacités de l'homme : le retour d'un vieux rêve

Nous sommes déjà, dans un sens large, des êtres humains aux capacités augmentées : nous portons des vêtements qui nous protègent du froid, nous utilisons des moyens de transport qui nous permettent de nous déplacer plus loin et plus vite, nous créons des ordinateurs qui accroissent nos capacités de traitement et de stockage de plus en plus d'informations, etc. Mais ce dont il est question ici est un peu différent puisqu'on s'intéresse à une augmentation de nos capacités qui passerait par une action directe sur notre corps.

Le STOA (Science and Technology Options Assessment) du Parlement européen a publié en 2009 une étude sur le sujet, dans laquelle l'amélioration humaine est définie comme « toute modification visant à améliorer la performance humaine, et permise par des interventions sur le corps humain fondées sur des principes scientifiques et technologiques ² ». Ces modifications peuvent être temporaires ou durables, voire définitives ; elles peuvent concerner des individus particuliers ou bien, en cas d'intervention sur le génome, l'ensemble de l'espèce humaine ; elles peuvent viser l'augmentation de capacités humaines (par exemple, courir plus vite) ou bien l'acquisition de capacités non humaines (vision nocturne, perception des ultrasons, vol, etc.).

2. COENEN Christopher *et alii*, *Human Enhancement*, Bruxelles : Parlement européen (Science and Technology Options Assessment, STOA), 2009.

L'émergence de la controverse internationale

La controverse internationale sur ces technologies d'amélioration a vraiment débuté en 2002, avec la publication du rapport *Converging Technologies for Improving Human Performance*³, commandé par la National Science Foundation (NSF) et le département du Commerce des États-Unis. Ce rapport, principalement destiné à dresser un panorama de l'état d'avancement des technologies NBIC et de leurs possibles interactions, a beaucoup fait parler de lui, notamment parce qu'il envisage ouvertement l'amélioration des capacités physiques et intellectuelles de l'être humain comme un but légitime de la recherche.

En réponse à cette publication, la Commission européenne a constitué son propre groupe d'experts sur les technologies convergentes, dont le rapport final a été publié en 2004⁴. Ce rapport insiste beaucoup plus que le rapport américain sur la nécessité d'un encadrement éthique du développement des technologies NBIC. Plutôt qu'une ingénierie du corps et du cerveau, les experts réunis par la Commission européenne défendent l'idée d'une ingénierie **pour** le corps et **pour** le cerveau humain. Ils dénoncent en particulier le risque que les hommes délèguent une part de plus en plus importante de leur liberté et de leurs responsabilités à un monde mécanique qui agit pour eux. Le contexte européen est en tout état de cause marqué par une méfiance bien plus grande du public vis-à-vis des développements récents de la recherche, et la crainte que la mise en avant d'applications non consensuelles ne vienne un peu plus alimenter cette méfiance et remette en cause le financement de la recherche dans des technologies NBIC qui ont pourtant bien d'autres applications.

Mais les questions suscitées par les technologies d'amélioration des capacités humaines ne sont pas cantonnées au cercle des experts. La sophistication croissante des techniques de dopage employées par certains sportifs, l'apparition de prothèses de jambe qui paraissent apporter un « avantage » aux coureurs amputés sur les coureurs valides (affaire Oscar Pistorius) ou bien la pratique de plus en plus fréquente de détournement de certains médicaments, ont contribué à mettre ces questions en débat dans le grand public.

Le corps, un outil potentiellement améliorable

Un certain nombre de faits et de tendances indiquent que si des technologies d'amélioration des capacités physiques ou cognitives étaient développées, elles rencontreraient une demande relativement importante dans la population.

Le corps semble de plus en plus conçu comme un outil améliorable. Par le sport tout d'abord, dont la pratique pour des considérations esthétiques

3. ROCO Mihaïl C. et BAINBRIDGE William S., *Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, Arlington : NSF (National Science Foundation), 2002.

4. NORDMANN Alfred, *Converging Technologies: Shaping the Future of European Societies*, Bruxelles : Commission européenne, 2004.

MÉDICAMENTS : LA TENTATION DU DÉTOURNEMENT

Selon une étude de 2005¹, 7 % des étudiants des universités américaines auraient déjà consommé des psychostimulants pour favoriser leur concentration ou leurs performances cognitives. Dans certaines universités, cette proportion atteindrait 25 %.

Dans un sondage publié par la revue *Nature* en janvier 2008 (couvrant 60 pays), un répondant sur cinq affirmait avoir déjà consommé des médicaments pour des raisons non médicales afin de stimuler sa concentration ou sa mémoire. Quatre sur cinq estimaient que des adultes devaient pouvoir décider

librement d'utiliser ces substances, et un sur trois affirmait qu'il se sentirait poussé à les administrer à ses propres enfants si d'autres enfants à l'école en consommaient².

Une étude sur le dopage sur le lieu de travail, réalisée en 2009 en Allemagne par la Deutsche Angestellten Krankenkasse (DAK)³, révélait que 5 % des 3 000 personnes interrogées déclaraient avoir déjà pris des médicaments sans prescription médicale pour améliorer leurs performances cognitives, dont 2 % régulièrement.

P.-Y.C.

1. McCABE Sean Esteban *et alii*, « Non-medical Use of Prescription Stimulants Among US College Students: Prevalence and Correlates from a National Survey », *Addiction*, vol. 99, 2005, p. 96-106.

2. MAHER Brendan, « Poll Results: Look Who's Doping », *Nature*, n° 452, 2008, p. 674-675.

3. *Gesundheitsreport 2009. Analyse der Arbeitsunfähigkeitsdaten. Schwerpunktthema Doping am Arbeitsplatz*, Hambourg : DAK Forschung, 2009.

est de plus en plus courante. Par la médecine et la chirurgie esthétique ensuite, dont le chiffre d'affaires mondial était estimé par la profession à 3,5 milliards d'euros en 2010, avec une prévision de progression annuelle de plus de 10 % dans les prochaines années⁵.

Mais c'est sans doute dans le domaine des performances cognitives que la demande pourrait être la plus forte, étant donné le poids de la réussite scolaire et universitaire sur le déroulement des carrières, et la part croissante des métiers qui sollicitent des compétences cognitives. Ainsi, aux États-Unis, la Ritaline, médicament utilisé dans le traitement des désordres de l'attention et de l'hyperactivité, semble déjà faire l'objet d'un détournement massif, notamment dans le milieu étudiant, car il permet d'augmenter la concentration, de même que d'autres psychostimulants utilisés dans le traitement des troubles du déficit de l'attention ou de la narcolepsie (comme le Modafinil).

Une capacité croissante à manipuler la matière et le vivant

Si le débat sur l'amélioration artificielle des performances humaines émerge aujourd'hui, c'est en grande partie parce que la connaissance du vivant et la

5. Données IMCAS (International Master Course on Aging Skin), site Internet <http://www.imcas.com/fr>.

capacité de l'homme à le manipuler ont beaucoup progressé, de même qu'a augmenté sa capacité à intervenir sur la matière à des échelles de plus en plus petites. Il n'est donc pas étonnant que soit posée la question des applications sur l'homme de ces avancées scientifiques et technologiques.

Selon les auteurs du rapport commandé par la NSF, la convergence NBIC constitue une véritable révolution. L'exploration des objets à l'échelle du nanomètre (un milliardième de mètre) nous révèle en effet des principes d'organisation semblables qui rendent moins nettes les différences que l'on constate à notre échelle entre objets organiques et inorganiques, animés et inanimés. Dès lors, la possibilité d'intervenir, et non plus seulement d'observer, à cette échelle ouvre des perspectives nouvelles en termes de création de nouveaux matériaux et d'ingénierie du vivant.

En particulier, l'apport de la bio-informatique à la biotechnologie a rendu possible l'émergence de la biologie synthétique, discipline qui vise au « *design* intentionnel de systèmes biologiques artificiels ». Avec celle-ci, on ne considère plus la cellule et son patrimoine génétique comme une entité vivante mais comme une librairie de fonctions que l'on peut réorganiser selon les finalités souhaitées. Dans le cadre des biotechnologies classiques, les méthodes restent artisanales : on extrait un gène spécifique du patrimoine génétique d'un organisme naturel et on le transfère dans un autre organisme, qui peut produire la protéine associée à ce gène avec une vitesse et un rendement supérieurs. Par contraste, la biologie synthétique vise non seulement la synthèse directe d'un gène par des techniques chimiques ou de génie génétique, mais aussi l'utilisation de l'informatique ou de l'automatique pour concevoir de façon rationnelle de nouveaux systèmes biologiques.

Une communauté scientifique s'est en particulier constituée, avec la volonté d'introduire un véritable état d'esprit d'ingénieur au sein de la biologie, via la standardisation et la modularisation de pièces de construction biologiques — *bioparts* ou *biobricks* — censées pouvoir s'assembler les unes avec les autres à la manière de briques de Lego®. À cette approche qualifiée parfois de *bottom-up*, dans la mesure où l'on cherche progressivement à construire des artefacts vivants de plus en plus complexes à partir d'éléments artificiels très simples, s'ajoute une approche dite *top-down*, où il s'agit de modifier un système biologique naturel pour obtenir un système plus simple, plus facile à comprendre et à manipuler (projet de génome minimal ⁶).

Aujourd'hui, la création d'artefacts vivants n'est possible qu'avec du matériel génétique dérivé des bactéries, c'est-à-dire à un niveau de complexité relativement limité. Néanmoins, la convergence NBIC laisse penser que les possibilités de manipulation de la matière, inerte ou vivante, pourraient considérablement progresser dans les années qui viennent.

6. Voir par exemple les travaux de l'institut Craig Venter aux États-Unis, qui est parvenu à créer un génome de bactérie totalement synthétique de plus d'un million de paires de bases (contre trois milliards de paires dans le génome humain).

Les technologies d'amélioration des capacités physiques et cognitives

L'amélioration des performances physiques

Même si la convergence NBIC laisse apparaître des capacités nouvelles de manipuler la matière, y compris vivante, les principales applications des nouvelles technologies concernent aujourd'hui la réparation du corps humain, non son amélioration.

Dans le domaine des prothèses internes par exemple (prothèses de hanche, valves cardiaques, etc.), on développe de nouveaux matériaux plus durables et mieux acceptés par l'organisme, tels des matériaux hybrides qui intègrent des composés vivants ou bioactifs. Les prothèses de membres ont également beaucoup progressé : leurs qualités mécaniques se sont améliorées et elles peuvent être dotées de capteurs permettant à l'individu de retrouver une forme de sensibilité. Le développement des interfaces cerveau-machine laisse également entrevoir un contrôle plus aisé et naturel de prothèses motorisées (ou d'exosquelettes ⁷) par le patient. Enfin, la qualité des implants s'est aussi beaucoup améliorée, par exemple dans le domaine auditif.

Dans le domaine de la médecine régénérative, où il s'agit de stimuler ou d'imiter la capacité naturelle du corps à réparer des tissus endommagés, les thérapies les plus avancées sont la thérapie cellulaire, l'ingénierie tissulaire et la thérapie génique :

— Dans le cas de la thérapie cellulaire, il s'agit de transférer des cellules vivantes chez un patient pour prévenir, traiter ou atténuer une maladie. Les limites de ce type de thérapie sont encore importantes : nombre et espérance de vie des cellules transplantées souvent limités, risques de contamination par des micro-organismes, impossibilité de standardiser la production des cellules, risque d'apparition de tumeurs.

— L'ingénierie tissulaire, quant à elle, désigne la régénération, *in vivo* ou *in vitro*, de tissus biologiques grâce à l'utilisation de cellules, avec l'aide de structures ou de biomolécules qui servent de châssis. Les cellules proviennent souvent du patient lui-même. Aujourd'hui, les tissus conçus de façon artificielle ne sont pas encore aussi performants que les tissus naturels qu'ils remplacent : ils comportent une diversité plus faible de types de cellules, ne sont pas ou sont peu vascularisés et n'ont qu'une structure tridimensionnelle simple.

— La thérapie génique consiste à remplacer dans des cellules un gène déficient par un gène sain, ou bien à modifier l'expression du ou des gènes délétères impliqués dans une pathologie. La recherche actuelle se concentre sur

7. Voir par exemple l'exosquelette HAL (Hybrid Assistive Limb) commercialisé par la société Cyberdyne : <http://www.cyberdyne.jp/english/index.html>.

la thérapie génique somatique : la modification génétique n'est introduite que dans les cellules somatiques du patient, c'est-à-dire qui ne sont pas à l'origine des cellules reproductrices. Les mutations introduites par ce type de thérapie ne seront donc pas transmises à l'éventuelle descendance du patient. La mise au point de thérapies géniques efficaces se heurte elle aussi à de nombreuses difficultés, plusieurs échecs ayant, ces dernières années, ralenti la recherche et refroidi l'enthousiasme initial. Aujourd'hui, la thérapie génique est plutôt considérée comme une stratégie de niche.

Ces nouvelles technologies ne visent pas l'amélioration des performances physiques de l'être humain : elles ont été mises au point dans une intention thérapeutique. Les cas de détournement à des fins de dopage sportif n'en demeurent pas moins anciens et fréquents — stéroïdes anabolisants, hormones de croissance, EPO (érythropoïétine) synthétique, etc. —, avec dans tous les cas des risques importants pour la santé des sportifs.

La possibilité d'un détournement de la thérapie génique dans un but de dopage est prise au sérieux depuis une dizaine d'années. S'il est aujourd'hui peu probable que les techniques du transfert de gènes soient utilisées, car elles sont encore très risquées et très compliquées à mettre en œuvre⁸, en revanche, d'autres techniques, visant à activer ou inhiber l'expression de gènes présents dans l'organisme, pourraient plus facilement être détournées.

Le ralentissement du vieillissement

Selon certains gérontologues, le vieillissement doit être considéré comme une maladie comme les autres, aux causes certes multiples mais pouvant chacune faire l'objet d'une stratégie de guérison. Ainsi Aubrey de Grey⁹ propose-t-il de mettre au point une stratégie globale de « sénescence négligeable¹⁰ », capable de ralentir au maximum le vieillissement. Sans le rejoindre sur les perspectives d'une quasi-immortalité, on constate néanmoins que les mécanismes du vieillissement sont effectivement de mieux en mieux compris.

Ces mécanismes sont multiples et sous l'influence de facteurs externes (agressions chimiques, rayons ultraviolets et autres radiations) et internes. Le plus fondamental d'entre eux semble être lié à un phénomène d'oxydation. Chaque cellule contient en effet quelques centaines à quelques milliers d'organites qui produisent l'énergie nécessaire à son fonctionnement. Au cours de ce processus, des molécules d'oxygène peuvent être transfor-

8. Voir le compte rendu du symposium de Saint-Petersbourg sur le dopage génétique des 10-11 juin 2008 dans *Franc Jeu*, n° 3, 2008, p. 19-24. URL : http://www.wada-ama.org/Documents/Resources/Publications/PlayTrue_Magazine/PlayTrue_2008_3_Leveling_the_Playing_Field_FR.pdf. Consulté le 19 décembre 2013.

9. Pour un portrait divertissant et une présentation de ses analyses, voir WEINER Jonathan, *Long for this World: The Strange Science of Immortality*, New York : HarperCollins, 2010.

10. Voir le site de la fondation SENS (Strategies for Engineered Negligible Senescence) dont il est l'un des fondateurs : <http://www.sens.org>.

mées en radicaux libres au fort pouvoir oxydant qui endommagent notre machinerie cellulaire. Certes, nous possédons déjà de nombreux mécanismes de réparation et de nettoyage au sein de nos cellules. Mais les organites qui en ont la charge subissent eux aussi le phénomène d'oxydation.

Ainsi, selon certains biologistes, les problèmes fonctionnels dans la majorité des cellules — caractéristiques du vieillissement — sont vraisemblablement dus avant tout à la dégradation de la qualité des protéines et non aux mutations dans les gènes qui les codent¹¹. De fait, le déclin du fonctionnement cellulaire et la mort cellulaire sont parfaitement corrélés avec l'oxydation des protéines mais pas avec les dégâts sur l'ADN. L'accumulation des dysfonctionnements cellulaires serait ainsi la conséquence du mauvais fonctionnement des protéines, en particulier de celles qui sont impliquées dans la réparation et la maintenance moléculaire, et qui sont toutes sujettes à l'oxydation.

Des chercheurs étudient déjà certains « êtres robustes » particulièrement résistants : des bactéries disposant d'un système de réparation de l'ADN très performant leur permettant de résister à des radiations extrêmement violentes, ou des êtres plus évolués, pluricellulaires, remarquables pour leur résistance aux radiations, aux produits toxiques ou à la déshydratation. L'existence de ces êtres vivants étonnants suggère que de nouveaux mécanismes de lutte contre les dégâts oxydatifs peuvent être découverts.

L'amélioration des performances cognitives

La convergence NBIC laisse aussi entrevoir des possibilités nouvelles en termes de connaissance du cerveau. Ainsi, l'un des coauteurs du rapport produit pour la NSF envisage la possibilité qu'un jour les scientifiques soient capables de totalement comprendre et décrire les processus biochimiques et neuroélectriques associés à nos raisonnements, à nos intentions, à nos sentiments, à nos croyances, et de traduire cette connaissance en termes de processus formalisés¹². Cette connaissance pourrait à son tour permettre la mise au point de technologies de stimulation et d'amélioration des performances cognitives, que ce soit au moyen de produits pharmaceutiques, de modifications génétiques ou de dispositifs techniques tels que des implants ou des prothèses neurales. Certains¹³ imaginent même que l'on puisse un jour numériser le contenu d'un cerveau humain et le télécharger dans un ordinateur, ce dernier étant capable ensuite de simuler son fonctionnement. L'esprit d'une personne pourrait alors continuer à vivre sans son corps physique.

11. RADMAN Miroslav, avec CARTON Daniel, *Au-delà de nos limites biologiques*, Paris : Plon, 2011.

12. BAINBRIDGE William S., « Survey of NBIC Applications », in Mihail C. Roco et William S. BAINBRIDGE (sous la dir. de), *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations: Converging Technologies in Society*, Dordrecht : Springer, 2006, p. 337-345.

13. Voir, par exemple, KURZWEIL Ray, « Live Forever: Uploading The Human Brain... Closer Than You Think », 2 février 2000, publié le 7 avril 2001 sur le site de l'auteur. URL : <http://www.kurzweilai.net/live-forever-uploading-the-human-braincloser-than-you-think>. Consulté le 19 décembre 2013.

Selon d'autres experts mobilisés par la Commission européenne¹⁴ ou l'OPECST¹⁵, nous sommes encore assez loin de ces visions futuristes. Concernant le fonctionnement du cerveau, tout d'abord, on commence à comprendre assez bien les processus en jeu au niveau d'un seul neurone et au niveau d'aires cérébrales relativement importantes. Mais le fonctionnement d'ensembles qui se situent entre ces deux extrêmes est encore très peu compris. Il convient donc de développer une approche multiniveaux, qui fait encore défaut aujourd'hui. De fait, le champ des neurosciences, s'il s'est beaucoup enrichi en données, reste pauvre en théories¹⁶. C'est la raison pour laquelle certains chercheurs tentent de simuler le fonctionnement du cerveau : sous l'angle logiciel, en collectant des données sur le fonctionnement de vrais cerveaux (projet *Blue Brain* aux États-Unis) ; de façon physique, en tentant de construire une intelligence artificielle plus performante ou des superordinateurs plus puissants cherchant à imiter la nature (projet FACETS en Allemagne) ; ou encore en cherchant à étudier le cerveau à partir de neurones de culture (approche dite « *wetware* »).

À ce jour, cette meilleure connaissance du cerveau n'a pas encore donné lieu à des innovations pharmacologiques majeures en termes d'amélioration des fonctions cognitives. Outre les détournements de médicaments déjà évoqués (Ritaline, Modafinil), les amphétamines, par exemple, ne sont pas des substances nouvelles et agissent principalement sur des sujets fatigués, avec en outre des effets secondaires importants ; et s'agissant de l'amélioration de la mémoire, les recherches avancent lentement, malgré les sommes importantes investies dans la lutte contre la maladie d'Alzheimer.

Qu'en est-il d'éventuelles manipulations génétiques ? Il ne fait pas de doute que la génétique influence grandement les performances cognitives. Selon une étude portant sur 3 500 personnes, entre 40 % et 50 % des différences de quotient intellectuel constatées entre ces individus peuvent être expliquées par un modèle statistique utilisant la seule information génétique rassemblée sur ces personnes¹⁷. Mais cette influence de la génétique sur l'intelligence est largement polygénique. Chaque variation dans le génome d'un individu n'est corrélée qu'avec une part très faible des différences de performance constatées d'un individu à l'autre. Du coup, il est très peu

14. Dans le cadre du projet CONTECS. Cf. BECKERT Bernd et alii, « R&D Trends in Converging Technologies », in Daniel ANDLER et alii, *Converging Technologies and their Impact on the Social Sciences and Humanities [CONTECS]: An Analysis of Critical Issues and a Suggestion for a Future Research Agenda. Final Report*, 2008. URL : [http://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/sites/futurium/files/futurium/library/Fraunhofer_ISI_-_2008_-_Converging_Technologies_and_their_impact_on_the_Social_Sciences_and_Humanities_\(CONTECS\)_An_analysis_of_critique.pdf](http://ec.europa.eu/digital-agenda/futurium/sites/futurium/files/futurium/library/Fraunhofer_ISI_-_2008_-_Converging_Technologies_and_their_impact_on_the_Social_Sciences_and_Humanities_(CONTECS)_An_analysis_of_critique.pdf). Consulté le 19 décembre 2013.

15. CLAEYS Alain et VIALATTE Jean-Sébastien, *L'Impact et les enjeux des nouvelles technologies d'exploration et de thérapie du cerveau*, Paris : OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), mars 2012.

16. COENEN Christopher et alii, *op. cit.*

17. Voir DAVIES G. et alii, « Genome-wide Association Studies Establish that Human Intelligence Is Highly Heritable and Polygenic », *Molecular Psychiatry*, n° 16, octobre 2011, p. 996-1005.

probable que l'on puisse améliorer significativement l'intelligence d'un individu en lui transférant la mutation d'un seul gène ou même d'un nombre limité de gènes.

Du côté des dispositifs internes et externes permettant d'affecter le fonctionnement du cerveau, des techniques de « neuromodulation », invasives ou non, ont été mises au point dans un but thérapeutique. Ces techniques donnent des résultats encourageants, sans que les mécanismes en jeu soient encore bien compris ¹⁸.

La neuromodulation non invasive fait référence à des dispositifs qui modifient le fonctionnement du cerveau depuis l'extérieur du crâne : la stimulation magnétique transcrânienne (TMS), qui influence l'activité électrique du cerveau via une bobine placée à l'extérieur du crâne, a donné des résultats positifs dans le traitement de dépressions sévères et, dans une moindre mesure, de la schizophrénie. Certains imaginent que la TMS pourrait être utilisée à des fins de dopage des capacités cérébrales, en favorisant notamment la mémorisation.

La neuromodulation invasive fait référence à des techniques qui changent le fonctionnement du cerveau depuis l'intérieur du crâne via des électrodes implantées dans le cerveau. Parmi celles-ci, la stimulation cérébrale profonde peut aider à réduire les symptômes comme les tremblements, la rigidité, la raideur, les mouvements ralentis, et les problèmes de marche. Cette stimulation peut aussi traiter le tremblement essentiel, un trouble neurologique du mouvement ¹⁹. Les travaux en ce domaine ont montré, de façon décisive, qu'il était possible, par stimulation profonde, d'agir sur des comportements, des affects, des cognitions, en modulant de façon très précise de toutes petites zones au cœur du cerveau.

Des indices sérieux suggèrent que des moyens d'amélioration non thérapeutiques de plus en plus efficaces pourraient être développés dans un avenir proche

Selon le rapport du STOA ²⁰, même si la plupart des technologies d'amélioration discutées aujourd'hui sont utilisées dans un cadre thérapeutique et ne permettent pas à leurs bénéficiaires d'avoir un avantage significatif sur les humains « non améliorés », il existe des indices sérieux qui suggèrent que des moyens d'amélioration non thérapeutiques de plus en plus efficaces pourraient

être développés dans un avenir proche. De nombreux experts auditionnés par le STOA considèrent par exemple tout à fait possible que des produits pharmaceutiques non dangereux, permettant d'améliorer les performances cognitives, puissent être mis au point, en lien avec les recherches menées sur les maladies neurodégénératives liées à la vieillesse.

18. COENEN Christopher *et alii*, *op. cit.*

19. CLAEYS Alain et VIALATTE Jean-Sébastien, *op. cit.*

20. COENEN Christopher *et alii*, *op. cit.*

L'amélioration des capacités humaines : une perspective qui inquiète

Pour juger du caractère désirable ou non du développement des technologies d'amélioration de l'être humain, il est nécessaire d'aborder au minimum trois grandes questions : celle de leur impact environnemental et sanitaire ²¹ ; celle de la manière dont ces technologies pourraient bouleverser le fonctionnement de nos sociétés ; celle de leur légitimité morale.

Risques environnementaux et sanitaires

La plupart des médicaments détournés aujourd'hui aux fins de dopage physique ou cognitif présentent des risques connus d'addiction et / ou d'effets secondaires. Mais les techniques envisagées pour améliorer les performances humaines reposent pour nombre d'entre elles sur des technologies dont les risques à long terme ne sont pas connus. Jean-Michel Besnier ²² dénonce à ce titre l'apparition dans les milieux de la haute technologie d'un « principe de non-maîtrise ²³ », c'est-à-dire d'un mode de fonctionnement de la recherche où l'on crée d'abord des structures ou organisations complexes avant d'explorer et de se laisser surprendre par leurs propriétés.

On ignore par exemple encore largement quels peuvent être les effets sur la santé ou l'environnement de la diffusion des nanoparticules. Quant au développement d'artefacts vivants dans le cadre de la biologie de synthèse, il pose à la fois des problèmes de biosûreté et de biosécurité. La biosûreté renvoie à des risques d'infection accidentelle par des organismes dangereux et suppose de développer des dispositifs de confinement des organismes créés dans les laboratoires. La biosécurité renvoie quant à elle à des risques de prolifération et d'utilisation criminelle ou terroriste d'agents biologiques dangereux — ainsi la technique de synthèse de l'ADN est aujourd'hui de plus en plus accessible, à tel point que l'on parle parfois de biologie de garage pour désigner ce phénomène de démocratisation des biotechnologies.

C'est ce risque d'interactions inattendues des artefacts vivants avec les organismes naturels qui a conduit à développer la notion d'orthogonalité : il s'agirait de créer des systèmes vivants artificiels incapables d'interagir avec les systèmes vivants que l'on trouve dans la nature. Dans cette perspective, une équipe internationale dirigée par Philippe Marlière a, pour la première fois, réussi à concevoir une bactérie viable dans laquelle une des quatre bases de l'ADN a été remplacée par un composé analogue synthé-

21. DUPUY Jean-Pierre, « Le problème théologico-scientifique et la responsabilité de la science », *Le Débat*, n° 129, 2, mars-avril 2004.

22. BESNIER Jean-Michel, *Demain les posthumains. Le futur a-t-il encore besoin de nous ?*, Paris : Hachette Littérature, 2009 (analysé dans *Futuribles*, n° 359, janvier 2010, p. 100-102 [NDLR]).

23. Expression empruntée à Jean-Pierre Dupuy.

tique ²⁴. Cette bactérie « xénobiologique » dépend de ce composé, absent dans la nature, et ne peut donc, en principe, entrer en compétition ni échanger de matériel génétique avec les organismes sauvages.

Les défenseurs des technologies d'amélioration de l'être humain ²⁵ ne nient généralement pas l'importance de ces risques. Mais ils font valoir que les processus naturels peuvent être parfois plus dangereux que les processus artificiels. Par exemple, le bioéthicien J. Harris estime que le processus de sélection naturelle peut être nettement plus cruel que ce que peut faire l'homme et qu'il est ainsi peut-être plus dangereux de laisser les choses évoluer « naturellement » que de tenter de contrôler cette évolution ²⁶. Dans le même esprit, M. Radman ²⁷ indique que les avancées de la médecine, si elles constituent un immense progrès, ont également pour conséquence d'affaiblir le processus de sélection naturelle. Aussi, pour lui, seule une amélioration par l'homme de son propre génome par modification génétique pourra pallier, à long terme, la dégradation probable de son patrimoine génétique. Reste à savoir bien sûr si, en la matière, le remède ne risque pas d'être pire que le mal.

Risques sociaux

Les technologies d'amélioration de l'être humain présentent par ailleurs des risques pour le fonctionnement de nos sociétés. En particulier, ces technologies pourraient renforcer la tendance à l'émergence d'une société de la performance quasi eugéniste, caractérisée par une pathologisation et une médicalisation croissante des comportements. Comme l'analyse Hervé Chneiweiss ²⁸, dans cette société de la performance, il s'agit d'améliorer ses performances non pas pour être meilleur que les autres, mais simplement pour être normalement intégré à sa communauté. L'amélioration artificielle de l'homme risquerait de devenir une norme imposée directement ou indirectement par les employeurs, l'École ou le gouvernement.

En fait, ce débat sur la définition du normal et du pathologique se pose déjà dans le cadre de technologies à visée thérapeutique. Ainsi, certains malentendants s'opposent aux implants cochléaires ²⁹, estimant qu'ils seraient discriminatoires et priveraient la personne sourde d'une bonne intégration

24. MARLIÈRE Philippe *et alii*, « Chemical Evolution of a Bacterium's Genome », *Angewandte Chemie International Edition*, vol. 50, 31, 2011, p. 7109-7114.

25. Au premier rang desquels les membres du mouvement transhumaniste. Pour une présentation des arguments, voir BOSTROM Nick, *The Transhumanist FAQ: A General Introduction*, version 2.1, 2003. URL : <http://www.transhumanism.org/resources/FAQv21.pdf>. Consulté le 19 décembre 2013.

26. HARRIS John, *Enhancing Evolution: The Ethical Case for Making Better People*, Princeton : Princeton University Press, 2007.

27. RADMAN Miroslav, *op. cit.*

28. CHNEIWEISS Hervé, *L'Homme réparé. Espoirs, limites et enjeux de la médecine régénératrice*, Paris : Plon, 2012.

29. La cochlée désigne une partie de l'oreille interne.

au sein de la communauté des malentendants. Le rapport du STOA cite également le cas de deux femmes sourdes qui ont fait appel à un donneur sourd pour être sûres d'avoir un enfant sourd, et celui de deux parents atteints de nanisme qui souhaitaient bénéficier d'un diagnostic préimplantatoire pour être sûrs que leur enfant soit lui-même atteint du même handicap. Ces cas sont certes rares, mais ils tendent à montrer que les forces « homogénéisantes » rencontreront des résistances.

Un autre danger souvent évoqué est celui d'une forte croissance des inégalités, entre ceux qui pourront et ceux qui ne pourront pas avoir accès à ces technologies. À cette critique fondamentale, les partisans des technologies d'amélioration des performances humaines³⁰ opposent plusieurs arguments. Tout d'abord, ils font remarquer que les nouvelles technologies sont toujours chères au début de leur développement, mais qu'elles se démocratisent avec le temps. Par ailleurs, le phénomène qui consiste, pour les plus fortunés, à investir au maximum dans l'éducation de leur progéniture n'est pas nouveau : les plus riches offrent déjà les meilleures écoles ou bien des cours particuliers à leurs enfants. Enfin, loin d'accroître les inégalités, ces technologies pourraient au contraire les atténuer. Par exemple, il semble que les psychostimulants actuels, comme le Modafinil, tendent à agir davantage sur les personnes dont les performances cognitives sont les plus faibles³¹. Mais surtout, pour les défenseurs des technologies d'amélioration, la nature elle-même est à l'origine de grandes inégalités qu'il est parfaitement légitime de vouloir combattre à la racine.

Pour autant, et dans la mesure où il s'agirait de technologies permettant d'accroître les capacités cognitives, le fait pour les plus fortunés d'y avoir accès avant tout le monde pourrait leur garantir une avance définitive sur le reste de la population.

Un troisième risque fondamental évoqué fréquemment concerne les phénomènes de surpopulation qu'une augmentation importante de l'espérance de vie entraînerait, ainsi que les coûts de ces technologies pour les systèmes d'assurance sociale. Les partisans de l'extension de la durée de vie conviennent généralement que la surpopulation constituerait un défi majeur, mais jugent que celui-ci ne peut justifier d'abandonner les efforts visant à allonger la durée de vie car cela reviendrait à légitimer un génocide générationnel³². Concernant les coûts, ils estiment que si c'est bien la durée de vie en bonne santé que l'on augmente, toutes les maladies qui nous tuent seraient décalées dans le temps, et donc la charge financière des soins pourrait être en fait moins lourde qu'aujourd'hui.

30. BOSTROM Nick et ROACHE Rebecca, « Ethical Issues in Human Enhancement », in Jesper RYBERG, Thomas PETERSEN et Clark WOLF (sous la dir. de), *New Waves in Applied Ethics*, New York : Palgrave Macmillan, 2008, p. 120-152.

31. Voir, par exemple, MÜLLER Ulrich *et alii*, « Effects of Modafinil on Working Memory Processes in Humans », *Psychopharmacology*, vol. 177, décembre 2004, p. 161-169.

32. Parmi les solutions proposées par les transhumanistes, citons une régulation des naissances stricte imposée à ceux qui veulent bénéficier d'un allongement de la vie ou, à plus long terme, une colonisation d'autres planètes.

Interrogations éthiques et philosophiques

Du côté des interrogations éthiques, on trouve tout d'abord une critique, parfois qualifiée de « bioconservatrice », qui consiste à dénoncer une intervention illégitime de l'homme dans l'ordre de la nature. Pour les partisans des technologies d'amélioration, cette intervention est au contraire le propre de l'homme. Nous vivons déjà dans un monde artificiel, créé par et pour l'homme, et nous sommes déjà des êtres augmentés dans leurs capacités : outils et véhicules divers et variés, lunettes, etc. Il s'agit certes de dispositifs externes. Mais tel n'est pas le cas du vaccin, qui ne vise pas à soigner une maladie mais bien à nous protéger de façon préventive de virus auxquels nous sommes naturellement vulnérables.

Un autre argument, beaucoup plus souvent avancé et au cœur de la majorité des rapports émanant des comités d'éthique et de nombreuses chartes et conventions internationales ³³, concerne le principe de dignité et d'intégrité de l'homme. Par exemple, le Groupe européen d'éthique des sciences et des nouvelles technologies auprès de la Commission européenne (GEE) estime, dans son rapport sur les implants TIC ³⁴, que les applications non médicales de ces implants constituent une menace pour la dignité humaine. De même, la Charte des droits fondamentaux de l'Union européenne, adoptée en 2000, dispose dans son article 1^{er} que la dignité humaine est inviolable, et énonce dans son article 3 le principe d'inviolabilité du corps humain et d'intégrité physique et psychologique, qui exclut toute activité susceptible de compromettre tout ou partie de cette intégrité — même avec le consentement du sujet.

Les bioéthiciens favorables aux technologies d'amélioration des performances humaines reprochent au concept de dignité son caractère vague et ouvert à de nombreuses interprétations. Pourquoi un être humain artificiellement amélioré serait moins digne moralement qu'un être humain non amélioré ? Les implants violent-ils l'intégrité physique d'un individu ? Et que dire des médicaments qui agissent sur l'humeur ou la personnalité ? Certains citent ainsi le cas de patients qui, guéris de la dépression, souhaitaient à nouveau se voir prescrire leur antidépresseur parce qu'ils avaient le sentiment de n'être vraiment eux-mêmes que sous l'effet de ce médicament ³⁵.

Il est clair en tout cas que les avancées des sciences cognitives et des thérapies qui s'y rapportent remettent en cause nombre de notions que l'on pensait aller de soi : qu'est-ce qui détermine la personnalité ? Dans quelles

33. Par exemple : déclaration d'Helsinki (1964) de l'Association médicale mondiale, convention du Conseil de l'Europe sur les droits de l'homme et la biomédecine (1997), déclaration universelle de l'UNESCO (Organisation des Nations unies pour l'éducation, la science et la culture) sur le génome humain (1997).

34. RODOTÀ Stefano et CAPURRO Rafael (rapporteurs), « Aspects éthiques des implants TIC dans le corps humain », Bruxelles : avis du GEE, n° 20, 16 mars 2005.

35. KRAMER Peter D., *Listening to Prozac*, New York : Viking Press, 1993 (cité par BOSTROM Nick et ROACHE Rebecca, *op. cit.*).

situations suis-je authentique ? Quelle est la réalité du libre arbitre, de la responsabilité, de l'effort ou du mérite si mon humeur, ma personnalité, mon agressivité, ma capacité à me concentrer, ma créativité peuvent être altérées par l'ingestion d'une molécule ou la modulation d'un champ électromagnétique autour de mon cerveau ou à l'intérieur de lui ?

Quant au caractère moral ou immoral de ces technologies, il continuera sans doute longtemps à faire débat. Selon certains ³⁶, des améliorations de notre génome seraient parfaitement légitimes : elles nous rendraient moins esclaves de la maladie, et donc moins tributaires de la médecine ; elles nous rendraient également moins dépendants de nos gènes de primates, qui nous poussent à maximiser la dispersion de nos gènes ou de nos idées par la conquête des individus, des ressources, des territoires et de l'argent. Le philosophe J.-M. Besnier tient une position exactement opposée. Selon lui, les utopies posthumaines sont révélatrices d'une fatigue d'être soi ³⁷ manifeste : si l'homme doit être perfectionné, « c'est avant tout pour se montrer digne des machines qu'il a inventées et dont il a peuplé son environnement ³⁸ ». Nous serions ainsi devenus esclaves du monde technicien que nous avons créé.



Les visions les plus futuristes proposées par certains promoteurs de l'amélioration humaine restent encore très éloignées des possibilités offertes aujourd'hui par la science. Mais si des procédés capables d'améliorer significativement et sans danger les performances cognitives et / ou physiques de l'être humain relèvent toujours de l'hypothèse, celle-ci a néanmoins gagné en crédibilité. Les défis sociaux et les questions éthiques que ces technologies éventuelles poseraient sont nombreux et nécessitent qu'une réflexion collective soit menée très en amont. Celle-ci a déjà commencé dans des cercles encore relativement étroits. Elle devra se poursuivre en s'ouvrant au plus grand nombre. ■

36. RADMAN Miroslav, *op. cit.*

37. Expression empruntée à Alain Ehrenberg.

38. BESNIER Jean-Michel, *op. cit.*, p. 83.

ABONNEZ-VOUS AU NOUVEAU PACK BIBLIOGRAPHIQUE DE FUTURIBLES INTERNATIONAL

Depuis 1993, Futuribles International tient à jour une base de données bibliographiques sur les principaux travaux prospectifs repérés dans le monde : rapports, études, articles, revues, colloques... Chaque publication fait l'objet d'une fiche contenant les informations bibliographiques d'usage, des mots-clés, un compte rendu et, lorsque le document source est en accès libre, le lien URL.

En vous abonnant au Pack bibliographique, vous :

► accédez à la base de données de **Futuribles International** (plus de 6 500 références), alimentée en permanence par Futuribles et son réseau international d'experts et de *think-tanks*, et profitez d'une **interface de recherche par mots-clés, auteur, date de publication...**



► recevez chaque mois le **bulletin électronique Bibliographie prospective** (11 numéros par an et accès à toutes les archives depuis 2003), qui analyse les principales publications et des événements à caractère prospectif repérés dans de nombreux pays.



BULLETIN D'ABONNEMENT

À photocopier et retourner à Benjamin Privey, 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 bprivey@futuribles.com

Nom - Prénom

Organisation Adresse

..... Code postal - Ville - Pays

E-mail

Je m'abonne pour un an au **Pack bibliographique** au tarif de 250 euros (tous pays ; TVA incluse, 20 % ; 1 à 10 utilisateurs*) et règle :

- par chèque bancaire ci-joint au reçu d'une facture
- par carte bancaire Visa American Express
- N° Exp. Cryptogramme
- par virement bancaire : Banque Neuflyze OBC, F-75410 Paris cedex 08
IBAN FR76 3078 8001 0710 2020 4120 024 • BIC NSMBFRPPXXX

Date Signature

*Au-delà de 10 utilisateurs, sur devis.

Publicité : le choc Internet-mobile

PAR ANDRÉ-YVES PORTNOFF ¹

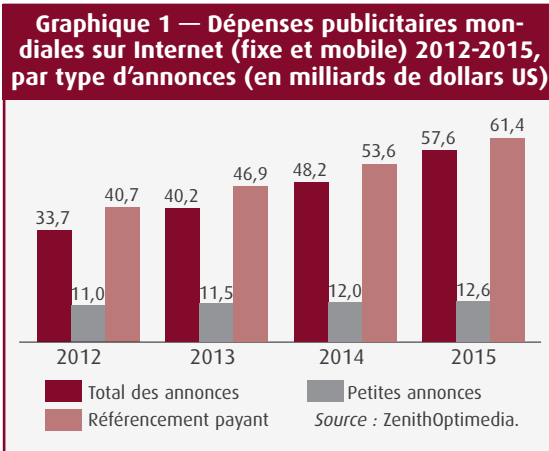
Frapnée elle aussi par la crise économique qui sévit depuis 2008, la publicité a connu, à l'échelle mondiale, un ralentissement de sa croissance économique, mais semble retrouver quelques couleurs depuis deux ans. Toutefois, le marché a évolué et les investissements publicitaires mondiaux se portent désormais de plus en plus sur les nouveaux médias, Internet fixe et — de plus en plus — mobile. Ce secteur de la publicité en ligne sur les terminaux mobiles (téléphones, tablettes...) est en plein essor aux États-Unis, comme le montre ici André-Yves Portnoff, et a de grosses marges de progression en Europe, et en particulier en France. Encore faudra-t-il que les annonceurs sachent d'une part tenir compte des attentes et réticences des internautes, et d'autre part prendre quelques risques pour se positionner sur ce secteur, notamment en France, et faire en sorte de développer de nouveaux modèles jouant les interférences et complémentarités entre médias. S.D. ■

Les investissements publicitaires mondiaux ont retrouvé le chemin de la croissance en 2013 avec + 3,5 % et gagneraient 5,1 % en 2014, 5,9 % en 2015, notamment dans

la zone euro, selon les évaluations faites en septembre dernier par l'agence du groupe Publicis Zenith-Optimedia ². Mais cette évolution globalement positive résulte d'un

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 la revue *Futuribles*. Ce texte est une version mise à jour de la note de veille Vigie publiée sur le site Internet de Futuribles International, le 9 décembre 2013. URL : <http://www.futuribles.com/fr/base/article/perspectives-de-la-publicite-sur-mobiles/>. Consulté le 23 janvier 2014.

2. « Adspend Forecasts - Juin 2013 » et « Executive summary: Advertising Expenditure Forecasts », ZenithOptimedia, respectivement 25 juillet 2013, URL : <http://download.zenithoptimedia.fr/?p=6563> ; et septembre 2013, URL : <http://www.zenithoptimedia.com/wp-content/uploads/2013/09/Adspend-forecasts-September-2013-executive-summary.pdf>. Consultés le 23 janvier 2014.



bouleversement des positions relatives des différents médias : les deux tiers de la croissance seront apportés par la publicité en ligne qui, au moins jusqu'en 2015, évoluerait à peu près au même rythme qu'en 2012, 16,4 % l'an. La société d'études eMarketer estime à 104,22 milliards de dollars US la publicité dépensée sur Internet en 2013 (+ 14,6 % par rapport à 2012), dont 35,6 % pour les seuls États-Unis (+ 15,7 % par rapport à 2012) ³. Selon l'Interactive Advertising Bureau (IAB) et PwC-US ⁴, la tendance est stable aux États-Unis, avec, sur 10 ans, une croissance moyenne de 20 % l'an.

On voit que les chiffres varient légèrement, mais toutes les études s'accordent sur les mêmes tendances d'ensemble. Selon ZenithOptimedia, en 2015 l'Internet fixe et mobile produirait le quart du marché publicitaire mondial, au lieu du cinquième en 2013 et 18,3 % en 2012. Le marché mondial en ligne dépasserait, calcule eMarketer, 163 milliards de dollars US en 2016.

Cela englobe le *display*, c'est-à-dire les annonces, le *classified*, les petites annonces, et le *paid search*, le référencement payant.

Le mobile tire la publicité en ligne

En fait, la publicité sur l'Internet fixe ne croîtrait « que » de 10 % par an ⁵, l'impulsion nouvelle étant apportée par l'explosion de la publicité sur mobiles, téléphones portables et tablettes, terminaux en pleine expansion au détriment des ordinateurs classiques. Ces perspectives

3. « Chiffres clés : le marché mondial de la publicité en ligne », *ZDNet.fr*, 8 janvier 2014. URL : <http://www.zdnet.fr/actualites/chiffres-cles-le-marche-mondial-de-la-publicite-en-ligne-39790540.htm>. Consulté le 23 janvier 2014.

4. « Internet Ad Revenues at \$20.1 Billion Hit Historic High for Half-Year 2013, Up 18% over Same Time in 2012, According to IAB », IAB, 9 octobre 2013. URL : http://www.iab.net/about_the_iab/recent_press_releases/press_release_archive/press_release/pr-100913 ; et *IAB Internet Advertising Revenue Report: 2013 First Six Months' Results*, IAB / PwC (PricewaterhouseCoopers), octobre 2013. URL : http://www.iab.net/media/file/IAB_Internet_Advertising_Revenue_Report_HY_2013.pdf. Consultés le 23 janvier 2014.

5. « L'Internet mobile représentera environ un tiers de la croissance publicitaire mondiale en 2013 et 2014 selon les prévisions de ZenithOptimedia », *Offremedia.com*, 1^{er} octobre 2013. URL : <http://www.offremedia.com/voir-article/linternet-mobile-representera-environ-un-tiers-de-la-croissance-publicitaire-mondiale-en-2013-et-2014-selon-les-previsions-de-zenithoptimedia/zenith-optimedia-273/>. Consulté le 24 janvier 2014.

sont confirmées et précisées par le rapport *World Magazine Trends 2013/14*⁶, publié en décembre dernier par la FIPP (Fédération internationale de la presse périodique, Londres), auquel ont collaboré PwC et Zenith-Optimedia. D'après ce rapport, la publicité mondiale sur mobile serait passée de 8,3 milliards de dollars US en 2012 à 14,3 milliards en 2013, soit 2,8 % du marché publicitaire total.

eMarketer donne une estimation encore supérieure⁷ : la publicité sur mobile en 2013 aurait déjà atteint 18,15 milliards de dollars US (50 % aux États-Unis), grâce à une croissance de 105 %, et représenterait 22 % des dépenses publicitaires en ligne américaines au lieu de 11,9 % un an plus tôt. eMarketer⁸ vient de consacrer une étude à l'évolution du seul *display* (les annonces) sur les supports mobiles d'ici 2017, qui confirme une croissance brutale aux États-Unis et un peu plus modérée ailleurs.

Les études s'accordent à reconnaître que l'explosion de la publicité sur mobile va continuer : + 77 % en 2013, 56 % attendus par Zenith-Optimedia en 2014 et encore 48 % en 2015. À cette date, le mobile gé-

nérait 33,1 milliards de dollars US de publicité, soit plus de 20 % de la publicité en ligne mondiale et 6 % de tout le marché publicitaire. Notons que l'importance des situations en mobilité est sous-estimée par les statistiques. Celles-ci ne retiennent que téléphones et tablettes, négligeant les consultations d'ordinateurs portables utilisés, tout comme les autres mobiles, aussi bien chez soi qu'au travail ou en déplacement.

Selon IAB, la croissance aux États-Unis a été de 145 % entre le premier semestre 2012 (1,2 milliard de dollars US) et celui de 2013 (3 milliards). Google en serait le premier bénéficiaire, accaparant cette année près de la moitié de la publicité mobile, laissant 15 % à Facebook qui déclare que les mobiles lui ont rapporté 41 % de ses revenus au deuxième trimestre 2013, résultat d'autant plus remarquable qu'il ne pratique la publicité mobile que depuis août 2012⁹. Le numéro trois américain de la publicité mobile serait la radio Internet Pandora qui en obtiendrait 2,3 %, réalisant ainsi plus de 70 % de ses 128,5 millions de dollars US de revenus publicitaires du deuxième trimestre¹⁰.

6. ABU-FADIL Magda, « *World Magazine Trends 2013/14 Show Online Ad Upsurge* », 12 janvier 2014. URL : http://www.huffingtonpost.com/magda-abufadil/world-magazine-trends-2013_4585446.html. Consulté le 24 janvier 2014.

7. « Chiffres clés : la publicité sur mobile dans le monde », *ZDNet.fr*, 20 décembre 2013. URL : <http://www.zdnet.fr/actualites/chiffres-cles-la-publicite-sur-mobile-dans-le-monde-39789993.htm>. Consulté le 20 janvier 2014.

8. *Digital Display Advertising Roundup*, étude eMarketer financée par Specificmedia, novembre 2013. URL : <https://www.emarketer.com/go/digitaldisplayadvertisingroundup>. Consulté le 24 janvier 2014.

9. HAMBLEN Matt, « Update: Mobile Ads Double in First Half of 2013, Reaching \$3B », *ComputerWorld*, 10 octobre 2013. URL : http://www.computerworld.com/s/article/9243125/Update-Mobile_ads_double_in_first_half_of_2013_reaching_3B. Consulté le 24 janvier 2014.

10. PETERSON Tim, « Pandora's Mobile Ads Are Working, But Get Ready to Hear More of Them », *AdAge Digital*, 22 août 2013. URL : <http://adage.com/article/digital/pandora-lifted-listening-cap-mobile-ads/243805/>. Consulté le 24 janvier 2014.

Publicité numérique : pas encore au niveau « normal »

En France aussi, selon PwC ¹¹, la croissance du marché publicitaire (3,1 % par an de 2012 à 2017) sera tirée par le numérique. Celui-ci compensera l'essoufflement de la télévision qui verrait ses revenus publicitaires décroître pendant deux ans (2013, - 1,9 % ; 2014, - 0,4 %) et ne repartir qu'à compter de 2015. La publicité sur Internet aurait, au contraire, une progression régulière, de 10 % par an, portée par la vidéo en ligne (+ 19 % par an) et les mobiles (+ 25 % par an). « Elle dépasserait en 2015 la publicité à la télévision pour devenir le premier segment publicitaire français », même si sa part du marché publicitaire total resterait en France « tou-

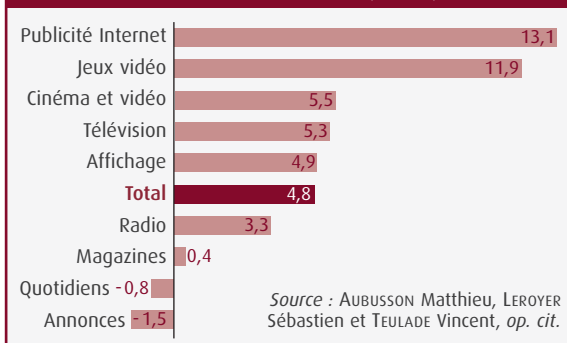
jours inférieure à celle [atteinte dans] d'autres pays matures, États-Unis, Grande-Bretagne, Allemagne ».

Au plan mondial, la publicité sur mobiles est encore loin du niveau que justifierait *a priori* la diffusion des terminaux mobiles. Même aux États-Unis, elle n'attire, observe ZenithOptimedia, que 2,5 % des investissements publicitaires alors que les Américains passent sur leurs mobiles 11,7 % du temps accordé à l'ensemble des médias.

Mobile : la France frileuse

En France, c'est encore pire, notait, au cours d'une table ronde organisée par Rumeur Publique, Jules Minvielle, fondateur de Numbate, régie publicitaire mobile membre de Mozoo Mobile Group ¹² : la France est numéro deux mondial pour le taux d'équipement des foyers en terminaux portables, téléphones, ordinateurs portables, tablettes ¹³, mais au 16^e rang en termes d'investissements publicitaires numériques. Ceux-ci n'y ont crû, entre 2012 et 2013, que de 29 %, contre 70 % outre-

Graphique 2 — Croissance mondiale des dépenses publicitaires par média entre 2013 et 2017 (en %)



11. AUBUSSON Matthieu, LEROYER Sébastien et TEULADE Vincent, *PwC Global Entertainment & Media Outlook 2013-2017*, PwC, septembre 2013. URL : http://www.sri-france.org/wp-content/uploads/2013/09/PwC_GEMO-2013_17_France-Presentation.pdf. Consulté le 24 janvier 2014.

12. BUISSON Cédric, « Les Français et la publicité mobile », présentation Numbate, 11 octobre 2013. URL : fr.slideshare.net/cedricbuisson/etude-ifop-numbate-les-franais-et-la-publicit-mobile. Consulté le 24 janvier 2014.

13. *Baromètre du Mobile Marketing en France*, Paris : MMA (Mobile Marketing Association), baromètre trimestriel, 2013.

Manche, 84 % outre-Rhin, 180 % aux États-Unis, selon une étude de l'Observatoire de l'e-pub du SRI (Syndicat des régies Internet) en mars 2013¹⁴.

Quant à la publicité sur mobile, la France est encore plus à la traîne. Pourtant, en 2008, elle se trouvait en tête pour la proportion des mobiles dans les dépenses publicitaires numériques, avec 3 %, le double des scores américains et britanniques de l'époque. Depuis trois ans, elle se laisse de plus en plus distancer, n'atteignant que 6 % au premier semestre 2013, derrière l'Italie (8 %), et surtout les États-Unis (14 %) et la Grande-Bretagne (17 %)¹⁵. Aussi Numbate a-t-il ouvert un bureau à Londres pour accéder à « un marché trois fois supérieur au français, et en avance de deux ou trois ans ». Londres est devenue la porte d'entrée de l'Europe pour les grands annonceurs américains.

Un rejet massif par les internautes

Pourquoi ce retard français ? Sans doute la réticence du public français y est pour quelque chose, remarque Jules Minvielle, rappelant que selon l'IFOP, les publicités mobiles actuelles sont déclarées dérangeantes « parce qu'elles empêchent d'accéder au contenu, selon 45 %

des utilisateurs de mobiles, parce qu'elles gênent la navigation, pour 74 % du public consulté ». Une enquête de l'IFOP en mai révèle « un rejet massif et sévère » de la publicité en ligne, jugée « une mauvaise chose » par deux internautes français sur trois, « omniprésente » par 90 %, « intrusive » par 80 %, « stressante » par 61 %...¹⁶

Les annonceurs sauront-ils innover dans leur communication ? La question dépasse le cadre français. Le « matraquage » a des limites. Il devient contre-productif d'imposer plusieurs dizaines de secondes de publicité à qui essaye de visionner une bande-annonce de film car une proportion importante d'internautes s'en détourne, exaspérée. Et il n'est pas non plus efficace de proposer des annonces de petites culottes et autre lingerie à qui est en train de lire une information dramatique et se trouve en situation de non-réceptivité, voire de rejet. Si les annonceurs apprennent à être plus pertinents, le marché de la publicité numérique progressera de façon plus solide.

Mais le désir de rendre plus pertinente la publicité conduit aussi à abuser des moyens disponibles pour suivre les opérations effectuées sur les terminaux fixes et mobiles, localiser les utilisateurs, construire leurs profils « pour mieux les servir ».

14. « La publicité mobile explose... Et en France ? », *Apprism*, 10 mai 2013. URL : <http://www.apprism.com/la-publicite-mobile-explose-et-en-france/>. Consulté le 24 janvier 2014.

15. Cette statistique englobe dépenses en annonces publicitaires (*display*) et en référencement de recherche (*search*). Voir FONNIER Romain, *L'Observatoire de l'e-pub*, présentation de la 10^e édition, 11 juillet 2013. URL : <http://fr.slideshare.net/RFONNIER/observatoire-de-lepub-10eme-edition-2013>. Consulté le 24 janvier 2014.

16. « Les Français et la publicité sur Internet », sondage IFOP (Institut français d'opinion publique), 23 juin 2013. URL : http://www.ifop.fr/?option=com_publication&type=poll&id=2281. Consulté le 24 janvier 2014.

Les manœuvres actuelles autour de l'utilisation des *cookies*, minilogiciels installés dans nos terminaux pour observer nos actions, ou d'autres moyens destinés notamment à envoyer des publicités mieux ciblées, correspondent à des batailles entre Google, Apple, opérateurs téléphoniques, grandes marques¹⁷. Ces géants sauront-ils ne pas dépasser la ligne rouge de la part de vie privée que les citoyens consommateurs voudront et / ou sauront préserver ? Des tiers de confiance crédibles apparaîtront-ils ?

Des réponses à ces questions qui se poseront désormais en permanence, dépendra le rythme de progression de la publicité en ligne et, plus généralement, du commerce en ligne. Le problème ne se réduit donc pas à une spécificité hexagonale de méfiance. Les procès engagés des deux côtés de l'Atlantique contre Apple ou Google en témoignent.

Tout mesurer ou prendre des risques ?

La publicité en ligne est aussi freinée par des contraintes techniques, comme la nécessité d'adapter les messages aux différentes contraintes des ordinateurs fixes, mobiles, des tablettes, des téléphones. « Une difficulté pour le numérique, souligne Marina Coche, directrice des achats display d'Aegis France, est l'absence d'instruments de mesure, des équivalents de l'audit de la télévision. »

Cependant, Jules Minvielle comme Marina Coche et Arthur Millet, directeur d'Amaury Médias Digital¹⁸, qui participaient à la même table ronde de Rumeur Publique, ont reconnu la maturité sensiblement plus grande des annonceurs anglosaxons, bien moins frileux dans l'ensemble. Au-delà des problèmes objectifs, demeurent des différences d'attitudes. En France, la majorité des annonceurs réclament des certitudes avant d'essayer ; les Anglo-Saxons prennent des risques et tirent les leçons des échecs éventuels. « Ils osent miser 30 000 livres (plus de 35 000 euros) pour des tests quand leurs collègues français ne hasardent que 2 000 euros », regrette Jules Minvielle. On voudrait connaître le retour sur investissement de chaque média, alors que ce qui compte est le résultat global d'une campagne multimédia. Arthur Millet note qu'il convient d'exploiter le fait que le consommateur est particulièrement attentif lorsqu'il consulte son mobile. Celui-ci, explique-t-il, offre un relais de croissance : « le mobile représente déjà un quart de l'audience numérique de *L'Équipe* et ce n'est qu'un début... Nous devons accompagner l'annonceur sur l'ensemble du parcours du consommateur. »

Le numérique bouleverse les positions des médias

Les parts relatives de tous les médias vont reculer devant l'expansion du numérique fixe et mobile,

17. DUPONT-CALBO Julien et PIQUARD Alexandre, « Les "cookies" divisent les acteurs de la publicité en ligne », *Le Monde*, 26 novembre 2013.

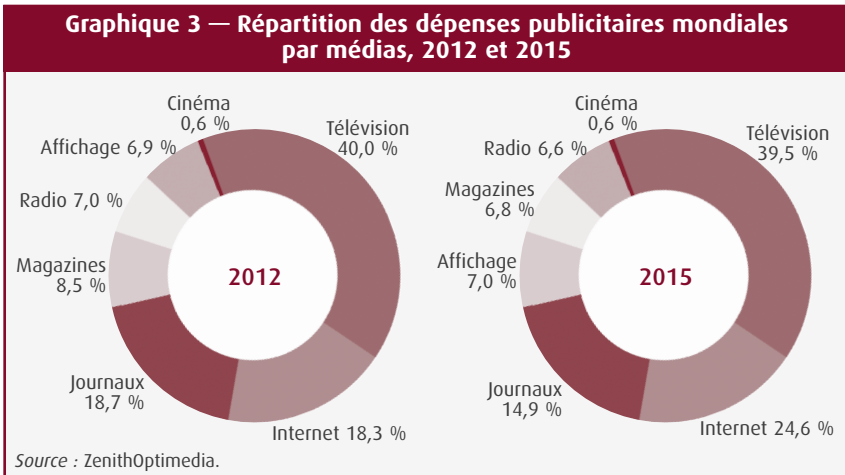
18. Arthur Millet est également vice-président du Syndicat des régies d'Internet.

comme on l'a vu pour la télévision. Décroissante depuis cinq ans, la publicité dans les quotidiens américains a été dépassée en 2010 par celle sur Internet, note Mary Meeker, l'analyste vedette du fonds d'investissement KPCB (Kleiner Perkins Caufield & Byers), dont la présentation annuelle sur l'économie Internet est largement reprise par les médias¹⁹.

La publicité de la presse sur papier (quotidiens et revues) devrait passer de 27,3 % en 2012 à 22 % en 2015 (graphique 3), tandis qu'Internet connaîtrait une évolution inverse, de 18,3 % à plus de 24 %, et prendrait la tête des médias autres que la télévision (proche de 40 %), se situant entre les revenus de la télévision hertzienne et ceux de la télévision câblée. La FIPP, dans son *World Magazine Trends*²⁰, laisse entendre qu'avec des nuances selon les régions du globe, la presse papier

aura bien du mal à compenser la baisse de ses revenus classiques par la montée de la publicité en ligne.

Les statistiques de répartition de la publicité entre médias méritent cependant d'être nuancées pour deux raisons. La première tient à la nature d'Internet : ce nouveau média concurrence tous les autres mais en même temps devient leur vecteur complémentaire puisqu'il permet aux internautes de les consulter. Ce qui signifie que les médias écrits, la radio et la télévision nous parviennent à présent aussi sur les terminaux fixes ou mobiles, intégralement ou en fragments, repris par des revues de presse ou des vidéos sur YouTube ou Dailymotion. L'autre raison, complémentaire, tient aux évolutions des comportements des consommateurs, qui sont de plus en plus en contact avec plusieurs types de médias dans une même journée, voire simultanément.



19. MEEKER Mary et WU Liang, « Internet Trends DII Conference », présentation vidéo KPCB, 29 mai 2013. URL : <http://fr.slideshare.net/tessierv/kpcb-internet-trends-2013?ref=http://vincent-tessier.fr/2013/08/12/les-tendances-internet-de-2013-par-kpcb/>. Consulté le 24 janvier 2014.

20. ABU-FADIL Magda, *op. cit.*

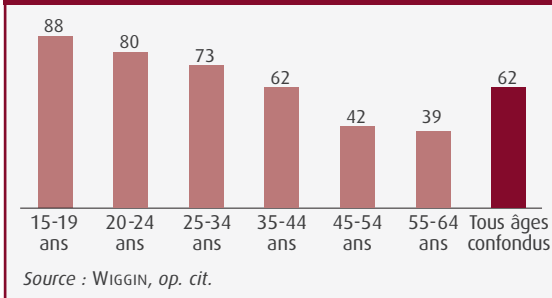
L'Internet mobile que les Occidentaux découvrent depuis quelques années s'est banalisé 10 ans plus tôt au Japon et en Corée du Sud, phénomène masqué par les statistiques internationales sur la diffusion d'Internet qui ne prenaient en compte que les connexions fixes. Les acteurs occidentaux, mettant à présent l'accent sur l'irruption du mobile, cèdent à la tentation binaire d'opposer fixe et mobile. La vraie révolution est celle de la continuité de service entre postes fixes et portables, consultés en situation sédentaire ou mobile, dans un monde où l'on est à tout moment et en tout lieu connecté ²¹. Le consommateur exige de plus en plus de passer sans rupture ni douleur des postes fixes aux terminaux portables, et d'un téléphone à une tablette. Nous sommes entrés dans l'ère de ce que l'on appe-

lait déjà, il y a 15 ans, en Asie, l'ubiquité d'action, notion qui choquait à l'époque bien des experts français.

Dans des villes de plus en plus communicantes, l'affiche et la vitrine commencent à parler aux passants grâce à la *wi-fi* ou aux codes QR (*Quick Response*), comme l'annoncent depuis une décennie les expériences du professeur Ken Sakamura à Ginza, le quartier d'affaires de Tokyo ²². Une communication multimédia s'installe dans l'habitat. Regarder simultanément la télévision et les écrans du téléphone et / ou de sa tablette se banalise : 75 % des personnes interrogées dans 15 pays (dont la Chine, les États-Unis et la France) par Ericsson ConsumerLab ²³, reconnaissent utiliser des dispositifs mobiles devant leur téléviseur. Cela ne constitue plus un comportement réservé à des gamins volages.

Une étude du conseil juridique en communication Wiggin ²⁴ révèle que si 88 % des Britanniques âgés de 15-19 ans manipulent un deuxième écran pendant qu'ils regardent la télévision, les deux tiers des internautes de 15 à 64 ans ont le même comportement (gra-

Graphique 4 — Part (en %) des internautes britanniques affirmant utiliser simultanément un second écran au moins une fois par mois, par classe d'âge



21. DALLOZ Xavier et PORTNOFF André-Yves, « La prolifération numérique : ressorts et impacts. Repères pour "années chien" », *Futuribles*, n° 266, juillet-août 2001, p. 23-40.

22. Tokyo Ubiquitous Technology Project. URL : http://www.tokyo-ubinavi.jp/index_en.html. Consulté le 24 janvier 2014.

23. TV and Media: Identifying the Needs of Tomorrow's Video Consumers, Ericsson ConsumerLab, août 2013. URL : <http://www.ericsson.com/res/docs/2013/consumerlab/tv-and-media-consumerlab2013.pdf>. Consulté le 24 janvier 2014.

24. WIGGIN, Digital Entertainment Survey 2013, Londres : Wiggin, 2013. URL : http://www.des2013.co.uk/pdf/Digital_Entertainment_Survey_2013.pdf. Consulté le 24 janvier 2014.

phique 4). Or 71 % ces téléspectateurs se plongent dans leur écran mobile dès qu'arrivent les publicités télévisées. Les annonceurs qui investissent dans la télévision vont essayer de retrouver sur les terminaux mobiles le public ciblé lorsqu'il tente d'échapper aux annonces du petit écran... Et compte tenu de ce que révèle l'IFOP, les annonceurs devront apprendre à avoir assez de tact pour ne pas provoquer une nouvelle fuite, cette fois vers la salle de bains ou la cuisine. Comme quoi, l'innovation technique oblige à une innovation *marketing*, et une vision globale de la communication promotionnelle devient de plus en plus nécessaire.

Dans ce contexte, il apparaît absurde de vouloir comptabiliser le ROI, retour sur investissement, des publicités sur chaque média, attitude fréquente en France, l'un des freins à l'exploitation publicitaire des terminaux mobiles. Les bons modèles économiques publicitaires seront ceux s'appuieront sur les interférences entre médias, le revenu global étant généré par l'efficacité de ces interférences et non par la somme des impacts isolés de chaque

média. Le cloisonnement comptable correspond bien au cloisonnement excessif des organisations... et des mentalités.

Plus généralement, le défi pour les acteurs de la presse classique est de compenser les pertes de revenu des éditions imprimées par des revenus nouveaux, en développant des synergies entre papier et numérique, mais aussi en modifiant leurs métiers. Ils sont condamnés à élargir parfois leur public, à apporter plus de plaisir, de facilités, de sécurité, plus d'expertises, de services, à mieux comprendre les attentes latentes de tel ou tel client actuel ou potentiel. Dans la logique éternelle de la gestion du changement, Internet, comme toute mutation majeure, condamne tous les métiers à innover pour se réinventer, redevenir viables en trouvant de nouveaux moyens pour créer de la valeur perçue par les clients d'hier et ceux de demain. Quitte à changer de cœur de métier, comme tant d'entreprises centenaires ont réussi à le faire une ou plusieurs fois. L'innovation ne détruit les positions et les emplois que chez ceux qui n'innovent pas à temps. ■

PROSPECTIVE DES VALEURS, DES MODES DE VIE ET DE LA CONSOMMATION

*Session de formation • 20 et 21 mars 2014
Futuribles International • Paris*

Intervenants

Cécile Désaunay, chef du projet « Produire et consommer en France en 2030 » à Futuribles International.

Olivier Galland, sociologue, directeur de recherche CNRS au GEMASS (Groupe d'étude des méthodes de l'analyse sociologique de la Sorbonne)

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

Hugues de Jouvenel, président de Futuribles International.

Louis Maurin, directeur de l'Observatoire des inégalités.

Anne-Sophie Novel, docteur en économie et journaliste multimédia spécialisée dans l'écologie et les alternatives durables, l'innovation sociale et l'économie collaborative.

Objectifs

L'évolution des valeurs et des modes de vie est déterminante pour tous ceux qui s'intéressent aux mutations des comportements des travailleurs, des consommateurs, des citoyens, à l'évolution des organisations et des structures sociales. Elle détermine très largement la dynamique de nos sociétés, leur cohésion et leurs performances. L'objectif de cette formation est donc de permettre aux participants de comprendre quels sont les ressorts de cette évolution (au travers notamment du renouvellement des générations et des relations qui s'instaurent entre elles) et comment s'organisent les modes de vie, le rapport que les individus entretiennent avec l'espace, le temps et les autres. Cette formation s'adresse donc tout spécialement aux directeurs des ressources humaines et du *marketing*, ainsi qu'à tous ceux qui, dans leurs fonctions, s'intéressent au changement social et aux formes nouvelles de sociabilité.

Programme

- ▶ Valeurs, comportements, modes de vie... (éléments de cadrage)
- ▶ Tendances et mutations de la société française (rapports sociaux, à l'espace, aux temps)
- ▶ Évolution des valeurs des jeunes et renouvellement des générations
- ▶ Évolution des revenus des Français
- ▶ La consommation des Français depuis 60 ans
- ▶ Le futur de la consommation sera-t-il collaboratif ?
- ▶ Scénarios de consommation durable

Prix

Les frais de participation sont de 1260 euros HT (1512 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/base/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

*Remise de 10 % en cas d'inscription multiple dès la deuxième participation, dispense de frais pour les membres partenaires de Futuribles International et remise de 50 % pour les membres associés (valable pour une personne par formation).

Le gaz de schiste : mythes et réalités

ENJEUX ET LIMITES D'UNE RÉVOLUTION ANNONCÉE

PAR PIERRE PAPON¹

Alors que la Commission européenne vient de rouvrir timidement la porte à une exploitation du gaz de schiste en Europe « à condition de respecter des "principes communs", notamment sanitaires et environnementaux » (recommandation du 22 janvier 2014), quels enseignements peut-on tirer aujourd'hui de l'expérience notamment des États-Unis qui, les premiers, se sont lancés dans cette nouvelle voie énergétique il y a un peu plus d'une dizaine d'années ? Pierre Papon s'efforce ici de faire le point sur cet enjeu majeur qui a déjà commencé à bouleverser le paysage énergétique mondial, et qui pourrait avoir des conséquences économiques et géopolitiques majeures à moyen et long termes, s'appuyant en particulier sur la littérature la plus récente parue sur le sujet.

Après avoir rappelé la nature et les conditions d'exploitation de ce gaz non conventionnel, ainsi que les projections très optimistes des États-Unis pour l'avenir, il souligne l'avantage économique que leur procure la production de gaz de schiste, à l'échelle nationale comme à l'échelle mondiale grâce aux gains de compétitivité induits dans certaines industries. Pierre Papon précise ensuite les préoccupations environnementales qui demeurent, et les alternatives techniques envisageables pour l'exploitation du gaz de schiste. Il présente enfin les enjeux et perspectives pour l'Europe et la France, sous réserve que d'autres voies de recherche puissent être explorées pour l'exploitation de cette ressource, tout en rappelant la nécessité d'une vigilance prospective en la matière — essentielle pour ne pas occulter les risques inhérents en ce domaine, mais également pour ne pas manquer une ouverture technique qui permettrait d'exploiter le gaz de schiste de ce côté de l'Atlantique. S.D. ■

1. Professeur émérite à l'École de physique et chimie de Paris, et président d'honneur de l'Observatoire des sciences et techniques (OST).

Le gaz naturel est une ressource énergétique à laquelle de nombreux experts promettent un brillant avenir car les réserves mondiales sont importantes et son usage, commode. Dans l'un de ses scénarios énergétiques, l'Agence internationale de l'énergie (AIE) estime ainsi que la production mondiale de gaz augmenterait en moyenne de 1,6 % par an d'ici 2035. Utilisé dans des centrales thermiques pour la production d'électricité, à calories produites égales il dégage moins de CO₂ que le charbon, le principal combustible fossile utilisé dans les centrales, et c'est l'un de ses atouts ; qui plus est, il constitue une matière première importante pour l'industrie chimique.

La place du gaz dans le *mix* énergétique primaire mondial (21 % du total) explique l'intérêt que suscite la révolution technique que constitue l'exploitation aux États-Unis de gisements de gaz non conventionnels parmi lesquels en particulier le gaz de schiste, qui a été fulgurante depuis 2005. Le renversement de la situation gazière aux États-Unis (ceux-ci envisagent désormais d'être exportateurs nets de gaz), et dans une moindre mesure au Canada, est aussi source d'inquiétude en Europe et en France, car les industriels mettent en évidence l'avantage concurrentiel que donnerait à l'industrie américaine l'accès à une énergie et à une matière première bon marché. Cette percée américaine n'est pas sans soulever de nombreuses questions et a alimenté un débat en France ces dernières années, auquel le vote par le Parlement de la loi du 13 juillet 2011, interdisant l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures de « roche mère » par les techniques de fracturation hydraulique, n'a pas mis fin. Il est donc utile de faire le point sur les perspectives d'exploitation du gaz de schiste, et plus récemment du pétrole, aux États-Unis.

Le gaz de schiste aux États-Unis : un optimisme qui ne se dément pas

La littérature grise (rapports officiels, études universitaires, thèses, notes d'organisations non gouvernementales, etc.) qui, aux États-Unis, est consacrée au gaz de schiste (ou de roche mère) est très abondante et donne un bon aperçu des questions que pose leur exploitation, dans le contexte américain il est vrai : est-elle rentable et dans quelles conditions ? Quel impact économique peut-on en attendre ? Quelles sont les perspectives d'exportation ? Son impact environnemental peut-il être limité ?

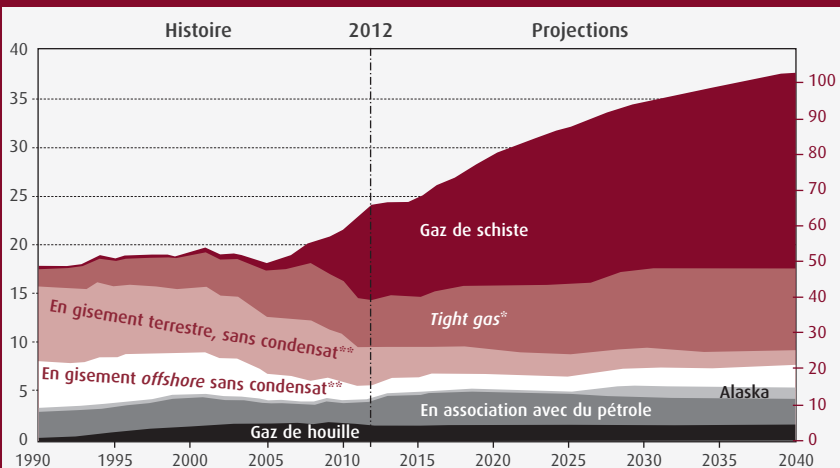
Rappelons d'abord que la production américaine de gaz naturel est en progression constante depuis près de 10 ans, poussée par l'exploitation des gisements de gaz de schiste à l'aide des procédés alliant forages horizontaux et fracturation hydraulique des roches (*fracking*). Les États-Unis, qui sont des consommateurs importants de gaz (le quart de leur énergie primaire), sont devenus le premier producteur mondial de gaz en 2011², et plus de la moitié de leur production de gaz provenait, cette même année, de ressources non conventionnelles : gaz de schiste pour 34 %, gaz de houille et gaz piégé

2. *BP Statistical Review of World Energy 2013*, Londres : British Petroleum (BP), juin 2013.

dans des réservoirs étanches (*tight gas*) pour 28 %. Cette production de gaz non conventionnels avait quadruplé entre 2004 et 2009³. Les zones d'exploitation couvrent une partie importante du territoire américain : le nord-est autour des Appalaches, avec l'important bassin de Marcellus en Pennsylvanie et dans l'Ohio ; le *Midwest* avec le Dakota du Nord ; le Texas avec les bassins de Barnett et Hayneville ; l'ouest, notamment dans le Colorado et en Californie⁴. Au Canada des gisements existent au Québec, en Ontario et dans l'Ouest.

L'USGS, l'équivalent américain du BRGM français (le Bureau de recherches géologiques et minières), a publié, en 2012, une nouvelle carte détaillée des gisements américains de gaz de schiste⁵, qui sont en général profonds (2 000 à 3 000 mètres de profondeur en dessous des aquifères) ; celle-ci met aussi en évidence l'existence de pétrole dans des couches moins profondes que le gaz dans le sous-sol. Reprenant les données de l'USGS, l'Energy Information Agency (EIA) maintient son scénario optimiste concernant la production américaine de gaz naturel jusqu'en 2040 : celle-ci devrait augmenter

Graphique 1 — Scénario pour la production de gaz naturel aux États-Unis à l'horizon 2040 (échelle de droite en milliards de pieds cubes par jour [bcf], échelle de gauche en trillions [mille milliards] de bcf par an)



*Gaz piégé dans des réservoirs étanches.

**C'est-à-dire non associé à du pétrole.

N.B. : la production totale de gaz devrait augmenter de 44 %, avec une contribution du gaz de schiste de près de 50 % en 2040 (sa production doublerait), de *tight gas* de près de 20 % et du gaz de houille de 10 %. Pour mémoire, 1 bcf = 0,028 Gm³ ; 1 Gm³ de gaz équivaut à 0,93 Mtep (million de tonnes équivalent pétrole).

Source : EIA, *Annual Energy Outlook 2014, with Projections to 2040*, Washington, D.C. : EIA, 2014.

3. EIA (Energy Information Agency), *Annual Energy Outlook 2013, with Projections to 2040*, Washington, D.C. : EIA, 2013.

4. USGS (U.S. Geological Survey), *Map of Assessed Shale Gas in the United States*, 2012, Reston, Virginie : USGS, 2013.

5. *Ibidem*.

QU'EST-CE QUE LE GAZ DE SCHISTE ?

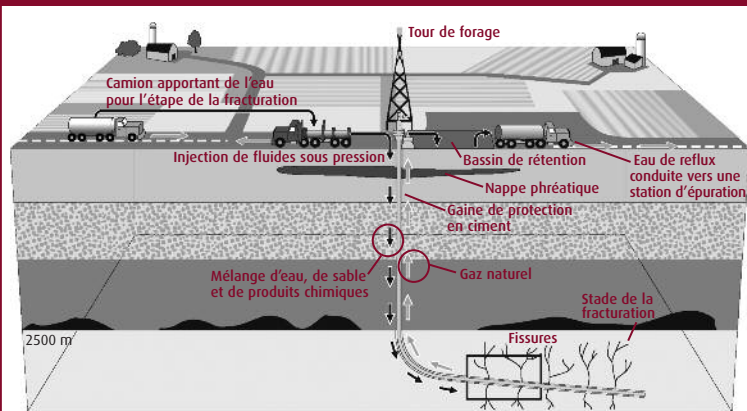
La dénomination gaz de schiste est restrictive car elle provient d'une mauvaise traduction de l'anglais *shale gas*. *Shale* désigne une roche sédimentaire à grains très fins d'origine argileuse ou marneuse ; les schistes sont des roches de structure feuilletée (l'ardoise en est un exemple). Le gaz (ou le pétrole) dit de schiste est plutôt contenu dans des argiles et des marnes litées (formées en couches superposées) qui sont imperméables ; le gaz étant inséré dans des microcavités qui ne communiquent pas entre elles, il ne se diffuse pas (la roche est à la fois une roche mère où s'est formé le gaz, le plus souvent du méthane, et une roche « magasin »).

L'extraction du gaz est plus complexe que dans des réservoirs classiques de gaz dit « conventionnel ». La roche où le gaz (éventuellement associé au pé-

trole) se trouve emprisonné dans des cavités étant imperméable et peu poreuse, il est nécessaire de décloisonner ces cavités pour que le gaz puisse s'en échapper. Pour extraire le gaz naturel de la roche, il faut dans un premier temps atteindre la couche où il se trouve par un puits vertical (dont la profondeur peut avoisiner 2 500 mètres) puis, dans un deuxième temps, poursuivre le forage à l'horizontale pour atteindre les poches et les fracturer sur une distance de l'ordre de 1 000 mètres. Un coffrage de ciment et d'acier est mis en place pour consolider les puits, et le puits horizontal est percé à intervalles réguliers pour permettre la percolation du liquide de fracturation vers la roche et la fissurer ¹.

On opère par fracturation hydraulique en injectant un mélange d'eau, de

Schéma d'une exploitation de gaz de schiste



Le puits horizontal est perforé pour laisser diffuser l'eau sous pression qui va fracturer la roche et libérer le gaz emprisonné dans des microcavités. Le gaz remonte vers la surface par les puits (flèches gris clair).

Source : Québec Science, novembre 2010 (illustration Michel Rouleau) in *Rapport du Vérificateur général du Québec à l'Assemblée nationale pour l'année 2010-2011*, Québec : Vérificateur général du Québec, 2011, chapitre 3.

1. LENOIR Jean-Claude et BATAILLE Christian (rapporteurs), *Les Techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels*, Paris : OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), rapport n° 174, 2013.

sable et de produits chimiques sous haute pression afin de fissurer la roche et d'évacuer le gaz. La fracturation terminée, on récupère l'eau à la surface en la pompant pour permettre la récupération du gaz. L'exploitation du gaz requiert l'utilisation de moyens techniques importants (avec une grande quantité d'eau) et sa percée aux États-Unis a été rendue possible par les progrès importants réalisés dans les techniques de forage horizontal et par hydrofracturation (*fracking*). Il faut souligner aussi que le volume de gaz au

kilomètre carré présent dans le sous-sol est environ 10 fois plus faible pour le gaz de schiste que pour le gaz conventionnel, il faut donc forer beaucoup plus de puits.

Il existe aussi d'autres gisements de gaz dits « non conventionnels » : le gaz de houille (le grisou des mines de charbon) et le gaz piégé dans des réservoirs étanches (*tight gas*). Le gaz de houille ainsi que le pétrole de schiste commencent à être exploités aux États-Unis.

P.P.

de 44 % entre 2011 et 2040, et serait assurée à près de 50 % par du gaz de schiste dont la production doublerait. Ce scénario optimiste suppose que les obstacles environnementaux à l'exploitation du gaz aient été surmontés (nous y reviendrons) et que l'épuisement des gisements ne soit pas trop rapide.

L'extraction du gaz de schiste est plus complexe que dans des réservoirs classiques de gaz dit conventionnel. La roche où le gaz se trouve emprisonné dans des cavités étant imperméable et peu poreuse, il est nécessaire de l'en expulser pour le récupérer. On opère par fracturation hydraulique en injectant un mélange d'eau, de sable et de produits chimiques sous haute pression afin de fissurer la roche et d'évacuer le gaz. L'exploitation du gaz requiert l'utilisation d'infrastructures au sol importantes (avec l'utilisation d'une grande quantité d'eau) et sa percée aux États-Unis a été rendue possible grâce aux progrès réalisés dans les techniques de forage horizontaux et par hydrofracturation.

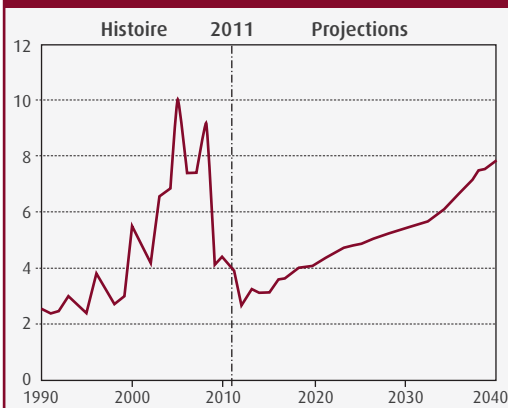
L'exploitation rapide du gaz de schiste a entraîné un effondrement du prix du gaz naturel aux États-Unis qui, fin 2012, était proche de 2,7 dollars US par MBtu⁶ et la production stagne depuis 2011. Il est probable que ce prix, qui est une moyenne calculée sur les différents puits de production (tous types de gisements confondus et hors Alaska), est inférieur au coût réel de production du gaz de schiste qui, selon une étude de l'université du Michigan, serait sans doute plus proche de 4 dollars US par MBtu (ce coût, calculé pour le bassin dit de Marcellus en Pennsylvanie, dépend fortement de la durée d'exploitation d'un puits qui nécessite des investissements importants, le rendement chute fortement au bout de trois à quatre ans dans de nombreux gisements)⁷.

6. Les gaziers continuent à utiliser des unités d'énergie (et de pression) baroques d'origine anglo-saxonne. Le MBtu, million de *British Thermal Units* vaut ainsi 0,293 MWh ou encore 0,025 tep (tonne équivalent pétrole).

7. DUMAN Ryan J., *Economic Viability of Shale Gas Production in the Marcellus Shale; Indicated by Production Rates, Costs and Current Natural Gas Prices*, Houghton : Michigan Technological University, thèse de master en science, 2012.

Les projections pour l'avenir envisagent certes une remontée des prix américains, mais d'ores et déjà, les États-Unis bénéficient d'un avantage considérable avec un prix du gaz qui est chez eux 2,5 à 3 fois moins élevé qu'en Europe continentale et 3,5 fois moins élevé qu'au Japon, et qui est quasiment stable depuis 2010. Cet avantage a d'une part poussé les producteurs d'électricité américains à substituer le gaz naturel au charbon dans les centrales électriques, ce qui est plus rentable, et d'autre part les industriels de la chimie et de la pétrochimie (notamment Dow, Chevron, Philips et Exxon Mobil) à réinvestir pour utiliser davantage le gaz naturel comme matière première (une tendance forte qui inquiète les industriels européens). Par ailleurs, la

Graphique 2 — Évolution du prix du gaz aux États-Unis (en dollars US/MBtu)



N.B. : après une forte chute depuis 2005, l'EIA envisage une lente remontée du prix. Celui-ci est une moyenne calculée sur les puits dans tous les États hors Alaska.

Source : EIA, *Annual Energy Outlook 2013, with Projections to 2040*, Washington, D.C. : EIA, 2013.

baisse constatée du prix sur le marché du gaz, qui est en dessous des coûts réels de production pour certains gisements, a incité plusieurs producteurs à exploiter du pétrole de schiste par fracturation hydraulique, certains gisements étant mixtes (pétrole et gaz), le Dakota du Nord a ainsi produit 600 000 barils/jour de pétrole de schiste en 2012 et les États-Unis envisagent de produire 1,2 million de barils/jour de pétrole de schiste à bref délai. Cette exploitation du pétrole non conventionnel explique la remontée de la production de pétrole américaine.

Exporter ou ne pas exporter : un dilemme vite résolu avec un avantage économique

L'euphorie gazière qui a cours aux États-Unis se situe dans un contexte mondial où l'on s'attend, selon l'AIE, à une croissance de la demande mondiale de gaz, tirée par les pays asiatiques mais aussi par la perspective d'un remplacement du charbon par le gaz naturel dans les centrales électriques thermiques (le rendement des turbines à gaz est supérieur et la combustion du gaz émet moins de CO₂ que le charbon). Forts de leur avantage gazier, les États-Unis s'interrogent sur la possibilité de développer fortement leurs exportations de gaz et ils envisagent d'être exportateurs nets de gaz d'ici 2020 (ils exportent aujourd'hui du gaz vers le Mexique et le Canada par gazoducs, et ils ont exporté de faibles quantités de gaz naturel liquéfié, GNL, vers le Japon à partir de l'Alaska). Certains industriels sont hostiles à ces exporta-

tions car, selon eux, elles risquent d'augmenter fortement le prix national du gaz, dont le coût très bas, aujourd'hui, leur procure un indéniable avantage sur leurs concurrents européens et asiatiques (c'est le cas en particulier de l'industrie chimique). Les industriels du secteur des transports évoquent aussi la possibilité de développer l'utilisation du gaz naturel dans les véhicules à moteur thermique, comme substitut à l'essence et au gasoil.

Un récent rapport du service des études et recherches du Congrès, à Washington, a explicité les données de cette équation gazière à plusieurs variables, sachant que les exportations américaines de gaz et de pétrole sont soumises à autorisation du gouvernement fédéral car les hydrocarbures sont considérés comme des matières stratégiques⁸. L'étude du Congrès souligne que si le prix du gaz remontait au niveau de cinq à sept dollars US sur le marché américain, ce prix ne serait pas dissuasif pour l'économie américaine (il était de 10 dollars US/MBtu en 2013 sur le marché *spot*⁹ européen). Un scénario de forte croissance des exportations américaines de gaz est donc crédible et est proposé par de nombreuses agences officielles : les États-Unis deviendraient exportateurs nets de gaz avant 2020.

Les exportations de gaz (hors Canada et Mexique, pays vers lesquels elles se font par gazoducs et ont été multipliées par des facteurs, respectivement, de 24 et 8 depuis 1999) supposent la construction d'infrastructures (gazoducs et installations de liquéfaction dans les ports) avec des investissements élevés, car elles ne peuvent se faire que sous forme de gaz naturel liquéfié (GNL). En effet, si des terminaux gaziers avaient été construits dans les ports américains pour gazéifier le méthane liquide (GNL) importé par méthaniers, par un retournement de l'Histoire, il est désormais nécessaire de les transformer pour liquéfier le gaz américain afin de l'exporter sous forme de GNL ! On relève ainsi, dans l'étude du Congrès, que 25 demandes de permis de construire des installations de GNL avaient déjà été déposées début 2013 (en transformant des installations existantes) et que plusieurs demandes concernaient des installations totalement nouvelles. Une dizaine de compagnies ont déposé des demandes de permis d'exportation ; fin 2013, outre celle de la compagnie Cheniere Energy pour son terminal gazier de Sabine Pass en Louisiane, trois autres avaient été acceptées¹⁰.

L'ensemble des investissements nécessaires pour équiper les terminaux gaziers de GNL serait de l'ordre de 30 milliards de dollars US. Les exportations par méthaniers vont viser en priorité les marchés asiatiques (avec en particulier une forte croissance de la demande au Japon depuis la catas-

8. RATNER Michael *et alii*, *U.S. Natural Gas Exports: New Opportunities, Uncertain Outcomes*, Washington, D.C. : CRS (Congressional Research Service), 17 septembre 2013.

9. Marché au comptant, par opposition aux marchés à terme qui dominent, traditionnellement, le secteur de l'énergie.

10. Dans une étude sur les exportations de GNL, la Brookings Institution recommande à l'Administration de faire preuve de souplesse dans l'attribution des permis d'exportation, mais d'évaluer tous les cinq ans leur impact : EBINGER Charles K. et AVASARALA Govinda, *Revising the LNG Export Process*, Washington, D.C. : Brookings Institution, *Natural Gas Briefing Document* n° 2, 2013.

trophe de Fukushima). Les travaux d'élargissement du canal de Panama pour le mettre à un grand gabarit, qui devraient s'achever (en principe) en 2014, donneront un avantage supplémentaire aux exportateurs américains à partir de terminaux sur le golfe du Mexique. La montée en puissance des exportations américaines de gaz va certainement modifier le marché international, qui est d'ailleurs segmenté avec, jusqu'à présent, des contrats à long terme entre acheteurs et fournisseurs, le plus souvent alignés sur le cours du baril de pétrole ¹¹.

Enfin, les experts mobilisés par le Congrès remarquent que si la substitution du gaz naturel au charbon dans les centrales est indéniablement un avantage pour le climat, ce ne serait pas toujours le cas lorsqu'on remplace l'essence par du gaz dans un moteur thermique (cela dépend de la provenance du gaz). Si aujourd'hui, 2 % de la flotte de transport routier — soit environ 100 000 véhicules (des camions et des bus essentiellement) — fonctionne au gaz aux États-Unis, il n'existe pas encore de fabricants américains de véhicules roulant au gaz. Le maintien d'un prix du gaz bas pour l'utiliser dans le transport ne semble pas un argument solide : cette utilisation aurait d'ailleurs essentiellement un intérêt pour les poids lourds, bus compris. En revanche, certains industriels envisagent de produire des carburants liquides (de l'essence) à partir de gaz naturel (le bilan CO₂ ne sera peut-être pas satisfaisant). On observera qu'en France, 15 % des bus roulent au gaz naturel comprimé (au Bangladesh, 60 % des véhicules roulent au gaz naturel !).

En période de crise économique où l'attention tend à se focaliser sur l'emploi, aux États-Unis comme en Europe, les protagonistes de l'exploitation des gisements de gaz non conventionnels mettent en avant la très forte contribution aux créations d'emplois de l'exploitation du gaz de schiste, mais il semble que les chiffres avancés (près de 400 000 emplois liés à cette exploitation) doivent être relativisés. Une étude de l'université de Pennsylvanie portant sur les emplois créés dans six États du Nord-Est où sont exploités des gisements dans les bassins de Marcellus et d'Utica (30 % de la production de gaz de schiste des États-Unis), observe que ces créations d'emplois (production et activités de support) dans les États concernés se chiffrent au mieux en quelques dizaines de milliers (avec une chute en 2013). Les auteurs estiment toutefois à 280 000 le nombre total d'emplois créés aux États-Unis entre 2005 et 2012 par le gaz de schiste, ce qui est loin d'être négligeable ¹².

Bien entendu, ce constat, même controversé, ne préjuge en rien de l'impact sur les autres secteurs industriels de l'utilisation du gaz de schiste à bon marché qui procure à certains d'entre eux un avantage concurrentiel notable, en particulier à l'industrie chimique qui utilise le gaz de schiste

11. BROS Thierry, *After the U.S. Shale Gas Revolution*, Paris : Technip, 2012 (analysé in *Futuribles*, n° 394, mai-juin 2013, p. 111-112).

12. MAURO Frank et alii, *Exaggerating the Employment Impacts of Shale Drilling: How and Why*, Harrisburg / Philadelphia : Pennsylvania Budget and Policy Center (Multi-State Shale Research Collaborative), novembre 2013.

comme ressource énergétique et comme matière première. En Europe, en France notamment, les milieux industriels font valoir cet avantage de compétitivité de l'industrie américaine pour inciter les pouvoirs publics à autoriser l'exploitation du gaz de schiste. Cet avantage est difficile à mesurer avec précision car, d'une part il existe des écarts de coût sensibles pour l'énergie entre pays et entre secteurs industriels, et d'autre part le coût de l'énergie n'est qu'un facteur parmi d'autres de la compétitivité¹³.

Ceci étant, une étude récente du CERNA de l'École des mines de Paris conforte, dans une certaine mesure, cet argument du gain de compétitivité américain¹⁴. Elle fait le constat que, de façon générale, le coût de l'énergie, le gaz notamment, est plus faible aux États-Unis que dans les autres pays industriels. La chute du prix du gaz y a eu un double effet macroéconomique : elle a stimulé d'une part la croissance en redonnant du pouvoir d'achat aux consommateurs, et d'autre part des investissements dans plusieurs secteurs industriels. Par ailleurs la possibilité d'utiliser du gaz à bas prix a eu un effet microéconomique sur des secteurs comme les engrais et la chimie, qui leur donne un incontestable avantage de compétitivité sur leurs concurrents étrangers, européens notamment¹⁵.

Des préoccupations environnementales qui demeurent

L'exploitation du gaz de schiste par la technique de fracturation hydraulique pose une série de problèmes environnementaux qui ont conduit un pays comme la France à l'interdire par la loi (en Europe, la Bulgarie a interdit l'exploitation et l'exploration mais autorise des recherches, ce que permet aussi la loi française). On observe par ailleurs qu'un moratoire sur l'exploitation du gaz de schiste a été adopté par l'État de New York aux États-Unis, et que la Californie fera probablement de même. Deux points posent un sérieux problème : les éventuelles pollutions chimiques dues à l'eau de forage (avec les craintes de contamination de nappes phréatiques) et les fuites de méthane.

Les États-Unis étant les seuls à s'être lancés, pour l'heure, dans une exploitation de grande ampleur du gaz de schiste, il n'est pas étonnant que les regards se tournent vers les études d'impact américaines, même si peu d'études d'ensemble ou de cas ont été publiées récemment. Les quatre dernières en date, à notre connaissance, sont celles publiées sur la Californie (la Californie possède des ressources de gaz et d'huile de schiste potentiellement im-

13. L'industrie française n'a pas su jouer d'ailleurs sur ce facteur alors que la France bénéficie d'un prix de l'électricité relativement bas, mais c'est un autre débat...

14. BORDIGONI Mathieu, *L'Impact du coût de l'énergie sur la compétitivité de l'industrie manufacturière*, Paris : CERNA / Mines ParisTech (Interdisciplinary Institute for Innovation), Working Paper 13-ME-07, novembre 2013.

15. Cf. à ce propos l'interview de Jean-Pierre Clamadieu, président exécutif du groupe Solvay, par Denis Cosnard (« Nous allons défendre avec acharnement la compétitivité de nos sites »), *Le Monde Éco&entreprise*, 14 janvier 2014.

portantes) par l'université de Californie à Berkeley¹⁶ ; par l'université de Harvard sur les impacts environnementaux dans trois États (le Texas, le Dakota du Nord et la Pennsylvanie)¹⁷ ; et sur la Pennsylvanie par l'université Carnegie Mellon d'une part¹⁸, et par les universités de Pittsburgh et de Pennsylvanie d'autre part¹⁹.

Ces études soulignent que les risques de contamination accidentelle d'aquifères par des produits dangereux pour la santé humaine (le benzène et le toluène notamment) ne sont pas négligeables (deux cas de contamination chimique d'eau potable dans le Wyoming, et en Californie par des rejets d'eau de forage en surface, sont répertoriés dans ces études). L'étude de Berkeley recommande de traiter et de recycler les eaux de forage, et de modifier la législation californienne pour tenir compte de ces risques, les prévenir et protéger les nappes phréatiques. Une étude plus complète de l'EPA (Environment Protection Agency) est en préparation aux États-Unis. De façon générale, l'accès à des ressources en eau n'est pas sans problèmes, en particulier dans des États comme le Texas et le Colorado qui, en 2011 et 2012, ont été touchés par la sécheresse. La contamination de nappes phréatiques par du méthane a été également détectée en Pennsylvanie, dans la région du bassin de Marcellus, et a fait l'objet d'une étude assez complète, elle est probablement due à une mauvaise étanchéité des puits de forage (une porosité du ciment notamment).

L'autre question est celle des fuites de méthane, qui sont avérées sur une assez grande échelle. Elle est fortement débattue car les partisans d'une plus grande utilisation du gaz naturel dans le *mix* énergétique arguent de son moindre impact climatique (comparé à celui des autres combustibles fossiles), notamment pour la production d'électricité. Une étude spécifique du World Resources Institute répond en partie à la question²⁰. En 2010, le méthane aurait été à l'origine de 10 % des émissions de gaz à effet de serre aux États-Unis (37 % de ces émissions provenant de la production de gaz naturel, toutes exploitations confondues, ces fuites émanant de sites de production, de zones de stockage et de gazoducs). Des concentrations importantes de méthane ont été mesurées au voisinage de sites d'exploitation de

16. KIPARSKY Michael et FOLEY HEIN Jayni, *Regulation of Hydraulic Fracturing in California: A Wastewater and Water Quality Perspective*, Berkeley : Berkeley Law, université de Californie (Wheeler Institute for Water Law & Policy / Center for Law, Energy and the Environment), avril 2013.

17. MAUTER Meagan *et alii*, *The Next Frontier in United States Unconventional Shale Gas and Tight Oil Extraction: Strategic Reduction of Environmental Impacts*, Cambridge, Mass. : Belfer Center (Harvard Kennedy School), *Discussion Paper* 2013-04, mars 2013.

18. SCOTT INSTITUTE FOR ENERGY INNOVATION, *Shale Gas and the Environment: Critical Need for a Government-University-Industry Research Initiative*, Pittsburgh : Carnegie Mellon University, mars 2013.

19. VIDIC Radisav D. *et alii*, « Impact of Shale Gas Development on Regional Water Quality », *Science*, vol. 340, n° 6134, 17 mai 2013.

20. BRADBURY James *et alii*, *Clearing the Air: Reducing Upstream Greenhouse Gas Emissions from U.S. Natural Gas Systems*, Washington, D.C. : WRI (World Resources Institute), avril 2013 (un rapport de l'université de Cornell avait déjà attiré l'attention sur cette question en 2011).

EXISTE-T-IL DES ALTERNATIVES À LA FRACTURATION HYDRAULIQUE ?

L'exploitation du gaz et du pétrole de schiste (ou plus généralement de « roches mères ») utilise dans 95 % des gisements, aujourd'hui, la technique dite de la fracturation hydraulique. Cela consiste à fracturer la roche (*fracking* en anglais) par de l'eau sous forte pression pour permettre au gaz, ou au pétrole, d'être évacué et récupéré en surface. Cette technique qui nécessite l'utilisation de grandes quantités d'eau (éventuellement recyclable) est relativement ancienne, les premières expériences datant de 1947, et elle a été utilisée à partir de 1968 pour stimuler la production de réservoirs conventionnels ; elle a été ensuite complétée par la technique des forages horizontaux à la fin des années 1980.

Un géologue américain, de la Shell et de l'université Columbia, King Hubbert (il avait annoncé que la production de pétrole atteindrait son maximum vers 1970) avait publié un article prémonitoire sur les techniques d'hydrofracturation en 1957¹, laissant entrevoir qu'elles pourraient se développer sur une grande échelle. À la fin des années 1990, les compagnies américaines (en particulier des petites compagnies) qui avaient beaucoup investi dans ces techniques leur ont donné un essor considérable.

L'hydrofracturation requiert l'emploi d'un liquide sous forte pression (à l'heure actuelle de l'eau) auquel on a ajouté deux types d'additifs qui vont contribuer à la fracturation de la roche :

- des additifs chimiques et notamment des détergents, pour réduire les frictions dans les pores de la roche ;
- des gélifiants pour favoriser le trans-

port du liquide jusqu'au fond du puits ; des produits pour éviter la précipitation de sels minéraux dans le puits et le gisement ;

- des matériaux de « soutènement » qui empêchent les fissures de se boucher (ce sont des petites billes de céramique ou des grains de sable).

Les exploitants ajoutent aussi au cocktail chimique des bactéricides (pour empêcher le développement de bactéries dans le puits ou la roche), des acides pour aider la perforation, des gélifiants qui permettent de mieux transporter le sable à distance, ce qui facilite la récupération du gaz (des taux de récupération de 30 % à 40 % du gaz auraient ainsi été obtenus sur le gisement de Haynesville au Texas). On peut aussi introduire du gaz sous pression pour faciliter la pénétration de l'eau. L'utilisation massive de l'eau avec des additifs chimiques est évidemment fortement critiquée car elle peut avoir un impact environnemental (contamination de la nappe phréatique, notamment si le puits de forage n'est pas étanche, les nappes étant toutefois très au-dessus des gisements).

L'utilisation d'autres liquides de fracturation que l'eau est envisagée². Observons à ce propos, que le Parlement français, qui a légiféré dans la précipitation en 2011, a interdit la fracturation « hydraulique » des roches alors que l'hydraulique *stricto sensu* concerne l'ensemble des techniques mettant en œuvre tous les liquides et pas uniquement l'eau, le respect strict de la loi semble condamner ainsi par avance toute technique utilisant un liquide de fracturation autre que l'eau et qui

1. HUBBERT King et WILLIS David G., « Mechanics of Hydraulic Fracturing », *Transactions of Society of Petroleum Engineers of AIME* (American Institute of Mining, Metallurgical & Petroleum Engineers), vol. 10, 1957, p. 153-168.

2. Cf. en particulier la description des alternatives techniques dans : GANDOSI Luca, *An Overview of Hydraulic Fracturing and Other Formation Stimulation Technologies for Shale Gas Production*, Luxembourg : Office des publications de l'Union européenne, JRC (Joint Research Centre), *Technical Report*, 2013.

pourrait n'avoir aucun impact sur l'environnement³...

Plusieurs types de liquides pourraient être utilisés, avec ou sans additifs chimiques. Le propane est l'un d'eux, son utilisation n'est pas sans risques (inflammation dans le puits) et le procédé serait coûteux. L'utilisation de mousses suspendues dans l'azote liquide sous pression est une autre voie possible et sans risques. Le CO₂ liquide, ou supercritique, avec des mousses en suspension (pour favoriser la propagation du liquide dans les fissures) serait sans doute plus performant — le CO₂ supercritique qui se trouve au-dessus de son point critique (à une température supérieure à 31 °C et à une pression supérieure à 73,7 atmosphères) a une viscosité très faible et il « lessive » les pores d'un matériau avec une grande efficacité — mais la technique serait sans doute coûteuse (une alternative consisterait à provoquer un choc thermique dans la roche chaude avec un liquide cryogénique comme le CO₂). L'utilisation de l'hélium liquide, parfois suggérée, aurait un coût prohibitif.

Des techniques différentes consisteraient à utiliser des gaz sous pression et non des liquides. Ces techniques pneumatiques pulvérisent la roche ; elles ont été utilisées sur des roches friables dans l'Ohio et au Canada. L'utilisation d'explosifs au fond d'un puits (qui n'est pas sans risques) est également envisageable afin d'élargir les fissures de la roche mère par des ondes de choc — des petites particules de TNT (trinitrotoluène) ou d'un perchlorate, transportées par un fluide, auraient le même effet en dégageant un gaz chaud qui provoquerait par détente des ondes de choc. Pour la « petite histoire », rappelons que les Américains, ainsi que les Soviétiques très probablement,

avaient envisagé l'utilisation de bombes atomiques pour stimuler la production de gisements de gaz et de pétrole dans les années 1960 (le projet *Gasbuggy*). Dans l'un des essais, une bombe atomique d'une puissance de 29 kilotonnes de TNT (deux fois la puissance de la bombe d'Hiroshima !) avait explosé dans un gisement de gaz à 1 300 mètres de profondeur. Les Américains procédèrent à une vingtaine d'essais de ce type, mais ils renoncèrent à l'utilisation de cette technique digne du docteur Folamour sans attendre de passer sous les fourches caudines du principe de précaution...

Enfin, plusieurs laboratoires testent des techniques électriques (notamment un laboratoire de l'université de Pau et des pays de l'Adour en France). Une décharge électrique provoque une *stress* mécanique dans la roche qui se fissure. Celle-ci peut être provoquée par un courant électrique passant entre deux électrodes immergées dans un liquide placé au fond d'un puits (une onde de pression d'une amplitude de 2 000 atmosphères crée ou élargit des fissures). Une alternative consisterait à créer un plasma par une décharge électrique qui provoquerait lui aussi, par détente, une onde de choc. Il reste à savoir si ces déformations mécaniques se propagent assez loin dans la roche mère pour y provoquer des fissurations.

À de rares exceptions près (le CO₂ essentiellement), ces nouvelles techniques de fracturation (hydraulique ou non) en sont encore au stade expérimental, voire préexpérimental. Une perspective plus futuriste consisterait à prendre la voie de la méthanogenèse : on produirait le méthane dans la matière organique incomplètement transformée d'un gisement en y introduisant des bactéries. P.P.

3. Le rapport également très complet sur les techniques d'exploitation des gaz de schiste de l'Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques (OPECST) décrit ainsi les techniques de fracturation hydraulique n'utilisant pas l'eau. Cf. LENOIR Jean-Claude et BATAILLE Christian (rapporteurs), *Les Techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels*, Paris : OPECST, rapport n° 174, 2013.

gaz de schiste dans le Colorado et l'Utah (avec des traces d'ozone) ; les fuites de gaz proviennent vraisemblablement, pour la plupart, de défauts d'étanchéité des puits qui ont été forés. Il est nécessaire de faire un bilan complet du « cycle de vie » (les émissions totales de gaz à effet de serre, méthane et CO₂ notamment) d'un combustible comme le méthane, depuis le site d'exploitation jusqu'à son utilisation finale, pour diagnostiquer sa nocivité climatique relative (comparée à celle du charbon ou d'un biocarburant, par exemple).

Ainsi, selon l'EPA, l'utilisation du gaz naturel serait moins nocive pour le climat que celle des autres combustibles fossiles, notamment le charbon, si les fuites de méthane représentaient moins de 3 % du gaz produit (elles seraient d'environ 4 % sur les gisements de gaz de schiste au Colorado). L'EPA a publié en 2012 des normes plus strictes pour les émissions de gaz à effet de serre, en application du *Clean Air Act*, qui prévoit leur réduction de 13 % d'ici 2015 et de 25 % d'ici 2035. La pression est très forte pour renforcer les réglementations fédérales et locales appliquées à l'exploitation des gaz non conventionnels aux États-Unis, mais la bataille est loin d'être terminée. Enfin, on ne peut pas exclure les risques dus à la sismicité que provoqueraient des opérations de forage, occasionnant des dégâts à des bâtiments à la suite de microséismes ²¹.

L'Europe et l'Asie ne sont pas l'Amérique

Si la confiance que les États-Unis ont accordée à leurs nouvelles perspectives gazières et pétrolières ouvertes par l'exploitation de ressources non conventionnelles ne semble pas se démentir, les experts soulignent, en France notamment, que les conditions d'une telle exploitation ne sont pas les mêmes en Europe, voire en Asie, qu'aux États-Unis. La géologie et la législation concernant la propriété du sous-sol sont différentes en Europe, les densités de population y sont en général plus importantes qu'aux États-Unis et les réglementations environnementales plus contraignantes (mais elles sont en train de se renforcer outre-Atlantique). Rappelons à ce propos qu'en France, le code minier doit être sérieusement remis à plat. Une première version élaborée par le conseiller d'État Thierry Tuot, a été remise au gouvernement à la fin de 2013. Ce « nouveau » code aura vocation à mieux réglementer les activités minières qui seront autorisées.

Les conditions financières pour exploiter le gaz de schiste (notamment l'achat de terrains, l'accès à des capitaux, les investissements en R&D, les incitations fiscales) ont aussi joué un rôle clef aux États-Unis pour favoriser l'exploitation du gaz de schiste. Dans une étude consacrée au *boom* du gaz de schiste, Z. Wang et A. Krupnick ont montré que ce sont initialement des sociétés de taille moyenne qui se sont lancées dans l'aventure, et non les

21. Des dégâts de ce type seraient survenus aux États-Unis dans l'Ohio et l'Oklahoma, dans des régions où des forages étaient en cours.

grands du pétrole et du gaz²². L'une d'elles, Mitchell Energy, qui a prospecté et exploité des gisements de gaz de schiste au Texas, a procédé en achetant massivement par *leasing* des terrains avec des droits d'exploitation, puis en investissant dans la recherche et en effectuant des forages ; une fois des possibilités d'exploitation prometteuses mises au jour, la société a revendu une partie des terrains avec une forte plus-value qui lui a permis de récupérer une partie de ses investissements. D'autres sociétés ont sans doute fait de même.

Plus généralement, ce sont des sociétés gazières de taille moyenne (Mitchell Energy, Devon, Republic Energy notamment) qui avaient la capacité d'investir via le marché des capitaux, tout en bénéficiant de facilités fiscales (aides fédérales pour la R&D, crédit d'impôt), qui ont exploité les premières les gisements. Des petites entreprises se sont lancées à leur tour dans l'aventure, lorsque le prix du gaz était élevé, en empruntant des capitaux, et un grand nombre d'entre elles ont été rachetées par les grandes sociétés par la suite, ce qui a sans doute contribué à une surproduction de gaz (les emprunts financiers contractés par les entreprises stipulaient pour la plupart que les opérations de forage devaient se poursuivre, même si le prix du gaz baissait...). Certains experts craignent, aujourd'hui, que les surinvestissements (il existerait 65 000 puits de forage de gaz et de pétrole de roches mères) ne conduisent à une « bulle gazière » à moyen terme si le prix du gaz reste trop bas²³.

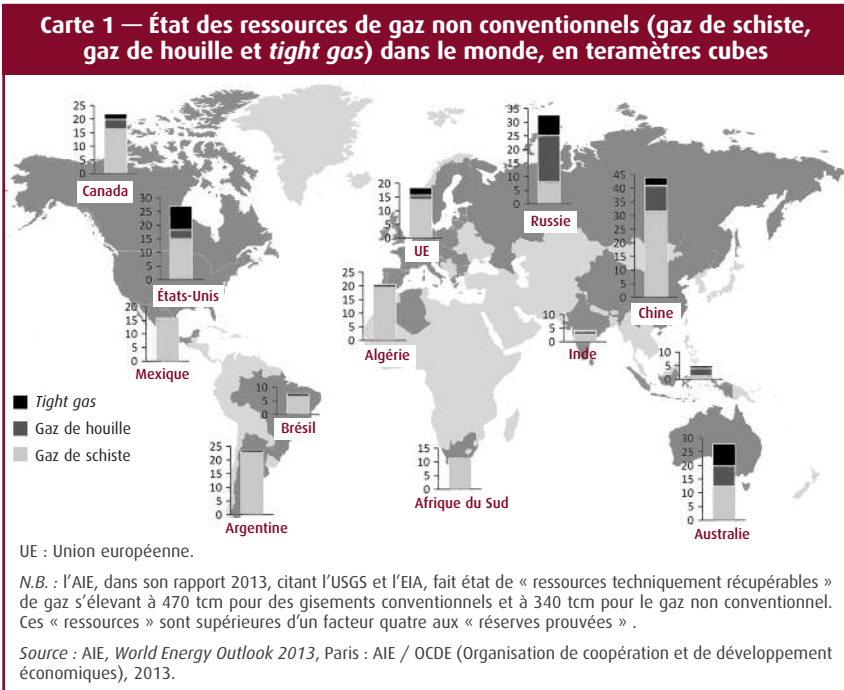
Sans tenir compte des conditions socio-économiques, législatives et juridiques spécifiques à chaque pays, l'AIE fait des hypothèses très optimistes sur les ressources de gaz non conventionnels qui existeraient dans le monde et qui pourraient être exploitées. Outre l'Amérique du Nord (Canada, États-Unis et Mexique), l'Argentine, l'Australie, la Chine, l'Algérie, l'Union européenne et la Russie (essentiellement du gaz de houille pour cette dernière) seraient pourvues de ressources importantes. En Europe, la France et la Pologne seraient les mieux dotées²⁴.

Ces estimations sont fortement critiquées par de nombreux experts car elles reposent sur des données partielles et souvent anciennes, et ne tiennent pas compte des conditions environnementales (comment exploiter le gaz de schiste en Algérie voire en Chine, par exemple, dans des régions où l'eau est rare ?). Un expert reconnu comme Jean Laherrère critique ainsi fortement, de façon générale, les estimations de ressources de gaz et de pétrole faites par de nombreuses organisations nationales et internationales, et certaines compagnies pétrolières. S'agissant du gaz de schiste, il estime que

22. WANG Zhongmin et KRUPNICK Alan J., *A Retrospective Review of Shale Gas Development in the United States: What Led to the Boom?*, Washington, D.C. : Resources for the Future, Discussion Paper 13-12, avril 2013.

23. COBURN Leonard (rapporteur), *The North American Oil and Gas Renaissance and its Implications*, Washington, D.C. : Aspen Institute, 17 octobre 2012.

24. Selon l'AIE, le gaz non conventionnel représenterait le quart de la production mondiale de gaz en 2035.



« pour les réserves de gaz de roche mère, les estimations confondent (souvent sciemment) réserves (ce qui sera produit) et ressources (ce qui existe dans le sous-sol) ou s'appuient sur des taux de récupération irréalistes ²⁵ ».

Le problème des taux de récupération du gaz dans les gisements est évidemment un point clef. Il n'est possible de les améliorer qu'au prix d'un effort important sur les techniques de forage et de conditions économiques satisfaisantes. Plusieurs pays européens se sont malgré tout lancés dans la voie de l'exploitation du gaz de schiste : c'est le cas de la Pologne (où l'évaluation des réserves a été revue à la baisse) ²⁶ mais non sans oppositions, ainsi que du Royaume-Uni (avec une implication de GDF-Suez et de Total), du Danemark et de la Roumanie ²⁷. L'Union européenne, quant à elle, s'est contentée de publier en janvier 2014 des recommandations minimales pour les conditions d'exploitation du gaz de schiste.

25. LAHERRÈRE Jean, *Le Chaos des réserves d'hydrocarbures. Exemple : les dernières estimations de BP 2013 pour le gaz*, Nice : contribution au XII^e forum annuel du Club de Nice (Énergie et géopolitique), 28 novembre 2013.

26. Les principales ressources se situeraient en Poméranie et dans le sud-est. Si deux sociétés ont annoncé qu'elles exploitaient du gaz de schiste avec des résultats satisfaisants, plusieurs multinationales dont Exxon ont déclaré renoncer à l'exploration (source : ambassade de France en Pologne, janvier 2014).

27. En Allemagne où existaient des ressources, la nouvelle coalition gouvernementale a décidé un moratoire sur l'exploration et l'exploitation de gaz par la fracturation hydraulique.

Un sujet tabou en France ?

En France, le débat sur ces questions est gelé par la loi de 2011 et la place du gaz dans le *mix* énergétique a été peu abordée dans les discussions sur la « transition énergétique », sauf par certains industriels²⁸. Les industriels plaident pour que le dossier soit rouvert afin de ne pas handicaper la compétitivité industrielle ; on observe d'ailleurs que plusieurs entreprises françaises qui fabriquent des équipements ou des matériaux pour les exploitations gazières sont présentes sur le marché américain (Vallourec qui fabrique des tubes pour des gazoducs, notamment).

Si l'évaluation des réserves exploitables d'hydrocarbures de roche mère reste largement à faire, il est néanmoins probable qu'il en existe sur le territoire français²⁹. Le Bassin parisien est très probablement un bassin sédimentaire favorable à l'existence de pétrole de schiste (près de 2 000 forages exploratoires y ont déjà été effectués). Des ressources en gaz existent sans doute dans le Sud-Est, et en gaz de houille dans la région d'Alès et dans l'ancien bassin minier lorrain. L'OPECST qui s'est saisi du dossier recommande dans son rapport, publié en novembre 2013³⁰, une évaluation des ressources du sous-sol français en hydrocarbures non conventionnels, avec la réalisation de forages expérimentaux, et la poursuite des recherches sur les techniques d'exploration et d'exploitation d'hydrocarbures de roches mères, ce que permet la loi de 2011. L'OPECST propose que cet inventaire des ressources soit confié à des organismes publics comme le BRGM et l'IFPEN (Institut français du pétrole Énergies nouvelles).

On notera enfin que dans son étude prospective sur l'avenir énergétique, publiée en février 2013, l'Académie française des sciences a consacré deux longs développements, d'une part au gaz de schiste, et d'autre part aux hydrates de méthane. Elle regrette que le vote de la loi interdisant l'utilisation des techniques de fracturation hydraulique soit intervenu trop rapidement, sans évaluation préalable, et elle plaide elle aussi pour que les ressources soient évaluées et que l'on procède à des expérimentations³¹.

La question du gaz de schiste reste pour l'instant un sujet tabou, pour des raisons essentiellement politiques, mais il sera difficile à un gouvernement de refuser toute forme d'expérimentation qui est seule susceptible d'ouvrir des voies nouvelles.

28. Rappelons que c'est l'attribution en catimini de permis d'exploration, en France, dans des zones sensibles comme l'Ardèche et les Cévennes, en l'absence de toute concertation, qui a mobilisé les populations et conduit au vote de la loi de 2011.

29. L'EIA fait état de 3,9 téramètres cubes de ressources techniquement récupérables en métropole.

30. LENOIR Jean-Claude et BATAILLE Christian (rapporteurs), *Les Techniques alternatives à la fracturation hydraulique pour l'exploration et l'exploitation des hydrocarbures non conventionnels*, Paris : OPECST (Office parlementaire d'évaluation des choix scientifiques et technologiques), rapport n° 174, 2013

31. COMITÉ DE PROSPECTIVE EN ÉNERGIE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, *La Recherche scientifique face aux défis de l'énergie*, Paris : EDP sciences, 2013 (analysé in *Futuribles*, n° 395, juillet-août 2013, p. 166-168 [NDLR]).

Une vigilance prospective est toujours nécessaire

La percée du gaz de schiste, et subsidiairement celle du gaz de houille et du pétrole de schiste, implique certainement une nouvelle donne économique, voire géopolitique, dans la mesure où les États-Unis pourraient réaliser leur vieux rêve d'une quasi-indépendance énergétique, tout en parvenant à diminuer leurs émissions de gaz à effet de serre (ils remplacent le charbon par du gaz dans certaines de leurs centrales électriques et ils exportent leur charbon, dont le prix baisse, vers l'Europe...). D'autres pays comme la Chine et la Pologne espèrent beaucoup de l'exploitation du gaz de schiste qui leur donnerait une plus grande autonomie énergétique (la Pologne dépend beaucoup du charbon et du gaz russe).

Pour l'heure, l'exploitation de gaz non conventionnels étend d'une vingtaine d'années, sans doute, la durée de vie des réserves de gaz exploitables (et elle donne un degré de liberté énergétique non négligeable aux États-Unis). Ce n'est pas forcément une bonne nouvelle pour la lutte contre le réchauffement climatique, bien qu'elle puisse donner un coup de pouce à la transition énergétique si elle permet de substituer du gaz au charbon dans les centrales thermiques. Même si les estimations de réserves sont entachées d'une grande incertitude, il reste que la prospective de l'énergie (basée notamment sur les estimations des géologues) a tardé à détecter les signes avant-coureurs de ce changement de donne (on peut rappeler l'article prémonitoire du géologue américain King Hubbert sur la fracturation hydraulique en 1957³² et certaines données publiées par l'AIE à partir de 2009).

Existe-t-il aujourd'hui des signaux annonçant d'autres percées techniques dans ces domaines ? Les techniques de fracturation des roches, hydrauliques ou non, sont probablement perfectibles, mais l'expérimentation dans ce domaine, en admettant qu'elle puisse être réalisée, est lourde et prendra du temps (près de 40 ans se sont écoulés entre les premières expérimentations *in situ* de fracturation hydraulique et l'exploitation à grande échelle du gaz de schiste).

On peut aussi s'interroger sur les progrès plus rapides que prévu, intervenus dans les techniques d'exploitation des hydrates de méthane (du méthane piégé dans de la glace présent notamment sur les marges océaniques), réalisés par le Japon qui a des besoins importants en gaz depuis la catastrophe de Fukushima qui l'a conduit à arrêter ses centrales nucléaires. La JOGMEC (Japan Oil, Gas and Metals National Corporation) a annoncé, en mars 2013, avoir réussi pour la première fois à extraire du méthane d'un gisement d'hydrates par 1 000 mètres de profondeur d'eau, avec un bateau de forages scientifiques, le *Chikyu*, sur le site de Daini Atsumi, à 80 kilomètres

32. HUBBERT King et WILLIS David G., « Mechanics of Hydraulic Fracturing », *Transactions of Society of Petroleum Engineers of AIME* (American Institute of Mining, Metallurgical & Petroleum Engineers), vol. 10, 1957, p. 153-168.

au large de la péninsule d'Atsumi³³. On est encore loin de l'exploitation d'une ressource de gaz qui serait considérable à l'échelle de la planète ; les ressources exploitables dans les conditions techniques et économiques actuelles seraient au minimum équivalentes à celles de gaz conventionnel, mais ces évaluations sont très approximatives, les conditions d'exploitation restant encore très floues et elles ne sont pas dépourvues de risques. La percée réalisée par le Japon est sans doute un signal et la prospective des techniques, dans ce domaine comme dans d'autres, n'a probablement pas dit son dernier mot et doit exercer sa vigilance. ■

33. « Japanese Draw Methane from Sea Floor », rubrique « Around the World », *Science*, vol. 339, 6 126, 22 mars 2013, p. 1364-1365.

CALENDRIER DES FORMATIONS

VEILLE • PROSPECTIVE • STRATÉGIE • SOCIÉTÉ • VILLES

FUTURIBLES INTERNATIONAL

- ▶ **La protection sociale en France : les enjeux du futur**
Jeudi 13 et vendredi 14 mars 2014 • Prix : 1512 euros TTC*
- ▶ **Introduction à la veille et à la démarche prospective**
Mardi 18 mars 2014 • Prix : 1008 euros TTC*
- ▶ **Prospective des valeurs, des modes de vie et de la consommation**
Jeudi 20 et vendredi 21 mars 2014 • Prix : 1512 euros TTC*
- ▶ **Pratiques de la prospective stratégique**
Jeudi 27 et vendredi 28 mars 2014 • Prix : 1512 euros TTC*
- ▶ **Futurs de villes. Vers quels modèles urbains allons-nous ?**
Lundi 31 mars et mardi 1^{er} avril 2014 • Prix : 1512 euros TTC*
- ▶ **Atelier de construction de scénarios prospectifs**
Jeudi 3 avril 2014 et vendredi 4 matin • Prix : 1188 euros TTC*
- ▶ **Prospective des relations sociales dans les organisations**
Mercredi 9 avril et jeudi 10 avril 2014 • Prix : 1512 euros TTC*

*Remise de 10 % pour inscription multiple dès la deuxième participation ; dispense des frais de participation pour les membres partenaires de Futuribles International et remise de 50 % pour les membres associés (valable pour une personne par formation).

Informations complémentaires : Corinne Roëls - Futuribles International
Tél. + 33 (0)1 53 63 37 71 - Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 - E-mail croels@futuribles.com -
Site Internet www.futuribles.com

Les initiatives locales innovantes

Une émission à l'affût des entrepreneurs de l'économie sociale et solidaire

INTERVIEW DE PHILIPPE BERTRAND PAR MARTHE DE LA TAILLE-RIVERO ¹

Depuis huit ans, Philippe Bertrand présente Carnets de campagne, un programme radiodiffusé par France Inter, consacré aux initiatives sociales, économiques ou culturelles qui fleurissent un peu partout dans les régions françaises et ouvrent des pistes d'avenir hors des réponses institutionnelles et des sentiers battus. Au terme de 1 500 émissions, quel bilan tire-t-il de cette immersion dans des territoires en mouvement ? Ces projets conçus par des « artisans du futur » capables de fédérer les énergies et les moyens sont-ils précurseurs de nouvelles formes de vie sociale ? Constituent-ils les indices d'une mutation en marche de la société française — voire européenne ? Ces nouveaux entrepreneurs concilient-ils l'agir local et le penser planétaire ?

Nous avons interviewé Philippe Bertrand et vous livrons ici quelques éléments de réponse, qui constituent autant d'encouragements pour celles et ceux tentés par le lancement de projets alternatifs ou atypiques dans le paysage socio-économique français. M.L.T.-R. ■

► Comment est née l'émission *Carnets de campagne* ?

P.B. : L'émission *Carnets de campagne* est née en 2006 lors d'un changement de la grille des programmes de France Inter. On m'a proposé ce créneau horaire pour parler des innovations culturelles, sociales ou économiques qui se multipliaient dans les régions françaises, et pour permettre un passage

1. Philippe Bertrand est journaliste, auteur et animateur de radio et de télévision, et producteur et animateur de l'émission *Carnets de campagne* diffusée sur France Inter du lundi au vendredi de 12h30 à 12h45. Marthe de La Taille-Rivero est spécialiste du mécénat d'entreprise et collabore à la revue *Mécènes* éditée par l'Admical (Association pour le développement du mécénat industriel et commercial).

en douceur vers l'émission suivante, *Le Jeu des mille euros*. Je me suis posé beaucoup de questions sur l'orientation et le contenu de ces *Carnets* et j'ai proposé aux auditeurs de nous écrire pour nous faire part des initiatives intéressantes dont ils étaient témoins ou dont ils avaient entendu parler dans leur entourage. C'était l'époque où Ségolène Royal parlait de la démocratie participative, moi j'ai proposé la dénonciation positive !



Philippe Bertrand (photo Radio France, Christophe Abramowitz)

Notre appel à projets se fait à l'échelle d'un département trois semaines ou un mois avant l'émission. La remontée est immédiate à travers le site de *Carnets de campagne* ou les réseaux sociaux, au rythme de 50 à 100 réponses par département. Nous les trions sur trois critères : l'impact, le caractère innovant et l'exemplarité. Mon équipe et moi-même prenons contact ensuite directement avec ceux que j'envisage de présenter à l'antenne. *Carnets de campagne*, cette fenêtre ouverte sur la vitalité de l'économie sociale et solidaire, a déjà à son actif 1 500 émissions et reçoit chaque année environ 8 000 courriers. Ce qui me saute aux yeux depuis le début de l'émission, c'est la qualité de ces initiatives. En huit ans, j'ai traité tous les départements et il nous est arrivé de revenir quatre fois dans le même, grâce à quoi nous pouvons suivre l'évolution de projets que j'avais présentés quelques années auparavant.

► D'où émanent les initiatives que vous présentez à l'antenne ?

La plupart des projets sont l'expression de la volonté d'acteurs locaux. Ils émanent de la société civile, échappent au champ de la décision politique et à la dictature du court terme. Ils ont souvent pour origine le besoin de lien social entre des populations éloignées des centres de décision. Je m'y suis beaucoup intéressé parce que je suis moi-même « né rural » et que ma région d'origine fait partie de la diagonale du vide, celle qui prend la France en écharpe du nord-est de la France à la Creuse.

La majorité des projets que nous recevons sont donc surtout d'origine rurale — des villages, des bourgs, des communautés de communes — ou proviennent de la population croissante des néoruraux. La solidarité dans un milieu rural confronté à la fermeture des services publics et des commerces de proximité, relève plus, au départ, de la nécessité de survie que d'une stratégie de développement. Le mouvement s'est accéléré avec la vague de transfert de populations citadines qui, depuis quelques années, s'est propagée soit en périphérie des villes, soit au cœur de la ruralité. La campagne possède un réservoir de réponses aux maux dont souffre notre société et de solutions alternatives dont nous ne mesurons pas assez l'importance. C'est une formidable machine à solutions où l'économie sociale et solidaire, qui a maintenant 30 ans d'âge, trouve son terrain d'expression privilégié.

La grande variété française des paysages, des cultures et des histoires régionales entraîne aussi des surprises. Pourquoi le Gers accueille-t-il volontiers les néoruraux et les télétravailleurs pour lesquels des villages sont équipés en haut débit ? Pourquoi la Basse-Normandie suscite-t-elle un engouement pour les pratiques agricoles biologiques alors que celles-ci demeurent plus marginales en Bourgogne ?

Les initiatives urbaines sont moins fréquentes, mais elles sont surtout moins visibles et repérables qu'à la campagne. Elles s'inspirent, pour certaines, d'un mouvement né en Europe du Nord, « les quartiers en transition » : des collectifs d'habitants qui s'unissent pour participer aux décisions d'aménagement de leur quartier et pour développer des services communs comme le recyclage des déchets ménagers ou la création de jardins partagés. Dans la même veine, la culture de minipotagers sur des bouts de terrain publics ou privés, pour nourrir des habitants en difficulté, est un exemple venu de Grande-Bretagne. Ces « incroyables comestibles » ont fait école sur le thème « rendons l'espace public utile ». La crise a mis en valeur des solutions auxquelles on prêtait peu d'attention avant. C'est un véritable révélateur. Quelques initiatives émergent des quartiers dits sensibles, mais elles sont plus rares.

► Y a-t-il un profil type des porteurs de projet ?

Oui et non ! Ce sont des personnes ou de petits groupes d'individus, sensibilisés aux failles et aux faiblesses de leur environnement local, qui mettent leur énergie et leur talent au service d'un projet souvent novateur, hors normes, tourné vers le futur. On trouve aussi beaucoup de jeunes qui reviennent au pays, nantis d'un bac + trois ou quatre et d'une expérience professionnelle vécue ailleurs. Ils travaillent en réseau, sont parfois bénévoles et ont peu tendance à communiquer. Ce sont souvent des témoins ou des bénéficiaires de leurs initiatives qui nous préviennent car ils font rarement leur propre promotion. Ils sont généreux, dynamiques, avec une sensibilité politique de gauche. Combien sont-ils ? Je l'ignore car rien n'est vraiment chiffré dans ce secteur mouvant.

► Dans ce foisonnement, quels sont les thèmes dominants ?

L'insertion des personnes en difficulté par l'activité économique est un thème majeur. Ces entreprises d'insertion aux formes et aux activités très diverses reçoivent un public de plus en plus jeune de « décrocheurs » et emploient environ 300 000 personnes.

Les nouveaux modes de production agricole suscitent beaucoup de vocations, comme l'agriculture bio à laquelle la France ne consacre que 3 % à 4 % de ses terres agricoles, ce qui la place en queue du peloton européen. L'économie verte est d'ailleurs primordiale, avec les circuits courts de distribution et les groupements mettant en relation directe producteurs et

consommateurs d'une même région, qui se constituent un peu partout. La Drôme, par exemple, a lancé une plate-forme départementale des producteurs, suivie par l'Allier et la Corrèze. Dans les Hautes-Alpes, un collectif s'est constitué pour l'importation directe d'oranges siciliennes issues d'une coopérative biologique, démultipliant sur le sol national une initiative italienne. Ils reçoivent et distribuent dans leur voisinage 20 tonnes d'oranges à chaque livraison, sans compter une partie de productions diverses plus locales.

Les coopératives accueillant de nouveaux entrepreneurs auxquels on offre des locaux, des services administratifs, de la formation et de l'accompagnement sont un autre créneau dominant. Ces incubateurs hébergent beaucoup d'artisans. Les entreprises restent en moyenne trois ans au sein de la coopérative avant de voler de leurs propres ailes.

Parmi les autres tendances, on relève l'éco-construction, surtout pour l'habitat, la construction de maisons dans des hameaux, parfois sur un même terrain à partager. On voit se développer aussi les maisons de pays qui conseillent les intéressés sur l'éco-construction. Beaucoup de choses touchent ainsi à l'habitat au sens large.

De nombreux projets sont également liés à l'économie circulaire, avec le recyclage des déchets et les ateliers de réhabilitation. C'est de plus en plus fréquent et cela prend des formes très diverses. Un nouvel intérêt s'amorce pour la relance de la production *made in France* (voire *made in Creuse* !) par de jeunes entrepreneurs.

Les festivals, les loisirs culturels, souvent liés à l'éducation populaire et l'éco-tourisme, suscitent aussi de nombreuses initiatives. À l'heure actuelle, on assiste également à une floraison d'universités populaires où l'on pratique l'échange de savoirs et de bonnes pratiques.

Autre illustration du lien social régénéré : les « bistrots de pays », qui offrent des services de proximité et une convivialité. Certains sont labellisés et concernent des localités de moins de 2 000 habitants dépourvues d'espace commun, mais il en existe beaucoup qui s'installent et se développent sans aucun label.

À l'inverse, certains secteurs suscitent moins de vocations : nous recevons par exemple peu de projets concernant le milieu scolaire et la formation.

Si je cherchais à synthétiser tous ces projets, je dirais qu'ils sont pédagogiques, économiques, populaires, écologiques et reposent sur des circuits courts. En fait, dans ce foisonnement, on ne peut pas parler de phénomènes de mode, par nature éphémères, mais de tendances, beaucoup plus durables parce que liées à des carences et à des dysfonctionnements dans la société française.

Même si le milieu rural n'est pas le seul terrain d'expansion des initiatives, il n'en demeure pas moins qu'il est souvent synonyme d'expérience

AU FIL DES ÉMISSIONS : TROIS ILLUSTRATIONS ISSUES DE CARNETS DE CAMPAGNE

Juratri

L'histoire est celle d'une association de réinsertion sociale, proche des chiffonniers d'Emmaüs, créée en 1978 sur une friche industrielle à Lons-le-Saunier (Jura), qui donne naissance à une entreprise industrielle experte dans la collecte et le traitement des ordures ménagères, sans perdre sa vocation initiale... En 1990, pour répondre à un appel d'offres départemental concernant le recyclage des papiers et cartons, l'association crée Juratri, une SARL (société à responsabilité limitée) dans laquelle entrent à ses côtés les branches régionales de trois *majors* de la gestion des déchets, Veolia, Derichebourg et Sita. Une première en France ! Aujourd'hui, Juratri, partenaire pour le recyclage de grands groupes de la distribution, emploie 135 salariés dont 70 en réinsertion, sur trois sites de production à Lons-le-Saunier. L'un d'entre eux est spécialisé dans la dépollution et la valorisation des déchets d'équipements électriques et électroniques, au rythme de 5 000 tonnes par an.

Bâti-insert

Lorsqu'il crée son entreprise de bâtiment, il y a 25 ans à Treize-Septiers, un bourg de Vendée, Patrick Padiou est confronté au problème des jeunes adultes exclus de l'emploi et sans formation. En 2006, avec le centre d'action sociale de sa commune, il crée dans les locaux de son entreprise Bâti-insert, un dispositif original pour les aider à intégrer progressivement le circuit professionnel. Aujourd'hui, 60 entreprises de la région jouent le jeu avec lui et accueillent, en stage ou en immersion progressive, les jeunes que Bâti-insert met sur le chemin de l'emploi. Outre l'appui des tuteurs chargés de les épauler en entreprise, Bâti-insert reçoit l'aide de bénévoles pour les cours de rattrapage des matières de base, la préparation au permis de conduire ou

la recherche de logement. « Nous faisons du cousu main », dit Patrick Padiou. Son entreprise, qui a démarré avec deux artisans, emploie 50 salariés et depuis sa création, 70 jeunes en insertion l'ont quittée pour intégrer durablement le monde du travail. Patrick Padiou vient de créer, sur un terrain qui lui appartient, une zone de maraîchage pour « passer à la vitesse supérieure » et ouvrir aux jeunes de sa région d'autres pistes d'orientation et d'activités.

Pôle Sud Archer

Ce pôle de coopération économique territoriale installé depuis 2007 à Romans-sur-Isère, une ex-capitale sinistrée de l'industrie de la chaussure, est un fleuron de l'économie sociale et solidaire. Né de l'initiative d'une grosse association de réinsertion sociale, Archer, il regroupe aujourd'hui, au sein d'une SAS (société par actions simplifiée), une centaine d'actionnaires, dont plusieurs entreprises, fonctionnant tous selon le principe « un actionnaire, une voix ». Pôle Sud Archer, outre les organismes présents sur le site, mobilise les acteurs socio-économiques de la dynamique régionale — artisans, petites et moyennes entreprises, services, centres de formation, collectivités — autour de projets de développement durable communs, et cela fonctionne. Une quinzaine d'entreprises industrielles ou artisanales se sont déjà créées. Une entreprise de sous-traitance automobile s'y est installée. La chaussure *made in Romans* prend un nouveau départ à partir du sauvetage de l'actif que constituait le savoir-faire des anciens salariés. En 2011, l'association « Romans-Bourg de péage » est créée sous l'impulsion de Pôle Sud Archer. Elle regroupe des responsables d'entreprises locales désireux de mutualiser des moyens et des services. Elles sont aujourd'hui 70 et emploient 4 000 salariés.

M.L.T.-R.

pilote. La dernière en date relève de l'engagement de quatre départements à prédominance rurale, le Cher, la Nièvre, l'Allier et la Creuse, qui viennent d'inaugurer le programme commun des « nouvelles ruralités ». Ce programme, présenté à l'ensemble des collectivités territoriales, consiste à garantir le tout-numérique et l'accès inconditionnel des habitants à celui-ci, à valoriser les capacités d'accueil et d'accompagnement de nouveaux entrepreneurs, et à maintenir les populations locales sur place par le soutien aux initiatives économiques, culturelles et sociales.

► Quelle forme juridique prennent ces initiatives ?

Il y a des initiatives innombrables mais sans fondement juridique bien défini ou définitif. Associations, sociétés coopératives et participatives (SCOP), coopératives, artisans, fondations, très petites entreprises ou industries (TPE, TPI), etc. : la majorité de ces projets relèvent de l'économie sociale et solidaire, et fédèrent des partenaires relevant de divers statuts. La loi en préparation présentée par Benoît Hamon, le ministre délégué à l'Économie sociale et solidaire, devrait clarifier la situation. Son risque est de trancher dans une matière protéiforme et de formater les structures intégrées à ce cadre juridique enfin défini par la loi, mais Benoît Hamon semble avoir bien compris le problème. Le plus important pour lui est le modèle coopératif. La loi va par exemple proposer un soutien financier aux salariés qui reprennent leur entreprise afin d'éviter qu'une charge financière trop lourde n'obère les chances du redémarrage de l'activité.

► Ces projets sont-ils pérennes ?

Les initiatives que je présente à l'antenne vont à l'encontre de la pression de l'urgence et s'inscrivent dans le temps. Il y a très peu d'échecs car nos entrepreneurs sont conscients des limites à ne pas franchir et la prise de risque est très calculée. Lorsque nous revenons dans la même région et que nous faisons le tour des projets que nous connaissons, ils sont presque tous vivants et en développement.

► Rayonnent-ils au-delà de leur enracinement local ?

Ils concernent en général la microsphère. Bien sûr, il y a quelques entreprises importantes et à croissance rapide. C'est le cas du groupe SOS ou du Relais, l'entreprise de récupération de vêtements qui emploie 2 200 salariés dans 28 relais régionaux et gère 18 000 *containers*, mais l'erreur serait de considérer que l'avenir de cette économie est lié à la taille des initiatives. La plupart de nos interlocuteurs gèrent des projets à taille humaine, concernant un bourg, une communauté de communes ou un quartier, bref un territoire bien délimité. Cette situation va évoluer, les cantons vont s'agrandir et selon un sondage récent, 62 % des personnes interrogées ont comme référence leur région d'appartenance, plutôt que leur département.

L'ÉCONOMIE SOCIALE ET SOLIDAIRE EN VOIE D'INSTITUTIONNALISATION

Le concept d'économie sociale et solidaire (ESS), tel que défini par le gouvernement français, désigne un ensemble d'entreprises organisées sous forme de coopératives, mutuelles, associations ou fondations, dont le fonctionnement interne et les activités sont basés sur un principe de solidarité et d'utilité sociale. Ces entreprises adoptent des modes de gestion démocratiques et participatifs. Elles encadrent strictement l'utilisation des bénéficiaires qu'elles réalisent : le profit individuel est proscrit et les résultats sont réinvestis. Leurs ressources financières sont généralement en partie publiques.

Depuis 2012, ce pan longtemps mésestimé de l'économie française a son ministère dédié, et un projet de loi visant à préciser et encadrer ce secteur est en préparation. Présenté en Conseil des ministres le 24 juillet 2013, ce projet a été adopté par le Sénat en novembre 2013 et devrait être présenté à l'Assemblée nationale ce printemps. Il a fait l'objet d'une large consultation et concertation avec l'ensemble des acteurs. L'ambition affichée par le gouvernement est d'« encourager un changement d'échelle de l'économie sociale et solidaire dans tous ses aspects, afin de construire avec les entreprises de l'économie sociale et solidaire une stratégie de croissance plus robuste, plus riche en emplois, plus durable et plus juste socialement. »

En plus de cette loi, de nouveaux outils de financement doivent être mis en place via le programme Investissements d'avenir et la Banque publique d'investissement : fonds de financement, fonds d'innovation sociale, prêts participatifs sociaux et solidaires, financement participatif (*crowdfunding*), avances remboursables.

Parmi les effets attendus de la loi, soulignons, entre autres :

- une meilleure identification des acteurs par les financeurs, avec une dé-

- finition du périmètre du secteur (statutaire, avec une ouverture aux sociétés commerciales respectant certaines exigences en termes notamment de partage des bénéfices et de rémunération des salariés) ;

- un renforcement du pouvoir d'action des salariés (instauration d'un droit d'information préalable des salariés pour favoriser les reprises d'entreprises par les salariés, remise des principes coopératifs au cœur de la gouvernance des coopératives...)

- une sécurisation de l'environnement juridique ;

- la création d'emplois dans les territoires, notamment via le développement du modèle coopératif, la création d'un statut de SCOP (société coopérative et participative) d'amorçage, le développement des coopératives d'activités et d'emplois, et des SCIC (sociétés coopératives d'intérêt collectif), la reconnaissance des pôles territoriaux de coopération économique (structures rassemblant *a minima* des entreprises de l'ESS et des entreprises commerciales, auxquelles peuvent se joindre des collectivités territoriales, des centres de recherche ou des organismes de formation, pour développer une stratégie de mutualisation de locaux, services, compétences...).

Quelques points continuent à faire polémique, en particulier parce qu'il peut paraître compliqué de traiter de la même façon l'économie dite sociale et celle dite solidaire. Ainsi en est-il de l'ouverture aux sociétés commerciales, dont certains craignent que, même avec les limitations prévues par le projet de loi, elles soient davantage en capacité d'attirer les financeurs, au détriment des entreprises « statutaires », notamment associatives. De même, l'étendue des droits d'information aux salariés est-elle parfois jugée insuffisante, tout comme la prise en compte des collectivités territo-

riales ou encore le schéma de promotion des achats publics socialement responsables que les collectivités devraient adopter.

Notons enfin qu'un rapport commandé par le ministre de l'Économie sociale et solidaire à l'économiste Philippe Fré-

meaux a été rendu public en novembre 2013¹. Il évalue l'apport de ce secteur de manière globale, en prenant en compte non seulement son impact sur le produit intérieur brut, mais aussi sa contribution au bien-être individuel et collectif.

Futuribles

Sources : « Les mesures clés du projet de loi Économie sociale et solidaire ». URL : <http://www.economie.gouv.fr/files/projet-loi-ess-mesures-cles.pdf>. Consulté le 7 janvier 2014 ; « Qu'est-ce que l'économie sociale et solidaire ? ». URL : <http://www.economie.gouv.fr/cedef/economie-sociale-et-solidaire>. Consulté le 7 janvier 2014 ; « Le projet de loi sur l'économie sociale et solidaire », synthèse présentée aux deuxièmes rencontres interterritoriales des collectivités locales autour de l'économie sociale et solidaire (ESS), « Territoires & ESS, « Territoires & ESS. Coopérer pour changer d'échelle ! », 12 septembre 2013.

1. FRÉMEAUX Philippe, *L'Évaluation de l'apport de l'économie sociale et solidaire*, Paris : ministère de l'Économie et des Finances, ministère délégué chargé de l'Économie sociale et solidaire et de la Consommation, 2013, 44 p.

Surtout, nous recevons un nombre croissant de projets en réseau plus indépendants de leur territoire d'origine, même si la dominante est encore l'exemple particulier qui ne cherche pas à être reproductible où à s'étendre.

► Peut-on y voir des signes avant-coureurs d'une révolution sociétale ?

La loi qui doit passer à l'Assemblée va participer à l'avenir de cette économie née des besoins et des enjeux locaux, même si ces enjeux ne concernent pas seulement la sphère économique. Une projection des intentions des Français habitant les grandes agglomérations, concernant la campagne, avance que près de 10 millions de citoyens envisagent de transformer leur vie, de se « mettre au vert » et seraient même prêts à changer d'orientation professionnelle. C'est un basculement des valeurs, un signe des temps. L'exigence de consommer différemment, et surtout moins et mieux, de travailler davantage au service d'autrui et moins à son enrichissement personnel exclusif, de favoriser l'épanouissement des générations futures au contact d'un environnement naturel respecté, est de plus en plus partagée par nos contemporains. Le réchauffement climatique, l'incohérence des marchés, la surproduction agricole aux dépens de la régénération des terres et de la santé des consommateurs, la spéculation outrancière qui a affolé les places boursières avant de créer un *tsunami* financier mondial, sont autant d'arguments qui activent des choix de vie nouveaux.

Pour en revenir à l'économie, l'actuelle filière sociale et solidaire qui emploie pas moins de 2 400 000 personnes en France est moins marginalisée qu'elle ne le fut et commence particulièrement à intéresser une économie

dite classique, elle-même acculée à rectifier ses erreurs. Pas un jour ne se passe sans qu'une grande entreprise n'agisse en faveur d'une meilleure gouvernance, d'une plus grande transparence dans la gestion de ses effectifs et d'une nouvelle participation au respect de l'environnement. Ces orientations modernes s'expriment en termes de développement durable. Peut-être galvaudée par un usage trop intensif, l'expression porte depuis plus de 20 ans, c'est-à-dire depuis le sommet de Rio de 1992, trois consignes fondamentales : 1) les nouvelles économies ne peuvent pas se concevoir contre les hommes, mais avec eux et pour eux ; c'est sa vertu sociale ; 2) aucune activité ne peut être acceptée dès lors qu'elle porte atteinte à l'environnement et à la biodiversité ; vertu écologique ; 3) les projets à venir ne peuvent plus être avancés sans tenir compte des besoins des pays en voie de développement ; c'est l'engagement solidaire lui aussi inhérent au principe de « développement durable ». ■

FUTURIBLES INTERNATIONAL

Tables rondes

► **La croissance verte** • Mercredi 5 mars 2014, de 17h30 à 19h30. Avec **Christian de Perthuis**, président du conseil scientifique de la chaire Économie du climat de CDC Climat et de l'université Paris-Dauphine, et **Pierre-André Jovet**, directeur scientifique de la chaire Économie du climat, coauteurs de l'ouvrage *Le Capital vert. Une nouvelle perspective de croissance* (Paris : Odile Jacob, septembre 2013).

► **La transition socio-écologique** • Lundi 24 mars 2014, de 17h30 à 19h30. Avec **Domenico Rossetti di Valdalbero**, administrateur principal de la Direction générale de la recherche et de l'innovation de la Commission européenne.

► **Entre chaos planétaire et nouvel ordre mondial** • Mardi 15 avril 2014, de 17h30 à 19h30. Avec **Kimon Valaskakis**, ancien ambassadeur du Canada auprès de l'OCDE, fondateur et président de la Nouvelle École d'Athènes, auteur de l'ouvrage *Buffets and Breadlines: Is the World Really Broke or Just Grossly Mismanaged?* (Bloomington : AuthorHouse LLC, 2013).

Les 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 70 • Fax + 33 (0)1 42 22 65 54
E-mail ahouguenague@futuribles.com • Site Internet www.futuribles.com

FUTURS DE VILLES

VERS QUELS MODÈLES URBAINS ALLONS-NOUS ?

Session de formation • 31 mars et 1^{er} avril 2014
Futuribles International • Paris

Intervenants

Georges Amar, prospectiviste des transports.

Valérie David, directrice du laboratoire Phosphore (ville de demain) au sein du groupe Eiffage.

Jean Haëntjens, économiste et urbaniste.

Hugues de Jouvenel, président de Futuribles International.

Maud Le Floc'h, fondatrice et directrice du Pôle des arts urbains de Tours, prix des jeunes urbanistes.

Paul Lecroart, chargé de mission Stratégies urbaines à l'Institut d'aménagement et d'urbanisme (IAU) de la région Île-de-France.

Gérard Magnin, fondateur de l'association internationale Energy Cities, consultant auprès de nombreuses villes européennes.

Bruno Marzloff, sociologue et prospectiviste, directeur du groupe Chronos.

Objectifs

Fournir aux acteurs impliqués dans la production du cadre urbain (collectivités, entreprises, professionnels de l'urbanisme) des clefs de lecture pour comprendre les principales lignes de force de la mutation en cours. C'est à la demande de ces acteurs que Futuribles International a conçu cette formation, en valorisant sa propre expérience dans la compréhension et la mise en relation des phénomènes de « longue portée » ; l'apport d'intervenants à la pointe des principales thématiques concernées ; l'apport de participants appartenant à différents milieux professionnels ; et la confrontation permanente entre les « clefs de lecture » et les exemples concrets.

Programme

- ▶ Les villes en compétition et les stratégies de résilience
- ▶ Les changements de paradigme : les villes, pour quoi faire ? Pour quoi vivre ?
- ▶ Transition énergétique, transition urbaine
- ▶ Une approche transversale de la ville de demain : le projet Phosphore du groupe Eiffage
- ▶ De la société (auto)mobile aux « cultures de la mobilité »
- ▶ La culture, levier des stratégies urbaines
- ▶ La transition urbaine en marche
- ▶ Quelques visions partagées à l'horizon 2030

Prix

Les frais de participation sont de 1260 euros HT (1512 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/base/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

*Remise de 10 % en cas d'inscription multiple dès la deuxième participation, dispense de frais pour les membres partenaires de Futuribles International et remise de 50 % pour les membres associés (valable pour une personne par formation).

Quelle politique étrangère et de sécurité européenne ?

PAR JEAN-FRANÇOIS DREVET ¹

Mise en place en 1993 par le traité de Maastricht, la politique étrangère et de sécurité commune de l'Union européenne peine à trouver sa place, a fortiori dans une Union qui compte désormais 28 États membres dont les préoccupations vis-à-vis de l'extérieur sont loin de converger. Pourtant, les occasions de la mettre en œuvre et d'en faire un instrument de renforcement du pouvoir européen sur la scène internationale ne manquent pas depuis quelques années (mouvement de révolte ukrainien, printemps arabes, conflits malien et centrafricain...).

Mais comme le montre ici Jean-François Drevet à la lumière de quatre événements récents (la révélation des écoutes américaines, les interventions françaises en Afrique, la rivalité avec la Russie en Ukraine et l'accord nucléaire avec l'Iran), les marges d'action de cette politique sont pour le moins restreintes. L'« Europe puissance » a donc peu de chances de se concrétiser dans un avenir proche ; néanmoins, des voies médianes qui éloigneraient l'Union de la passivité diplomatique qui la caractérise trop souvent, et produiraient des résultats non négligeables sur le plan international, pourraient se développer — ceci en dépit des blocages internes entretenus pour l'essentiel par les Britanniques. S.D. ■

Vingt ans après le lancement de la politique étrangère et de sécurité commune, quatre événements survenus au cours de l'année 2013 apportent de précieux enseignements sur les limites d'une conver-

gence européenne en la matière : les écoutes américaines et le Royaume-Uni ; les interventions françaises en Afrique subsaharienne ; la compétition avec la Russie en Ukraine ; l'accord nucléaire avec l'Iran.

1. Ancien fonctionnaire à la Commission européenne. Les propos exprimés ici n'engagent que leur auteur.

Les écoutes américaines et le rôle des Britanniques

Les initiés n'ont pas été surpris par les révélations d'Edward Snowden, qui confirment ce que l'on savait déjà sur les écoutes systématiques organisées par les autorités américaines, avec la participation de plusieurs pays du Commonwealth, parmi lesquels le Royaume-Uni dont le silence assourdissant a bien montré l'étendue de son engagement. Il est maintenant bien connu que la coopération anglo-américaine est particulièrement intense dans les stations d'écoute installées dans les bases de Chypre, que les Britanniques détiennent en pleine souveraineté² et dont Washington finance une partie substantielle du budget.

Bien que l'intervention en Libye en 2012 ait marqué une certaine indépendance de Londres vis-à-vis de Washington, il est clair que les Britanniques sont trop profondément impliqués dans leur coopération avec les États-Unis pour souhaiter la construction d'une défense européenne autonome. La délégation britannique à Bruxelles ne fait pas mystère de ses réticences et s'emploie à les faire partager à la Haute Représentante de l'Union pour les affaires étrangères

et la politique de sécurité³. Tout en étant conscient du prix payé en soutenant l'administration Bush en Irak et en Afghanistan⁴, Londres ne reviendra pas sur un engagement qui remonte aux accords Churchill-Roosevelt et qui lui permet « *to punch over its weight* » (de peser au-delà de son poids) dans les affaires mondiales.

Cette distanciation vis-à-vis de ses partenaires européens se situe dans un contexte favorable à une nouvelle forme de « splendide isolement » de la Grande-Bretagne. Plus de 50 années après la signature du traité de Rome (1957), 40 années après leur adhésion (1973), les Britanniques en restent à une vision hanséatique⁵ de l'Union européenne. Et il semble que cette fois ils aient opté : la construction européenne leur paraît maintenant durablement étrangère, alors qu'on a longtemps espéré un ralliement tardif.

Il n'aura pas lieu, le Channel est définitivement plus large que l'Atlantique. Selon un sondage Opinion Research du 3 décembre 2013⁶, la moitié des Britanniques voteraient en faveur d'une sortie de l'Union⁷. À ce stade, il est difficile de savoir quel arrangement pourrait sortir des négociations qui finiront par intervenir,

2. En 1960, dans la négociation de l'indépendance de Chypre, les Britanniques ont conservé deux bases militaires, où ils peuvent se livrer à leur guise à des écoutes qui couvrent une grande partie du bassin oriental de la Méditerranée et du Moyen-Orient. Les États-Unis bénéficient très largement de ces facilités.

3. Catherine Ashton (baronne Ashton of Upholland depuis 1999), née à Upholland en 1956, membre de la Chambre des lords, Haute Représentante depuis décembre 2009, poste qu'elle cumule avec une vice-présidence de la Commission européenne, conformément au traité de Lisbonne.

4. Que la Chambre des communes a bien souligné en votant contre une intervention en Syrie.

5. Voir « Charlemagne: The New Hanseatic League », *The Economist*, 30 novembre 2013, p. 25.

6. Enquête auprès de 4 000 consommateurs et 247 chefs d'entreprise de France, d'Allemagne, de Pologne et du Royaume-Uni.

7. Selon ce sondage, 40 % seulement des Britanniques se considèrent comme européens (contre 86 % des Allemands et seulement 59 % des Français), ce qui contrarie les campagnes de la *business community* en faveur du maintien dans l'Union : 47 % des chefs d'entreprise y sont favorables, alors que 26 % seulement des consommateurs partagent cet avis.

avant ou après le référendum promis par David Cameron d'ici 2017.

En politique étrangère, la voie est déjà tracée : si le Royaume-Uni n'exclut pas de participer à des opérations conjointes avec ses partenaires européens, il ne prendra aucun engagement *a priori*. Et il fera de son mieux, en recrutant d'autres gouvernements eurosceptiques, pour entraver l'émergence d'une politique commune entre les autres États membres, afin d'éviter la formation d'un « bloc continental européen », ce qui a toujours été une des hantises de sa politique.

La France, soldat perdu de l'Europe en Afrique subsaharienne ?

Sans l'avoir souhaité, la France se trouve maintenant aux prises avec le « fardeau de l'homme blanc ». Ses deux interventions en Afrique, menées par une armée bien entraînée qui connaît son terrain, ont des chances raisonnables de produire les résultats attendus. Cependant, alors que s'occuper de deux pays à la fois est déjà un effort important, les risques de débordement sur les pays voisins du « banditisme jihadiste » ne sont pas négligeables. Il ne sera plus possible d'agir ainsi si le conflit se communique à l'un ou l'autre de la dizaine d'États africains potentiellement menacés, surtout s'il s'agit d'un grand pays comme le Nigeria ou le Soudan.

Au plan diplomatique, le président de la République, secondé par ses ministres des Affaires étrangères et

de la Défense, veut faire prévaloir la politique du « Bon Samaritain » sur les errements antérieurs de la « Francafrique ». En obtenant un mandat des Nations unies pour une opération franco-africaine en Centrafrique, il n'a pas initialement impliqué ses partenaires européens, qui n'ont pas manqué de le lui faire sentir lors du sommet Défense de décembre 2013.

En fait, les autres membres de l'Union sont inégalement exposés à la menace terroriste et assez indifférents à l'évolution de l'Afrique subsaharienne, où ils n'ont pas d'intérêts économiques assez importants pour y exposer la vie de leurs soldats, au-delà d'un soutien logistique ponctuel. Par ailleurs, ceux qui ont participé aux grandes opérations des années 2000 (Irak et Afghanistan) ont maintenant de bonnes raisons de se tenir à l'écart. Et les interventions dans les pays lointains coûtent cher, alors que le contexte budgétaire est de plus en plus défavorable.

Le refus de l'Union européenne (UE) d'engager la force de réaction rapide, réputée opérationnelle depuis 2007 et qui a été précisément conçue pour cela, n'est pas une bonne nouvelle. En laissant les Français aller seuls au combat et perdre des hommes, l'UE s'est dérobée à l'accomplissement d'une tâche confiée à ses autorités par les traités⁸. Cette abstention trace les limites d'une action politique. Une fois de plus, la règle de l'unanimité⁹ paralyse et il est nécessaire de la contourner en utilisant le mécanisme de « coopération structurée permanente¹⁰ »

8. Dans le cadre de la politique de sécurité et de défense commune (PSDC) : « assurer le maintien de la paix, la prévention des conflits et le renforcement de la sécurité internationale, conformément aux principes de la Charte des Nations unies ».

9. Avec 27 pays, puisque le Danemark bénéficie d'une dérogation permanente.

10. Article 42§6 du traité de l'UE.

prévu par le traité de Lisbonne. Il n'est pas acceptable que le dispositif de gestion de crise puisse être ainsi pris en otage par le veto de l'un ou l'autre État membre. Dans ce contexte, le soutien européen risque d'être encore moins efficace que la bénédiction du Conseil de sécurité des Nations unies.

Il ne faut pas s'attendre à ce que des opérations en Afrique suscitent beaucoup d'enthousiasme dans les pays qui n'ont pas de passé colonial, qui représentent désormais la majorité des États membres. Dans cette région, la politique européenne est destinée à conserver une dimension principalement humanitaire.

La non-signature de l'accord d'association avec l'Ukraine

Après des semaines de négociations laborieuses, le sommet de Vilnius devait donner le signal d'une réactivation du « partenariat oriental », cadre de coopération privilégié entre l'UE et les six républiques européennes de l'ex-URSS¹¹. Mais le gouvernement de Kiev, désireux de poursuivre sa politique de bascule entre Bruxelles et Moscou, a préféré renoncer à la signature de l'accord d'association et s'entendre avec la Russie.

En fait, le refus ukrainien, abusivement présenté comme un échec de l'UE, n'est pas significatif¹². La réaction d'une partie importante de l'opi-

nion locale l'est davantage. Il devient clair, et pas seulement en Ukraine, que la population ne supportera plus très longtemps les régimes postsoviétiques qui lui ont été imposés après l'effondrement de l'URSS. En dépit du destin inégal des révolutions de couleur, le mouvement amorcé dans les années 2000 ne va pas s'arrêter.

On peut estimer que le soutien de l'UE n'est pas à la hauteur. Mais l'Ukraine n'est pas un petit pays¹³ et il y a beaucoup à faire. Au demeurant, les exigences politiques et économiques du nouveau modèle d'association, notamment le libre-échange approfondi et complet (DCFTA, *Deep and Comprehensive Free Trade Area*), qui implique l'adoption de 95 % de l'acquis économique européen, représentent un processus de rapprochement important. Avec les normes exigées par l'UE et la CEDH¹⁴, les moyens existent pour avancer sur le chemin de la démocratie, mais on ne pourra pas le faire aussi vite qu'en Europe centrale.

La Russie entend bien s'y opposer, mais pendant combien de temps aura-t-elle les moyens de sa nostalgie post-impériale ? L'état de sa démographie, celui de son économie artificiellement dopée au pétrole et au gaz, l'immensité des efforts à faire pour contrôler et moderniser un territoire très endommagé de plus de 17 millions de km², fixent des limites à ses ambitions. Son union douanière eurasiatique pourrait bien connaître le

11. Biélorussie (avec qui les relations sont gelées du fait du non-respect des critères démocratiques), Ukraine, Moldavie et Géorgie (avec qui les nouveaux accords d'association ont été signés), ainsi que l'Arménie et l'Azerbaïdjan.

12. « Russia and Ukraine: Putin's Expensive Victory », *The Economist*, 21 décembre 2013, p. 37.

13. Il compte 45 millions d'habitants sur 603 700 km² (France : 65 millions sur 551 000 km²).

14. Cour européenne des droits de l'homme (CEDH) du Conseil de l'Europe à Strasbourg. Les pays du partenariat oriental (et la Russie) ont adhéré au Conseil de l'Europe.

même sort que les précédentes tentatives de reconstitution de l'espace soviétique. Quant aux Ukrainiens, il ne leur faudra pas longtemps pour réaliser que l'aide de la Russie n'est pas nécessairement adaptée à leurs problèmes.

L'Allemagne, la Suède et les nouveaux États membres, notamment la Pologne, entendent que l'Europe se prépare à les aider. Ils ne cachent pas que l'héritage soviétique restera une menace aussi longtemps que la démocratie ne sera pas durablement établie à Moscou, et la chancelière Merkel, élevée en Allemagne de l'Est et bonne russophone, serait du même avis. En France, en dépit des liens historiques noués avec plusieurs pays, notamment la Roumanie et la Pologne, l'intérêt est moins évident : on semble se résigner au rétablissement de la tutelle russe sur les pays du partenariat oriental, comme si depuis l'alliance des années 1890¹⁵, la République s'était habituée à faire abstraction de ses valeurs quand elle prend le chemin de l'est.

Il reste à l'UE à se fixer des objectifs réalistes et à prendre patience avant de recueillir les fruits de son attachement aux valeurs démocratiques. La rupture des discussions sur un éventuel accord annoncée par la Commission en décembre, et la visite de Catherine Ashton à Kiev montrent que l'Europe peut être autre chose qu'un acteur géopolitique inepte. Si elle est un *soft power* réputé incapable de jouer sur une ligne dure en

politique étrangère, elle n'est pas pour autant dépourvue de moyens ; la Russie pourrait bien s'en apercevoir dans le cadre des procédures qui viennent de s'engager au sujet de certaines pratiques de Gazprom¹⁶. S'il n'y a pas de défense européenne, il existe quand même quelques moyens de pression, lorsqu'on sait en faire usage.

L'accord nucléaire avec l'Iran

Sans qu'elle soit complètement écartée, l'accord nucléaire conclu avec l'Iran fait reculer l'hypothèse d'une confrontation armée, qui risquait de dévaster encore un peu plus le Moyen-Orient, sans compter les risques d'un conflit généralisé que l'on n'aurait pas su arrêter comme on pouvait le faire du temps de la guerre froide, lors des batailles entre Israël et ses voisins arabes.

Pour une fois, dans une région où les conflits perdurent depuis des décennies et qui a montré une incapacité chronique à faire des compromis, un accord a été signé, qui laisse espérer une désescalade qui pourrait avoir un impact positif ailleurs. Cet accord est aussi le résultat de l'efficacité des sanctions : c'est un premier exemple de recul d'un État belliqueux, sans qu'il ait fallu lui faire la guerre. Dans notre monde interdépendant et mondialisé, ces sanctions pourraient-elles éviter à l'avenir des bombardements ou des invasions, aussi justifiées soient-elles, contre des gouvernements brutaux et irresponsables ?

15. L'alliance conclue en 1891 entre la III^e République, héritière de la Révolution, et le régime tsariste autocratique avait été à l'époque perçue comme un rapprochement contre nature.

16. En septembre dernier, dans le cadre de sa législation antitrust, la Commission a lancé une enquête contre les actions de Gazprom en Europe. S'il est prouvé que la compagnie a transgressé la législation de l'UE, celle-ci pourrait exiger une amende (de 10 % à 30 % du chiffre d'affaires annuel sur la vente du gaz dans les pays visés, soit plusieurs milliards d'euros) et imposer une révision des contrats à long terme pour la fourniture de gaz dans plusieurs pays européens.

Dans cette entreprise, bien que les États-Unis n'aient pas manqué de faire cavalier seul dans la finalisation de l'accord provisoire, l'Europe s'est montrée convergente et efficace. Les trois États membres¹⁷ du groupe de négociation et l'UE elle-même ont fait bonne figure. La présence de Catherine Ashton¹⁸ dans la négociation avec l'Iran apparaît comme une couverture légère, mais significative, des menées diplomatiques des trois pays européens participants. Pour sa part, la France a su jouer sa partition et obtenir une amélioration des conditions de l'accord.

S'il est évident que rien n'aurait été obtenu sans la participation active des États-Unis, aussi bien dans le durcissement des sanctions que dans la négociation, l'Europe s'est mobilisée. Il n'est pas évident qu'elle aurait pu le faire si elle avait été seule, mais le résultat est là. Auront raison, aussi bien les pessimistes qui diront qu'elle n'est pas capable d'agir sans parapluie américain, que les optimistes qui souligneront qu'elle a su le faire de manière convergente sur une question importante.

S'il est encore trop tôt pour apprécier la valeur du résultat sur l'évolution du Moyen-Orient, qui passe seulement d'une situation désespérée à un état un peu moins catastrophique, on peut imaginer un renversement de tendance, et éventuellement une

inversion de la géopolitique infernale qui a multiplié les conflits depuis trois décennies, à laquelle l'Europe, en dépit de toutes ses faiblesses, aura apporté sa contribution.



Sauf avec le nucléaire iranien, les trois puissances susceptibles d'avoir les effets d'entraînement les plus importants (le Royaume-Uni, la France et l'Allemagne¹⁹), ont agi de manière isolée, sinon solitaire, sans trop se soucier de l'opinion de leurs partenaires. Il ne faut donc pas sous-estimer l'importance des forces centrifuges qui entravent la mise en œuvre d'une politique de défense commune. Il n'existe pas encore de convergence stratégique européenne : c'est une conséquence de l'absence de danger direct, qui dispense les Européens de faire un effort important.

En outre, les restrictions budgétaires et la segmentation de la dépense par budget national sont un facteur supplémentaire de paralysie. Non seulement les Européens dépensent peu pour leur défense, mais ils ne veulent pas non plus s'organiser pour disposer d'instruments efficaces²⁰.

D'une part, l'« Europe puissance », que souhaitent les Français et que redoutent les Britanniques, n'a pas beaucoup de chances de se concrétiser dans un avenir prévisible. D'autre

17. Le Royaume-Uni et la France, en tant que membres permanents du Conseil de sécurité, et l'Allemagne.

18. Voir *Le Monde* du 5 décembre 2013.

19. « L'Allemagne ne veut pas utiliser la force militaire, la Grande-Bretagne ne veut pas utiliser l'UE, et la France est coincée entre les deux », Daniel Keohane in « Fresh Start or More of the Same: Defence Policy at the December EU Summit », *FRIDE Policy Brief*, n° 171, décembre 2013. URL : http://www.fride.org/download/PB_171_Fresh_start_or_more_of_the_same.pdf. Consulté le 14 janvier 2014.

20. Voir DREVET Jean-François, « Politique extérieure : l'Europe impuissante. Le combat pour un quartier général militaire européen », *Futuribles*, n° 378, octobre 2011, p. 63-67.

part, il ne faut pas croire qu'il n'y aura pas d'Europe de la Défense, parce que les efforts déployés depuis une quinzaine d'années n'ont donné que des résultats limités²¹. En effet, bien que les forces armées européennes n'aient pas les capacités opérationnelles de celles des États-Unis, l'expérience acquise dans de nombreuses interventions, dont certaines, comme la lutte contre la piraterie dans l'océan Indien, ont donné des résultats incontestables, ne doit pas être sous-estimée.

Ces quatre événements fixent des limites assez étroites à la politique étrangère et de sécurité européenne :

— La construction d'un mécanisme institutionnel efficace est pour assez longtemps hors de portée de l'UE, ce qui n'est pas seulement de la faute des Britanniques.

— Dans le domaine militaire, peu d'opérations d'envergure sont possibles à moins qu'un État membre ne

fasse l'objet d'une menace directe. Même les pressions des États-Unis, qui ont enlisé en Afghanistan et en Irak plusieurs des partenaires européens de la France, n'auront pas autant d'efficacité que dans le passé (à supposer que les Américains soient eux-mêmes prêts à s'engager).

— La mise en œuvre d'une politique convergente vis-à-vis de la Russie ne sera pas facile mais ne paraît pas hors de portée, compte tenu de l'évolution à long terme, qui donnera moins de capacité de nuisance à Moscou et plus de *soft power* à Bruxelles.

— Enfin, l'accord avec l'Iran montre qu'il existe une voie moyenne entre une affirmation utopique de la puissance et une passivité coupable. Elle est susceptible de produire des résultats qui contribuent à l'amélioration de la sécurité du monde et, pour l'Europe, à un peu moins de tensions dans les zones les plus troublées de sa périphérie. ■

21. GROS-VERHEYDE Nicolas, « Une Europe de la défense, malgré tout », *B2-Bruxelles2*, 20 décembre 2013. URL : <http://www.bruxelles2.eu/defense-ue/defense-ue-droit-doctrine-politique/tous-pour-un.html>. Consulté le 14 janvier 2014.



6^e FESTIVAL DE GÉOPOLITIQUE

GRENOBLE
3-6 AVRIL 2014

EURASIE L'AVENIR DE L'EUROPE ?

GRENOBLE ÉCOLE DE MANAGEMENT
ENTRÉE LIBRE ET GRATUITE
INSCRIPTION OBLIGATOIRE
www.festivalgeopolitique.com

Visuel : DWAL - IDIKOMO 2014



Management
Technology &
Innovation



En partenariat avec :



IDÉES & FAITS

PORTEURS D'AVENIR *

Vaccins made in China

Le 9 octobre 2013, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) ajoutait sur sa liste des médicaments « préqualifiés ¹ » un nouveau vaccin contre l'encéphalite japonaise (EJ) ², une infection transmise par les moustiques, qui constitue un problème majeur de santé publique en Asie, avec 30 000 à 50 000 cas recensés chaque année. La maladie, qui survient principalement chez les jeunes enfants, se traduit par une inflammation du cerveau avec des risques d'issue fatale et d'atteintes permanentes du système nerveux central.

Le vaccin est fabriqué en Chine par le Chengdu Institute of Biological Products (CDIBP), une filiale du China National Biotec Group, la plus grande entreprise chinoise du secteur des

biotechnologies. Il a été commercialisé en Chine en 1988 et quelque 600 millions d'injections ont été administrées, réduisant les taux d'incidence et de victimes de l'EJ. Il a l'avantage de ne nécessiter qu'une seule dose, de pouvoir être utilisé chez le nourrisson et de revenir moins cher que d'autres vaccins contre l'EJ. Avant d'être « préqualifié » par l'OMS, le vaccin avait déjà reçu un agrément ou été utilisé au Myanmar, au Cambodge, en Inde, en Corée du Nord, en Corée du Sud, au Laos, en Malaisie, au Népal, au Sri Lanka, en Thaïlande et au Viêt-nam. En septembre 2013, plus de 200 millions de doses avaient déjà été distribuées pour protéger les enfants de ces 11 pays où l'EJ est endémique.

C'est la première fois qu'un vaccin chinois figure sur la liste des médicaments préqualifiés par l'OMS, ce qui signifie qu'elle lui a donné son visa en termes d'innocuité et d'efficacité, et qu'il convient à la population ciblée. Les organismes d'achat des Nations unies peuvent désormais fournir ce produit qui a passé avec succès un processus rigoureux d'examen. Le programme de préqualification des vaccins a été lancé par l'OMS en 1987. Conçu au départ comme un service fourni aux institutions des Nations

1. La préqualification des médicaments est un service fourni par l'OMS pour évaluer la qualité, l'innocuité et l'efficacité des produits médicaux.

2. Cf. « Un nouveau vaccin accessible contre l'encéphalite japonaise permet de protéger plus facilement davantage d'enfants dans les pays en développement », communiqué de presse de l'OMS, 9 octobre 2013. URL : http://www.who.int/mediacentre/news/releases/2013/japanese_encephalitis_20131009/fr/. Consulté le 30 janvier 2014.

*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).

unies achetant des vaccins, ce programme est aujourd'hui le seul au monde à faciliter l'harmonisation internationale des normes de production de vaccins³.

Avec plus de 30 fabricants, qui produisent 49 types de vaccins actifs contre 27 maladies, la Chine détient déjà la plus grande capacité de production mondiale en volume. La production cumulée annuelle est supérieure à un milliard de doses, mais elle est essentiellement destinée au marché intérieur. En 1978, la Chine a lancé un programme élargi d'immunisation qui a remporté un grand succès, avec notamment un taux d'infection à l'hépatite B inférieur à 1 % chez les enfants de moins de cinq ans et une disparition de la poliomyélite constatée depuis 1994⁴. Les autorités chinoises multiplient les efforts afin de mettre la filière de production nationale de vaccins, dont le développement a bénéficié d'un marché protégé, aux normes internationales. En mars 2011, l'OMS annonçait que l'Administration nationale (chinoise) des produits alimentaires et pharmaceutiques respectait les indicateurs définissant un système opérationnel de réglementation des vaccins, une reconnaissance qui permettait aux fabricants chinois d'être désormais éli-

gibles à la préqualification de l'OMS, dans la mesure où leurs produits répondent aux normes de qualité et d'innocuité de l'organisation.

L'enjeu est d'abord économique. L'industrie mondiale du vaccin apparaît comme l'un des secteurs les plus dynamiques de l'économie de la santé. Le chiffre d'affaires du secteur a connu une progression spectaculaire entre 2000 et 2013, où il est passé de 5 à 24 milliards de dollars US. Et il devrait atteindre 100 milliards de dollars US d'ici 2025⁵. La croissance du secteur bénéficie de l'afflux de nouveaux capitaux en provenance notamment de l'Alliance mondiale pour les vaccins et la vaccination (GAVI)⁶.

Dans un premier temps, l'industrie chinoise du vaccin pourrait concurrencer sa rivale indienne. Selon le ministère indien de la Santé et de la Protection de la famille, près de 43 % des doses de vaccins produites sur le marché mondial émanent de fabricants indiens, essentiellement privés⁷. Fondée par le docteur Cyrus Poonawalla, la société Serum Institute of India, basée à Pune, est le cinquième producteur mondial de vaccins. Elle produit des millions de vaccins contre la méningite à un prix

3. « Fabriquer des vaccins de haute qualité, sûrs et abordables grâce à la préqualification », dossier d'actualité de l'OMS, avril 2013. URL : http://www.who.int/features/2013/vaccine_prequalification/fr/. Consulté le 30 janvier 2014.

4. De juillet à octobre 2011, de nouveaux cas ont néanmoins été signalés dans la région autonome ouïgoure du Xinjiang, identifiés comme une contamination en provenance du Pakistan où la maladie est endémique. Cf. « Poliomyelitis in China », fiche OMS, 2013. URL : <http://www.wpro.who.int/china/mediacentre/factsheets/polio/en/index.html>. Consulté le 30 janvier 2014.

5. KADDAR Miloud, « Global Vaccine Market Features and Trends », présentation à l'OMS, 24 octobre 2013. URL : http://who.int/influenza_vaccines_plan/resources/session_10_kaddar.pdf. Consulté le 30 janvier 2014.

6. Créée en janvier 2000 dans le but de financer l'introduction de vaccins pour protéger les enfants dans les 70 pays les plus pauvres de la planète, la GAVI regroupe les compétences diverses des principaux acteurs de la vaccination au sein d'un seul et même organe décisionnel.

7. Cf. *National Vaccine Policy*, New Delhi : ministère indien de la Santé et de la Protection de la famille, avril 2011. URL : http://mohfw.nic.in/WriteReadData/l892s/1084811197NATIONAL_VACCINE_POLICY_BOOK.pdf. Consulté le 30 janvier 2014.

très faible (0,5 dollar US) pour près de la moitié des enfants vaccinés dans le monde.

L'enjeu est aussi politique et diplomatique, lié à l'influence de la Chine dans le monde. « Le vaccin est considéré comme l'un des instruments les plus efficaces du *soft power* car son principal bénéfice, une baisse de la mortalité infantile, est aussi rapide que tangible », écrit Pascal Lorot⁸. Des vaccins *made in China* pourraient constituer les meilleurs ambassadeurs de l'empire du Milieu dans sa quête d'influence internationale, particulièrement en Afrique.

Du point de vue de la santé dans le monde, l'irruption de la Chine sur le marché mondial des vaccins devrait avoir un rôle positif en contribuant à la réduction des prix et en accroissant l'approvisionnement mondial en vaccins de qualité garantie. Selon le docteur Margaret Chan, directeur général de l'OMS, « la Chine a un potentiel énorme en matière de fabrication de vaccins et nous espérons que de plus en plus de vaccins chinois seront "préqualifiés" par l'OMS. Le monde entier en bénéficiera⁹. »

Yann Vinh

Sources : Li Jiao, « China Enters Global Vaccine Marketplace », *Nature*, 18 octobre 2013. URL : <http://www.nature.com/news/china-enters-global-vaccine-marketplace-1.13975> ; ZHANG Jiankang (interviewé par TOPAL Claire), « A Milestone for China and Global Health: Implications of China's First WHO-Prequalified Vaccine », NBR (National Bureau of Asian Research), 25 novembre 2013. URL : <http://www.nbr.org/research/activity.aspx?id=375> - .Uuphmvat5o4 ;

8. LOROT Pascal. « Le vaccin, atout au service de la France », *Les Notes stratégiques de l'institut Choiseul*, mars 2012. URL : http://choiseul.info/site/wp-content/uploads/2013/03/Note-Stratégique_Le-vaccin-atout-au-service-de-la-France.pdf. Consulté le 30 janvier 2014.

9. Déclaration OMS, 9 octobre 2013.

« Un vaccin chinois préqualifié par l'OMS », *Xinhua*, 9 octobre 2013. URL : http://french.news.cn/societe/2013-10/09/c_132783806.htm ; « Preparing for the Global Market: China's Expanding Role as a Vaccine Manufacturer », NBR (Center for Health and Aging), *Impact & Innovation Series*, 2011. URL : http://www.nbr.org/publications/CHA/PHS11_China_Report.pdf. URL consultés le 30 janvier 2014.

Des métaux en voie de disparition

Alors qu'il y a 50 ans, l'industrie mondiale n'utilisait qu'une dizaine de matériaux différents, aujourd'hui, une puce informatique peut contenir à elle seule plus de 60 composants différents, tous non renouvelables. La complexification croissante des produits de consommation courante, qui comportent de plus en plus de matériaux différents mais dans des quantités de plus en plus infimes, a permis d'accroître leurs fonctionnalités. Mais elle se traduit aussi par une pression accrue sur les réserves de ressources non renouvelables, notamment de métaux, accentuée par l'explosion de la consommation mondiale.

Dès 2007, dans un rapport devenu célèbre, le NRC (National Research Council) américain identifiait une liste de métaux devenus stratégiques (*critical*) compte tenu du déséquilibre entre la demande mondiale et leur disponibilité¹. Cependant, ce type d'exercice reste difficile, en raison des incertitudes qui entourent les réserves de métaux, les évolutions de la demande mondiale, etc.

1. NRC, *Minerals, Critical Minerals, and the U.S. Economy*, Washington, D.C. : The National Academies Press, 2008 (prépublication parue en 2007).

Surtout, au-delà des tensions liées à ce déséquilibre, se pose la question du remplacement de ces métaux stratégiques lorsque le stock terrestre aura été épuisé. Historiquement, lorsqu'une ressource non renouvelable est devenue rare et / ou trop coûteuse, elle a presque toujours été remplacée par une autre ressource, remplissant les mêmes fonctions (voire d'autres), mais qui peut elle-même être un jour épuisée si elle n'est pas renouvelable.

Ainsi, dans les années 1970, alors que la plupart des batteries fonctionnaient grâce au cobalt, une guerre civile a éclaté au Zaïre, l'un des principaux fournisseurs mondiaux de ce métal. Les industriels ont alors mis au point des techniques alternatives pour se passer de ce métal.

Mais ce cycle de remplacement peut-il se poursuivre indéfiniment ? C'est la question que se sont posée quatre chercheurs américains pour 62 des métaux les plus utilisés du tableau périodique des éléments². Pour chacun d'entre eux, ils ont identifié le meilleur substitut et ses propriétés, c'est-à-dire sa capacité à remplacer le métal pour l'équivalent de 80 % de ses utilisations actuelles dans l'économie mondiale.

Leur conclusion est sans appel : pour une douzaine de ces métaux, il n'existe pas de substituts du tout, ou des substituts dont les fonctionnalités ne sont pas adaptées aux besoins de l'économie. C'est le cas notamment

du cuivre, du manganèse, du plomb, du rhodium et de sept « terres rares³ ». Par ailleurs, certains des substituts sont eux-mêmes des métaux pour lesquels la demande mondiale est forte, et qui sont donc menacés d'épuisement à plus ou moins brève échéance.

Selon l'étude, il n'existe de substitut parfait (capable de remplir les mêmes fonctionnalités majeures) pour aucun des 62 métaux étudiés. Une fois épuisés, ces métaux risquent donc d'être remplacés par des substituts beaucoup moins performants. En l'absence de technologies alternatives, les fonctionnalités de certains produits pourraient donc être altérées, notamment les équipements électriques et électroniques, mais aussi certains équipements de production d'énergies renouvelables.

Or, ce caractère irremplaçable ne se reflète pas, selon les chercheurs, dans les prix actuels des métaux, dont la hausse constitue normalement un signal pour accélérer les investissements dans de nouveaux gisements et la recherche de matériaux de substitution.

Certes, la logique des quatre chercheurs présente quelques limites : en particulier, elle ne s'intéresse qu'aux substituts permettant de répondre à des besoins actuels de l'économie, alors que ces besoins pourraient évoluer et que d'autres substituts pourraient être trouvés à l'avenir. Mais il est vrai aussi que la recherche de

2. GRAEDEL T.E., HARPER E.M., NASSAR N.T. et RECK Barbara K., « On the Materials Basis of Modern Society », *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, 2013 (prépublication). URL : <http://www.pnas.org/content/early/2013/11/27/1312752110.full.pdf>. Consulté le 30 janvier 2014.

3. On appelle « terres rares » un groupe de 17 minéraux aux propriétés voisines, parmi lesquels se trouvent certaines matières premières essentielles, notamment pour les secteurs de l'informatique et de l'électronique. Leur nom vient du fait qu'on les a découverts au début du XIX^e siècle dans des minerais (alors appelés « terres » en français, langue des échanges internationaux) peu courants à cette époque.

telles alternatives prend du temps, alors que la consommation mondiale de métaux s'accélère. Il faudra donc peut-être envisager la possibilité, lorsque les réserves d'un métal stratégique seront épuisées, de se passer (au moins temporairement) de ses fonctionnalités.

Les taux de recyclage des métaux pourraient théoriquement être augmentés, mais cela supposerait d'améliorer les modes de production pour faciliter la récupération des métaux en fin de vie (éco-conception) ainsi que les filières de récupération et de recyclage. Par ailleurs, comme le rappelle François Grosse⁴, tant que la demande mondiale reste croissante⁵, le recyclage, même à des taux très élevés, permet au mieux de retarder l'échéance de l'épuisement. Or, stabiliser voire réduire la demande mondiale en métaux et, plus généralement, en ressources non renouvelables, supposerait de faire évoluer les modes de production et de consommation. Par exemple, en augmentant la durée de vie des équipements électriques et électroniques, donc en faisant en sorte qu'ils soient plus facilement réparables et réutilisables⁶.

Cécile Désaunay

4. GROSSE François, « Le découplage croissance / matières premières. De l'économie circulaire à l'économie de la fonctionnalité : vertus et limites du recyclage », *Futuribles*, n° 365, juillet-août 2010, p. 99-124.

5. À cet égard, voir VARET Jacques, « Ressources minérales : un état des lieux », *Futuribles*, n° 381, janvier 2012, p. 29-54.

6. Cette question est notamment abordée dans le cadre de l'étude de Futuribles International « Produire et consommer en France en 2030 », en phase d'achèvement. URL : <http://www.futuribles.com/fr/groupe/produire-et-consommer-en-france-en-2030/>.

Pratiques prospectives dans l'industrie française

L'hebdomadaire *L'Usine nouvelle* s'est intéressé dans son deuxième numéro de janvier 2014 aux méthodes prospectives utilisées par les entreprises industrielles françaises pour établir une vision à 10 ans de leur activité.

Certaines entreprises comme Total, EDF, Michelin, Orange, la SNCF ou encore Areva ont choisi de faire appel à un prestataire extérieur afin de mutualiser leur réflexion prospective : *L'Usine nouvelle* cite notamment le système de veille mutualisée de Futuribles International, qui leur permet de se réunir tous les trimestres pour partager leur expérience et leurs questionnements sur les faits porteurs d'avenir.

D'autres entreprises mènent des démarches de prospective en interne. Bonduelle a mis en place une réflexion sur l'alimentation végétale à l'horizon 2025 : quatre groupes de travail ont planché pendant un an sur cette thématique, ils ont émis des propositions sur l'organisation de la production future qui devraient être validées fin 2014.

Chaque début d'année, chez Alstom, une centaine d'employés se réunissent pour établir cinq scénarios (cette année, à l'horizon 2035) qui sont discutés pendant deux jours, en juin, par 30 *managers* et 30 clients ou personnalités influentes dans le monde de l'énergie.

Valeo révisé tous les ans sa prospective à 10 ans en associant le *marketing* et la R&D. Le service *marketing* doit détecter les tendances économiques, démographiques et sociétales à l'horizon de 50 ans, et la

R&D se charge d'en traduire les impacts sur le marché automobile.

Orange, la SNCF ou encore Air Liquide ont mis en place des *labs* au sein de leur entreprise. Il s'agit d'ateliers ouverts dédiés au prototypage rapide : collaboration entre pairs, documentation ouverte des projets, partage de savoir-faire, etc., qui permettent d'entrevoir les technologies et les pratiques du futur.

Laurie Grzesiak

Source : « Comment l'industrie s'invente un avenir », *L'Usine nouvelle*, n° 3359, 9-15 janvier 2014.

Un nouveau programme cadre européen d'éducation

Début 2014 a été lancé à Bruxelles le nouveau programme européen d'appui à l'éducation couvrant la période 2014-2020. L'Allemagne voulait l'appeler *YES Europe* ; la Commission européenne, très attachée à la dimension inclusive, avait suggéré *Erasmus for All*. Ce sera finalement *Erasmus +*. On conserve ainsi le nom des célèbres échanges d'étudiants qui ont profondément changé le visage de l'Europe en 25 ans.

Doté d'un budget de plus de 16 milliards d'euros sur la période, le programme *Erasmus +* a vocation à unifier et simplifier le recours aux financements européens dans le domaine de l'éducation. Unifier d'abord : il regroupe sous un seul et même nom les anciens programmes *Éducation et formation tout au long de la vie*¹,

1. Ce programme a pris fin en 2013. Il était lui-même composé de quatre volets : *Erasmus* pour l'enseignement supérieur, *Comenius* pour l'enseignement scolaire, *Leonardo da Vinci* pour

Jeunesse en action, et plusieurs programmes de coopération internationale. Simplifier ensuite, grâce à la promotion des candidatures en ligne et à la limitation des appels à trois actions clefs : la mobilité individuelle à des fins d'apprentissage, la coopération et les partenariats pour l'innovation et le partage d'expérience, le soutien à la réforme des politiques publiques. Son ambition est de doubler le nombre de citoyens concernés par rapport à la période précédente, avec un objectif de cinq millions de personnes (étudiants, enseignants, personnels universitaires).

Restait une étape cruciale qui conditionnait le lancement : l'accord tant attendu et si âprement négocié sur le cadre financier pluriannuel, qui trace les perspectives financières de l'Union européenne (UE) et ses programmes pour les sept ans à venir. Le compromis européen adopté le 19 novembre 2013 a ouvert la voie à l'adoption de tous les instruments juridiques encadrant la mise en œuvre du programme, base légale comprise, votés par le législateur européen avant le lancement des premiers appels à propositions.

Il y aura donc bientôt en Europe un instrument unifié et global pour la stimulation des partenariats intra-européens et la promotion des savoir-faire vis-à-vis de l'extérieur. Le rapprochement de ces politiques autrefois séparées occasionnera sans doute quelques ajustements, mais le signal est fort. Si on y ajoute le programme *Horizon 2020* sur la recherche et l'innovation, et le nouvel instrument de partenariat créé dans le cadre de la politique extérieure pour permettre à l'UE d'« appuyer la

l'enseignement technologique et professionnel, et *Grundtvig* pour la formation des adultes.

dimension extérieure des politiques internes », on comprend que l'UE se dote actuellement des moyens nécessaires au maintien de son attractivité éducative tout en cherchant à recueillir de ce dynamisme des retombées économiques et diplomatiques.

L'entrée assumée de l'UE dans cette course à l'internationalisation de l'éducation et des savoirs est désormais actée. Il est mondialement reconnu et assumé que l'accentuation et l'accompagnement de ce mouvement d'internationalisation constituent un chantier essentiel pour les années à venir. De nombreux pays, parmi eux Taiwan, Singapour ou la Corée du Sud, mobilisent désormais des moyens considérables en vue de se constituer comme de véritables « *hubs* éducatifs ». Les plus actifs d'entre eux insistent de plus en plus sur la dimension diplomatique et économique d'une éducation fortement internationalisée. Ainsi, la NAFSA (National Association of Foreign Student Advisers) qui mesure chaque année l'impact des étudiants étrangers en termes de retombées sur l'économie des États-Unis, affirme-t-elle sur son site Internet : « Dans un monde de plus en plus interdépendant, il est essentiel de promouvoir les compétences mondiales et interculturelles nécessaires pour assurer la présence [nord-américaine], la compétitivité et la sécurité ². »

La mise en œuvre d'un nouveau programme est toujours l'occasion de faire le point sur la meilleure réponse possible aux changements auxquels on entend s'adapter. La bonne articulation entre les différents niveaux de décision et d'action (Europe, po-

litiques nationales, établissements d'enseignement) en réaction à ces tendances lourdes de l'éducation internationale, est sans doute le défi de ce nouvel *Erasmus +*. Il est donc normal qu'un tel enjeu, si fondamentalement stratégique, suscite d'âpres discussions. On se souvient d'ailleurs qu'à l'origine de la création d'*Erasmus*, il y a un peu plus de 25 ans, des réticences s'étaient fait entendre, notamment par peur d'une compétition avec les stratégies nationales d'échanges d'étudiants des principaux États membres. À l'époque, la voix de la France a été décisive et des experts français, notamment ceux de l'Institut européen d'éducation et de politique sociale ³, ont joué un rôle stratégique dans le lancement et la conduite d'une opération pilote *Erasmus*, qui a permis de créer le consensus.

Il en sera sans doute de même au sujet des meilleures articulations possibles entre la stratégie européenne et les stratégies nationales. C'est d'ailleurs une occasion unique pour la France de s'interroger sur sa place au sein du processus européen et mondial d'internationalisation de l'éducation, et sur l'efficacité des outils actuels et futurs de son appui. L'Allemagne, de son côté, en particulier le DAAD (Deutscher Akademischer Austausch Dienst), a beaucoup travaillé à la structuration de son offre d'éducation, quitte à proposer des programmes nationaux parfois très proches des programmes européens. Forte d'une communauté éducative de plus en plus familiarisée avec la mise en œuvre de projets européens et interculturels, la France peut maintenant se doter d'une stratégie précise, efficace et structurante pour

2. URL : <http://www.nafsa.org/Content.aspx?id=3036>.

3. Dont l'auteur de cet article est conseiller scientifique (NDLR).

accompagner son mouvement d'internationalisation et coordonner les initiatives éparses qui y contribuent activement. Une telle stratégie passera nécessairement par une capitalisation effective des savoir-faire et des expériences. Un premier pas sans doute vers une amélioration du rayonnement éducatif international de la France qui peut permettre de restaurer la confiance dans son système tant à l'extérieur qu'à l'intérieur de ses frontières.

Lorène Prigent

Végétarisme et « flexitarisme » en Europe

Alors que les scandales sur l'industrie de la viande se multiplient, environ 4 % des Européens ont choisi d'être végétariens : ils ont retiré de leur alimentation les produits à base de chair animale, que ce soit pour des raisons de santé, environnementales ou éthiques (bien-être animal). Cette proportion, variable selon les pays, serait en hausse depuis quelques années, même s'il existe peu d'enquêtes uniformisées, et si les études sur le sujet se font plutôt ponctuellement et à l'échelle nationale.

Si l'on considère la question de manière plus large, en observant le rapport des individus à la « consommation de viande » plutôt qu'au « végétarisme » revendiqué, on constate des proportions bien plus élevées de *meat reducers*, selon les termes d'une étude néerlandaise¹. Ainsi, d'après

une enquête financée par la Commission européenne sur le marché de la viande dans l'Union², 32 % des consommateurs européens déclarent vouloir acheter de la viande moins souvent, principalement pour des raisons de santé (54 %) ou financières (34 %), devant les raisons environnementales ou éthiques (16 % chacune). On observe des différences importantes entre les pays, la proportion de personnes souhaitant réduire leurs achats allant de 11 % en Belgique à la moitié des personnes interrogées en République tchèque.

Ainsi, parallèlement au végétarisme, une autre pratique se développe : le « flexitarisme », qui consiste à réduire globalement sa consommation de viande, sans s'interdire pour autant d'en manger en certaines occasions. Ce régime qualifié par certains de « végétarisme à temps partiel », moins contraignant et considéré comme mieux conciliable avec la vie sociale, peut concerner des personnes qui sont végétariennes chez elles mais mangent de la viande au restaurant ou chez des amis ; d'autres qui se passent de viande un jour par semaine ou à l'un des repas de la journée ; d'autres encore qui réduisent la taille des portions de viande de leurs recettes, etc. Ces « flexitariens », qui ont décidé de garder le choix tout en limitant leur consommation de viande, sont plutôt majoritairement des personnes relativement aisées et éduquées, les femmes et les jeunes étant surreprésentés.

L'essor de ces pratiques résulte de divers facteurs : militantisme de cer-

1. BAKKER Erik (de) et DAGEVOS Hans, « Reducing Meat Consumption in Today's Consumer Society: Questioning the Citizen-Consumer Gap », *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, vol. 25, 6, décembre 2012, p. 877-894.

2. *Functioning of the Meat Market for Consumers in the European Union*, Bruxelles : Commission européenne (direction générale Santé et consommateurs), mai 2013.

taines associations végétariennes, environnementales ou de défense des droits des animaux, parution de livres ou documentaires « chocs » sur le sujet, positionnement de certaines personnalités sur la question (chanteurs, acteurs...), etc. À quoi s'ajoute l'inscription du sujet à l'agenda politique de certaines villes, avec la mise en place ou l'incitation à la pratique d'un jour sans viande (Gand, Bruxelles, Brême...), voire de certains pays au travers de stratégies de développement durable (Belgique, Pays-Bas). Enfin, le développement d'alternatives à la viande (notamment à base de soja), dont le marché est en plein essor en Europe, contribue également à la diffusion des pratiques végétariennes et flexitariennes.

La croissance du nombre de végétariens et surtout de flexitariens peut-elle déjà s'observer dans l'évolution de la consommation de viande par habitant ? On constate une stagnation voire une baisse légère de celle-ci dans plusieurs pays européens (dont la France). Même si cette diminution est liée à divers facteurs, dont certains conjoncturels (effets des crises sanitaires, prix de la viande et stagnation du pouvoir d'achat, etc.), et ne peut être attribuée entièrement à une modification des préférences alimentaires, elle reste un indicateur à surveiller pour mesurer l'expansion du végétarisme et du flexitarisme.

Céline Laisney

Source : LAISNEY Céline, « Végétarisme et flexitarisme dans les pays développés », *Note d'analyse prospective*, n° 1, 21 janvier 2014, 15 p., Vigie Alimentation (service de veille thématique indépendant proposé par Futuribles international ; informations disponibles sur le site Internet <http://www.futuribles.com/fr/groupe/vigie-alimentation/>).

La croissance par la débureaucratiation

« Mieux, plus simple et avec les mêmes personnes » : ce sous-titre résume les propositions d'une note publiée par Fondapol (la Fondation pour l'innovation politique)¹. Les auteurs donnent un exemple frappant : les systèmes de réinsertion des chômeurs consacrent à la supervision et au support 32 % de leurs effectifs en France, un quart en Allemagne, 17 % outre-Manche.

L'efficacité exige « une diminution drastique des activités de coordination et de contrôle. Coordonner moins par un accès plus ouvert à l'information, contrôler moins en basculant au maximum vers un contrôle *a posteriori*. » Les auteurs, Pierre Pezziardi, Serge Soudoplatoff, tous deux informaticiens et entrepreneurs, et Xavier Quérat-Hément, directeur de la qualité du groupe La Poste, ont beau jeu de montrer combien les organisations et pratiques de management les plus répandues dans « l'entreprise citadelle » sont en porte-à-faux avec le contexte actuel qui exige le passage à un « modèle communautaire » : « une entreprise en silo, des frontières poreuses et des clients en réseau, cela constitue un modèle inefficace, donc non soutenable ».

Nous ajouterions volontiers que les modèles non viables peuvent mettre du temps à s'effondrer et être maintenus en survie, au mépris de l'intérêt général, par des acteurs qui y trouvent dans l'immédiat une source

1. PEZZIARDI Pierre, SOUDOPLATOFF Serge et QUÉRAT-HÉMENT Xavier, *Pour la croissance, la débureaucratiation par la confiance*, Paris : Fondapol, novembre 2013, 38 p.

de profits égoïstes ou, pire, des satisfactions d'égotisme aveugle.

Les auteurs soulignent le gâchis provoqué en France par « l'inflation colossale des fonctions "support" dans les grandes organisations [...] qui se muent en bureaucraties dont l'informatique se fait le bras armé ». Or « l'inflation de la réglementation ne produit pas nécessairement plus de régulation. Les derniers scandales bancaires ou sanitaires l'attestent. » Ils notent que l'idéologie de « profitabilité à court terme » véhiculée par les écoles de commerce, après avoir « saccagé l'entreprise privée en la divisant [...] s'est attaquée [aux] services publics [français] avec un immense succès ».

Les auteurs préconisent des démarches systémiques, favorisant l'innovation ouverte, le travail collaboratif dans la confiance, la création de valeur par le partage. Ce n'est pas de l'utopie, comme le démontrent nombre de réussites, parmi lesquelles celle de la société Lippi². Mais il faut oser, même dans l'Éducation nationale, « créer des zones d'élasticité réglementaire, accepter la diversité des solutions, l'échec. Faire l'éloge des succès et les diffuser. » Il faut exploiter des méthodes agiles ou *lean*, largement ignorées en France, même par les informaticiens, malgré leur succès en dehors de l'Hexagone³.

2. Voir LIPPI Frédéric, « Le Web et la confiance », in « Revitaliser le tissu productif. Des acteurs et des pratiques exemplaires », *Futuribles*, n° 374, mai 2011, p. 30-33.

3. Cela rejoint les conclusions de HEMMER GUDME Olaf (de) et POISSONNIER Hugues (sous la dir. de), *Valeur(s) & management. Des méthodes pour plus de valeur(s) dans le management*, Paris : éditions EMS, 2013 ; et PORTNOFF André-Yves, « L'autre scénario reste possible », 16 octobre 2013. URL : <http://ayportnoff.wordpress.com/2013/10/16/lautre-scenario-reste-possible/>. Consulté le 3 février 2014.

Tout contrôler aboutit, au bout de 10 ans et d'une dépense de 200 millions d'euros, à l'échec du dossier médical personnalisé. Que la France développe enfin « une puissante industrie de la débureaucratiation » avec un impact potentiel énorme sur sa croissance économique ! Comme le préconisent les auteurs de cette note de la Fondapol : « mettons enfin l'informatique au service des innovations sociales dans nos organisations, en permettant l'émergence d'initiatives réellement innovantes et créatrices de valeur hors des règles de la technostucture, dans une démarche progressive basée sur le volontariat ».

André-Yves Portnoff

Essor d'une classe marchande en Corée du Nord

La Corée du Nord vit sous le joug d'une dictature monstrueuse et son programme nucléaire est une menace pour la paix et la sécurité internationales. À trop se focaliser sur ces deux aspects, on prend le risque de manquer des évolutions sociales discrètes mais non moins décisives. Dans un article publié en octobre 2013¹, Dong Yong-Sueng, expert au Samsung Economic Research Institute (SERI), revient de ce point de vue sur un développement en cours depuis les années 1990, qui est celui de l'émergence d'une nouvelle classe de marchands, susceptible d'avoir des implications déterminantes sur l'avenir de la Ré-

1. Dong Yong-Sueng, « The Rise of North Korea Merchant's Class », *SERI Quarterly*, vol. 6, n° 4, octobre 2013, SERI (Samsung Economic Research Institute).

publique populaire démocratique de Corée (RPDC).

Le statut de marchand n'a aucune reconnaissance en RPDC où les moyens de production et les circuits de distribution sont officiellement contrôlés par le gouvernement. En vertu de ce principe, aucun individu ne peut théoriquement s'attribuer les bénéfices d'une quelconque activité économique. Le principe a commencé à vaciller dans les circonstances tragiques de la grande famine des années 1990². La crise alimentaire et l'effondrement du système de distribution publique contraignent la population à développer des stratégies de survie en dehors du cadre réglementé par l'État. Les marchés noirs se multiplient et font émerger une économie parallèle. Fruit de la nécessité, le commerce est devenu une activité professionnelle pour un nombre croissant de personnes.

Selon Dong Yong-Sueng, on trouve dans chacun des 3 000 villages de la RPDC au moins un marché permanent avec 50 à 100 échoppes, ce qui représenterait entre 500 000 et un million de marchands professionnels. Ils n'appartiennent à aucune des classes officiellement reconnues — travailleurs, fermiers et intellectuels —, sont issus de toutes les couches de la société et vivent dans les interstices du système. « Malgré l'ambiguïté de leur identité sociale, écrit Dong Yong-Sueng, il est clair que les marchands sont au cœur non seulement

d'un changement dans le régime social de la Corée du Nord, mais aussi d'une évolution progressive vers la marchandisation. »

Dong Yong-Sueng décrit une extension et une sophistication croissante de la sphère marchande en RPDC. De petits ateliers se greffent sur certaines entreprises d'État et privatisent une partie de la production de chaussures ou de ventilateurs électriques. Les réseaux de distribution court-circuitent le système officiel et empruntent des ramifications de plus en plus complexes, avec l'apparition d'intermédiaires et de grossistes. Le marché noir du grain alimenté par le détournement d'une partie de la production des fermes collectives et de l'aide étrangère s'organise ainsi à l'échelle nationale, ce dont témoignent les fluctuations de prix simultanées sur les marchés de Sinuiju, Pyongyang et Hyesan.

En matière financière, on observe, en marge du système bancaire officiel, l'apparition de prêteurs sur gages et d'une multitude de changeurs clandestins qui témoignent du rôle du dollar US en RPDC, considéré par la population comme la monnaie de réserve de valeur du fait de l'instabilité de la monnaie nationale. Selon une rumeur rapportée par l'auteur, il suffirait d'une heure pour pouvoir changer un million de dollars US sur les marchés de Pyongyang.

Même le marché immobilier se développe, en dépit du fait que la propriété privée de tels biens ne soit pas légalisée en Corée du Nord. Un appartement de quelque 100 mètres carrés dans la capitale, Pyongyang, se négocierait entre 100 000 et 300 000 dollars US. L'essor de ce marché où prospèrent les intermédiaires et le trafic d'influence lié à l'obtention des différents permis, entraîne celui d'en-

2. Le bilan de cette famine, connue sous le nom de « Marche de la souffrance », est incertain. D'après les estimations de Stephan Haggard et Marcus Noland (*Famine in North Korea: Markets, Aid and Reform*, New York : Columbia University Press, 2007), entre 1994 et 1999, elle aurait entraîné la mort de 600 000 à un million de personnes, soit 3 % à 5 % de la population de la RPDC.

treprises privées du bâtiment dans le giron des institutions officielles. Les marchands improvisés sont devenus des commerçants professionnels, pour certains de véritables entrepreneurs capables d'opérations complexes avec, à la clef, de substantiels bénéfices.

Le poids croissant des marchands / entrepreneurs en Corée du Nord est indéniable même s'ils n'ont aucun statut officiel, et dépendent essentiellement d'activités illégales et du « siphonnage » de biens et d'argent publics. Ils ont créé une dynamique qui a d'ores et déjà bouleversé le paysage social et industriel de la RPDC. Est-elle susceptible de déstabiliser le régime ? Le risque que celui-ci soit emporté par ce capitalisme surgi d'en bas, porteur d'évolutions de plus en plus incontrôlables, n'est pas exclu. Mais, paradoxalement, les marchands / entrepreneurs de la RDPC

pourraient aussi trouver avantage au maintien du régime dans la mesure où l'unification avec le Sud les mettrait à la merci des puissants conglomérats de Séoul. Cette convergence offre de nouvelles opportunités au régime, qui pourrait *in fine* trouver dans la cooptation de cette classe émergente des ressources pour assurer sa pérennité.

Yann Vinh

Sources complémentaires : GUICHARD Justine, « La Corée du Nord, entre stabilité et changement », *Les Analyses du CERI*, 7 novembre 2013, CERI (Centre d'études et de recherches internationales, Paris) ; TRICKS Henry, « North Korea: The New Capitalists » et « North Korea: Rumbblings from Below », *The Economist*, 9 février 2013 ; PONS Philippe, « En Corée du Nord, la société s'éveille », *Le Monde diplomatique*, janvier 2011 ; LANKOV Andrei et KIM Seok-hyang, « North Korean Market Vendors: The Rise of Grassroots Capitalists in a Post-Stalinist Society », *Pacific Affairs*, vol. 81, n° 1, printemps 2008, p. 53-72.

ANALYSES CRITIQUES & COMPTES RENDUS



STUART Tristram

Waste. Global gâchis - Révélations sur le scandale mondial du gaspillage alimentaire

Paris : Rue de l'échiquier, 2013, 464 p.

Tristram Stuart est tombé dans l'écologie quand il était petit, comme il l'explique au début cet ouvrage qui dénonce, chiffres et témoignages à l'appui, le fléau du gaspillage alimentaire. Comme le révèle son enquête, menée aussi bien en Grande-Bretagne et aux États-Unis que dans des pays pauvres, tous les acteurs de la chaîne agroalimentaire génèrent du gaspillage, du producteur au consommateur, en passant par le distributeur, la petite épicerie, l'artisan boulanger, le restaurateur... Dans les supérettes, le taux de marchandises jetées au lieu d'être consommées atteindrait 26 % aux États-Unis, car ces commerces ont une clientèle très aléatoire qui complique la gestion des stocks. Adeptes du « freeganisme », consistant à récupérer la nourriture jetée dans les poubelles par les commerces, l'auteur détaille la liste impressionnante de mets raffinés jetés par kilos entiers qu'il a ainsi récupérés dans des poubelles de commerces.

Selon les estimations officielles, 1,6 million de tonnes de nourriture seraient jetées chaque année en

Grande-Bretagne. Et selon une étude menée dans 16 pays européens, l'industrie agroalimentaire jetterait 195 millions de tonnes de déchets alimentaires par an, soit l'équivalent d'un tiers de la production finale.

Mais ces volumes sont difficiles à estimer précisément, car les acteurs concernés sont très dispersés et ne font pas remonter l'information (par méconnaissance ou volontairement), et parce que la nature même des déchets pris en compte varie (épluchures, liquides, emballages, etc.). Selon Tristram Stuart, les distributeurs rechignent à communiquer sur le gaspillage par crainte que ces informations « stratégiques » ne soient utilisées par leurs concurrents. Par ailleurs, ces derniers ont tendance à négliger le gaspillage, qui est selon eux une conséquence inévitable de leur politique consistant à proposer en permanence un grand choix de marchandises. Les rayons doivent être toujours pleins et donner une impression d'abondance au consommateur, les produits doivent être de la première fraîcheur, et de préférence encore plus frais que chez les concurrents.

Il explique aussi que commander plus de marchandises que ce qui peut être vendu est souvent rentable, en augmentant les prix et en s'assurant ainsi qu'aucune vente ne sera ratée. Des aliments peuvent aussi être jetés parce que leur emballage est abîmé ou parce qu'au sein du lot, un seul produit est détérioré.

Les producteurs génèrent aussi du gaspillage, ce qui s'explique en grande partie par le fait qu'ils doivent se plier aux contraintes de la distribution, et de certaines législations européennes. Tristram Stuart explique ainsi comment un producteur de carottes a dû investir dans une machine payée 400 000 livres (473 000 euros) qui trie les carottes et ne conserve que celles qui sont parfaitement droites, oranges et d'une taille suffisante. Selon ces critères, entre 25 % et 30 % de la récolte est considérée comme impropre à la commercialisation. Car, alors que les distributeurs ont de multiples fournisseurs, les producteurs, eux, sont souvent dépendants d'un ou deux gros clients qui leur imposent leurs critères de qualité et peuvent réduire les commandes au dernier moment. De plus, les producteurs, afin de respecter leurs contrats avec les distributeurs, ont pris l'habitude de produire en plus grandes quantités pour satisfaire les commandes et compenser les pertes générées par les produits refusés.

Les consommateurs britanniques jettent quant à eux quatre millions de tonnes de nourriture par an, soit 112 kilos par habitant, contre 15 kilos pour les Allemands. Ces aliments pourraient permettre de sortir 30 millions de personnes de la malnutrition. De plus, ces aliments jamais consommés seraient responsables de

10 % des émissions de gaz à effet de serre de la Grande-Bretagne.

Depuis quelques années, les distributeurs ont accentué leurs efforts pour réduire le gaspillage et valoriser les aliments jetés (dons à des associations, recyclage des emballages, transformation en méthane...).

Le gaspillage concerne aussi les poissons : la Commission européenne estime qu'entre 40 % et 60 % des poissons pêchés sont rejetés à la mer, parce qu'ils sont trop petits, ne correspondent pas aux espèces recherchées ou parce que les pêcheurs ne veulent pas dépasser leurs quotas. Le gaspillage est aussi un phénomène massif dans les pays pauvres et en développement, où les équipements et les infrastructures ne permettent pas de conserver les récoltes et les aliments dans de bonnes conditions. Ainsi, au Viêt-nam, entre 10 % et 25 % du riz récolté est perdu à cause des mauvaises conditions de stockage.

Actuellement, les Européens disposent, à travers les commerces et les restaurants, d'aliments représentant près de 200 % de leurs besoins énergétiques quotidiens. Si l'offre alimentaire des pays riches était ramenée à 130 % de leurs besoins, la demande alimentaire mondiale pourrait diminuer de près de 20 %.

L'auteur fournit quelques conseils, en conclusion, pour aider les acteurs de la chaîne alimentaire à réduire le gaspillage à leur niveau. Il a créé l'opération *Feeding the 5000*, qui vise à organiser de grands repas gratuits pour 5000 personnes, préparés entièrement à partir de nourriture destinée à être jetée.

Cécile Désaunay



LÉVY Jacques

***Réinventer la France
Trente cartes pour une nouvelle géographie***

Paris : Fayard, 2013, 245 p.

Jacques Lévy est géographe et urbaniste. Professeur à l'École polytechnique de Lausanne, conseiller scientifique de la revue Pouvoirs locaux, il codirige également la revue EspacesTemps.net. Il est l'auteur d'un film, *Urbanité/s*, sorti en France en juin 2013.

Jacques Lévy a travaillé sur la mondialisation¹. Il s'est également interrogé sur l'Europe, objet en construction, à la fois problème géographique et problème de géographie².

Dans *Réinventer la France*, il se penche sur l'espace français, utilisant la carte géographique comme un puissant instrument d'investigation ; ce qui le conduit à une lecture renouvelée, parfois iconoclaste, des spatialités françaises.

La dégradation de la note de la dette souveraine française en 2012, plus qu'un symptôme, constitue selon lui un point d'arrivée. Il fait remonter au début des années 1980 l'incapacité de la France à se réformer en profondeur, plaçant celle-ci en situation d'autoblocage. Il entreprend alors une géographie de la crise, faisant de l'espace un véritable enjeu en rendant visibles les grands problèmes du pays.

Un ensemble de cartes lui sert de socle à une réflexion nécessaire sur le type de relations — images, attentes, échanges — qu'entretient la France avec son territoire. L'objectif est d'appréhender le pays, non dans sa représentation traditionnelle ou fantasmée, mais tel qu'il est.

Premier constat, la France tout entière est désormais urbaine, ce qui signifie que la quasi-totalité de la population se réfère à des valeurs de la ville.

Deuxième constat, cette urbanité, composée à la fois de densité (des hommes et des choses) et de diversité (sociologique ou fonctionnelle) est insuffisamment prise en compte par le système politique français. Celui-ci raisonne encore en termes d'échelle unique, celle de l'État national centralisé, qu'illustre bien l'esprit des vieilles cartes de Paul Vidal de La Blache.

Cette vision reste le fondement de l'organisation territoriale et administrative française (36 000 communes). Elle fédère aujourd'hui tous les conservatismes, et génère de nombreuses et dangereuses injustices spatiales, sous couvert d'égalité républicaine.

Les cartes de Jacques Lévy proposent un nouveau regard sur le territoire. Ainsi, celle de la France « démotorisée » se révèle pleine d'enseignements et permet à l'auteur de conclure qu'une politique de justice spatiale appliquée à la mobilité, qu'il assimile à un bien public, suppose-

1. LÉVY Jacques (sous la dir. de), *L'invention du monde. Une géographie de la mondialisation*, Paris : Presses de Sciences Po, 2008.

2. LÉVY Jacques, *Europe: une géographie. La fabrique d'un continent*, 2^e éd., Paris : Hachette Éducation, 2011.

rait un choix délibéré en faveur des transports publics. Il constate que la centralisation appauvrit massivement les régions économiquement les plus efficaces et rappelle que les villes les plus peuplées sont celles où la productivité par habitant est de loin la plus forte.

L'auteur s'en prend au système national de prélèvements obligatoires qui organise, selon lui, une géographie de l'injustice en recherchant l'égalité par l'uniformité. Les pauvres des régions riches paieraient ainsi pour les riches des régions pauvres.

À l'heure du débat sur les métropoles et le « Grand Paris », Jacques Lévy pose la question du réagencement de l'espace français dont les lignes de force ont été redéfinies par l'urbanisation. Il appelle à un nouveau contrat géographique qui poserait de nouveaux principes d'échelle et de découpage des espaces politiques.

Charles de Gaulle avait déjà compris qu'il fallait sortir du mythe de l'échelle unique dans l'architecture des pouvoirs infranationaux quand il déclarait : « ce sont les activités régionales qui apparaissent comme les ressorts de sa [la France] puissance économique de demain ». Cette démarche a été la cause directe de son échec au référendum d'avril 1969.

François Mitterrand prit la même direction mais négligea les villes et les régions, au bénéfice des communes et des départements au rôle déjà très important dans le système centralisé.

Il y a eu, depuis, des avancées. Jacques Lévy cite notamment la création des métropoles en 2010 mais leur reproche, comme aux communautés urbaines, leur absence de légitimité démocratique. Selon l'auteur, il faut en finir avec le « mille-feuille territorial » coûteux et inadapté, et admettre que des découpages plus contemporains rendront les sociétés globalement plus réflexives et plus efficaces.

Il propose de redessiner quelques grandes régions aux pouvoirs renforcés et préconise de donner aux intercommunalités une taille pertinente, d'élire leurs dirigeants au suffrage universel direct et de leur confier trois compétences clefs : économie, transports et urbanisme.

Et l'auteur de conclure que l'espace français réel est désormais organisé selon cinq niveaux : la ville, la région, le niveau national, l'Europe et enfin le monde. Selon Jacques Lévy, le temps de l'échelle unique s'achève et celui de la « fédéralité » frappe à la porte. Il faut mettre l'espace en mouvement.

Philippe Khatchadourian



GAUDARD Jean-Pierre

La Fin du salariat

Paris : François Bourin Éditeur, 2013, 208 p.

Dans ce livre, Jean-Pierre Gaudard, ancien rédacteur en chef

de L'Usine nouvelle, décrit un processus enclenché depuis une dizaine d'années et qui s'accélère aujourd'hui : la fin du salariat. Il explique

que le salariat classique caractérisé par un contrat à durée indéterminée (CDI), la sécurité de l'emploi, une retraite à 60 ans, etc., ne constitue plus la forme « normale » du travail. Le cumul d'emplois, les contrats à durée déterminée (CDD), les intérimistes sont de plus en plus nombreux et les carrières professionnelles, de plus en plus fragmentées.

Plusieurs facteurs sont à l'origine de l'ère postsalariale. Tout d'abord, l'émergence (ou la réémergence) de l'individu nomade : les individus revendiquent une autonomie de plus en plus grande dans leur quotidien (par exemple, les consommateurs réclament des produits de plus en plus adaptés dans des délais de plus en plus courts) et dans leur travail. Le lien qui existait entre patron et salarié est quasiment rompu du fait, notamment, d'un éclatement de l'activité des entreprises : alors que le salariat traditionnel repose sur une unité de temps, de lieu et d'espace, la dispersion de la production et de la chaîne hiérarchique transforme le rapport au travail.

D'autre part, on remarque une volonté de satisfaction personnelle, de bien-être individuel, qui pousse les nouvelles générations à changer d'emploi tant que le travail ne leur convient pas. On assiste à la naissance d'un salariat libéral dont l'aspiration à l'autonomie est plus forte que les inconvénients de la précarité.

Le nomadisme des individus est également favorisé par la technologie : l'individu connecté peut se libérer de la sédentarité. Corrélativement, le salariat est désormais concurrencé par des activités gratuites qui sont nées du développement du partage sur Internet, notamment dans l'informatique.

Ainsi, le travail, sous sa forme salariale, n'occupe plus tout l'espace économique et social. Le salariat est en réalité une forme marchande d'activité qui va être concurrencée par d'autres formes d'activité liées au partage, au don, au travail collaboratif.

L'auteur constate également plusieurs transformations liées à l'organisation du travail, avec l'émergence du télétravail et des « tiers-lieux » qui remettent en cause la hiérarchie verticale du salariat traditionnel. L'organisation du travail est également modifiée par l'émergence du travail en mode projet, qui abandonne la perspective de collaboration de long terme au profit d'une mobilisation de compétences et de moyens humains sur des projets ponctuels.

L'auteur remarque également une logique d'individualisation dans les carrières professionnelles : le salarié se définit désormais par son parcours individuel, ses qualités personnelles, il n'existe plus d'identité collective. La recherche de talents, chère aux entreprises d'aujourd'hui, s'inscrit dans cet état d'esprit. L'auteur repère finalement trois types de salariés aujourd'hui : les salariés protégés (fonctionnaires ou salariés de grands groupes, qui disposent de filets de sécurité importants), les salariés mercenaires (très qualifiés et très recherchés par les entreprises) et les salariés précaires (peu ou pas qualifiés et dont le travail peut être facilement externalisé).

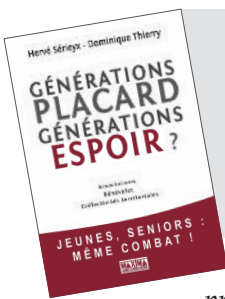
Jean-Pierre Gaudard consacre son dernier chapitre à une réflexion sur l'invention d'une société adaptée au postsalarialat. Il propose, entre autres, de réformer les contrats de travail qui devraient prendre en compte les

périodes de rupture dans la carrière professionnelle, l'allongement de sa durée, les changements de métiers, etc.

Selon J.-P. Gaudard, les syndicats pourraient renouer avec leur vocation de service aux salariés en accompagnant les transitions professionnelles et en favorisant la formation.

L'émergence de la société de réseau, dans laquelle le don et l'échange seront les moteurs du lien social, pourrait rendre insupportable la solidarité financière contrainte de l'État-providence et appellerait à de nouvelles formes de solidarité basées sur le libre arbitre du citoyen.

Laurie Grzesiak



**SÉRIEYX Hervé / THIERRY Dominique /
DELAUNAY Michèle (avant-propos) /
DELEVOYE Jean-Paul (préface)**

Générations placard générations espoir ? Associations, bénévolat, collectivités territoriales

Paris : Maxima / Laurent Dumesnil éditeur, 2012, 192 p.

« Pendant presque 30 ans, la forme la plus couramment acceptée en France de partage des emplois a été la discrimination par l'âge, qui s'est traduite par la double exclusion des jeunes et des plus de 50 ans. » L'ouvrage d'Hervé Sérieyx et Dominique Thierry dénonce ce choix français que *Futuribles* a souvent analysé. Leur verdict est clair : « une société qui a peur de ses jeunes et qui méprise ses vieux n'est guère partie pour un riche avenir ». Les auteurs, respectivement vice-président et président de France Bénévolat¹, présentent avec leur franc-parler habituel un tableau sans concessions de la situation.

Nombre d'entreprises prétendent qu'il est difficile d'accueillir les jeunes d'aujourd'hui. Or le problème tient moins aux particularités de ces

jeunes qu'à des organisations dépassées, restées largement tayloriennes, « aux relations hiérarchiques d'un autre temps », confondant la pénibilité du travail et l'efficacité. Des organisations qui n'ont pas compris qu'à l'ère de ces réseaux sociaux auxquels elles sont 64 % à interdire l'accès, plus que jamais l'efficacité du travail suppose la perception de son sens par les salariés. Les seniors ne sont pas mieux appréciés et la France « est drogué[e] à la préretraite ». Or il est « impensable d'aborder la question de l'âge de la retraite si on ne traite pas avant et réellement la gestion des ressources humaines des plus de 50 ans ».

Des actions intergénérationnelles

Le rejet des « encore trop » ou « plus assez » jeunes traduit, note Jean-Paul Delevoye² dans sa pré-

1. France Bénévolat anime un réseau de 6 000 associations.

2. Président du Conseil économique, social et environnemental.

face très militante, la « dérive consumériste de notre société » qui fait oublier les valeurs républicaines de solidarité, du « vivre ensemble ». Selon Hervé Sérieyx et Dominique Thierry, c'est justement en cessant d'opposer les générations que l'on pourra valoriser le potentiel des uns et des autres dans l'intérêt commun. Aussi préconisent-ils de développer des activités intergénérationnelles en s'appuyant sur le bénévolat, car celui-ci séduit par millions aussi bien des jeunes que des seniors.

Le bénévolat peut tisser du lien social, produire de la valeur pour ceux qui le pratiquent et pour la société. Encore faut-il qu'il ne soit pas considéré seulement de façon utilitaire, comme un carburant à bon marché évitant de payer pleinement des salariés. Il faudrait d'ailleurs développer une réflexion sérieuse sur les places respectives des professionnels et des bénévoles. Il faut aussi que le secteur public échappe à la tentation croissante d'instrumentaliser les associations pour pallier ses insuffisances. Il faut également regarder autrement les jeunes et reconnaître l'utilité sociale des retraités, dont la grande majorité exprime un fort désir de « servir à quelque chose » (enquête IFOP 2010) et dont la moitié est effectivement déjà engagée dans des actions bénévoles. Jeunes comme seniors, comme tout un chacun, ont besoin d'un projet de vie qui donne le sentiment d'une utilité sociale, donc d'une place légitime dans la société.

Le poids économique du mal-être

On oublie que ce sentiment qui contribue au mieux-être de chacun a aussi une valeur économique pour la société. A contrario, le mal-être

est à l'origine de nombreux troubles physiques et psychiques qui pèsent sur l'économie. Selon l'INED (Institut national d'études démographiques), l'espérance de vie sans incapacité aurait régressé, en France, de 62,7 ans en 2008 à 61,9 ans en 2010, ce qui compromet les projets de repousser l'âge de la retraite. Or, le Canadian Institute for Advanced Research estime que 50 % des problèmes de santé seraient dus à l'environnement social et économique, ce qui prouverait l'importance humaine et économique du « maintien de liens sociaux et d'activités au sens large, sportives, culturelles, bénévoles... » Le bénévolat bien conçu créant du lien social profite à la fois à ceux qui le pratiquent et à la société, tout en réduisant les charges collectives de santé.

Pour parvenir à produire ce lien social, Hervé Sérieyx et Dominique Thierry estiment qu'il faut justement combler un défaut de liens entre les acteurs de la société : la pratique du « faire ensemble » a besoin d'être diffusée entre acteurs sociaux et générations délaissées, entre associations, entre administrations, responsables territoriaux, et entre tous ces acteurs.

Cette culture de la coopération manque cruellement en France, même dans le monde associatif : « les associations sont loin d'être toutes exemplaires, elles agissent trop souvent de façon dispersée au lieu de construire des synergies efficaces. Chacun essaye de garder ses pauvres à lui. Et l'on peut travailler contre l'exclusion générationnelle sans penser à donner l'exemple en embauchant soi-même des jeunes ou des seniors... Plus de coopération intergénérationnelle dans les associations est une question de crédibilité et de renouvellement, vi-

tales pour la gouvernance associative. » Les collectivités territoriales, « proches du terrain, [...] ressentent plus que les instances nationales [...] les effets dramatiques de l'exclusion par les âges », mais leur efficacité est limitée par « la difficulté de travailler de façon transversale en interne et de façon partenariale en externe ».

Innovation en gouvernance

Les auteurs appellent à moins de jacobinisme car l'efficacité passe par des actions au niveau des bassins de vie. Encore faudrait-il que les pouvoirs publics nationaux et européens renoncent à des « pratiques en tuyaux d'orgue » qui correspondent aux organisations « en silos » des grands groupes ; que les entreprises

deviennent plus souvent réellement citoyennes selon l'expression du CJD³, ne confondant pas ou plus mécénat et communication. Que les nombreuses initiatives exemplaires qui prouvent la faisabilité de tout ce que l'ouvrage préconise ne soient pas exploitées comme des alibis pour ne pas en faire plus. Jean-Paul Delevoye lance un avertissement : c'est bien de gouvernance qu'il s'agit, et d'innovation : sans innovation, « nos systèmes sont voués à une inertie qui [...] nourrit la révolte qui demain peut les balayer ».

André-Yves Portnoff

3. Centre des jeunes dirigeants, organisation regroupant 3 500 chefs d'entreprise et dirigeants sur des bases éthiques communes.



RADJOU Navi / PRABHU Jaideep / AHUJA Simone / GHOSN Carlos (préface)

L'Innovation jugaad. Redevenons ingénieurs !

Paris : Diateino, 2013, 386 p.

Le mot jugaad désigne, en hindi populaire, « une solution innovante, improvisée, née de l'ingéniosité et de l'intelligence » et, plus largement, l'art de la débrouillardise pour trouver une solution dans une situation contrainte. L'innovation jugaad, aussi connue sous le terme « innovation frugale », consiste donc, en deux mots, à faire plus avec moins.

Dans de nombreux pays en développement, l'innovation jugaad est la règle, compte tenu des contraintes financières, juridiques, institution-

nelles, etc. À l'inverse, en Occident, ce type d'innovation est devenu marginal, car il a été remplacé par des démarches d'innovation beaucoup plus structurées et coûteuses. Comme le soulignent les auteurs, les entreprises occidentales sont aujourd'hui persuadées que, pour générer plus de revenus en aval, une innovation doit mobiliser plus de moyens en amont. Pourtant, malgré les montants colossaux investis, les résultats ne sont pas toujours au rendez-vous, car ces démarches excluent toute prise de risque et toute souplesse ; elles sont donc incapables d'apporter des solutions véritablement utiles et innovantes.

Par ailleurs, selon les auteurs, trois types de contraintes vont obliger les entreprises occidentales à apprendre à faire plus avec moins : les contraintes financières des consommateurs, celles des acteurs publics et celles des ressources naturelles. Elles ont donc tout intérêt à s'inspirer des innovations jugaad, qui démontrent que des solutions simples et peu coûteuses peuvent être tout aussi rentables (voire plus) que celles reposant sur la complexification et la technologie.

Les auteurs de l'ouvrage ont recensé plusieurs dizaines d'innovations de ce type, notamment en Inde, en Chine, au Mexique, au Brésil, aux Philippines, qui peuvent être autant de sources d'inspiration pour les entreprises occidentales. Ces innovations concernent aussi bien la santé que l'automobile, mais ont pour point commun de proposer des solutions concrètes, abordables et faciles à mettre en place.

L'innovation jugaad repose sur six principes, qui font chacun l'objet d'un chapitre : rechercher des opportunités dans l'adversité ; faire plus avec moins ; penser et agir de manière flexible ; viser la simplicité ;

intégrer les marges et les exclus ; suivre son cœur.

Toutes ces innovations ne sont pas transposables dans les pays européens, car elles répondent souvent à des problématiques propres aux populations pauvres. Mais elles peuvent les inspirer par leur état d'esprit et leurs principes, comme l'a démontré le cas des modèles de voitures Logan et Sandero de Renault (Dacia), des modèles basiques destinés au départ aux marchés émergents mais qui séduisent aussi les consommateurs des pays européens.

Les auteurs détaillent les différentes étapes qui peuvent permettre d'intégrer la méthode jugaad dans une entreprise occidentale. Ils précisent cependant que cette méthode est surtout adaptée aux environnements complexes et instables, et qu'elle doit constituer une approche complémentaire, un outil supplémentaire pour les démarches structurées d'innovation.

De nombreux exemples d'innovations sont disponibles sur le site Internet consacré à l'ouvrage, www.jugaadinnovation.com.

Cécile Désaunay



BOUÉE Charles-Édouard / BEFFA Jean-Louis (préface)
Comment la Chine change le monde
 Brest : éditions Dialogues, 2013, 216 p.

Praticien de la Chine où il réside depuis plusieurs années, Charles-Édouard Bouée nous livre sa vision de la montée en puissance de la Chine et de son impact sur le monde. Les jeux

Olympiques, le tremblement de terre dans le Sichuan et la faillite de la banque Lehman Brothers sont autant de faits marquants de 2008, année charnière pour la Chine qui, à l'occasion, a dévoilé sa puissance, démontré sa capacité de gestion d'une

catastrophe naturelle et « perdu la foi » dans le modèle libéral américain.

Après cette introduction, l'auteur survole l'histoire millénaire de la Chine en braquant son projecteur sur des épisodes qui éclairent les relations de l'empire du Milieu avec l'étranger. Il rappelle la fascination qu'a toujours exercée la Chine en relatant l'ambassade envoyée par saint Louis au Grand Mongol et les récits de voyages de Marco Polo. Les expéditions de l'amiral Zheng He, au début du XV^e siècle, vers l'Afrique et peut-être au-delà, illustrent la vision chinoise du monde ; le décret impérial arrêtant ces expéditions rappelle que cet empire s'est senti suffisamment vaste pour se suffire à lui-même. La reprise des relations commerciales et le peu d'intérêt manifesté par les Chinois pour les artefacts occidentaux ont conduit aux guerres de l'Opium au XIX^e siècle, le siècle de l'humiliation. Ce sentiment entretenu par les gouvernements, de la Première République à la République populaire de Chine, éclaire les réactions exacerbées des Chinois contre ce qu'ils considèrent comme des interventions étrangères, et le patriotisme des jeunes générations.

L'économie et la défense ne sont pas les seules dimensions de l'ascension de la Chine. L'auteur décrit dans une troisième partie sa dimension culturelle. Il y a d'abord l'héritage religieux : le chamanisme et l'idée que les hommes peuvent contrôler le changement qu'ils ont deviné, expliqueraient l'intérêt des managers chinois pour les « signaux faibles » ; après un siècle de descente aux enfers, le confucianisme, qui énumère les principes nécessaires à la bonne organisation des sociétés, fait son re-

tour. Les Chinois l'associent aujourd'hui au siècle des Lumières — il avait d'ailleurs marqué les penseurs occidentaux du XVIII^e siècle — et mettent à l'honneur cette pensée qui prône la vertu dans un pays gangrené par la corruption.

Construit au fil des siècles, l'État est la principale ossature de la société et, à son propos, l'auteur décrit les lieux du pouvoir, dont l'école centrale du Parti. Celle-ci forme les cadres du parti communiste chinois qui, fort de 80 millions d'adhérents, s'est ouvert aux entrepreneurs en 2002. Elle a constitué un tremplin pour ceux qui l'ont dirigée (Hu Jintao en fut le directeur, de même que Xi Jinping). Enfin, l'auteur insiste sur l'énergie entrepreneuriale des Chinois et leur attitude positive vis-à-vis du risque — des entrepreneurs confrontés à un secteur d'État qui a bénéficié des plans de relance de 2009 pour regagner du terrain.

Après cette longue analyse, l'auteur revient sur les réformes qui ont permis à la Chine de sortir de trois décennies de maoïsme, marquées par la catastrophe (40 millions morts) sans précédent qui a sanctionné les errements du Grand Bond en avant. Mais c'est bien davantage l'écart qui s'était creusé entre Taiwan et la Chine continentale qui a fait prendre conscience de la nécessité d'un changement. S'inspirant parfois des initiatives prises à la base, Deng Xiaoping a réformé la Chine sans bouleverser son régime politique. Pour maintenir le cap, le « Petit Timonier » a nommé tous les dirigeants qui lui ont succédé jusqu'à Hu Jintao. Aussi 2012, qui a vu l'avènement de la cinquième génération de dirigeants, a été une année charnière.

La nouvelle équipe hérite d'une Chine transformée, caractérisée par une société urbanisée où les inégalités sont devenues abyssales et qui va connaître un processus de vieillissement très rapide. Entrée dans la catégorie des pays à revenus intermédiaires, la Chine court le risque d'y rester, comme cela a été le cas de très nombreux pays du Sud. Pour éviter cette « trappe », elle devra mettre en œuvre les réformes décrites dans le rapport Chine 2030¹ élaboré par le Development Research Center of the State Council (think-tank du Plan

chinois) et la Banque mondiale, et publié sous les auspices de Li Keqiang, aujourd'hui Premier ministre. Alain Peyrefitte avait écrit « si la Chine se réveille, le monde tremblera », il pourrait trembler si la Chine échouait dans cette seconde modernisation.

Cet ouvrage dense et intéressant couvre néanmoins un trop grand nombre de sujets, de l'histoire à l'économie, en passant par la culture et la politique. Les sous-chapitres sont trop souvent juxtaposés. Enfin, alors que l'auteur réside en Chine, il ne fait que rarement part de son expérience pour illustrer ses propos.

1. *China 2030: Building a Modern, Harmonious, and Creative Society*, Washington, D.C. : Banque mondiale, 2013, 473 p.

Jean-Raphaël Chaponnière,
Asie 21



BOYER Luc / EQUILBEY Noël

Évolution des organisations et du management Rétrospective et prospective

Cormelles-le-Royal : EMS (éditions Management et société), 2013, 112 p.

Après avoir présenté le management dans une perspective historique (de l'Antiquité aux années 1970), les deux auteurs de cet ouvrage ont tenté de replacer le management dans le contexte actuel. La troisième partie de l'ouvrage est un essai prospectif sur l'évolution des formes de management au regard des grandes tendances qui concernent actuellement les entreprises.

Selon les auteurs, les écoles de management de la seconde moitié du XX^e siècle, qui reposaient sur l'idée d'épanouissement et de motivation de l'homme au travail, sont mises à

mal par plusieurs transformations liées au monde du travail et à l'entreprise, comme la précarisation de l'emploi, l'éclatement de la chaîne de production, les changements de propriété des entreprises, la gestion par projet, la recherche de flexibilité, etc.

Parallèlement, le contexte dans lequel évoluent les entreprises a été bouleversé par plusieurs transformations à l'échelle mondiale ces dernières années (révolution numérique, émergence des big data, choc démographique, etc.).

Les défis pour l'organisation et le management des entreprises et des

hommes sont donc nombreux et de taille :

— Dans un contexte flou et incertain, l'une des tâches les plus ardues mais essentielle pourrait résider dans la gestion des postes et des carrières : les entreprises vont devoir mettre en place des plans de gestion de carrière dans lesquels elles devront identifier sur le long terme les emplois stratégiques en matière de contribution aux résultats, ainsi que les emplois sensibles (sujets à des pénuries, qui présentent des difficultés de remplacement, etc.).

— La responsabilité des entreprises dans divers domaines va devenir de plus en plus importante, en témoigne le développement de la RSE (responsabilité sociale des entreprises). Le bien-être des salariés est à prendre en compte : la gestion du temps de travail, par exemple, va devenir un élément important dans le management de demain.

— La prise en compte des risques pourrait faire partie intégrante des politiques mises en place dans l'entreprise, notamment dans le cadre de la RSE, mais les auteurs mettent en garde contre une possible asphyxie

de l'innovation en cas de recours excessif au principe de précaution.

— La dimension culturelle pourrait être une composante indispensable à la survie des entreprises de demain, dans le sens où celles-ci devront faire davantage d'efforts pour s'adapter aux cultures locales et aux différentes générations qui vont intégrer l'entreprise. Les auteurs prennent l'exemple de la génération Y qui a des particularités propres (usage intensif des nouvelles technologies, communication sans tabous, autorité fondée sur la compétence et non sur le statut, etc.).

En conclusion, les auteurs rappellent que la mondialisation et la révolution numérique sont à l'origine d'une rupture dans les modes de travail. Selon eux, du fait de l'automatisation croissante, les entreprises ont besoin d'esprit d'initiative de la part de leurs salariés : les diplômés demeurent une condition nécessaire pour trouver un emploi, mais ce n'est plus une condition suffisante. Dans les années à venir, l'acquisition d'une culture technico-professionnelle pourrait devenir indispensable.

Laurie Grzesiak



MONNIER Bernard

La Route des innovations. Orientez, dirigez, pilotez et mesurez vos projets innovants

Lyon : Caillade, 2013, 193 p.

Ce livre peut être considéré de deux façons : c'est un manuel présentant une méthode originale pour gérer le processus d'innovation, mais

aussi un ouvrage stratégique préconisant une révolution des organisations et de leurs relations internes et externes. Emmanuel Sartorius (alors au Conseil général de l'économie, de l'industrie, de l'énergie et des techno-

logies, auprès du ministère du Redressement productif) note, en préface, l'intérêt pratique de la méthode proposée, mais en même temps il insiste sur la double compétence de l'auteur, technique et marketing.

En effet, Bernard Monnier, au cours de sa carrière dans l'ex-groupe Thomson, est passé de la fonction recherche à celle des achats. Non seulement il possède un vécu concret de l'innovation, qui lui permet de ne pas confondre celle-ci avec la recherche, mais il a acquis une vision transversale qui le conduit à des propositions bouleversant de mauvaises et coûteuses habitudes.

La majorité des grandes entreprises ou administrations occidentales, et particulièrement françaises, souffrent d'une organisation en silos qui limite les synergies, dégradant l'intelligence collective et la capacité à percevoir la globalité des problèmes. Le mérite principal de la méthode de Bernard Monnier est d'impliquer une évolution drastique des pratiques, de la culture des organisations, directions comprises.

Cela passe par la construction d'un langage commun et d'une vision partagée par les acteurs concernés. C'est incompatible avec un management basé sur la méfiance, conduisant à « une concurrence entre collègues souvent impitoyable », observe Bernard Monnier, ce qui empêche de reconnaître ses erreurs, entrave l'expérimentation. Quant aux relations externes de l'entreprise, elles doivent s'inscrire dans le long terme, être réellement « gagnant-gagnant », ce qui « pousse les directions générales à assimiler un terme assez neuf pour elles : la confiance ».

L'auteur montre que la majorité des grands groupes français est très en retard en matière d'innovation dite ouverte, c'est-à-dire misant largement sur des partenariats externes. Et, avec raison, il insiste : « sans confiance, toute tentative d'open innovation est vouée à l'échec ». Bernard Monnier innove dans son propre métier en suggérant que le directeur des achats devienne un « GPS » de l'entreprise, entendez un « gestionnaire des partenariats stratégiques », des ressources extérieures.

Cela implique de passer du « concept actuel d'achat à celui de partenariat de demain ». Un défi stratégique que « les Achats ne pourront » relever « qu'en étant proactifs, en acceptant de remettre en cause en profondeur les principes de management de cette fonction ». Une utopie, diront beaucoup au vu des relations trop souvent basées sur la force violente, courantes en France. Mais peut-on se payer le luxe de tolérer encore un tel état de faits ?

Pierre Pelouzet, médiateur des relations interentreprises, souligne dans sa préface l'enjeu : si « à l'interface entre les grandes entreprises [...] et les plus petites, où souvent se développe l'innovation, [existent] des relations équilibrées, une volonté de s'entraider et de coconstruire, alors le résultat est formidable. Si, au contraire, la relation est déséquilibrée, basée sur la spoliation de propriété intellectuelle et autres mauvaises pratiques, là ce sont en général les deux parties qui vont à l'échec. » Il faut espérer que Bernard Monnier sera beaucoup lu, entendu et compris...

André-Yves Portnoff

Robotics: The Great Challenges to Come

Pierre-Yves Oudeyer

The first industrial robot was built by Unimate and installed in a General Motors factory more than 60 years ago. This paved the way for the increased use of robotics, which was intended initially to replace human beings in what were regarded as “unpleasant” production tasks. And yet robots have been part of our cultural imagination for almost a century: one need only think of artificial creatures of the Frankenstein’s monster type or the numerous works of science fiction in which robots figure, from Karel Capek’s *RUR (Rossum’s Universal Robots)* which saw the first use of the term, to Asimov’s *I Robot* series, not to mention the novels of Philip K. Dick and the many films on the subject since the 1960s. It is, perhaps, these representations that most structure the way society views the place of –and prospects for– robotics today. Does this mean that robots are going to supplant human beings in more and more fields of their daily and working lives? And if so, is this good or bad for society?

As Pierre-Yves Oudeyer shows in this article, robotics actually covers a very great range of fields today (personal assistance, leisure, education, transport, medicine, exploration, industry etc.) and offers considerable hope for the improvement of daily life, both within and outside the work situation. Yet there are many challenges still to be overcome, both technically in most of the fields concerned and with regard to society’s acceptance of the new functionalities offered by robotics. Lastly, there is still a large gulf between fiction and reality, which can be gauged from the arguments in this article, though we should keep in mind, as Pierre-Yves Oudeyer stresses, that human beings remain at the heart of this adventure in the sense that they control both the technical advances and the decisions about how they are to be applied.

Personal Assistance Robots : Promise and Obstacles

Charles Fattal (ed.)

In 2013 the French Research Institute for Occupational Safety (INRS) carried out a fore-

sight study on physical assistance robots with 2013 as its time-horizon. Futuribles took part in this study, the conclusions of which were published in late 2013. Charles Fattal, who took part in that exercise, assesses the state of play in the field of personal assistance robotics and the prospects for its future development if a certain number of obstacles can be overcome.

After detailing the specific context favourable to the development of this robotics, especially in Europe (ageing, dependency, the silver economy etc.), Fattal notes the various obstacles that still stand in the way of personal assistance robots. These include a low level of familiarity with the available products, false beliefs, the absence of an ecosystem, socio-cultural resistance, ethical aspects, cost etc. He then outlines the technological resources currently available, drawing particularly on the equipment provided by CENRob (the French robotics centre) in terms of robotic manipulation (robotic arms, single-task robots), social commitment robots (companion robots, remote monitoring), mobility assistance and domestic service robots. In conclusion, he proposes three possible future scenarios for this robotics sector, which variously depend on whether the obstacles he identifies are overcome.

Physical Assistance Robots: Advantages of the New Human-Robot Pairing at Work and the Attendant Risks

Michel Héry (ed.)

In 2013 the French Research Institute for Occupational Safety (INRS) carried out a foresight study on physical assistance robots with 2013 as its time-horizon. Futuribles took part in this study, the conclusions of which were published in late 2013. In this article Michel Héry, who coordinated the working group in charge of the exercise, outlines its conclusions with regard to health and safety.

After reminding us of the current economic context, characterized by a major crisis that is also a crisis of modes of production, he shows how physical assistance robots (PARs) can be regarded as new actors in the world of work, providing examples of their roles:

exoskeletons, CoBots, human-robot collaborative units, robots for operation in a hostile environment etc. While stressing the contribution made by these physical assistance robots in various occupational tasks, Héry also alerts us to the possible dangers for workers manipulating these PARs and to the need to monitor the development of this new human-robot pairing and to remain vigilant about its health and safety impact.

Enhancing Human Capacities: Current State of Affairs and Technological Prospects

Pierre-Yves Cusset

In the last *Futuribles* issue of 2013, Jean-Michel Besnier analysed the ideology of the transhumanists and the different visions of the “posthuman” they were inclined to promote. And, in another article, Adrien Marck and his co-authors raised the question of the potential limits to humanity, both in terms of resources and also of physical performance. Are human beings doomed, then, to stagnate or will they “mutate” under the influence of ever more specialized technological innovations?

As Pierre-Yves Cusset shows here, the enhancement of human capacities is an ancient dream which is, in part, becoming reality as the years go by and advances are made in various scientific fields. However, in the context of accelerating technological progress and an increasing convergence between nanotechnologies, biotechnologies, information technology and the cognitive sciences (NBIC), that dream is prompting major ethical debates, including within the scientific community. How do things stand today? What technologies for the improvement of physical and cognitive faculties are already being used to repair or develop human capacities? Which are being examined for future use? What perspectives do these open up and what (environmental, health, social...) risks do they imply? These are the questions dealt with in this article which stresses a number of ethical and philosophical issues that need to be faced before we engage in such a race to improve human performance.

Advertising: The Impact of the Mobile Internet

André-Yves Portnoff

Advertising was hit by the 2008 economic crisis, when it experienced a global slow-

down in growth, but it seems to have picked up a little in the last two years. However, the market has moved on and global investment in advertising is now increasingly directed towards the new media –the fixed and, increasingly, the mobile Internet. This sector of online advertising on mobile devices (phones, tablets etc.) is booming in the USA, as André-Yves Portnoff demonstrates here, and shows great scope for progress in Europe, particularly in France. But this will mean advertisers acquiring a sense of the expectations –and reservations– of Internet users, and also taking some risks to position themselves in the sector, especially in France, and acting to develop new models that exploit the interplay and complementarity between media.

Shale Gas: Myths and Realities The Stakes in this Much-Heralded Revolution and its Limitations

Pierre Papon

With the European Commission having just timidly reopened the door to renewed exploitation of shale gas in Europe provided that ‘minimum principles’ are met, particularly with regard to health and the environment (Recommendation of 22 January 2014), what lessons can we take today from the experience of other nations, particularly the USA, who were the first to travel down this new energy path a little more than a decade ago? Drawing, in particular, on the most recent literature on the subject, Pierre Papon is at pains here to take stock of this major issue, which has already begun to recast the global energy landscape and might have major economic and geopolitical consequences in the medium and long term.

After reminding us of the nature of this unconventional gas and the conditions for its exploitation, together with the USA’s highly optimistic projections for the future, he highlights the economic advantage the production of shale gas affords that country at both the national and global levels thanks to a knock-on effect of improved competitiveness in certain industries. Papon goes on to specify the environmental concerns that remain and the technical alternatives that are to be envisaged for exploiting shale gas. Lastly, he outlines the issues and perspectives for Europe and France, provided that other lines of research can be explored with regard to the exploitation of this resource. At the same time he reminds us of the need

to be vigilant about the future: this is essential if we are to remain aware of the inherent risks in this field, but also not overlook any technical advance that might afford an opportunity to exploit shale gas on this side of the Atlantic.

Innovative Local Initiatives: An Ear to the Ground for Entrepreneurs in the Social Economy

An Interview with Philippe Bertrand by Marthe de La Taille-Rivero

Over the last eight years Philippe Bertrand has presented *Carnets de campagne*, a radio programme on the France Inter network devoted to the social, economic and cultural initiatives that are burgeoning all around the French regions and opening new paths of development “outside the box” of conventional, institutional thinking. After 1,500 programmes, how does he assess the experience of immersion in these seedbeds of change? Do the projects concerned –devised by “forward-looking” individuals and capable of coordinating energies and resources– foreshadow new forms of social life? Are they indicative of ongoing change within French –or, indeed, European– society? Have these new entrepreneurs managed to combine acting locally with thinking globally?

We have interviewed Philippe Bertrand and provide some elements of an answer to these questions, elements that are encouraging for those who feel tempted to launch

alternative or off-beat projects in the French socio-economic landscape.

What Foreign and Security Policy for Europe?

Jean-François Drevet

Though set in place in 1993 by the Maastricht Treaty, the European Union’s Common Foreign and Security Policy has had difficulty establishing itself. This is even more the case in a Union that now comprises 28 member states whose foreign policy concerns are far from convergent. There has, however, been no shortage of opportunities in the last few years to implement the policy and use it to reinforce European power on the international scene (the rebellion in Ukraine, the Arab springs, the conflicts in Mali and the Central African Republic etc.).

But as Jean-François Drevet shows here, in the light of four recent events (the revelation of US spying activities, the French interventions in Africa, the rivalry with Russia in Ukraine and the nuclear agreement with Iran), the scope of this policy is, to say the least, limited. There is little chance, then, of Europe as such emerging as a global power in the immediate future. Nevertheless, middle ways might emerge to lift the Union out of the diplomatic passivity that too often besets it and produce meaningful results at the international level, in spite of the internal obstacles maintained mostly by the British. ■

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 - Website www.futuribles.com

ABONNEZ-VOUS AU NOUVEAU DISPOSITIF DE VEILLE THÉMATIQUE DE FUTURIBLES INTERNATIONAL

VIGIE ALIMENTATION

Vigie Alimentation identifie les signaux faibles et analyse les tendances lourdes dans le domaine alimentaire, à l'échelle nationale et internationale, avec de nombreux *focus* thématiques, sectoriels, géographiques... Il permet à ses abonnés d'anticiper les évolutions de la consommation alimentaire, et d'inventer les produits alimentaires et les services de demain. Il leur fournit, à cet effet :

- ✓ **des notes de veille** sur les faits porteurs d'avenir et signaux faibles, les ouvrages récents, les derniers colloques et séminaires
- ✓ **des notes d'analyse prospective** faisant le point sur des tendances émergentes
- ✓ **un rapport annuel** sous forme de tableau de bord des tendances lourdes et émergentes
- ✓ **des réunions trimestrielles** réunissant les abonnés pour réfléchir aux impacts possibles, dans leur secteur d'activité, des faits porteurs d'avenir repérés, et définir les sujets des notes d'analyse
- ✓ **un système d'alerte** informant des nouvelles parutions et un accès réservé sur le site www.futuribles.com/fr/groupe/vigie-alimentation

Vigie Alimentation est un service proposé par Futuribles International, au tarif de 2 500 € hors taxes (3 000 € TTC, TVA à 20 % incluse, 1 à 10 utilisateurs), également accessible sur demande aux membres associés et partenaires de l'association (conditions d'adhésion sur www.futuribles.com).

Abonnement / informations complémentaires / démonstration / demande d'accès temporaire : Céline Laisney, alimentation@futuribles.com

futuribles

NUMÉRO 399 • MARS-AVRIL 2014

- L'invasion des robots** 3
Hugues de Jouvenel
- Robotique : les grands défis à venir** 5
Pierre-Yves Oudeyer
- La robotique d'assistance à la personne** 25
Promesses et verrous
Sous la direction de Charles Fattal
- Les robots d'assistance physique** 43
Vertus et risques du nouveau couple homme-robot au travail
Sous la direction de Michel Héry
- Augmenter les capacités humaines** 55
État des lieux et perspectives technologiques
Pierre-Yves Cusset
- Publicité : le choc Internet-mobile** 71
André-Yves Portnoff
- Le gaz de schiste : mythes et réalités** 81
Enjeux et limites d'une révolution annoncée
Pierre Papon

ARTISANS DU FUTUR

- Les initiatives locales innovantes** 99
Une émission à l'affût des entrepreneurs de l'économie sociale et solidaire
Interview de Philippe Bertrand par Marthe de La Taille-Rivero

TRIBUNE EUROPÉENNE

- Quelle politique étrangère et de sécurité européenne ?** 109
Jean-François Drevet

ACTUALITÉS PROSPECTIVES

117
Vaccins made in China / Des métaux en voie de disparition / Pratiques prospectives dans l'industrie française / Un nouveau programme cadre européen d'éducation / Végétarisme et « flexitarisme » en Europe / La croissance par la débureaucratization / Essor d'une classe marchande en Corée du Nord.

BIBLIOGRAPHIE

129

ABSTRACTS

142

M 08145 - 399 - F: 22,00 € - RD



978-2-84387-412-3