

futuribles

L'anticipation au service de l'action

À la découverte du cerveau

LA PLASTICITÉ DU CERVEAU HUMAIN
SON ANATOMIE ET SES FONCTIONS
SES PATHOLOGIES ET LEUR TRAITEMENT

Les valeurs des Français

Économie : faire
mieux avec moins

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

Pierre Bonnaure, Julie Bouchard, Dominique Bourg, Alain Dupas, Jean-François Drevet, Jean-Pierre Dupuy, Hubert Landier, Corinne Lepage, Jacques Lesourne, Eleonora Masini, Joël de Rosnay, Alioune Sall, Hedva Sarfati, Jacques Testart

COMITÉ DE RÉDACTION

Sébastien Abis, Jean-Pierre Bellier, Jean-Yves Boulin, Gilbert Cette, Anne Charreyron-Perchet, Pierre-Yves Cusset, Julien Damon, Elvire Fabry, Charles du Granrut, Jean Haëntjens, Bruno Héroult, Marthe de La Taille-Rivero, Céline Laisney, Alain Michel, Pierre Papon, Alain Parant, André-Yves Portnoff, Jacques Theys

FONDATEUR - RÉDACTEUR EN CHEF : Hugues de Jouvenel

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : François de Jouvenel

RÉDACTRICE EN CHEF ADJOINTE - SECRÉTAIRE DE RÉDACTION
Stéphanie Debruyne

RÉDACTION :

Cécile Désaunay, Laurie Grzesiak, Marie Ségur

ASSISTANTE : Aude Houguenague

SECRÉTAIRE GÉNÉRALE : Corinne Roëls

ABONNEMENTS - DIFFUSION : Hélène Vioujard

CORRECTRICE : Anne De Beer

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

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

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

LE NUMÉRO : 22 € (tous pays, port inclus)*
*Les numéros antérieurs au 392 sont à 14 € sauf exception

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 2019

Actionnaires principaux : François de Jouvenel, Hugues de Jouvenel

Commission paritaire n° 0521 D 80574 - ISSN 0337-307X
Corlet, Zone Industrielle Ouest, Rue Maximilien-Vox,
Condé-sur-Noireau, 14110 Condé-en-Normandie, France
Dépôt légal n° 205126 - JUILLET 2019

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° 428

• Cerveau et apprentissages

- L'exploration du cerveau humain
- Vertus, biais et limites de l'intelligence humaine
- Apprendre et enseigner autrement
- Intelligence artificielle vs intelligence humaine

• Pour une écologie intégrale

• Retour sur le postmatérialisme

n° 429

• Nantes : vision politique et démocratie locale

• L'impact du numérique

• Formation professionnelle : une réforme en cours

• L'Europe et les droits humains

n° 430

• La prospective en Afrique

• Réforme des retraites : éléments de controverse

• L'alliance fiction-prospective

• Europe : les atouts de l'Union

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

Titre modifiable sur le portail diffuseurs
www.direct-editeurs.fr

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 : Corinne Roëls, *Futuribles*, 47 rue de Babylone, FR-75007 Paris, tél. : 33 (0)1 53 63 37 70, fax : 33 (0)1 42 22 65 54, e-mail : croels@futuribles.com. L'autorisation d'effectuer des reproductions par reprographie ou électroniques dans le cadre professionnel doit être obtenue auprès du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 20 rue des Grands-Augustins, FR-75006 Paris, tél. : 33 (0)1 44 07 47 70, fax : 33 (0)1 46 34 67 19, e-mail : contact@cfcopies.com.

futuribles

NUMÉRO 431 • JUILLET-AOÛT 2019

- Sur le cerveau humain** 3
Hugues de Jovenel
- Le cerveau, une machine vivante** 5
Jean-Pierre Henry
- Cerveau : anatomie et fonction** 25
Antagonisme entre la plasticité cérébrale humaine, le poids des dogmes et l'explosion incontrôlée de l'intelligence artificielle
Hugues Duffau
- Rêves, sommeil et mémoire** 35
La plasticité cérébrale, au cœur de la mémoire, du sommeil et des interfaces cerveau-machine
Karim Benchenane
- Restauration visuelle et plasticité cérébrale** 47
Serge Picaud
- Les valeurs des Français en tendances** 55
Plus de liberté pour soi, plus d'exigences dans la sphère collective
Pierre Bréchon
- La mutation de l'économie à l'ère de la rareté** 73
Vers un nouveau modèle de développement : pourquoi et comment ?
Hélène Le Teno
- Entreprises, RSE et au-delà** 89
À propos d'une enquête sur l'entreprise post-RSE
Marthe de La Taille-Rivero

FORUM

- Relents de fascisme(s)** 97
De l'usage du mensonge en politique
André-Yves Portnoff

TRIBUNE EUROPÉENNE

- Russie : quelle stratégie internationale ?** 105
Jean-François Drevet

- ACTUALITÉS PROSPECTIVES** 113

- BIBLIOGRAPHIE** 127

- ABSTRACTS** 141

SUR LE CERVEAU HUMAIN

L'éditorial d'Hugues de Jouvenel

Voici un numéro de Futuribles bien conforme à l'objectif que nous poursuivons : celui de pouvoir fournir à nos lecteurs une analyse rigoureuse et néanmoins lisible des grands enjeux du monde contemporain appréhendés au travers d'une démarche résolument pluridisciplinaire et prospective. Et comme Futuribles est une revue, non un magazine, point n'est question ici de « surfer » rapidement sur tous les sujets, aussi nous faut-il faire preuve de discernement dans la composition de chaque numéro. Alors que le précédent portait entre autres sur l'Afrique, la réforme des retraites en France, le corps humain, ce numéro de juillet-août comporte un dossier spécial sur la plasticité du cerveau et d'autres articles sur divers sujets tout aussi importants.

Ainsi en est-il de celui d'Hélène Le Teno qui s'attache à montrer comment, ayant pris conscience que les ressources naturelles étaient limitées et notre écosystème vulnérable, des entreprises, notamment en Europe et aux États-Unis, s'attachent désormais à « faire mieux avec beaucoup moins », faisant ainsi figure de pionnières sur la voie de la transition écologique. Tel est le cas également du texte de Pierre Bréchon qui, s'appuyant sur cinq enquêtes menées entre 1981 et 2018, présente un panorama de l'évolution des valeurs des Français qui, à maints égards, remet en cause bien des idées reçues.

En témoigne sa conclusion dans laquelle il écrit notamment que les Français — plutôt heureux de leur vie — revendiquent de l'autonomie, de la tolérance, sont plutôt plus altruistes qu'auparavant, plus impliqués politiquement, plus demandeurs d'ordre public... Au sommaire aussi de ce numéro, un bref article sur l'entreprise post-RSE, la tribune européenne portant cette fois-ci sur la Russie, et une chronique sur la montée des populismes et la résurgence de mouvements fascistes.

Mais j'en viens à notre dossier spécial, deuxième dossier sur le cerveau humain après avoir l'an dernier abondamment traité de l'intelligence artificielle, puis publié au début de cette année un premier opus intitulé « Cerveau et apprentissages ¹ ». Nous nous intéressons ici à la plasticité du cerveau, donc à son exceptionnelle capacité à modifier son fonctionnement en fonction des expériences connues tout au long de sa vie grâce à des mécanismes que décrit merveilleusement Jean-Pierre Henry, que je tiens à remercier pour le concours très précieux qu'il nous a apporté en vue de l'élaboration du dossier que nous vous livrons ici. Il fallait à l'évidence toute sa compétence scientifique et son talent pédagogique pour introduire la série d'articles publiée dans ce numéro. Son texte, « Le cerveau, une machine vivante », explique d'abord comment se forme le

1. *Futuribles*, n° 428, janvier-février 2019, p. 33-106.

cerveau depuis la sixième semaine après la conception (in utero), puis tout au long de l'existence, et comment il se régénère continuellement de ses expériences pour développer ses capacités, notamment celle de la mémoire.

Mais il expose aussi quelles sont les pathologies dont le cerveau peut être atteint (notamment les accidents vasculaires cérébraux) et les progrès accomplis dans leur traitement et, bien entendu, celles qui peuvent apparaître à mesure de son vieillissement (maladies d'Alzheimer, de Parkinson, de Charcot). Il montre d'une part comment sa plasticité permet au cerveau lui-même de trouver des solutions à ces dysfonctionnements ; d'autre part quels sont les progrès accomplis et prévisibles quant à la compréhension de ces pathologies et aux réponses thérapeutiques appropriées.

Les trois articles suivant viennent très concrètement illustrer ses propos, à commencer par celui d'Hugues Duffau. Pourfendant l'idée (dite du « localisationnisme ») selon laquelle chaque aire du cerveau correspondrait à une fonction bien précise (mouvement, langage, mémoire...), il explique que ce qui confère au cerveau son extraordinaire plasticité — et le distingue fondamentalement des modèles d'intelligence artificielle — résulte du fait qu'il constitue un système extrêmement complexe dont toutes les parties fonctionnent en interaction. Hugues Duffau nous explique en conséquence que l'ablation d'une lésion cérébrale ne peut pas s'effectuer en ignorant l'ensemble du réseau neuronal dynamique qui est propre à chacun...

Une illustration de ces processus nous est ensuite fournie par Karim

Benchenane dans son article « Rêves, sommeil et mémoire ». Il montre qu'il existe différentes formes de mémoire et que, comme l'apprentissage et la mémorisation consomment une grande partie de l'énergie nécessaire au fonctionnement du cerveau, le sommeil est indispensable à la récupération physique. Nous éclairant sur les controverses scientifiques en cours, il nous alerte enfin sur le risque de conditionnement social pendant que nous dormons, notamment en raison de possibles interactions cerveau-machine, un sujet qui fera l'objet d'un troisième dossier dans *Futuribles* d'ici la fin de l'année.

Notre dossier se termine avec un texte de Serge Picaud qui explique comment fonctionne la vision grâce à la rétine et à ses photorécepteurs transmettant au cerveau les informations adéquates. Exposant les avancées scientifiques actuelles et potentielles, il présente les progrès qui ont été déjà réalisés pour restaurer la vision d'individus nés aveugles ou victimes de diverses maladies oculaires.

Ce numéro est exceptionnellement imprimé en couleur pour faciliter la compréhension des images illustrant le dossier, un « fait peut-être porteur d'avenir » pour notre revue en 2020.

Les sciences du vivant font des progrès fantastiques et la convergence des technologies inévitablement nous interroge : l'homme de demain sera-t-il réparé, augmenté ou remplacé par on ne sait quel cyborg issu de la mouvance posthumaniste ? Restons vigilants sur les questions éthiques, philosophiques, et aussi économiques, sociales et politiques, qui ne manqueront pas de se poser. ■

Le cerveau, une machine vivante

PAR JEAN-PIERRE HENRY ¹

Dans le prolongement du premier dossier sur le cerveau humain essentiellement consacré à ce que nous apprennent les sciences cognitives et les neurosciences sur nos capacités d'apprentissage tout au long de la vie (n° 428, janvier-février 2019), nous publions ici un deuxième dossier sur la plasticité du cerveau, sa capacité à modifier son fonctionnement en fonction des expériences connues tout au long de sa vie.

Ce deuxième dossier s'intéressant davantage à la morphologie et au fonctionnement du cerveau, il relève plus des sciences de la vie et est logiquement introduit par Jean-Pierre Henry qui en a coordonné l'ensemble des contributions. Son texte explique d'abord comment se forme le cerveau depuis la sixième semaine après la conception (in utero), puis tout au long de l'existence, et comment il se régénère en permanence dans l'hippocampe. L'auteur explique ensuite comment se développent les capacités du cerveau, notamment celles nécessaires à la mémoire.

Dans sa troisième partie, Jean-Pierre Henry expose quelles sont les pathologies dont le cerveau peut être atteint (notamment les accidents vasculaires cérébraux) et les progrès accomplis dans leur traitement. Mieux encore, évoquant les défis auxquels le cerveau peut être confronté à mesure de son vieillissement (notamment les maladies d'Alzheimer, de Parkinson, de Charcot qui touchent un grand nombre d'individus), il montre comment la plasticité permet au cerveau de trouver des solutions en cas de dysfonctionnement, et les avancées qui peuvent en découler dans la compréhension de ces pathologies et les réponses thérapeutiques à y donner. H.J. ■

1. Directeur de recherche émérite au CNRS (Centre national de la recherche scientifique), laboratoire Matière et systèmes complexes à l'université Paris Diderot, ancien directeur de l'Institut de biologie physico-chimique.

Depuis l'Antiquité, les philosophes ont opposé l'inné et l'acquis, l'héritage dont nous disposons à notre naissance et ce que l'expérience nous a appris. La génétique a fourni aux partisans de l'inné un support scientifique, que font quelque peu trembler les découvertes récentes de l'épigénétique. Comment le cerveau se partage-t-il entre inné et acquis ? Héritons-nous d'une machine toute câblée et tout apprentissage n'est-il que la lecture du mode d'emploi de cette machine ? Ou, au contraire, ne dispose-t-on que de pièces détachées que la confrontation avec l'environnement nous apprendra à assembler ?

L'organisation initiale du cerveau est régie par la génétique, mais c'est un système ouvert qui se met en place, un système dynamique que la manipulation des immenses quantités d'informations qui le traversent modifie sans arrêt. L'une de ses propriétés extraordinaires est la plasticité. Ce terme désigne sa capacité à changer son fonctionnement et sa structure pour s'adapter aux problèmes rencontrés par l'organisme. Les synapses qui relient les différents neurones se modifient sans cesse et cette dynamique permet l'expression de propriétés émergentes (voir encadré ci-contre).

C'est cette propriété que nous nous proposons de présenter dans trois conditions différentes : comment le cerveau se modifie au cours de l'existence, comment il se modifie pour stocker les souvenirs et comment la plasticité vient au secours du cerveau en danger.

Naissance, vie et vieillesse du cerveau

L'organisation des neurones dans certaines régions du cerveau offre un spectacle d'une grande beauté (illustration 1 *infra*). Le cortex (l'écorce), organisé en couches parallèles et en colonnes perpendiculaires, la rétine, le cervelet apparaissent avec des structures qui laissent imaginer les réseaux sous-jacents. Le système nerveux se développe rapidement : à partir de la sixième semaine après la conception, le tube qui préfigure la moelle épinière se referme et sa partie antérieure va se modeler et donner le cerveau. Les neurones apparaissent rapidement dans la paroi du tube à partir de cellules souches, à une vitesse qui atteint 250 000 neurones par minute. Les mécanismes qui organisent le tissu impliquent des migrations, des contacts privilégiés et la sécrétion de nombreux facteurs organisateurs. La génétique ne règle pas les détails de ces opérations, mais seulement les grands principes. Entre quatre et six mois, la forme générale du cerveau se dessine, avec ses repliements et ses sillons : l'imagerie par résonance magnétique (IRM)² de prématurés montre qu'aux alentours de la naissance, la morpho-

2. L'imagerie par résonance magnétique (IRM) et ses variantes jouent un rôle important en neurosciences. L'IRM donne des images tridimensionnelles précises permettant la connaissance des structures. L'IRM fonctionnelle (IRMf) donne des indications sur les aires cérébrales activées lorsque le cerveau accomplit une tâche ; elle révèle l'augmentation locale de la circulation sanguine associée avec la tâche. L'IRM de diffusion (IRMd) repère les faisceaux de fibres myélinisées (substance blanche) correspondant à la circulation de l'information entre les aires fonctionnelles.

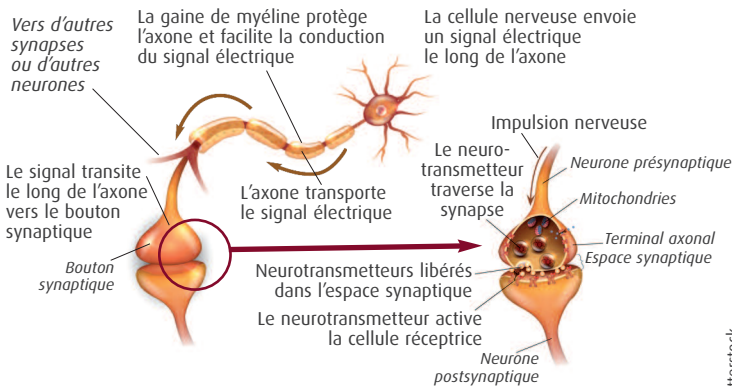
LES MÉCANISMES DE LA PLASTICITÉ

L'activité du cerveau est le résultat de la circulation d'informations provenant du monde extérieur par l'intermédiaire des organes sensoriels ou provenant des organes internes. Elle se produit au sein d'un immense réseau composé d'environ 100 milliards de cellules, les « neurones ». Chacun d'entre eux (schéma ci-dessous) possède des portes d'entrée, qui sont nommées « dendrites », par analogie avec les branches d'un arbre, et des portes de sortie, situées à l'extrémité d'un prolongement identifiable, l'« axone ». L'information est électrique dans le neurone, allant depuis les dendrites jusqu'à l'extrémité de l'axone, et chimique entre les cellules, sous la forme de molécules de « neurotransmetteur » libérées par l'axone amont vers les dendrites, en aval. La zone de contact entre l'axone et les dendrites forme la « synapse ». Son rôle est crucial puisque c'est à ce niveau que le signal électrique déclenche la libération, la sécrétion du neurotransmetteur par le neurone amont, et que cette molécule se fixe

sur les dendrites du neurone cible, pour éventuellement générer de nouveaux phénomènes électriques.

Le réseau des neurones est structuré en aires fonctionnelles de différentes échelles, assurant le traitement d'informations spécifiques. L'information circule selon des règles différentes pour les signaux électriques et chimiques. De manière remarquable, l'information électrique est une vague de potentiel dont la forme est indépendante du neurone considéré et de la nature de l'information : un neurone sensoriel impliqué dans la vision ou un neurone moteur commandant un muscle sont traversés par le même signal, que l'on appelle « potentiel d'action ». Ce signal est indépendant de la force de la stimulation qui l'a produit, au-delà d'un certain seuil. La transmission du signal électrique s'apparente au système binaire utilisé en informatique : le potentiel d'action ne livre qu'une information, actif ou inactif. .../...

Les deux modes de transmission de l'information



Légende Futuribles
Image © Tefi / Shutterstock

Les choses sont plus compliquées pour l'information chimique, d'abord car plusieurs dizaines de molécules différentes peuvent jouer ce rôle avec des effets différents. Certaines, les « neurotransmetteurs excitateurs », comme l'acide aminé « glutamate » tendent à générer un potentiel d'action lorsqu'ils se combinent aux dendrites tandis que d'autres ont l'effet inverse, comme l'acide γ -amino butyrique (GABA, neurotransmetteur inhibiteur). D'une manière générale, dans le cerveau, un neurone reçoit des informations de nombreuses cellules, qui forment autant de synapses, couramment mille synapses sur un seul neurone. Ce neurone produira un potentiel d'action lorsque la somme algébrique des effets des neurotransmetteurs arrivant en même temps atteindra un seuil critique.

En outre, certains neurotransmetteurs (dopamine, sérotonine) n'agissent pas directement sur la genèse du signal électrique, mais sur le fonctionnement biochimique du neurone cible, avec des effets multiples. Dans certains cas, ils augmentent l'efficacité de la synapse, sa capacité à donner une réponse ; dans d'autres, ils modifient la durée de la réponse. Enfin, la fixation du neurotransmetteur peut déclencher un système de relais qui active le programme génétique : de nouvelles protéines sont synthétisées, provoquant des changements considérables, comme l'apparition de nouvelles synapses au niveau du neurone activé (voir l'illustration 5 *infra*, p. 15).

Ainsi, apparaît à travers cette présentation très schématique la dualité du fonctionnement du cerveau, câblé d'une part et biochimique de l'autre. La compréhension du « cerveau câblé » est attribuée à Alan Lloyd Hodgkin et Andrew Huxley, prix Nobel de médecine 1963, qui ont décrit la genèse des potentiels d'action sur des bases purement physiques. Cet aspect câblé a inspiré le développement des théories sur les neurones artificiels, à la base de l'intelligence artificielle. Pour sa part, l'aspect biochimique porte ce que l'on appelle la « plasticité synaptique ». Son importance est considérable dans la compréhension de la mémoire ou de l'apprentissage bien que la multiplicité des mécanismes sélectionnés par l'évolution rende cette compréhension difficile. Néanmoins, les progrès effectués par les neurosciences dans ces domaines sont importants et excitants.

La plasticité synaptique joue uniquement sur les contacts (synapses) entre les neurones, à nombre de cellules constant. Plus récemment, un autre phénomène a été décrit, la neurogenèse adulte, qui participe à la dynamique des réseaux. Dans un cerveau adulte, des cellules souches pluripotentes occupent des niches restreintes et sont capables de donner naissance à des neurones qui vont migrer et s'intégrer dans des réseaux fonctionnels. Chez l'homme, ce phénomène est très limité : il ne concerne qu'une fraction des neurones de l'hippocampe, la structure impliquée dans la mémoire.

J.-P.H.

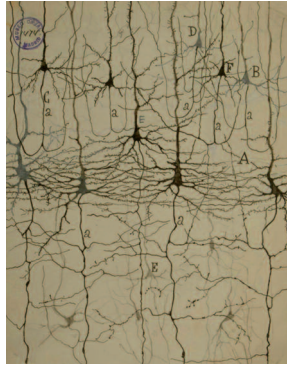
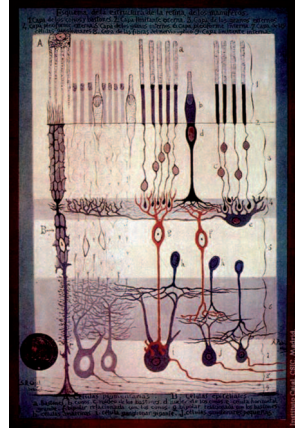
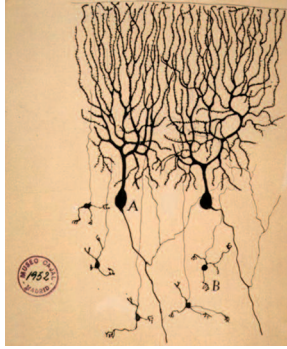
logie est bien acquise. Est-elle accompagnée par la mise en place des réseaux de neurones et ceux-ci sont-ils fonctionnels ? Un élément de réponse a été fourni par l'IRM fonctionnelle (IRMf) de l'état de repos : dans un cerveau adulte non stimulé, des aires s'activent périodiquement, avec une fréquence lente, indiquant l'existence de réseaux reliant ces aires. Appliquée à des nourrissons, cette technique révèle l'existence de tels réseaux, associés avec la motricité, la vision et la rêverie.

Ainsi, à la naissance, le cerveau possède des outils, donnés par la génétique, façonnés par l'évolution, qui lui permettent d'affronter le monde extérieur : « le bébé, assailli en même temps par les yeux, les oreilles, le nez, la peau et les entrailles, ressent tout cela comme une confusion vrombissante et éblouissante » (William James, 1890). Les difficultés qu'il rencontre ont été interprétées comme une absence de maturation et, dans les années 1950, on opérait les nouveau-nés sans les endormir, pensant que les réseaux de la douleur n'étaient pas actifs.

Jean Piaget (1896-1980) donne au nourrisson une intelligence purement sensori-motrice où l'abstraction est absente. Les découvertes les plus récentes des neurosciences s'opposent à ce point de vue. Pour montrer que le cerveau à la naissance n'est pas une page blanche, des « *baby labs* » développent des méthodologies adaptées, incluant l'imagerie cérébrale.

Le nourrisson hérite d'un sens de la quantité, de la « numérosité » : lorsqu'il entend des signaux sonores composés de la répétition de syllabes, soit 4 soit 12 syllabes, puis lorsqu'il regarde des objets identiques sur un écran, soit 4 soit 12 objets, le nourrisson de 48 heures maintient son attention plus longtemps lorsque les séquences sonores et visuelles sont congruentes (même numérosité)³. Cette expérience indique une perception abstraite de la numérosité puisque celle-ci est présentée sous deux modalités, visuelle et sonore. Bien sûr, cette perception est tout à fait imparfaite et les différences entre 4 et 8 sont bien plus faibles qu'entre 4 et 12⁴.

Illustration 1 — Neurones dessinés par Santiago Ramón y Cajal



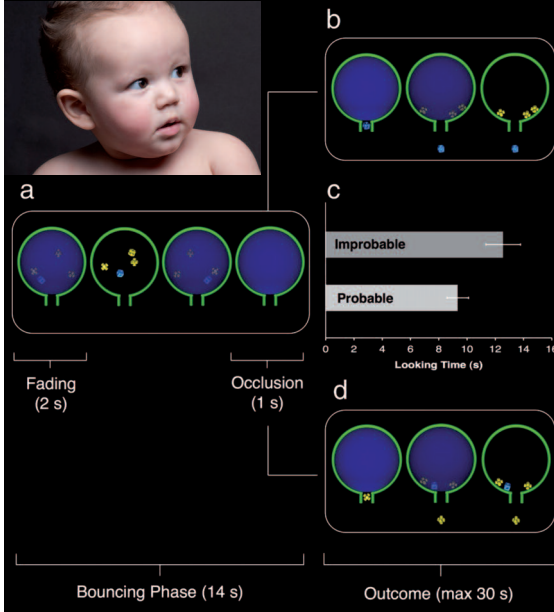
Cajal (1852-1934) fut le premier à distinguer les cellules (neurones) formant le tissu du cerveau et à pointer leurs contacts (synapses). Il reçut le prix Nobel de médecine en 1906, en compagnie de Camillo Golgi, auteur de la méthode de coloration. En haut à gauche, cellule de Purkinje, neurone très ramifié du cervelet ; en bas, à gauche : neurones pyramidaux du cortex ; en haut, à droite : structure en couches de la rétine.

3. IZARD Véronique *et alii*, « Newborn Infants Perceive Abstract Numbers », *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, vol. 106, n° 25, 23 juin 2009, p. 10 382-10 385. URL : <http://www.pnas.org/content/106/25/10382>. Consulté le 18 avril 2019.

4. Voir aussi HENRY Jean-Pierre, « L'apprentissage des mathématiques au plus jeune âge », *Futuribles*, n° 428, janvier-février 2019, p. 123-126 (NDLR).

Illustration 2 — Le bébé statisticien

Les bébés de 12 mois regardent plus longtemps l'événement improbable que l'événement probable



Le bébé observe une sphère contenant trois boules jaunes et une bleue. Le contenu de la sphère est caché, puis on montre le résultat du tirage. Le tirage improbable (boule bleue) déclenche la surprise du bébé, révélée par son temps d'attention (c).

D'après Stanislas Dehaene, cours du Collège de France.
Photo © Mohamed Elsayyed / Shutterstock

Le ritage se multiplie, posant la question de l'émergence des performances comportementales. Celles-ci requièrent l'intégration d'informations provenant de réseaux différents (par exemple, mettre en relation vision et motricité). La communication entre les réseaux s'effectue par les voies rapides de transfert d'information que sont les neurones myélinisés (la matière blanche) et ces voies se développent plus lentement.

Dans cette période, l'acquis se superpose à l'inné et la pression de l'environnement s'exerce sur le développement. Et des surprises apparaissent : Patricia Kuhl ⁷ a souligné comment la capacité d'apprentissage d'une langue

Par ailleurs (illustration 2), le bébé hérite d'un sens « statisticien », révélé par sa surprise devant l'improbable : il voit, dans une sphère, trois objets jaunes et un objet bleu, puis la sphère est masquée et le tirage extrait l'objet bleu, le plus rare ⁵ !

Le développement des aires auditives est aussi très précoce. Par IRM fonctionnelle, l'équipe de Ghislaine Dehaene-Lambertz ⁶ a constaté, chez des bébés de trois à six mois, une activation asymétrique dans l'aire temporelle gauche, impliquée dans le langage, provoquée par la voix de la mère, moins forte à l'audition d'une autre voix féminine et absente à l'audition de musique. Les exemples de l'importance de l'hé-

5. TÉGLÁS Ernő *et alii*, « Pure Reasoning in 12-Month-Old Infants as Probabilistic Inference », *Science*, vol. 332, n° 6 033, 27 mai 2011, p. 1 054-1 059.

6. Ghislaine Dehaene-Lambertz, pédiatre, est responsable de l'équipe Neuro-imagerie du développement dans le laboratoire NeuroSpin du CEA (Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, Saclay). Voir DEHAENE-LAMBERTZ Ghislaine *et alii*, « Language or Music, Mother or Mozart? Structural and Environmental Influences on Infants' Language Networks », *Brain and Language*, vol. 114, n° 2, août 2010, p. 53-65.

7. KUHL Patricia K., « Brain Mechanisms in Early Language Acquisition », *Neuron*, vol. 67, n° 5, septembre 2010, p. 713-727.

étrangère diminuait avec l'âge alors que les capacités cognitives augmentaient. Ce paradoxe trouve son origine dans la diminution avec l'âge de la finesse de l'oreille. Initialement, le bébé a une oreille absolue, dont la résolution, la capacité à distinguer des sons proches, va se restreindre en fonction des sons qu'il entend. À 6 mois, les bébés américains distinguent très bien les sons /R/ et /L/ et cette distinction disparaît à 12 mois chez les jeunes Japonais. Il y a entre 8 et 12 mois une phase critique, suivie de la fermeture d'une fenêtre. Ce phénomène, important pour suivre le développement de nos enfants, a été observé dans des domaines variés (dominance oculaire, construction du langage) et son mécanisme cellulaire a été étudié en détail chez l'animal. David Hubel et Thorsten Wiesel ⁸ (prix Nobel de médecine 1981) ont montré qu'occulter un œil chez un jeune chaton pendant six jours produisait un effet irréversible si l'occlusion était effectuée pendant la période critique (un mois après la naissance). Les neurones provenant de l'œil occulté disparaissent et le territoire qu'ils innervaient est envahi par des neurones provenant de l'autre œil.

Les connexions nerveuses évoluent continûment en fonction de leur utilisation ! Le psychologue Donald Hebb avait eu, en 1948, l'intuition de ce fait en postulant que deux neurones en activité au même moment renforcent leurs connexions, de sorte que l'activation de l'un par l'autre sera plus facile à l'avenir ⁹. Alternativement, des connexions sont élaguées si la voie correspondante n'est pas fréquentée. Antoine Danchin et Jean-Pierre Changeux parlent d'une « sélection darwinienne » des synapses ¹⁰. Le cerveau en développement est le siège d'une dynamique intense (illustration 3, page suivante). Si le nombre des neurones est pratiquement fixé à la naissance, les dendrites foisonnent, établissant à chaque instant de nouvelles synapses et en perdant d'autres. Au départ, la croissance l'emporte et chez un enfant de deux ans, le nombre de synapses est proche du double de celui d'un adulte. Cette dynamique n'est pas uniforme sur tout le cerveau, indiquant des vitesses de maturation différentes selon les fonctions, les aires traitant les informations sensorielles se développent plus vite que celles des fonctions supérieures situées dans le cortex frontal.

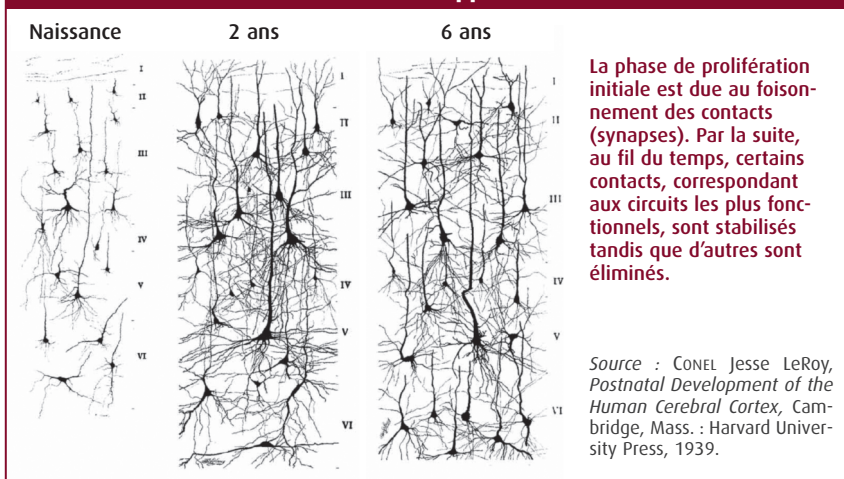
Le cerveau continue à évoluer bien après l'enfance. Chez des sujets de 4 à 21 ans, la densité de la matière grise diminue, ce qui est attribué à une diminution du nombre des synapses, mais aussi à la myélinisation, qui transforme la matière grise en matière blanche. Cette maturation permet des transferts d'informations à plus longue distance : elle augmente la

8. David H. Hubel (1926-2013), canadien, et Torsten Wiesel (1924), suédois, ont travaillé ensemble et posé les bases de la neurophysiologie visuelle (comment le cerveau traite les informations visuelles) et étudié le développement du système visuel chez le chat.

9. Donald Hebb (1904-1985) est un neuropsychologue et son postulat est à la base des premières théories sur l'apprentissage et sur le fonctionnement de l'intelligence artificielle. Ses idées précédaient de loin les approches expérimentales. Actuellement, des phénomènes comme la « potentialisation à long terme » des neurones à glutamate correspondent bien au postulat.

10. CHANGEUX Jean-Pierre et DANCHIN Antoine, « Selective Stabilisation of Developing Synapses as a Mechanism for the Specification of Neuronal Networks », *Nature*, vol. 264, 1976, p. 705-712.

Illustration 3 — Le développement du cerveau



connectivité entre les réseaux. Selon l'hypothèse proposée initialement par Stanislas Dehaene et Jean-Pierre Changeux, la résolution consciente des problèmes de haut niveau s'effectue dans « l'espace de travail global » où convergent toutes les informations provenant des aires locales, et cette convergence implique une connectivité efficace.

Nos neurones ont-ils notre âge ?

Santiago Ramón y Cajal (prix Nobel de médecine 1906) fut le premier à décrire le cerveau comme un ensemble de cellules et non comme un réseau continu. Il fit de ces cellules des descriptions remarquables de précision (voir *supra*, illustration 1). Il nota l'absence de « nouveaux neurones après la naissance », ce qui resta un dogme pendant une soixantaine d'années. Les implications sont fortes. Alors que les cellules du sang se renouvellent continûment (le temps de vie d'une hématie est de 120 jours et celui des globules blancs de quelques heures à quelques jours) et que les cellules du foie sont capables de régénérer l'organe après traumatisme, les cellules du cerveau, les neurones, vieillissent avec nous. Bien sûr, les composants cellulaires (membranes, protéines...) se renouvellent, mais l'ADN (acide désoxyribonucléique) subit les avatars du temps. Si la mort cellulaire est relativement limitée, l'arborisation dendritique et le nombre des synapses diminuent, provoquant une perte de qualité des réseaux et des facultés cognitives.

Heureusement, le dogme n'est pas absolu. Illustrant les heureux hasards de la recherche, c'est en étudiant le renouvellement annuel du chant des canaris que Fernando Nottebohm a découvert l'existence de neurones naissant chaque année pour permettre l'apparition de la nouveauté musicale ¹¹.

11. Fernando Nottebohm, observant la croissance des aires cervicales du serin responsables du chant au moment de la reproduction, a postulé puis démontré l'apparition de nouveaux neu-

La formation de neurones chez l'adulte, la neurogenèse, a été confirmée chez les rongeurs¹². Elle concerne les neurones du bulbe olfactif, très développé chez ces animaux nocturnes, et ceux de l'hippocampe, associé avec la mémoire. L'animal adulte garde des cellules souches susceptibles d'engendrer des neurones. Elles sont localisées dans des niches qui leur offrent des conditions nécessaires à leur survie et à leur division, puis elles migrent et s'intègrent dans les réseaux locaux. La neurogenèse chez le rat est l'objet de recherches intenses. Elle permet, en effet, d'augmenter la capacité d'adaptation des animaux (performances olfactives, adaptation à des environnements complexes). Elle semble aussi un acteur important du vieillissement car elle diminue avec l'âge. De manière intéressante, cette évolution ne semble pas irréversible et, par exemple, des facteurs du sang de cordon ombilical revitalisent l'hippocampe et les fonctions cognitives chez la souris âgée.

Et chez l'homme ? Existe-t-il une neurogenèse chez l'adulte ? Une réponse positive a été obtenue « grâce » aux essais atomiques en air libre, effectués dans les années 1960¹³. En effet, la courbe de la teneur en carbone 14 (¹⁴C) atmosphérique (sous la forme de ¹⁴CO₂) est bien connue, avec un pic lors des explosions. Toutes les molécules organiques ont été marquées en proportion de la teneur atmosphérique. Si les neurones ne se divisent pas, l'ADN trouvé dans les autopsies récentes aura la radioactivité présente pendant la période foetale, ce qui ne sera pas le cas si les neurones se sont divisés à l'âge adulte. Les conclusions sont claires : la neurogenèse adulte existe dans l'hippocampe et est absente dans le cortex. Environ 1,75 % des neurones de l'hippocampe sont remplacés chaque année. Pourquoi ce développement tardif est-il limité à l'hippocampe ? C'est une question à laquelle les spécialistes de l'évolution pourront peut-être répondre en examinant la neurogenèse dans d'autres branches de l'évolution.

La plasticité est encore là ! Chez l'adulte, des neurones fabriqués *in vitro* s'incorporent dans un réseau et peuvent en modifier les propriétés. Simultanément, les connaissances sur les cellules souches progressent et la technique des cellules souches pluripotentes induites (en anglais, *iPS cells*) permet de fabriquer toute sorte de neurones à partir de cellules somatiques d'un individu adulte. Des greffes de neurones ainsi préparés ont permis de traiter des rongeurs sévèrement épileptiques ou dont la moelle épinière avait été traumatisée. Dans le futur (illustration 4), les possibilités thérapeutiques sont immenses : épilepsie, maladie de Parkinson, schizophrénie, anxiété, douleur chronique¹⁴.

rones (neurogenèse adulte), s'opposant à un dogme vieux de 60 ans. Voir NOTTEBOHM Fernando, « The Road We Travelled: Discovery, Choreography, and Significance of Brain Replaceable Neurons », *Annals of the New York Academy of Sciences*, vol. 1 016, n° 1, juillet 2004, p. 628-658.

12. ORTEGA-PEREZ Inmaculada, MURRAY Kerren et LLEDO Pierre-Marie, « The How and Why of Adult Neurogenesis », *Journal of Molecular Histology*, vol. 38, n° 6, décembre 2007, p. 555-562.

13. SPALDING Kirsty *et alii*, « Dynamics of Hippocampal Neurogenesis in Adult Humans », *Cell*, vol. 153, n° 6, juin 2013, p. 1 219-1 227.

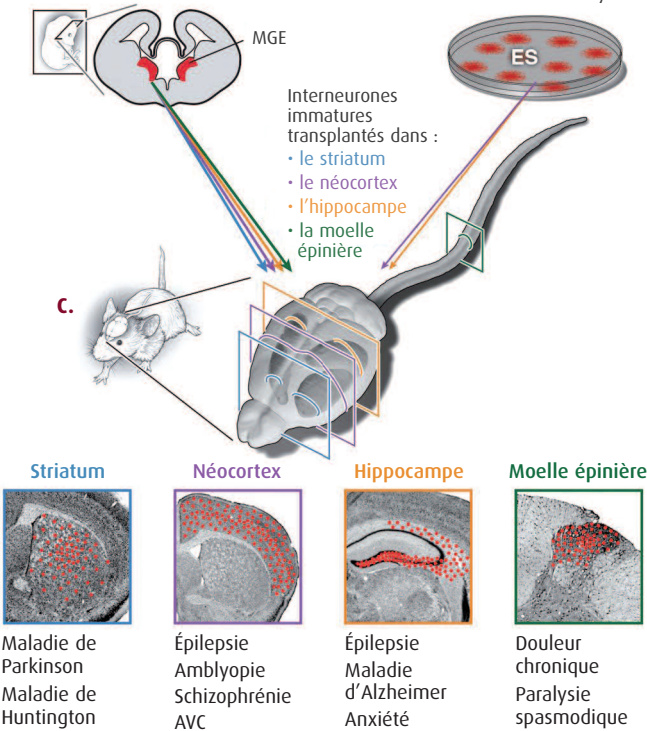
14. SOUTHWELL Derek G. *et alii*, « Interneurons from Embryonic Development to Cell-based Therapy », *Science*, vol. 344, n° 6 180, 11 avril 2014, p. 168.

Illustration 4 — Possibilités thérapeutiques ouvertes par la greffe de neurones (interneurones inhibiteurs)

Possibilités ouvertes par la greffe de neurones obtenus à partir de cellules embryonnaires ou de cellules souches pluripotentes induites chez la souris. Selon la partie du cerveau qui reçoit la greffe, on observe une modification des phénotypes des pathologies indiquées.

A. Disséqué de l'éminence ganglionnaire médiane (MGE) du cerveau antérieur ventral embryonnaire

B. Dérivé de cellules souches pluripotentes induites (*IPS cells*) ou de cellules souches embryonnaires (ES)



Source : SOUTHWELL Derek G. et alii, *op. cit.* ; traduction Futuribles.

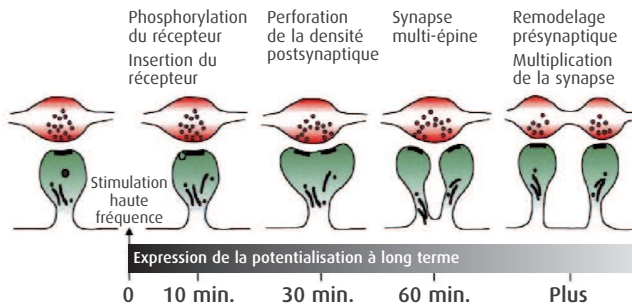
Comment la mémoire s'inscrit dans le cerveau

Voilà une propriété de notre cerveau bien utile, qui permet notre vie quotidienne. Mémoire autobiographique (notre passé), mémoire spatiale (notre orientation), mémoire procédurale (comment faire du vélo), mémoire sémantique (règles grammaticales, lexique, connaissances intellectuelles) nous sont indispensables. La mémoire s'adapte à des échelles de temps très diverses : la mémoire de travail, qui permet de faire une addition avec retenue ou un numéro de téléphone, s'oppose à la mémoire à long terme, qui garde les souvenirs, dont certains distants de dizaines d'années. Comment le cerveau peut-il inscrire des données sur d'aussi longues durées ? Où se trouve le disque dur où sont gravés ces souvenirs ?

Depuis longtemps, les chercheurs travaillent à définir ce que peut être le support matériel d'un souvenir, ce qu'on a appelé un « engramme ¹⁵ ». La vision actuelle identifie un engramme à un réseau de neurones dont la stabilité définit la durée du souvenir. Le réseau enregistre les différents aspects du souvenir. Dans des cas très particuliers d'opérations à crâne ouvert sur des sujets vigiles, il est possible d'enregistrer l'activité d'un neurone pendant que sont présentés au patient des images. Dans une expérience de ce type, un neurone s'activait devant l'image de la fantaisiste Whoopi Goldberg, présentée sous différents angles et aussi par la seule projection de son nom ! C'est l'ensemble du réseau, vu à travers un seul neurone, qui code ce souvenir.

Mais quels sont les liens qui unissent ces neurones ? Eric Kandel ¹⁶, prix Nobel de médecine 2000, a impliqué la force des synapses établies entre les différents neurones du réseau. Effectivement, l'efficacité d'une synapse, c'est-à-dire sa capacité à transmettre une information entre deux neurones, peut être augmentée (libération de plus de neurotransmetteurs ou augmentation du nombre des récepteurs) par différents types de réactions biochimiques (voir encadré *supra*). L'ensemble de ces mécanismes forme la base de la mémoire à court terme mais ne saurait expliquer la mémoire à long terme s'exprimant en jours, mois ou années. Dans ce cas, c'est la structure des contacts entre les neurones qui est modifiée. De nouvelles synapses

Illustration 5 — L'inscription d'un souvenir dans la mémoire à long terme



L'inscription d'un souvenir dans la mémoire à long terme implique la modification de la structure du réseau. L'axone du neurone excitateur libère le neurotransmetteur vers une « épine dendritique ». Si la stimulation est intense, on observe d'abord (jusqu'à 30 minutes) un renforcement de la synapse (plus de neurotransmetteurs, plus de récepteurs), puis des mécanismes génétiques se mettent en route, qui vont « doubler » la synapse par apparition d'une nouvelle épine.

Source : LÜSCHER C. *et alii*, « Synaptic Plasticity and Dynamic Modulation of the Postsynaptic Membrane », *Nature Neuroscience*, vol. 3, 2000, p. 545-550.

15. On attribue la paternité de ce terme à l'Allemand Richard Semon (1859-1918), mais il a été popularisé par Karl Lashley (1890-1956) qui s'est efforcé sans succès de localiser le souvenir permettant à une souris de parcourir un labyrinthe.

16. Né en 1929 à Vienne, Eric Kandel est un médecin psychiatre qui s'est intéressé au mécanisme de la mémoire. Il a effectué ses travaux sur le gastéropode marin *Aplysia californica*, dont le système nerveux ne comporte qu'une vingtaine de milliers de neurones. À lire : *À la recherche de la mémoire. Une nouvelle théorie de l'esprit* (Paris : Odile Jacob, 2007).

apparaissent qui multiplient les informations transférées (illustration 5). La stimulation intense de la synapse a dirigé la synthèse de protéines participant à la construction d'une nouvelle synapse. C'est la structure du réseau qui est modifiée dans un souvenir à long terme.

Des milliers d'opérations de ce type se déroulent dans l'hippocampe ou l'amygdale, des structures où se forment les engrammes, ou dans le cortex frontal où ils sont stockés. Au cours des dernières années, les chercheurs se sont efforcés de manipuler ces processus chez la souris à l'aide de techniques sophistiquées de génétique moléculaire. Susumu Tonegawa¹⁷ s'est passionné pour cette question et a obtenu des résultats très spectaculaires. Il a manipulé les neurones où s'effectuait l'activation génétique après une expérience douloureuse, et il a obtenu que ces cellules synthétisent des protéines fluorescentes permettant de les identifier et de les activer à l'aide d'un laser. L'illumination des neurones en dehors du contexte douloureux initial reproduisait le souvenir douloureux et déclenchait le comportement associé¹⁸.

Le futur de la recherche sur la mémoire

Ces progrès dans nos connaissances apportent-ils des espoirs concernant le traitement de la maladie d'Alzheimer ? Actuellement, les recherches dans ce domaine sont très actives (une vingtaine d'essais thérapeutiques en cours), mais les résultats sont décevants, suggérant que des recherches fondamentales sont encore requises.

Dans une optique tout à fait différente, une publication de travaux d'ingénieurs visant à mettre au point une prothèse de mémoire a surpris¹⁹. Une interface cerveau-machine (utilisation de signaux électriques d'origine biologique pour activer un dispositif artificiel) a été mise au point et testée chez l'animal (rat, singe). Très récemment, une expérience a été réalisée sur des patients implantés pour un traitement chirurgical d'épilepsie grave. Tout développement de telles interfaces requiert le décryptage des signaux électriques neuronaux. Les auteurs ont déchiffré le code reliant les signaux d'entrée et de sortie de l'hippocampe lors de la remémoration d'un souvenir. Son application a permis la stimulation du retour des souvenirs. Toutefois, il faut souligner l'aspect exceptionnel de cette expérience, qui n'est pas applicable en l'état à des patients souffrant de la maladie d'Alzheimer.

17. Né en 1939, Susumu Tonegawa, de nationalité japonaise, se présente comme un spécialiste de biologie moléculaire. Ses compétences ont permis de comprendre le mécanisme de formation du répertoire des anticorps et ont été récompensées par le prix Nobel de médecine (1987). Il est maintenant à la tête de laboratoires américain (MIT, Massachusetts Institute of Technology) et japonais (Riken) travaillant sur la mémoire. Voir TONEGAWA Susumu *et alii*, « Memory Engram Cells Have Come of Age », *Neuron*, vol. 87, n° 5, septembre 2015, p. 918-931.

18. Sur cet aspect, voir l'article de Karim Benchenane, « Rêves, sommeil et mémoire », en p. 35 de ce numéro.

19. HAMPSON Robert E. *et alii*, « Developing a Hippocampal Neural Prosthetic to Facilitate Human Memory Encoding and Recall », *Journal of Neural Engineering*, vol. 15, n° 3, 2018. URL : <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1741-2552/aaaed7/pdf>. Consulté le 18 avril 2019.

La plasticité au secours du cerveau en danger

En général, plus un appareil est compliqué, plus il est fragile et plus il est nécessaire de prévoir des solutions de secours. Le cerveau est-il fragile ? Comment l'évolution a-t-elle résolu cette possible vulnérabilité ? Les solutions les plus efficaces se trouvent encore dans la plasticité, la capacité du cerveau à s'adapter, à trouver de nouvelles solutions, à faire face aux changements qui mettent l'individu en danger.

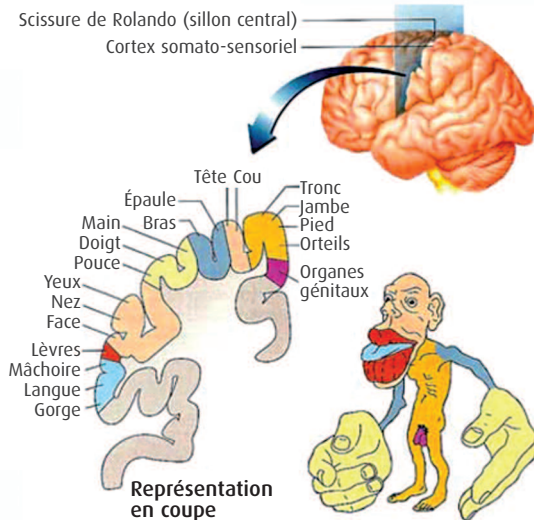
Le symptôme du « membre fantôme » offre un premier exemple. La sensibilité de chacune des parties du corps est transmise à une carte sensorielle, située à l'avant du cortex pariétal, qui garde une représentation du corps, l'*homonculus*, déformée par la sensibilité relative des différentes régions (illustration 6). Si l'influx sensoriel vers le cerveau est supprimé par perte du membre, l'aire correspondante de l'*homonculus* va rechercher de nouvelles stimulations en élargissant son territoire : elle va maintenant répondre à des *stimuli* sans rapport avec le membre perdu. Dans ce cas, la plasticité a provoqué un conflit entre le corps et son image mentale, avec souvent des conséquences douloureuses. Dans d'autres cas, les effets sont bénéfiques : chez les aveugles, la lecture par la méthode Braille fait appel au toucher, et pourtant elle active l'aire visuelle de la reconnaissance de la forme des mots. La plasticité a mis en relation l'aire de la lecture et celle du toucher.

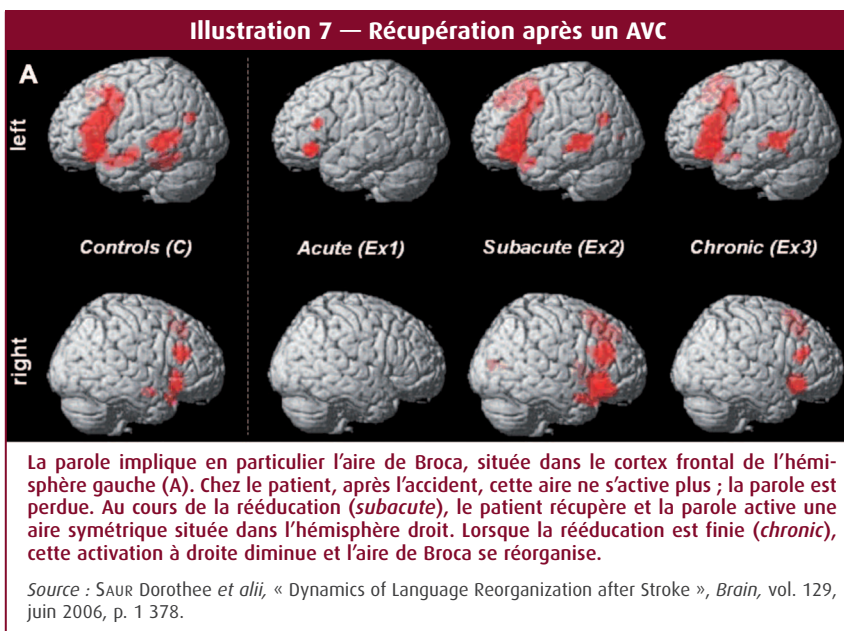
Les accidents vasculaires cérébraux (AVC), 130 000 cas par an en France, sont un vrai problème de santé publique. Provoqués par l'obstruction ou la rupture d'un vaisseau sanguin, ils entraînent une mort neuronale plus ou

Illustration 6 — Représentation de la sensibilité du corps par le cerveau

Sur la peau des différentes parties du corps, des organes du tact envoient des informations vers les aires sensorimotrices du cortex cérébral. Le cerveau peut ainsi avoir une représentation de l'ensemble du corps, mais toutes les parties n'ont pas la même sensibilité : la représentation, l'*homonculus*, n'est pas une image fidèle.

Source : projection physiologique du cortex cérébral somato-sensoriel, sur le site de l'Academy of Dai-Viet Medieval Martial Arts. URL : http://www.votran-daiviet.org/FR_ENTRAINE_MENT_Combat_Mains%20Nues.html. Consulté le 30 avril 2019.





moins étendue avec des conséquences sur la motricité, le langage ou les fonctions cognitives. La pratique montre la réversibilité de certains cas, après une rééducation intensive. En l'absence de nouveaux neurones, il s'agit de la réorganisation de circuits existants : la plasticité est à l'œuvre. L'imagerie IRM fonctionnelle permet de suivre l'évolution du tissu cérébral en relation avec la récupération. Dans une étude d'AVC ayant entraîné une perte de la parole (illustration 7), l'imagerie montre l'atteinte de l'aire de Broca, impliquée dans la parole et située dans le cortex frontal gauche, puis, au début de la récupération, l'activation d'une aire symétrique, située à droite, et enfin, une réactivation à gauche et une diminution de l'activité située à droite. De manière générale, lors de la récupération, les cliniciens observent l'implication de nouvelles aires, parfois diffuses, souvent symétriques. Malgré son importance, ce phénomène est encore incompris et les règles de mise en place des réseaux de substitution sont inconnues.

Les neurologues et les neurochirurgiens ont de nombreux exemples de plasticité. Certaines pathologies, comme des épilepsies graves, imposent l'ablation de la partie du cerveau responsable des crises. Les résultats sont parfois désastreux, comme pour le patient dit « HM » opéré en 1953, à qui furent enlevés les deux hippocampes, ce qui lui interdisait d'acquérir des souvenirs à partir de cette date. Toutefois, les progrès des connaissances rendent ces opérations moins aléatoires. Comme lors de la récupération après un AVC, on observe parfois un transfert de la fonction (par exemple, la parole ou la lecture) vers une aire symétrique située dans l'hémisphère intact. Le cas le plus célèbre est celui de Nico ²⁰, à qui la quasi-totalité du

20. Relaté in BATTRO Antonio, *Un demi-cerveau suffit*, Paris : Odile Jacob, 2003.

cerveau droit a été enlevée à l'âge de trois ans et qui mène une vie active (parole, écriture, dessin, escrime), sinon tout à fait normale ! Les travaux du neurochirurgien Hughes Duffau ²¹ sont tout à fait intéressants dans ce domaine.

La plasticité et le vieillissement

Le vieillissement s'accompagne souvent d'une diminution des facultés cognitives et, en particulier, des facultés mémorielles. Mais là encore, la plasticité intervient. Dans une étude où la mémorisation chez les jeunes était associée avec l'activation d'une aire du cortex préfrontal droit ²², le même test révélait une activation similaire mais plus diffuse chez des sujets âgés et peu performants. Néanmoins, certains sujets s'avéraient plus performants et l'imagerie révélait l'activation supplémentaire d'une aire symétrique !

Cependant, si la perte de mémoire est un signe du vieillissement normal, les maladies neurodégénératives, maladie d'Alzheimer, maladie de Parkinson, maladie de Charcot, sont des pathologies lourdes souvent associées au vieillissement (voir encadré ci-après). La plus répandue, la maladie d'Alzheimer, touche 900 000 personnes en France et, après 80 ans, 30 % de la population seraient concernés. Elle se manifeste par des troubles de la mémoire récente, de l'attention, des difficultés d'orientation, des troubles du jugement et de la personnalité. L'origine de la maladie est inconnue et les cas héréditaires rares. À l'heure actuelle, il n'existe pas de traitement. Pour la plupart des chercheurs, son développement est associé au dépôt dans le cerveau de protéines, le peptide β amyloïde et la protéine *tau* phosphorylée. Ce qui est remarquable, c'est l'envahissement progressif du cerveau pendant de nombreuses années suivant des chemins à peu près constants. Il n'y a pas de relation étroite entre la progression des dépôts et les symptômes de la maladie, et cette absence de corrélation complique la tâche du médecin qui cherche à diagnostiquer la maladie au plus tôt et celle du chercheur qui traque les causalités. Très vraisemblablement, c'est la plasticité qui masque les premières pertes de réseaux neuronaux. Les chercheurs s'efforcent de développer des techniques d'imagerie qui montreraient des dépôts précoces et qui permettraient de tester des protocoles aux premiers stades de la maladie.

La maladie de Parkinson affecte 165 000 Français, principalement de plus de 65 ans. Elle se manifeste, entre autres symptômes, par une lenteur dans la mise en œuvre et la coordination des mouvements, une rigidité excessive des muscles et des tremblements. Ces troubles sont attribués à la perte de neurones à dopamine dans la « substance noire » du cerveau, et comme pour la maladie d'Alzheimer, cette perte est très lente, masquée par la plasticité. Cependant, à la différence de celle-ci, deux sortes de traitement permettent de ralentir les effets notés précédemment (sans stopper la

21. Voir son article « Cerveau : anatomie et fonction », en p. 25 de ce numéro.

22. CABEZA Roberto *et alii*, « Aging Gracefully: Compensatory Brain Activity in High-performing Older Adults », *NeuroImage*, vol. 17, n° 3, novembre 2002, p. 1 394-1 402.

UN NOUVEAU CONCEPT DANS L'ÉTUDE DES MALADIES NEURODÉGÉNÉRATIVES

Les maladies d'Alzheimer et de Parkinson ont des traits communs. Les études histologiques effectuées sur des coupes de cerveau après autopsie montrent l'accumulation d'agrégats de protéines identifiées : peptide A β et protéine *tau* dans le premier cas, synucléine dans le second. Ce sont des composants naturels de toutes les cellules, sans parenté chimique ou fonctionnelle entre elles. Dans la maladie, ils adoptent des organisations anormales conduisant à de très grosses structures.

Les chercheurs ont souligné les similitudes. Tout d'abord, les deux pathologies s'étendent progressivement dans le cerveau en suivant des chemins différents. Ensuite, elles impliquent des protéines naturelles présentes dans les cellules. Toutefois, ces protéines se comportent anormalement, s'agrégeant en formant des ensembles de grande taille (plaques séniles, dégénérescence fibrillaire, corps de Lewy), qui participent à l'apparition des troubles comme l'ont montré les modèles animaux. Ces traits ne sont pas sans rappeler ceux associés à la maladie de Creutzfeldt-Jakob ou à l'encéphalite spongiforme (maladie de la « vache folle »). Ces maladies sont aussi des maladies neurodégénératives à développement lent. À leur origine, une protéine cellulaire, la protéine prion, susceptible de prendre une forme anormale qui modifie ses propriétés physico-chimiques et, en particulier, qui déclenche l'agrégation en grosses structures, semblables à celles des plaques séniles. De manière remarquable, la forme anormale catalyse la conversion des formes normales qu'elle rencontre. Cette forme anormale peut être transmise d'une cellule à l'autre.

La similarité existant entre les mécanismes de dissémination dans le système nerveux des formes anormales

de ces protéines est frappante. Comme dans la maladie de Creutzfeldt-Jakob, les agrégats ne s'élaboreraient pas de manière indépendante dans des neurones distants, mais se propageraient d'une cellule à l'autre dans une sorte de contamination, impliquant des étapes d'internalisation pendant lesquelles les formes anormales induiraient la transformation des formes normales.

Cette hypothèse est adoptée par plusieurs groupes et si tout n'est pas clair, elle a le mérite de proposer un nouveau paradigme dans un domaine où les avancées sont lentes. Fournit-elle de nouvelles solutions thérapeutiques ? Il est trop tôt pour le dire, mais bloquer la propagation des protéines pathologiques est un objectif qui intéresse de nombreux groupes de recherche.

En conclusion, la maladie d'Alzheimer est un fléau qui mobilise de très gros moyens dans la recherche tant appliquée que fondamentale. Une solution thérapeutique sera vraisemblablement trouvée à moyen terme (10 ans), qui pourra venir des essais en cours. Une revue récente enregistrait une vingtaine d'essais cliniques d'immunothérapie, tant active que passive. Certains sont encore en phase I (toxicité), alors que d'autres sont en phase III (efficacité sur une population de malades). Les difficultés sont multiples, à commencer par le fait que les protéines visées sont naturellement présentes dans les cellules et que leur forme normale doit être respectée. Il est aussi possible que des solutions originales doivent être envisagées à partir de résultats nouveaux de la recherche fondamentale. Les grandes compagnies pharmaceutiques semblent abandonner aux *biotech* la recherche la plus innovante.

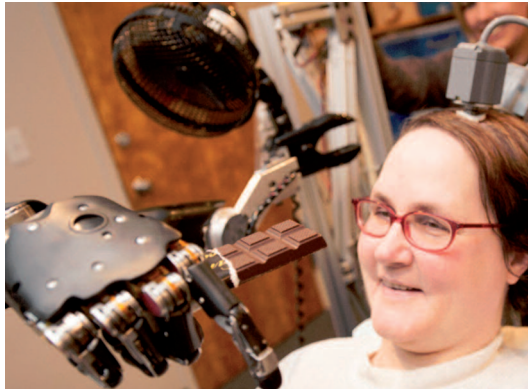
J.-P.H.

maladie) : l'administration d'un composé proche de la dopamine, la Dopa, et l'installation d'un système de stimulation électrique chronique, agissant sur des structures profondes du cerveau. Depuis plusieurs dizaines d'années, le recours au remplacement des neurones lésés par des greffes est envisagé et testé sur des modèles animaux, et parfois chez l'homme.

Plasticité et interface cerveau-machine

Le côté « machine électrique » du cerveau a été exploité pour construire des interfaces avec des prothèses susceptibles de pallier de graves accidents provoqués par une rupture de communication entre le cerveau et des organes sensoriels ou des muscles effecteurs du mouvement. Des signaux électriques ont été prélevés à l'aide de microélectrodes implantées dans les aires motrices du cerveau et, après décodage, ces signaux activent un bras prosthétique permettant à des patients tétraplégiques de manipuler des objets (illustration 8). Dans le cas de cécité affectant la rétine, comme la dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), une caméra vidéo transmet des impulsions électriques à la rétine que le cerveau interprète comme des images. Cette intervention a reçu les autorisations nécessaires et plusieurs dizaines de patients ont été opérés en France ²³.

Illustration 8 — Un bras prosthétique permet à une patiente tétraplégique de saisir des objets



Des électrodes ont été implantées dans l'aire motrice de la patiente. Lorsqu'elle imagine faire un mouvement, l'activité des neurones de cette aire est décodée et transmise à un bras possédant sept degrés de liberté.

Source : COLLINGER Jennifer L. et alii, « High-performance Neuroprosthetic Control by an Individual with Tetraplegia », *The Lancet*, vol. 381, n° 9 866, 16 février 2013, p. 557-564.

Ces résultats montrent que la partie machine du cerveau est en train de devenir accessible, ouvrant la porte à des projets plus ou moins réalistes, plus ou moins intéressants. Mais le plus passionnant, c'est la manière dont le sujet peut s'approprier l'interface. Dans une expérience publiée dans le journal *Nature* ²⁴, on a implanté dans le cerveau de rats deux ensembles d'électrodes ; et ces ensembles actionnent des dispositifs produisant des

23. Sur cet aspect, voir l'article de Serge Picaud, « Restauration visuelle et plasticité cérébrale », en p. 47 de ce numéro.

24. KORALEK Aaron C. et alii, « Corticostriatal Plasticity Is Necessary for Learning Intentional Neuroprosthetic Skills », *Nature*, vol. 483, 15 mars 2012, p. 331-335.

signaux sonores différents. Le rat peut donc produire deux sons au choix et l'un d'eux est récompensé par de la nourriture tandis que l'autre apporte de la boisson. Après entraînement, la plasticité établit de nouveaux circuits et les animaux peuvent exprimer leurs besoins ! Des démarches similaires ont été utilisées pour établir un dialogue avec des patients en état végétatif, conscients, mais totalement paralysés : l'activité du cerveau était alors suivie soit par IRM fonctionnelle, soit par électroencéphalographie.

Toutes les applications des interfaces supposent de récupérer des signaux électriques (ou autres) de qualité suffisante, ce que permet l'implantation chronique d'électrodes intracrâniennes, mais l'aspect intrusif de ces techniques en limite l'utilisation (et tout autant des raisons éthiques). De nombreuses recherches sont en cours pour trouver des alternatives.

Conclusions et perspectives

Souligner la plasticité du cerveau, c'est reconnaître la porte par laquelle l'évolution a modifié cet organe. L'une de ses caractéristiques, c'est sa lenteur ; cinq à sept millions d'années nous séparent de notre ancêtre commun avec le chimpanzé et cette durée a permis au cerveau d'*Homo sapiens* de tripler de volume. Cependant, la plasticité agit parfois plus rapidement. La lecture et l'écriture utilisent l'aire spécialisée de reconnaissance de la forme des mots écrits. Toutefois, ces évolutions culturelles, la lecture et l'écriture, sont récentes dans l'histoire de l'humanité, 5 à 6 000 ans, une période trop courte pour que les mécanismes de l'évolution puissent jouer.

Stanislas Dehaene ²⁵ a proposé l'hypothèse du « recyclage neuronal », qui aurait donné une nouvelle fonction à une aire ancienne, permettant des progrès décisifs de l'humanité et lui donnant un avantage sélectif certain. Sur la durée d'une vie, des changements de structure d'une aire cérébrale ont aussi été notés. Ainsi, des mesures IRM ont objectivé une augmentation de volume de l'hippocampe des chauffeurs de taxi londoniens dont la mémoire est particulièrement mise à contribution. De la même manière, chez les musiciens professionnels, les voies de communication entre les aires auditives et motrices sont renforcées. Bien évidemment, ces modifications ne sont pas héréditaires et chez les chauffeurs de taxi, la retraite s'accompagne d'une normalisation de leur hippocampe. Toutefois, on doit s'interroger sur d'éventuelles modifications qui pourraient résulter des changements dans le mode de vie actuel. Par exemple, une enquête a révélé que les jeunes Américains étaient confrontés à des *media* sept heures et demie par jour, en moyenne, et que 29 % de ce temps était consacré à sauter d'une source à une autre : comment le cerveau s'adapte-t-il ? Une étude d'imagerie ²⁶ a

25. DEHAENE Stanislas, *Apprendre ! Les talents du cerveau, le défi des machines*, Paris : Odile Jacob, 2018 (analysé in *Futuribles*, n° 428, janvier-février 2019, p. 131-133 [NDLR]).

26. LOH Kep Kee et KANAI Ryota, « Higher Media Multi-tasking Activity Is Associated with Smaller Gray-matter Density in the Anterior Cingulate Cortex », *PLoS One*, vol. 9, n° 9, septembre 2014. URL : <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0106698&type=printable>. Consulté le 18 avril 2019.

noté que l'augmentation de la pratique du multimédia diminuait le volume du cortex cingulaire antérieur, une aire impliquée dans la modulation de l'attention. Les sujets se concentrent moins sur une tâche unique, peut être pour garder une attention ouverte à d'autres *stimuli*²⁷ ! La plasticité nous adapte-t-elle aux changements qui nous attendent ou, au contraire, nous conduit-elle dans des impasses ?

Par ailleurs, des améliorations thérapeutiques sont à attendre d'une connaissance plus approfondie de la plasticité. Comme nous l'avons vu dans des cas de pathologies localisées, la récupération d'une fonction après relocalisation apparaît largement comme « une bonne surprise ». Les règles de la prévision de l'allumage d'une aire symétrique dans l'autre hémisphère ne sont pas connues. L'exploration de ce phénomène est certainement importante²⁸.

L'émergence de propositions de réhabilitation par interface cerveau-machine ou par greffe cellulaire est à anticiper. Les résultats présents sont souvent des preuves de principe et de multiples innovations technologiques ou biotechnologiques sont nécessaires. Les États-Unis, où la collaboration entre le privé et le public est bien développée, investissent beaucoup dans ce domaine. Des collaborations interdisciplinaires sont aussi nécessaires, comme celles qui ont permis de rendre la marche à des patients paraplégiques (travaux de Grégoire Courtine²⁹, à Lausanne).

Les progrès réalisés dans ces domaines encouragent le développement du transhumanisme et l'image de l'homme augmenté. En face des progrès de l'intelligence artificielle, pourquoi attendre la « singularité », le moment où, selon les tenants de cette idéologie, la machine l'emportera sur l'homme ? Pourquoi ne pas greffer l'intelligence artificielle sur le cerveau humain ? Nous avons vu que le rat était capable de donner une signification à une interface cerveau-machine. Que serait un homme dont le cerveau aurait à sa disposition toute la puissance d'un ordinateur ? C'est le rêve du célèbre Elon Musk, c'est le projet Neuralink³⁰. Rêve ou cauchemar, un tel projet est actuellement irréalisable. On peut souhaiter que les progrès qui adviendront dans l'interfaçage seront utilisés pour réparer l'homme plus que pour l'augmenter. ■

27. Voir sur ce sujet l'actualité prospective « Le cerveau face à l'hyperstimulation numérique » en p. 122 de ce numéro (NDLR).

28. Voir l'article d'Hugues Duffau, « Cerveau : anatomie et fonction », en p. 25 de ce numéro.

29. WAGNER Fabien B. *et alii*, « Targeted Neurotechnology Restores Walking in Humans with Spinal Cord Injury », *Nature*, vol. 563, 2018, p. 65-71. Voir également HENRY Jean-Pierre, « Progrès en vue dans le traitement des paraplégies », *Note de veille*, 29 janvier 2019, Futuribles International. URL : <https://www.futuribles.com/fr/article/progres-en-vue-dans-le-traitement-des-paraplegies/>. Consulté le 18 avril 2019.

30. Voir HENRY Jean-Pierre, « Le projet Neuralink, rêve ou réalité ? », *Futuribles*, n° 422, janvier-février 2018, p. 95-97.

ATELIER DE CONSTRUCTION DE SCÉNARIOS PROSPECTIFS

Formation • 26 et 27 septembre 2019
Futuribles International • Paris

Intervenants

Animé par **François de Jouvenel**, directeur de Futuribles.

Avec la participation de **Cécile Désaunay**, directrice d'études à Futuribles, et d'**Adrian Taylor**, fondateur de 4SING (ForeSight to Strategy for Security and Sustainability IN Governance) à Hambourg en Allemagne.

Objectifs pédagogiques et compétences visées

L'objectif de cette formation est de permettre aux participants, à travers un travail collectif, de s'approprier très pragmatiquement la méthode des scénarios comme instrument d'exploration des futurs possibles. Les participants disposeront d'apports théoriques illustrés d'exemples et expérimenteront différentes techniques de travail de groupe mises au service de l'élaboration de scénarios prospectifs.

Programme

- ▶ **Introduction générale** : Brève introduction à la prospective | Les scénarios : utilité et limites ; les différentes familles de scénarios | Présentation générale des principales techniques de construction de scénarios | Focus sur la construction de scénarios par l'analyse morphologique | Présentation de l'atelier (sujet, règles du jeu)
- ▶ **Atelier phase 1 : la représentation du système prospectif**
Théorie : l'identification des variables clefs et la représentation du système prospectif | Atelier pratique (en petits groupes) | Retour d'expérience
- ▶ **Atelier phase 2 : la construction des hypothèses prospectives**
Théorie : la collecte et l'analyse des informations ; la construction des hypothèses prospectives | Atelier pratique | Présentation des outils Prospective Workshop et Scenaring Tools | Retour d'expérience
- ▶ **Atelier phase 3 : la construction des scénarios**
Théorie : la construction de scénarios possibles et contrastés | Atelier pratique | Retour d'expérience
- ▶ **Atelier « How to, What if »**
Présentation des différentes étapes de la technique | Atelier pratique
- ▶ **Différentes façons de construire des scénarios : retours d'expériences internationales**
Cas réalisés avec une analyse morphologique | Cas de scénarios fondés sur la technique de la matrice 2x2 | Exemples d'utilisation de méthodes hybrides

Prix

Les frais de participation sont de 1380 euros HT (1656 euros TTC, TVA à 20 % incluse)*. Ils incluent la participation à l'ensemble de la formation, les déjeuners et le dossier remis aux participants. Futuribles International est un organisme de formation agréé référencé dans DataDock.

Renseignements complémentaires

Programme détaillé consultable à l'adresse <https://www.futuribles.com/fr/formation/> ou envoyé sur demande auprès de Corinne Roëls, Futuribles International - 47, rue de Babylone - FR-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 (valable pour une personne par formation dans la limite des places disponibles).

Cerveau : anatomie et fonction

ANTAGONISME ENTRE LA PLASTICITÉ CÉRÉBRALE HUMAINE, LE POIDS DES DOGMES ET L'EXPLOSION INCONTRÔLÉE DE L'INTELLIGENCE ARTIFICIELLE

PAR HUGUES DUFFAU ¹

Prolongeant le propos de Jean-Pierre Henry, Hugues Duffau montre que la plasticité cérébrale du cerveau, sa capacité à se réorganiser en permanence afin de s'adapter aux circonstances, résulte du fait qu'il constitue un système extrêmement complexe dont toutes les parties fonctionnent en interaction, selon des processus dont il nous livre quelques secrets. Logiquement, l'auteur s'attaque donc à une idée fort répandue selon laquelle chaque aire du cerveau correspondrait à une fonction donnée (mouvement, langage, mémoire, émotion), relevant du « localisationnisme ». Cette idée, affirme-t-il, est infirmée par l'observation des processus en chaîne qui relient toutes les parties du cerveau qui s'activent et permettent cette plasticité synaptique si singulière au cerveau humain et, incidemment, le distinguent fondamentalement de ce que l'on appelle l'intelligence artificielle.

L'auteur, célèbre neurochirurgien, est assurément bien placé pour montrer ainsi que l'ablation d'une lésion cérébrale ne peut s'effectuer sans respecter l'ensemble du réseau neuronal dynamique qui est unique à chacun et qui évolue en permanence (à la différence une fois encore des machines). Il rend compte des progrès accomplis dans la compréhension de l'anatomie et des fonctions très complexes du cerveau telles qu'elles peuvent désormais être de mieux en mieux cartographiées et, le cas échéant, réparées. Il alerte enfin sur les risques inhérents aux réseaux neuronaux artificiels, pâle

1. Professeur au Département de neurochirurgie, hôpital Gui de Chauliac, Centre hospitalier universitaire (CHU) de Montpellier ; INSERM (Institut national de la santé et de la recherche médicale), unité U-1051, Institut des neurosciences de Montpellier.

copie selon lui des réseaux neuronaux humains, qui pourraient in fine avoir pour conséquence d'altérer la neuroplasticité du cerveau humain. H.J. ■

Le cerveau humain est doué d'un potentiel majeur de neuroplasticité, c'est-à-dire la capacité de se réorganiser, à court, moyen et long termes, dans le but d'optimiser son fonctionnement et de s'adapter aux sollicitations variées². En d'autres termes, les processus cérébraux ne sont pas figés mais reposent sur une succession d'états d'équilibre dans le cadre d'une remodulation perpétuelle, en réponse à des facteurs tant intrinsèques qu'environnementaux. Une telle plasticité sous-tend le développement du système nerveux central, rend ainsi possible l'apprentissage, est impliquée dans la compensation fonctionnelle au cours du vieillissement physiologique, mais également lors d'éventuelles lésions cérébrales (par exemple traumatiques, vasculaires ou tumorales)³. Comprendre ce potentiel de neuroplasticité implique de mieux étudier les cartes des réseaux neuronaux ainsi que leurs interactions changeantes, à savoir, cela invite à évoluer vers le concept de « connectome cérébral ». L'essor des neurosciences cognitives a permis une amélioration significative de la connaissance concernant l'organisation anatomique et fonctionnelle dynamique de ces circuits de neurones, avec des retombées à la fois en recherche fondamentale mais aussi en médecine, pour la prise en charge thérapeutique des patients cérébrolésés⁴. Qui plus est, ce modèle a commencé à être utilisé dans d'autres domaines, notamment en sciences sociales ou en informatique, tout particulièrement avec l'émergence de l'intelligence artificielle.

Néanmoins, alors que semblerait en théorie se dessiner un enchaînement logique entre la meilleure compréhension des mécanismes de neuroplasticité et leurs applications directes et indirectes visant à améliorer la qualité de vie des êtres humains, c'est en réalité un antagonisme conceptuel profond qui est en train de surgir, objet de ce qui suit.

Neuroplasticité versus le poids des dogmes

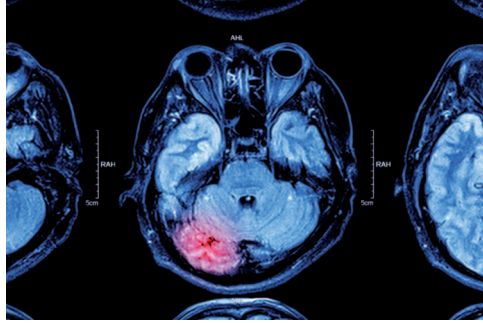
Un paradoxe majeur est l'évolution des neurosciences vers un fonctionnement cérébral en réseaux neuronaux, servant lui-même de véritable paradigme dans d'autres disciplines, et malgré tout, l'enseignement actuel dans

2. DUFFAU Hugues, « The Huge Plastic Potential of Adult Brain and the Role of Connectomics: New Insights Provided by Serial Mappings in Glioma Surgery », *Cortex*, vol. 58, septembre 2014, p. 325-337.

3. HERBET Guillaume *et alii*, « Mapping Neuroplastic Potential in Brain-damaged Patients », *Brain*, vol. 139, n° 3, mars 2016, p. 829-844. URL : <https://academic.oup.com/brain/article/139/3/829/2468777>. Consulté le 2 mai 2019.

4. DUFFAU Hugues, « Lessons from Brain Mapping in Surgery for Low-grade Glioma: Insights into Associations between Tumour and Brain Plasticity », *The Lancet Neurology*, vol. 4, n° 8, août 2005, p. 476-486.

les universités du monde entier d'un modèle « localisationniste » (voir encadré page suivante) qui continue à prévaloir depuis plus d'un siècle sous le poids d'une vision conservatrice. Selon ce modèle rigide, chaque aire du cerveau correspondrait à une fonction donnée (mouvement, langage, mémoire, émotion, etc.) et toute lésion d'une de ces zones considérées comme « éloquentes » générerait inéluctablement un trouble neurologique massif et irréversible. L'archétype de cette représentation figée est l'aire de Broca, qui serait historiquement censée correspondre à la région de la parole ⁵.



Lésion cérébrale © Puwadol Jaturawutthichai / Shutterstock

Pourtant, de très nombreuses descriptions de récupération fonctionnelle suite à un dommage de cette aire ont été rapportées au fur et à mesure des décennies, en particulier suite à des ablations chirurgicales de tumeurs envahissant cette localisation anatomique ⁶. En effet, les interventions sont régulièrement effectuées chez des patients éveillés (le cerveau n'ayant pas de récepteur à la douleur), ce qui permet de réaliser un bilan neuropsychologique en temps réel au bloc opératoire. En parallèle, une carte individuelle des fonctions cérébrales est dressée, rendant ainsi possible l'ablation de la lésion infiltrant les structures compensables, tout en respectant les structures toujours cruciales dans le cadre d'un réseau neuronal dynamique unique chez ce patient donné, à ce moment donné. C'est ainsi qu'a été démontré, grâce à l'observation directe du fonctionnement cérébral *in vivo*, une organisation en circuits complexes, constitués d'une multitude de zones corticales interconnectées par des faisceaux de fibres blanches, qui constituent la connectivité sous-corticale ⁷. De plus, l'utilisation de méthodes de neuro-imagerie fonctionnelle non invasives avant et après chirurgie, chez des patients ayant récupéré une vie normale malgré l'ablation d'aires considérées comme indispensables dans un cadre localisationniste, a objectivé une réadaptation dynamique de ces réseaux distribués, expliquant comment la compensation neurologique a pu survenir ⁸.

5. BROCA Paul Pierre, « Perte de la parole, ramollissement chronique et destruction partielle du lobe antérieur gauche du cerveau », *Bulletin de la Société anthropologique*, vol. 2, 1861, p. 235-238.

6. DUFFAU Hugues, *L'Erreur de Broca. Exploration d'un cerveau éveillé*, Paris : Michel Lafon, 2016.

7. DUFFAU Hugues, « Stimulation Mapping of White Matter Tracts to Study Brain Functional Connectivity », *Nature Reviews Neurology*, vol. 11, n° 5, avril 2015, p. 255-265.

8. VASSAL Matthieu *et alii*, « Recovery of Functional Connectivity of the Sensorimotor Network after Surgery for Diffuse Low-grade Gliomas Involving the Supplementary Motor Area », *Journal of Neurosurgery*, vol. 126, n° 4, avril 2017, p. 1 029-1 044. URL : <https://thejns.org/view/journals/j-neurosurg/126/4/article-p1181.xml>. Consulté le 2 mai 2019.

LOCALISATIONNISME, HOLISME : COMMENT LE CERVEAU EST-IL ORGANISÉ ?

C'est à l'Autrichien Franz Gall (1758-1828) qu'est attribuée l'idée de localisation des fonctions physiologiques dans le cerveau, mais selon lui, ces implantations pouvaient être lues dans les déformations du crâne, dont ne subsiste que « la bosse des maths ». Paul Broca (1824-1880) mit en relation l'aphasie d'un patient et la dégénérescence d'une aire du cortex frontal de l'hémisphère gauche (1861), ouvrant la voie à de multiples recherches conduites par l'idée d'associer structure et fonction. Cette vue fut immédiatement attaquée par les tenants du « holisme », théorie selon laquelle les fonctions cognitives n'appartiennent qu'au cerveau intact. Les méthodes modernes d'imagerie, comme l'imagerie par résonance magnétique (IRM) fonctionnelle, ont montré que cette dernière théorie n'était pas justifiée. Les neurosciences mettent en effet en évidence l'activation d'aires cérébrales associées à différentes tâches qui sont confiées au sujet pendant son séjour dans la machine. Cette « dissection fonctionnelle » peut être très raffinée et elle indique une certaine universalité de l'organisation du cerveau. Elle n'est toutefois pas absolue : l'aire de Broca est localisée à gauche chez 90 % des droitiers et 70 % des gauchers.

Cependant, l'hypothèse « localisationniste » est pondérée par les développements des méthodes plus récentes d'imagerie. Souvent, l'exercice d'une fonction active plusieurs aires cérébrales qui forment un réseau. L'inactivation d'une composante du réseau peut bloquer la fonction, mais le rapport entre fonction et structure peut être complexe. La compréhension de ces rapports passe par l'étude de la connectivité entre différents sous-réseaux. Des méthodes d'imagerie, comme l'IRM de diffusion, ont été développées pour mettre en évidence le « connectome », l'organisation des relations entre les différentes aires cérébrales.

Sur le plan médical, l'existence du connectome a des implications importantes. Associée à la notion de plasticité, elle permet de comprendre comment le cerveau est susceptible de se réorganiser lorsqu'un réseau secondaire est affecté. Les méthodes de réhabilitation deviennent alors d'une grande importance. L'intervention chirurgicale raisonnée au niveau de réseaux secondaires perturbés, mais transférables, devient possible.

Jean-Pierre Henry

Alors qu'il aurait semblé légitime de faire évoluer le « modèle cérébral » sur la base de tels faits reproduits dans de nombreux instituts nationaux et internationaux, mais allant à l'encontre de la doctrine, l'enseignement officiel au sein des facultés de médecine n'a toujours pas tenu compte de ces nouvelles données, qui ne sont au mieux mentionnées qu'à titre anecdotique. Un tel comportement frôlant l'obscurantisme n'est pas récent, puisque concernant le sujet épineux du localisationnisme, qui *in fine* ne repose essentiellement que sur la description de deux patients par Paul Broca il y a plus de 150 ans⁹, de nombreux détracteurs avaient déjà plaidé en faveur d'une organisation cérébrale plus complexe, notamment Pierre

9. BROCA Paul Pierre, *op. cit.*

Marie ¹⁰ ou encore Alfred Campbell ¹¹, et ce dès le début du XX^e siècle. Pour autant, ces théories contredisant le dogme en vigueur, bien qu'elles soient proches de la réalité aujourd'hui confirmée par les nouvelles méthodologies de cartographie cérébrale susdécrites, n'ont pas été retenues par l'Histoire, faisant ainsi perdre un temps précieux.



IRM du cerveau © Triff / Shutterstock

De nos jours encore, il semblerait que si la plasticité cérébrale d'un être humain puisse permettre une reconfiguration des réseaux de neurones dans des délais très courts, parfois de quelques minutes à quelques heures ¹², la plasticité à l'échelon sociétal ait besoin de plusieurs décennies pour déboucher sur l'acceptation de faits nouveaux, même démontrés scientifiquement, mais allant à l'encontre du courant de pensée. Se creuse alors inéluctablement un hiatus entre, d'un côté, clamer que la connaissance doit être développée en permanence et, d'un autre côté, rester paradoxalement figé sur une attitude dogmatique rassurante et confortable. Au lieu d'un continuum dans la compréhension du fonctionnement cérébral, basé sur une incorporation raisonnable des nouvelles informations au fur et à mesure de leur validation, le risque est celui d'une cassure brutale d'un modèle à son inverse (alors que le principe d'un modèle est par définition d'être régulièrement remis en question pour être progressivement affiné), d'une révolution au lieu d'une évolution, et de fait d'une perte de contrôle menant à une surcompensation. C'est exactement ce qui se produit de nos jours avec l'explosion du *machine learning* (apprentissage automatique) et de l'intelligence artificielle, qui s'inspirent librement du concept des réseaux de neurones, mais qui se développent sans bon sens aucun sous prétexte d'aider l'homme — avec pourtant la résultante inverse.

Neuroplasticité vs intelligence artificielle

La théorie des assemblées de neurones, établie par Donald Hebb en 1949 ¹³, selon laquelle « des neurones qui s'activent ensemble se lient entre eux », décrit les changements qui sous-tendent l'adaptation neuronale pendant un

10. MARIE Pierre, « Révision de la question de l'aphasie : la troisième circonvolution frontale gauche ne joue aucun rôle spécial dans la fonction du langage », *La Semaine médicale*, n° 21, 23 mai 1906, p. 241-247. URL : <http://www.biusante.parisdescartes.fr/histoire/medica/resultats/index.php?p=1&do=page&cote=annee190606>. Consulté le 2 mai 2019.

11. CAMPBELL Alfred W., *Histological Studies on the Localisation of Cerebral Function*, Cambridge, Mass. : Cambridge University Press, 1905.

12. DUFFAU Hugues, « The Huge Plastic Potential of [...] », *op. cit.*

13. HEBB Donald O., *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, New York : Wiley, 1949.

processus d'apprentissage. Cette règle de plasticité synaptique selon laquelle une répétition de la tâche débouche sur un renforcement de la synapse (communication entre deux neurones) a été utilisée non seulement en neurosciences, mais aussi dans les réseaux de neurones en mathématiques. En effet, depuis Alan Turing¹⁴, l'ordinateur s'est souvent inspiré du fonctionnement du cerveau, avec un autre paradoxe émergeant au fil des ans, à savoir l'entretien du dogme localisationniste en neurologie, alors qu'en parallèle le concept des réseaux de neurones artificiels alimentait l'essor exponentiel de l'informatique.

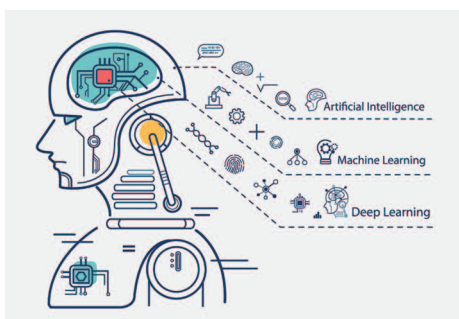
Même si le principe « hebbien » a connu quelques applications en médecine, notamment dans le domaine de la rééducation fonctionnelle, il semblerait que la philosophie profonde ait été progressivement négligée chez l'homme (contrairement à la machine), à savoir, l'apprentissage repose sur la notion de travail. Ainsi, alors que se développe depuis quelques années l'idéologie du *deep learning* (apprentissage profond) dans le cadre de l'intelligence artificielle, et ce sans retenue aucune, le phénomène inverse survient chez l'homme. L'utilisation abusive de la technologie va effectivement à l'encontre des mécanismes de neuroplasticité, surtout pendant la phase développementale, puisque limitant la répétition des tâches et donc le renforcement synaptique. Ainsi, de nombreuses études récentes ont démontré que l'utilisation prolongée (et tout particulièrement combinée) d'appareils électroniques chez l'enfant et l'adolescent est corrélée à des troubles neurocognitifs, en particulier des fonctions exécutives (attention ou mémoire de travail), de l'apprentissage, à des désordres du sommeil, à des troubles du comportement psychosocial (notamment impulsivité accrue), à un taux de dépression majoré, ou même à des problèmes de développement anatomique de certaines structures cérébrales (par exemple diminution du volume du cingulum antérieur, impliqué dans le contrôle cognitif)¹⁵.

Est donc en train de se créer un déséquilibre entre l'ordinateur qui apprend tandis que l'homme involue cérébralement et neuropsychologiquement du fait justement d'une surutilisation de la machine. La technologie, qui aurait dû n'être qu'un outil permettant à l'homme neuronal de continuer à progresser, se transforme en une béquille dont il devient dépendant, avec régression comportementale à la clef, à l'échelon tant individuel que sociétal. Plus les réseaux sociaux se développent, moins l'homme communique, ne serait-ce qu'en négligeant la pragmatique du langage, à savoir la relation privilégiée qui se crée lorsque deux êtres humains sont face à face, via le non-dit, la gestuelle, l'empathie (la capacité de ressentir les émotions d'autrui), la mentalisation (la capacité d'inférer les intentions d'autrui à travers la compréhension de son état mental), la sémantique non verbale, le

14. TURING Alan, « Computing Machinery and Intelligence », *Mind*, vol. 49, 1950, p. 433-460.

15. REID CHASSIAKOS Yolanda (Linda) *et alii*, « Children and Adolescents and Digital Media », *Pediatrics*, vol. 138, n° 5, novembre 2016. URL : <https://pediatrics.aappublications.org/content/138/5/e20162593> ; et UNCAPHER Melina R. *et alii*, « Media Multitasking and Cognitive, Psychological, Neural, and Learning Differences », *Pediatrics*, vol. 140, n° 2, novembre 2017. URL : https://pediatrics.aappublications.org/content/140/Supplement_2/S62. Consultés le 2 mai 2019.

comportement ¹⁶. Cette déviance liée à une non-maîtrise du *machine learning*, ce pour des raisons bien souvent mercantiles, va à l'encontre de la neuroplasticité naturelle, tout en justifiant une telle dérive par un discours politiquement correct glorifiant les bienfaits de la science sur l'humanité.



© Buffaloboy / Shutterstock

L'étape future est de prendre en otage la médecine pour légitimer le transhumanisme. Les neurosciences appliquées avaient initialement pour but d'améliorer la compréhension des processus neuronaux afin, dans un premier temps, de ne pas être nuisible en cas d'acte thérapeutique portant sur le système nerveux de patients encore peu symptomatiques, en accord avec le principe hippocratique. Le raisonnement était d'utiliser les mécanismes de neuroplasticité spontanément mis en jeu par le cerveau pour compenser le développement lésionnel — par exemple la chirurgie éveillée avec cartographie fonctionnelle lors d'ablation de tumeurs cérébrales, permettant d'allonger l'espérance de vie tout en préservant la qualité de vie, comme détaillé plus haut ¹⁷.

Dans un deuxième temps, une telle connaissance a également amené à envisager une amélioration fonctionnelle chez des patients dont les troubles neurologiques sont déjà conséquents, notamment en modulant les réseaux neuronaux, via par exemple des stimulations cérébrales profondes dans le cadre de la maladie de Parkinson ¹⁸ ou certains troubles obsessionnels compulsifs ¹⁹.

Le troisième volet est celui de la restauration fonctionnelle, encore du domaine de la recherche, où l'on se proposerait de reconnecter certains circuits cérébraux endommagés par une lésion, par exemple vasculaire, en particulier en utilisant une dérivation via une interface externe cerveau-machine ²⁰. Ce principe consiste en le positionnement d'électrodes d'enregistrement mais aussi de stimulation au sein du système nerveux de

16. HERBET Guillaume *et alii*, « Inferring a Dual-stream Model of Mentalizing from Associative White Matter Fibres Disconnection », *Brain*, vol. 137, n° 3, mars 2014, p. 944-959. URL : <https://academic.oup.com/brain/article/137/3/944/395832>. Consulté le 2 mai 2019.

17. DUFFAU Hugues, « Diffuse Low-grade Glioma, Oncological Outcome and Quality of Life: A Surgical Perspective », *Current Opinion in Oncology*, vol. 30, n° 6, novembre 2018, p. 383-389.

18. BENABID Alim Louis, « [Stimulation Therapies for Parkinson's Disease: Over the Past Two Decades] », *Bulletin de l'Académie nationale de médecine*, vol. 194, n° 7, octobre 2010, p. 1 273-1 286.

19. LIPSMAN Nir, GIACOBBE Peter et LOZANO Andres M., « Deep Brain Stimulation in Obsessive-compulsive Disorder: Neurocircuitry and Clinical Experience », *Handbook of Clinical Neurology*, vol. 116, octobre 2013, p. 245-250.

20. LEBEDEV Mikhail A. et NICOLELIS Miguel A. « Brain-Machine Interfaces: Past, Present and Future », *Trends in Neurosciences*, vol. 29, n° 9, septembre 2006, p. 536-546.

patients cérébrolésés avec conséquences neurologiques graves (telles qu'une paralysie complète ou une impossibilité de parler), les signaux électrophysiologiques recueillis étant décodés grâce à des modèles computationnels, afin de permettre *in fine* une resynchronisation par la machine des réseaux de neurones qui dysfonctionnaient. Il est aussi possible que le cerveau puisse, via cet interfaçage, commander un exosquelette compensant ainsi mécaniquement le déficit fonctionnel du patient — par exemple permettant la mobilisation à l'origine d'une marche passive dans le cadre d'une paraplégie. Ce projet ambitieux, qui bénéficie largement des études récentes des neurosciences dans le domaine du connectome cérébral, rompant avec la doctrine localisationniste, repose donc sur la création d'une connexion antiphysiologique entre les réseaux de neurones du cerveau et les réseaux de neurones artificiels.

Il est à ce stade crucial de rappeler que dans l'histoire de l'humanité, jamais une telle connaissance de la neuroplasticité ni une telle infrastructure n'avaient permis de concevoir un projet technologiquement appliqué où l'être humain se propose de restaurer son propre cerveau, en faisant appel à l'ordinateur qu'il a lui-même créé *ex nihilo*. Certes, si les intentions sont louables, puisqu'elles visent initialement à traiter des patients sévèrement handicapés, plusieurs limitations sont à souligner. Tout d'abord, malgré les progrès récents des neurosciences cognitives détaillés ci-dessus (et pourtant, encore une fois, dans un contexte où l'enseignement du connectome est loin de prévaloir par rapport au modèle localisationniste, illustrant un illogisme sociétal entre le conservatisme éducationnel d'un côté et l'explosion technologique incontrôlée de l'autre), il faut rester humble et reconnaître que la subtilité du fonctionnement neuronal est loin d'être appréhendée dans toute sa complexité, avant que de prétendre être capable de réparer le cerveau humain ²¹.

En d'autres termes, le risque aujourd'hui est de brûler les étapes, sous la pression d'une société ne jurant plus que par l'intelligence artificielle érigée en véritable mode, en dépit des approximations scientifiques actuelles dans la compréhension de la dynamique des réseaux neuronaux. Ces imprécisions tant méthodologiques que conceptuelles pourraient déboucher sur l'opposé du but recherché, à savoir, prodiguer un traitement à l'origine finalement de l'aggravation de la qualité de vie des patients cérébrolésés, chez qui une véritable illusion de récupération fonctionnelle aurait été induite en toute bonne foi par une médecine ayant brutalement basculé d'une attitude traditionaliste, avec très peu de remise en question pendant des décennies, à une ambition démesurée soudaine frôlant la déraison (cassure brutale débattue ci-dessus).

21. MANDONNET Emmanuel et DUFFAU Hugues, « Understanding Entangled Cerebral Networks: A Prerequisite for Restoring Brain Function with Brain-computer Interfaces », *Frontiers in Systems Neuroscience*, vol. 8, article 82, mai 2014. URL : https://www.academia.edu/13121500/Understanding_entangled_cerebral_networks_a_prerequisite_for_restoring_brain_function_with_brain-computer_interfaces. Consulté le 2 mai 2019.

De là à franchir le Rubicon en appliquant ces concepts de réparation cérébrale, pourtant encore hasardeux en thérapeutique, à des sujets sains, et ce sous prétexte de transhumanisme, il n'y a qu'un pas. Certaines entreprises commencent à réfléchir à des projets d'« homme augmenté » chez qui un implant cérébral pourrait être envisagé pour tenter aussi bien d'améliorer ses performances que d'être



© NegmarDesign / Shutterstock

directement connecté à un système électronique grâce au décodage de son activité neuronale par un ordinateur. De telles considérations semblent d'autant plus aller à l'encontre du bon sens qu'en parallèle, le *machine learning* a déjà commencé à générer une diminution des capacités cérébrales, en particulier dans la plus jeune génération ²². L'homme s'acheminerait ainsi vers une incohérence totale, à savoir, utiliser l'intelligence artificielle pour augmenter ses capacités cérébrales, alors que cette même technologie serait en parallèle en train de limiter le potentiel de neuroplasticité naturelle.

Au stade ultime, en se basant sur les réponses données par les modèles computationnels et érigées en « vérité absolue », l'homme serait déresponsabilisé et perdrait ses facultés de remise en cause, en ayant oublié que la machine avait initialement été conçue pour l'aide à la décision mais en aucun cas pour la prise de décision elle-même. En effet, en physiologie, les réseaux neuronaux impliqués dans le contrôle exécutif participent à inhiber les solutions spontanément proposées par le cerveau (notamment basées sur des automatismes de haut niveau, avec de fait un moindre coût cognitif), dans le but d'explorer de nouvelles idées menant à la créativité — encore une fois, ces processus étant basés sur la notion de travail et de surcoût cognitif. L'absence de sollicitation de ces circuits, si d'aventure la machine imposait la « réponse statistiquement la plus probable » de façon systématique, et ce sous couvert d'« efficacité » (ainsi définie en termes de moindre énergie dépensée), déboucherait alors sur une involution sonnante le glas de l'esprit critique et du libre arbitre — qui représentaient le propre de l'homme, du moins jusqu'à présent.



Si l'essor des neurosciences a permis de se libérer d'un modèle historique, simpliste et rigide du fonctionnement cérébral, la découverte récente d'une capacité de neuroplasticité jamais imaginée jusqu'alors, a débouché en contre-réaction aiguë sur l'illusion d'avoir compris l'organisation dynamique des réseaux neuronaux complexes, et de pouvoir se permettre de les reproduire voire de les réparer via une pâle copie appelée intelligence arti-

22. REID CHASSIAKOS Yolanda (Linda) *et alii*, *op. cit.* ; UNCAPHER Melina R. *et alii*, *op. cit.*

ficielle. Ce substitut très imparfait, initialement conçu comme un simple outil de traitement automatique de l'information, a échappé au contrôle conceptuel de son créateur, avec déjà des effets négatifs perceptibles à l'échelon tant de l'individu que de la société. Paradoxalement, cette déviance bénéficie de l'aval de l'homme, qui pourtant détruit un peu plus son système nerveux chaque fois que le *machine learning* continue à envahir, au propre comme au figuré, l'esprit de l'être humain. Seul un retour collectif à la conscience pourrait encore laisser envisager d'enrayer un processus technologique en voie d'autonomisation, menant à la paresse, la déresponsabilisation, et *in fine* la dépersonnalisation via l'inhibition de la neuroplasticité naturelle — alors que le but premier visait exactement la résultante inverse. La question est de savoir si les réserves de bon sens et de raison humaine resteraient aujourd'hui suffisamment mobilisables pour compenser une déstructuration cérébrale et comportementale déjà enclenchée selon une courbe exponentielle, et pour éviter une véritable cancérisation technologique de l'âme. ■



CHAQUE TRIMESTRE, L'INTERNATIONAL EN DÉBAT

Disponible en librairie
et sur
www.iris-france.org



Rêves, sommeil et mémoire

LA PLASTICITÉ CÉRÉBRALE, AU CŒUR DE LA MÉMOIRE, DU SOMMEIL ET DES INTERFACES CERVEAU-MACHINE

PAR KARIM BENCHENANE ¹

Troisième contribution à notre dossier sur la plasticité cérébrale, l'article de Karim Benchenane revient sur cette notion pour préciser qu'elle recouvre « la façon dont l'expérience va modifier à long terme l'efficacité avec laquelle les neurones vont pouvoir communiquer entre eux ». S'il souligne à son tour le rôle primordial des premières années, il n'en remarque pas moins que, contrairement à ce que l'on a longtemps cru, cette plasticité perdure toute la vie.

L'auteur explique ensuite les mécanismes qui régissent la mémoire tout en soulignant qu'il existe différentes formes de mémoire, notamment une mémoire à court terme et une mémoire à long terme, qui ne dépendent pas toutes de l'hippocampe. Puis, comme l'apprentissage et la mémorisation consomment une grande partie de l'énergie nécessaire au fonctionnement du cerveau, il rappelle l'importance du sommeil, nécessaire à la récupération physique. Il ne manque pas de souligner que ces processus font encore l'objet de controverses scientifiques ici exposées de manière très claire et intéressante.

Enfin, Karim Benchenane nous alerte sur le risque, pendant que nous dormons, d'être victimes d'un conditionnement social et termine son article par quelques considérations sur les interactions cerveau-machine, un sujet sur lequel nous reviendrons dans notre troisième dossier sur le cerveau à paraître à la fin de cette année. H.J. ■

1. Chercheur à l'École supérieure de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris (ESPCI), directeur adjoint de l'unité Plasticité du cerveau (unité mixte de recherche 8249, Centre national de la recherche scientifique).

Sous les projecteurs depuis de nombreuses années, les neurosciences sont au cœur des commentaires de la grande majorité des sujets d'actualité. De l'éducation au management, pas un domaine n'échappe à l'ajout de préfixe *neuro* dans des commentaires plus ou moins avisés. Si l'on devait classer les sujets abordés, la plasticité cérébrale finirait probablement dans le tiercé de tête. Depuis les découvertes montrant que le cerveau peut se modifier tout au long de la vie, la plasticité cérébrale est en effet l'objet d'un véritable fantasme de la part du public et a été utilisée pour justifier de façon quasi miraculeuse de nombreuses méthodes d'éducation ou de rééducation. Est-ce mérite ? Et que représente ce terme exactement ?

Sur la plasticité cérébrale

Dans un article publié en 1976², le neurophysiologiste Jacques Paillard s'interrogeait déjà sur la forte présence de ce concept dans les articles de l'époque : « on peut s'interroger sur le succès que connaît actuellement le concept de plasticité. Le terme est à la mode. On parle de plasticité des expressions phénotypiques, de plasticité synaptique, de plasticité morphologique, de plasticité fonctionnelle, de plasticité des coordinations sensori-motrices, de plasticité du comportement, etc. Une telle généralisation du concept est-elle justifiée ? » Avant d'en venir au problème qui nous occupera dans cet article, il est donc intéres-

sant de se rappeler la tendance naturellement humaine à oublier et redécouvrir périodiquement des vérités plus ou moins établies. Dans un monde où tout va de plus en plus vite, ces pseudo-nouveautés sont autant d'opportunités de remplir l'actualité à peu de frais.

Si l'on s'en tient à l'étymologie, la plasticité correspond à « la capacité qu'ont les corps déformables de changer leur forme sous l'action d'une force extérieure et de conserver cette déformation lorsque cette force a cessé d'agir ». Appliquée au cerveau, cette notion de plasticité recouvre la façon dont l'expérience va modifier à long terme l'efficacité avec laquelle les neurones vont pouvoir communiquer entre eux. Cette communication se fait par ce qu'on appelle des synapses au niveau desquelles sont libérés les neurotransmetteurs. On a proposé dès les années 1940 que le « poids » de ces synapses, à savoir la force avec laquelle deux neurones communiquent entre eux, pouvait varier avec l'expérience et que la mémoire était due à la modification de ces poids synaptiques.

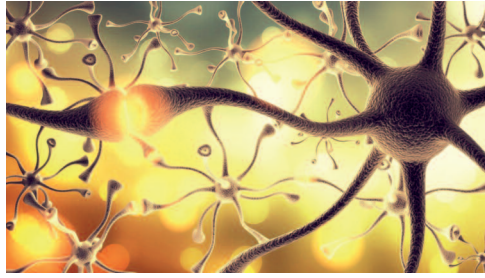
L'importance de la plasticité cérébrale à l'âge adulte a longtemps été limitée par la notion de période critique pendant le développement. Après la naissance, la période critique correspond au moment où certaines stimulations ou certains apprentissages sont possibles et vont avoir un effet sur l'organisme adulte. Après cette période, ceux-ci deviennent impossibles ou sans effet. L'exemple le plus frappant de cette notion est le lien entre un oisillon

2. PAILLARD Jacques, « Réflexions sur l'usage du concept de plasticité en neurobiologie », *Journal de psychologie normale et pathologique*, n° 1, janvier 1976, p. 33-47.

et sa mère qui ne peut se former que dans les heures qui suivent la naissance, on appelle ce phénomène : empreinte ou imprégnation. Cet attachement est un cas extrême. Dans la plupart des cas, la période critique est plus longue et moins rigide. Le terme a de ce fait évolué et on parle maintenant plutôt de période sensible.

De nombreuses études ont souligné l'extraordinaire importance des premières perceptions sensorielles sur le devenir du système sensoriel correspondant à l'âge adulte. Par exemple, l'occlusion précoce d'un œil après la naissance induit des perturbations qui vont perdurer pendant toute la vie de l'animal. De même, des chats élevés dans des environnements avec des barres verticales ne peuvent percevoir des barres horizontales à l'âge adulte. Ces déficits sensoriels à l'âge adulte ne sont pas observés si les mêmes manipulations sont réalisées après la période critique. Cette période critique a été reliée à la présence d'une forte plasticité synaptique qui diminue ensuite. Par extrapolation, on a donc longtemps considéré que la plasticité cérébrale était quasi inexistante à l'âge adulte. On pensait donc qu'elle n'était présente que dans certaines structures cérébrales et que sa fonction était limitée à l'apprentissage et la mémoire. La seule exception concernait la récupération après lésion cérébrale, où la récupération fonctionnelle pouvait s'assimiler à une forte augmentation de la plasticité cérébrale due à une sorte de réouverture de la période critique.

On sait désormais que ce n'est pas le cas. On observe en effet que



Représentation imagée des synapses dans une cellule nerveuse © Billion Photos / Shutterstock

la plasticité perdure toute la vie. Ainsi, la pratique d'un instrument nécessitant la main (le cas du violon par exemple) est associée à une augmentation de la taille des structures impliquées dans la sensibilité et la motricité fine de la main. De même, les conducteurs de taxi ont un hippocampe (une structure fortement impliquée dans la mémoire et notamment la mémoire spatiale) plus volumineux que la normale, l'augmentation étant proportionnelle au temps de pratique de la profession. La plasticité cérébrale est donc présente toute la vie et cette plasticité macroscopique provient de l'infiniment petit, des connexions entre neurones, les synapses, qui peuvent soit devenir plus nombreuses, on parle de plasticité structurelle ; soit devenir plus efficaces, on parle alors de plasticité fonctionnelle.

Mécanismes de la mémoire

Dès 1894, Santiago Ramón y Cajal proposait une théorie de la mémorisation selon laquelle la croissance de nouvelles connexions permettait le stockage de la mémoire. Mais comment cette plasticité des synapses peut-elle expliquer la mémoire ? Pour tenter d'éclaircir

ce mystère, imaginons une situation simple, celle d'un organisme avec un neurone sensoriel et un neurone moteur reliés entre eux par une synapse. Le neurone sensoriel permet de détecter une pression sur le corps et le neurone moteur contrôle la rétraction de l'animal lui permettant de se protéger. Cette situation est une simplification de ce que l'on connaît chez une limace de mer, l'aplysie. Le neurobiologiste américain Eric Kandel a beaucoup travaillé sur cet organisme qui lui a permis de fournir les premières informations cellulaires et moléculaires des mécanismes synaptiques impliqués dans la mémoire.

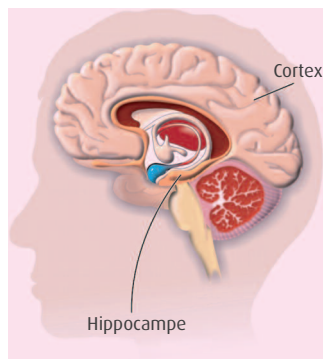
Si lors d'une légère pression sur l'animal, on administre également un choc électrique, cela entraîne une augmentation de l'efficacité de la synapse entre le neurone sensoriel et le neurone moteur. Le poids synaptique étant augmenté de façon permanente, une pression légère qui n'induisait pas de réaction motrice avant le choc devient assez forte pour activer le neurone moteur et ainsi déclencher la réaction motrice permettant à l'animal de se protéger. L'augmentation de l'efficacité de la synapse entre le neurone sensoriel et le neurone moteur qui provoque la réaction de protection représente donc la « mémoire » du choc électrique qui en a été à l'origine. Mais cette forme simple de mémoire entraîne une modification du comportement et ne donne aucune information sur la raison qui a induit l'augmentation de l'efficacité de

la synapse. On parlera en termes techniques de mémoire implicite.

Aussi surprenant que cela puisse paraître, de nombreuses études suggèrent que même les mémoires plus complexes et explicites, comme les souvenirs de nos vacances, sont aussi dues à des modifications du poids synaptique dans le cerveau. Malheureusement, nous ne comprenons pas exactement comment. Cela constitue l'un des graals des neurosciences actuelles.

La compréhension fine des mécanismes cellulaires et moléculaires au niveau des synapses, ainsi que l'étude plus large au niveau des réseaux de neurones ont permis de fournir des explications neurophysiologiques aux observations comportementales faites chez l'homme sur la distinction entre mémoire à court terme et mémoire à long terme, ou sur l'existence de différentes formes de mémoire. Succinctement, la modification temporaire des poids synaptiques expliquerait la mémoire à court terme, et leur modification durable due à la synthèse de nouvelles protéines et la pousse de nouvelles synapses expliqueraient la persistance de la mémoire à long terme. Ces modifications sont

particulièrement observées dans l'hippocampe, une structure anatomique dont la forme ressemble au poisson portant le même nom. Cette structure localisée dans le lobe temporal fait partie du système limbique. Elle est fortement conservée chez tous les mammifères où elle



© Blamb / Shutterstock

joue un rôle prépondérant dans la mémoire et la navigation spatiale.

C'est en grande partie grâce à l'étude d'un patient, Henry Gustav Molaison, plus connu sous le nom de patient HM, que la science a pu lever le voile sur un grand nombre de mystères concernant la mémoire. Henry Molaison souffrait d'une forme d'épilepsie résistante aux traitements pharmacologiques. Les chirurgiens ont utilisé la dernière option disponible à l'époque : l'ablation du foyer de l'épilepsie. Ce dernier était localisé dans une région comprenant l'hippocampe. Bien qu'ayant supprimé les crises d'épilepsie, l'opération ne fut pas un complet succès, puisqu'elle causa à ce patient une profonde amnésie : il est devenu incapable de former de nouveaux souvenirs (amnésie antérograde), démontrant ainsi l'importance de l'hippocampe dans la mémorisation. Il souffrait également d'une amnésie rétrograde partielle, ayant oublié les souvenirs formés une dizaine d'années avant la chirurgie. De manière surprenante, l'ablation de l'hippocampe entraîna des déficits de mémoire pour les souvenirs factuels ou les événements de sa vie, mais laissa intactes d'autres formes de mémoire comme les conditionnements simples ou les apprentissages moteurs, tels qu'apprendre à jouer du violon ou faire du vélo.

De ce constat est née la définition de mémoire « déclarative » ou « explicite », c'est-à-dire une mémoire relative à des souvenirs pou-

vant être rappelés ou verbalisés consciemment et qui dépend de l'hippocampe, par opposition à la mémoire non déclarative ou implicite ne dépendant pas de l'hippocampe. L'hippocampe est donc une structure cérébrale cruciale pour la mémoire déclarative se caractérisant chez l'homme par un accès conscient à l'information mémorisée, et qui peut être explicitement verbalisée. Il est donc difficile de parler de mémoire déclarative chez les animaux qui ne parlent pas. Mais l'implication de l'hippocampe dans la mémoire déclarative chez l'homme est telle que toute tâche de mémoire dépendant de l'hippocampe chez l'animal sera (peut-être abusivement) considérée comme une forme de mémoire déclarative. Une des formes les plus étudiées de mémoire dépendant de l'hippocampe est la mémoire spatiale, qui a des propriétés très proches chez l'homme et l'animal.

Comme tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes, l'hippocampe est une structure cérébrale ayant une très grande plasticité synaptique. Pangloss³ aurait-il raison dans le monde du cerveau et de la plasticité synaptique ? Et bien non. Et l'équivalent du tremblement de terre de Lisbonne de 1755 pour le cerveau, c'est le fait que le fonctionnement de synapses n'est pas gratuit, il a besoin d'énergie... La mémoire s'accompagne d'un accroissement des poids synaptiques, et donc d'une augmentation perpétuelle de ressources énergétiques. En effet, plus les synapses sont effi-

3. Personnage de *Candide* (1759), le conte de Voltaire, qui enseigne à longueur de journée que « tout est pour le mieux dans le meilleur des mondes possible », qui sera pendu pour avoir persévéré dans cet optimisme y compris dans le contexte dramatique du tremblement de terre de Lisbonne (NDLR).

caces, plus elles consomment de l'énergie. Une des plus grandes contraintes de l'évolution est la contrainte énergétique.

Comment les organismes vivants ont-ils pu résoudre ce dilemme ? Encore une fois, la nature est surprenante. De nombreux chercheurs ont proposé que la solution pour résoudre ce problème est de dormir.

Le rôle du sommeil

Très ancienne, l'hypothèse selon laquelle le sommeil est important dans la mémoire est déjà présente dans les œuvres de différents philosophes, comme Quintilien qui disait déjà au I^{er} siècle : « l'intervalle d'une seule nuit augmente fortement la force des souvenirs ». Elle a été confirmée expérimentalement pour la première fois en 1924 par J.G. Jenkins et K.M. Dallenbach ⁴, et est depuis soutenue par un grand nombre d'études. On a ainsi montré qu'un apprentissage modifiait les oscillations électriques qui traversent le cerveau pendant le sommeil. Par ailleurs, un apprentissage est plus efficace s'il est suivi d'une période

de sommeil. Pourtant, le sommeil n'est pas un bloc uniforme.

En effet, on observe d'un côté le sommeil paradoxal (appelé sommeil REM, *Rapid Eye Movement*, en anglais) pendant lequel on constate une atonie musculaire, de nombreux mouvements rapides des yeux, associés à une activité électrique du cerveau ressemblant à celle de l'éveil. Ce type de sommeil est associé aux rêves ayant un contenu riche et a été largement étudié par Michel Jouvet (1925-2017). En détruisant la structure cérébrale responsable de l'atonie musculaire, celui-ci a montré que les chats lésés chassaient des souris imaginaires pendant leur sommeil paradoxal, suggérant que le chat était bien en train de rêver. Le reste du sommeil peut être séparé en trois ou quatre stades avec un ralentissement progressif de la fréquence des oscillations électriques, associé à une augmentation de leurs amplitudes, correspondant au sommeil à ondes lentes. Certains résultats suggèrent que le sommeil à ondes lentes serait bénéfique pour la mémoire déclarative dépendant de l'hippocampe, alors que le sommeil paradoxal serait plutôt impliqué dans la mémoire non déclarative ou des mémoires ayant une forte implication émotionnelle.

Cette explication est peut-être un peu simpliste car de nombreuses observations ne sont pas compatibles avec ce cadre théorique. Il reste beaucoup de questions sans réponse et des conclusions définitives ne pour-

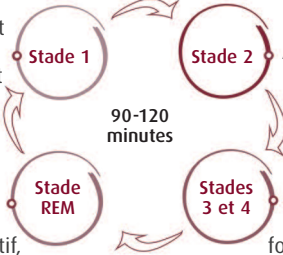


© Gorodenkoff / Shutterstock

4. JENKINS John G. et DALLENBACH Karl M., « Obliviscence during Sleep and Waking », *The American Journal of Psychology*, vol. 35, n° 4, octobre 1924, p. 605-612.

Le cycle du sommeil

Stade 1. Endormissement. Les réactions aux *stimuli* du monde extérieur diminuent mais la personne demeure facile à réveiller. Des rêves courts ou des pensées errantes sont souvent rapportés durant ce stade qui dure généralement de 5 à 10 minutes. Il constitue entre 5 % et 10 % du temps de sommeil.



Stade REM. Sommeil paradoxal. Le cerveau est plus actif, la respiration et le rythme cardiaque augmentent et deviennent irréguliers, les yeux bougent rapidement. Ce stade survient de façon cyclique pendant toute la nuit, en alternance avec le sommeil non paradoxal, toutes les 80 à 100 minutes environ. Il survient 4 ou 5 fois dans une nuit de 8 à 9 heures. La durée des périodes de sommeil paradoxal augmente au cours de la nuit pour être maximale en fin de nuit. La première période dure typiquement 10 minutes alors que la dernière peut durer jusqu'à une heure. Le sommeil paradoxal constitue 20 % à 25 % du temps de sommeil (cette proportion est plus grande durant l'enfance et l'adolescence : jusqu'à 50 %). Le réveil, après une nuit complète de sommeil, se fait habituellement à partir du sommeil paradoxal.

Stade 2. Sommeil léger. Le rythme cardiaque est ralenti et la température du corps diminuée. Il y a une alternance de périodes de tension et de relaxation musculaire. À ce stade, la personne peut facilement être réveillée par son environnement extérieur. Il constitue entre 40 % et 50 % du temps de sommeil.

Stades 3 et 4. Sommeil profond. Sommeil le plus profond (le stade 4 étant plus profond que le 3). Il est plus difficile de se réveiller. Les muscles ont toujours leur tonus et des mouvements sont possibles. Ils constituent environ 10 % à 20 % du temps de sommeil.

Schéma Futuribles.

Source : *Psychomédia*, 15 août 2008.
URL : <http://www.psychomedia.qc.ca/sommeil/2008-08-15/quels-sont-les-stades-ou-phases-du-sommeil>. Consulté le 3 mai 2019.

ront survenir que lorsqu'on aura identifié avec précision les mécanismes neuronaux mis en jeu.

En quoi le sommeil pourrait-il être une solution au problème de la consommation d'énergie associée à la mémoire ? En fait, deux grandes théories ont été proposées pour expliquer les effets bénéfiques du sommeil dans la mémoire. Selon la première hypothèse, appelée « homéostasie synaptique » (SHY en anglais), développée par Giulio Tononi et Chiara Cirelli, le sommeil serait important pour diminuer le poids des synapses pendant le sommeil. Or, comme nous l'avons précisé précédemment, la communication synaptique consomme une grande partie de l'énergie nécessaire

au fonctionnement du cerveau ; l'apprentissage et la mémorisation pendant l'éveil s'accompagnent donc d'une forte augmentation de la consommation énergétique. Le sommeil, en diminuant le poids des synapses, permettrait par conséquent de réaliser de fortes économies d'énergie. Cette théorie très élégante permet ainsi de relier à la fois mémoire et apprentissage, ainsi que l'effet bénéfique du sommeil dans la récupération physique. Le sommeil serait donc le prix à payer pour pouvoir apprendre.

La deuxième théorie propose au contraire que les informations encodées pendant l'éveil seraient rejouées pendant le sommeil et que ces réactivations joueraient un rôle

crucial pour consolider la mémoire et permettre le transfert des souvenirs de l'hippocampe au cortex (consolidation systémique). Cette théorie permet quant à elle d'expliquer les effets bénéfiques du sommeil qui, dans certains cas, augmente la mémorisation, et d'expliquer comment les souvenirs seraient progressivement transférés de l'hippocampe au cortex. La conservation des souvenirs d'enfance du patient HM après ablation de l'hippocampe est une indication de ce transfert.

Alors que pendant très longtemps, l'hypothèse SHY n'accordait aucune importance aux réactivations du sommeil, une version plus récente propose que toutes les synapses voient leur poids diminuer, sauf celles qui sont impliquées lors des réactivations. Ces dernières auraient donc pour rôle de protéger certaines synapses de la dépression synaptique, afin de ne pas oublier les souvenirs importants. Selon la deuxième hypothèse, les synapses réactivées seraient au contraire associées à un renforcement du poids synaptique pour consolider les souvenirs. La controverse porte donc sur le type de plasticité synaptique ayant lieu pendant le sommeil, dépression ou potentialisation synaptique.

Nous ne savons donc pas encore précisément quel type de plasticité est à l'œuvre pendant le sommeil. Cependant, si les deux théories restent opposées sur ce point, elles reposent toutes les deux sur l'importance des réactivations du som-

meil. Comment ces réactivations ont-elles été observées ? L'étude des réactivations, et plus généralement celle de l'influence du sommeil sur la mémoire, a trouvé ses lettres de noblesses grâce à l'analyse de la mémoire spatiale chez le rongeur. Grâce à des développements technologiques apparus dans les années 1990, l'étude de la mémoire spatiale a été réalisée à travers l'analyse de l'activité de grands ensembles de neurones chez l'animal libre de ses mouvements. Les études se sont notamment focalisées sur l'activité des neurones hippocampiques (appelés « cellules de lieu »). Ces neurones sont actifs (on dit qu'ils déchargent) lorsqu'un animal occupe un lieu particulier de l'environnement alors appelé champ de lieu ⁵. Cette découverte a valu à son auteur, John O'Keefe, le prix Nobel de médecine en 2014.

En 1994, Matt Wilson et Bruce McNaughton ⁶ ont observé, pendant le sommeil suivant une exploration de l'environnement par l'animal, que les neurones qui étaient actifs ensemble pendant l'éveil continuaient d'être actifs ensemble pendant le sommeil. Ils ont remarqué que ce profil de corrélation était observé pendant le sommeil suivant l'apprentissage, et était absent dans le sommeil précédent. Cela devait donc correspondre à une réactivation de l'éveil. Enfin, ils ont observé que cette corrélation était présente principalement lors du sommeil à ondes lentes, pendant des oscillations très courtes mais

5. O'KEEFE John et NADEL Lynn, *The Hippocampus as a Cognitive Map*, Oxford : Oxford University Press, 1978.

6. WILSON Matt A. et MCNAUGHTON Bruce L. « Reactivation of Hippocampal Ensemble Memories during Sleep », *Science*, vol. 265, n° 5172, juillet 1994, p. 676-679.

très rapides de l'activité globale de l'hippocampe appelées « *ripples* » (vaguelettes), suggérant que les réactivations apparaissaient à des moments particuliers du sommeil.

Une autre façon d'observer ces réactivations est de placer un animal dans un couloir pour qu'il fasse toujours la même trajectoire. Ainsi, les neurones seront activés avec la même séquence, selon l'ordre des champs de lieu dans ce couloir. Comme dans le cas précédent, les chercheurs ont observé que les neurones étaient réactivés dans le même ordre au moment des *ripples* dans le sommeil suivant l'apprentissage. Ces observations étaient en accord avec l'hypothèse émise par György Buzsáki en 1989, selon laquelle les informations étaient encodées pendant l'éveil, et rejouées et consolidées pendant le sommeil, principalement au moment des *ripples*, ces réactivations agissant comme la répétition dans un apprentissage classique.

Un problème persiste pourtant. En effet, ce n'est pas parce que l'on observe des réactivations neuronales pendant le sommeil qu'elles sont vraiment importantes pour la consolidation de la mémoire. Autrement dit, comment démontrer l'importance fonctionnelle des réactivations ? En théorie, il faudrait pouvoir les supprimer sélectivement afin de perturber la mémorisation. Mais pour les supprimer, il faut d'abord les détecter, il est alors trop tard pour agir. Pour contourner ce problème, avec Gabrielle Girardeau et Michael Zugaro au Collège de France, en collaboration avec Sidney

Wiener et György Buzsáki, nous avons tiré profit du fait que les réactivations ont lieu principalement pendant les *ripples*⁷. Nous avons donc détecté les *ripples* et utilisé une stimulation électrique de la commissure ventrale hippocampique qui induisait une suppression totale de l'activité neuronale de l'hippocampe associée, empêchant ainsi toutes les réactivations. Les rats devaient résoudre une tâche de mémoire spatiale sur un labyrinthe radial pour retrouver de la nourriture. Les stimulations étaient déclenchées chaque jour, pendant l'heure de sommeil qui suivait l'apprentissage. La suppression des *ripples* a entraîné une diminution de la performance des rats, démontrant ainsi que les *ripples* participent activement à l'apprentissage. Cela nous permettait d'apporter des preuves scientifiques au vieil adage selon lequel il faut apprendre ses leçons avant de se coucher. Oui, nos parents et grands-parents avaient raison.

Il semble donc que la plasticité synaptique soit présente pendant le sommeil et qu'elle soit importante pour la consolidation de la mémoire. La controverse sur le type de plasticité synaptique ayant lieu pendant le sommeil (dépression ou potentialisation synaptique) n'est probablement pas pertinente. En effet, de nombreux chercheurs pensent que les deux types de plasticité peuvent parfaitement coexister et permettrait à la fois de renforcer les souvenirs importants et d'effacer les autres. Reste la question de la consommation énergétique qui demeure non résolue.

7. GIRARDEAU Gabrielle *et alii*, « Selective Suppression of Hippocampal Ripples Impairs Spatial Memory », *Nature Neuroscience*, vol. 12, septembre 2009, p. 1 222-1 223.

Apprendre pendant le sommeil

Mais si la plasticité synaptique est présente pendant le sommeil pour permettre la consolidation de la mémoire, pourquoi ne serait-il pas possible d'utiliser cette plasticité pour apprendre de nouvelles informations pendant le sommeil ? C'est le problème auquel je me suis attelé lorsque j'ai monté mon équipe de recherche à l'École de physique et de chimie industrielles de la ville de Paris. Au lieu de perturber la mémoire pendant le sommeil, nous avons tenté d'utiliser les réactivations du sommeil pour créer un souvenir artificiel grâce à une interface cerveau-machine en boucle fermée. Le principe de la boucle fermée, en neurosciences, est d'enregistrer une activité cérébrale, de traiter voire de décoder cette activité et de stimuler en retour le cerveau, soit par une action perceptible sur le monde extérieur, soit en agissant directement sur le cerveau lui-même. Dans notre cas, nous avons tenté de donner des récompenses lorsqu'un animal rêvait être à un endroit pour voir si au réveil, l'animal s'y rendait espérant trouver une récompense.

Comment donner une récompense pendant le sommeil ? L'activité cérébrale étant une activité électrique, nous avons implanté une électrode dans le centre cérébral du plaisir. En effet, lorsque nous recevons une récompense, certains neurones de notre cerveau deviennent actifs, principalement les neurones dopaminergiques. Il nous est donc

possible de placer une électrode de stimulation électrique permettant d'activer sélectivement ces neurones et donc de donner une récompense à un animal, et ce même pendant son sommeil. Nous avons utilisé des stimulations du faisceau médian prosencéphalique, connues pour induire une forte récompense chez le rongeur et fréquemment utilisées comme renforcement positif dans des tâches comportementales. Ces stimulations sont actuellement pratiquées pour tenter de soigner certaines dépressions résistantes chez l'homme.

Nous avons ensuite développé une interface cerveau-machine afin d'associer la décharge d'une « cellule de lieu » de l'hippocampe avec une stimulation électrique du circuit de la récompense pendant le sommeil. Lorsque la cellule de lieu est active pendant le sommeil, l'hypothèse est que l'animal est en train de rejouer l'expérience vécue lorsqu'il était dans le lieu étant éveillé. Notre système nous permet alors de donner une récompense à l'animal à ces moments précis. Au moyen de l'interface cerveau-machine développée, nous avons associé les réactivations spontanées d'une cellule de lieu pendant le sommeil à une stimulation de récompense, afin de créer artificiellement une préférence de lieu pour l'endroit représenté par celle-ci. Au réveil nous avons observé que les souris allaient effectivement dans le champ de lieu du neurone utilisé, démontrant la possibilité de créer des souvenirs artificiels pendant le sommeil ⁸.

8. LAVILLÉON Gaetan (de) *et alii*, « Explicit Memory Creation during Sleep Demonstrates a Causal Role of Place Cells in Navigation », *Nature Neuroscience*, vol. 18, n° 4, avril 2015, p. 493-495. URL : <https://www.nature.com/articles/nn.3970>. Consulté le 3 mai 2019.

Dans notre expérience, il n'y avait qu'un seul apprentissage : l'association entre l'activité d'un neurone (la cellule de lieu) et une récompense (la stimulation électrique des centres du plaisir). Or au réveil, nous observons une attirance de l'animal pour le champ de lieu du neurone, donc une association entre une récompense et un lieu. Cela nous permet de démontrer un lien causal entre l'activité de neurones et la représentation d'un lieu dans l'espace physique. Cela démontre également que les cellules de lieu détiennent la même information spatiale durant la navigation et durant le sommeil, et donc l'existence des réactivations neuronales pendant le sommeil.

Notre expérience montre aussi qu'il est possible de créer des souvenirs artificiels pendant le sommeil. Plus précisément, il est possible de changer la valence émotionnelle d'un souvenir pendant le sommeil : le rendre plus positif ou potentiellement plus négatif. Une des applications possibles de cette technologie est le développement de nouvelles thérapies pour soigner le *stress* post-traumatique⁹. Une des thérapies utilisées actuellement repose sur le principe de replacer artificiellement les patients dans la situation traumatisante, mais en y associant un contexte plus apaisant pour caser la réaction pathologique de peur. Cependant, quand les patients doivent repenser aux souvenirs traumatisants dans le but de modifier leur valence émotionnelle, ceci est réalisé dans des conditions qui ne

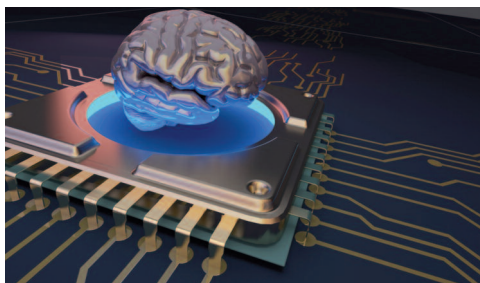
permettent pas le rappel exact de la trace mnésique du trauma. En fait, le patient sait que ce n'est pas réel, mais plus important, le cerveau n'est pas trompé, ce qui est une des hypothèses du relatif manque d'efficacité de ces thérapies. Si l'on pouvait identifier les réactivations des souvenirs traumatisants pendant le sommeil, nous pensons que cela correspondrait au moment optimal pour supprimer l'association pathologique avec la réaction de peur engendrée par l'expérience traumatisante. Cette modification est plus à même de réussir pendant le sommeil car pendant les rêves, le cerveau du patient considère les informations comme réelles.

L'ensemble des résultats chez l'homme et chez l'animal, et les théories qui en découlent, ont abouti au développement de protocoles permettant d'améliorer l'effet bénéfique du sommeil chez l'homme. La recherche fondamentale s'efforce maintenant d'approfondir les connaissances sur les mécanismes fins mis en jeu pendant le sommeil, et la recherche appliquée travaille à rendre concrets ces protocoles permettant d'augmenter les effets bénéfiques du sommeil sur la mémoire, et surtout à les rendre accessibles au plus grand nombre. Peut-on améliorer les performances des sportifs pendant le sommeil, peut-on limiter les méfaits des maladies neurodégénératives ? Autant de questions découlant de ces travaux auxquelles les chercheurs tentent d'apporter des réponses.

9. Projet Mnemosyne / ERC (European Research Council) Consolidator, piloté par Karim Benchenane, financé par l'Union européenne. URL : <https://cordis.europa.eu/project/rcn/211795/factsheet/en>

L'une des meilleures applications de la compréhension de la plasticité cérébrale est son utilisation dans le cadre des interactions cerveau-machine (ICM) afin de contrôler certains dispositifs. La plupart des utilisations concernent les domaines sensoriels (réparer une perte de vision, d'audition) ou moteurs (contrôle de bras robotisés ou d'exosquelettes). Si l'utilisation d'ICM dans le contexte sensori-moteur semble pertinente compte tenu du code neural présent dans ces structures (tonotopie, rétinotopie, *homunculus* sensori-moteur), elle l'est beaucoup moins dans des structures de plus haut niveau ; en particulier en ce qui concerne la mémoire.

Cet objectif est pourtant un fantasme important et l'objet de nombreux effets d'annonce chez certaines *start-ups* avides de publicité facile : télécharger son cerveau dans un ordinateur, importer le souvenir d'un livre directement dans son cerveau. Les manipulations de la mémoire comme celles présentées ici ne concernent que l'amélioration de souvenirs déjà existants, ou la manipulation de la valence émotionnelle associée à des informations mémorisées. Il est toujours impossible d'imaginer créer un souvenir de toutes pièces artificiellement. Les ICM reposent souvent sur l'identification d'un langage intermédiaire que l'ordinateur peut comprendre et que le cerveau peut apprendre à manipuler, ce grâce à la plasticité cérébrale. L'écriture dans le cerveau reviendrait au contraire à utiliser exactement le code neural



© Karsten Neglia / Shutterstock

propre au cerveau, ce qui est très loin d'être à notre portée. Mais la connaissance exacte de ce code ne serait pas suffisante. En effet, si le décodage ne nécessite que l'analyse de faibles populations neuronales, il faudrait en activer un nombre beaucoup plus grand pour induire la représentation associée. Il n'existe pas, à l'heure actuelle, de technique de stimulation permettant de réaliser cette prouesse. De plus, il serait nécessaire d'avoir déjà enregistré les neurones dont l'activité est associée à la représentation pour savoir lesquels activer. Il ne serait donc pas possible d'induire une information qui n'a pas déjà été encodée et stockée par le cerveau. L'insertion d'informations et le téléchargement de mémoire du cerveau vers un ordinateur relève plus de la science-fiction que d'une réalité même futuriste.

Les résultats scientifiques, dont certains ont été présentés ici, sont certes impressionnants, mais restent encore loin des attentes entretenues par certaines déclarations de gourous transhumanistes ou d'autres vendeurs de rêve. Le cerveau est peut-être plastique mais pas au point de rentrer dans un ordinateur. ■

Restauration visuelle et plasticité cérébrale

PAR SERGE PICAUD ¹

Dans le cadre de notre deuxième dossier sur le cerveau humain, Serge Picaud expose ici comment fonctionne la vision grâce à la rétine et à ses photorécepteurs transmettant au cerveau les informations visuelles adéquates. Mais il montre aussi qu'il existe de très nombreuses pathologies de la vision — les unes héréditaires et les autres plus complexes — et que, depuis quelques années, restaurer une forme de vision devient possible.

Exposant les avancées scientifiques actuelles et potentielles, l'auteur montre, par exemple, les progrès accomplis en matière de thérapie génique qui permettent désormais, notamment en cas de pathologie héréditaire, de remédier à la dégénérescence de cellules par l'introduction d'un gène fonctionnel réparateur. Non moins impressionnantes sont la thérapie cellulaire et les rétines artificielles (ou prothèses rétinienne) permettant de redonner la vue aux patients ayant perdu leurs photorécepteurs.

Les progrès réalisés pour restaurer la vision d'individus nés aveugles ou ayant été victimes de diverses maladies, y compris de dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA), soit plus d'un million de personnes en France, sont impressionnants ; ils jouent en outre un rôle déterminant dans l'activité et la plasticité cérébrale. H.J. ■

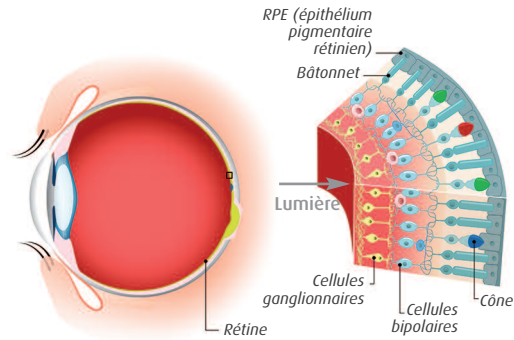
Depuis quelques années, restaurer une forme de vision chez des patients devenus aveugles devient une réalité. De nombreuses pathologies héréditaires ou des ma-

ladies plus complexes de la rétine aboutissent à la cécité. La rétine (illustration 1, page suivante), qui tapisse le fond de l'œil, a pour éléments principaux les photorécep-

1. Directeur de recherche à l'Institut de la Vision (Paris).

Illustration 1 — Schéma d'organisation des réseaux neuronaux de la rétine

La lumière traverse ces réseaux neuronaux avant d'atteindre les photorécepteurs, cônes ou bâtonnets. L'activation électrique est transmise aux neurones bipolaires, puis aux neurones ganglionnaires, qui forment le nerf optique.



Légende auteur. Image © Designua / Shutterstock.

Coupe de la rétine

teurs, qui transforment la lumière en une activité électrique, et un circuit neuronal, qui extrait les informations visuelles à envoyer au cerveau. Les cellules ganglionnaires sont les neurones de sortie de ce réseau et leurs axones composent le nerf optique. La dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) est causée par une dégénérescence des photorécepteurs ; le glaucome et la rétinopathie diabétique provoquent une perte des cellules ganglionnaires de la rétine.

Bien plus qu'une simple caméra, la rétine agit comme un véritable microprocesseur qui décompose et compresse l'information visuelle avant son transfert au cerveau. Dans le circuit rétinien, les photorécepteurs communiquent cette information à différentes cellules bipolaires dont certaines s'activent lors d'une augmentation de lumière (cellules *On*) quand les autres s'activent à la diminution de lumière (cellules *Off*). Le signal est ensuite transféré aux cellules ganglionnaires tout en se compliquant, puisque 40 types différents de cellules ganglionnaires

ont été décrits chez la souris. Chacune va extraire une partie de l'information sur le mouvement, la position des objets, leur vitesse, leur couleur.

La thérapie génique

Dans les pathologies héréditaires de la rétine, la dégénérescence des cellules résulte principalement de mutations sur des gènes exprimés dans les photorécepteurs ou les cellules ganglionnaires, et parfois, dans les cellules de l'épithélium pigmentaire, présentes sous les photorécepteurs. Le principe de la thérapie génique est de corriger les défauts induits par les mutations, en introduisant dans les cellules un gène fonctionnel, porté par un virus utilisé comme vecteur.

L'œil offre une structure particulièrement adaptée à la thérapie génique car le vecteur viral, de type virus adéno-associé (AAV en anglais), est facilement injecté dans l'humeur vitreuse que contient la cavité oculaire. De plus, l'espace ré-

duit de cette cavité participe au confinement du vecteur, limitant un risque systémique dans le cas d'une diffusion du vecteur en dehors de cette structure. Enfin, la rétine est souvent considérée comme une structure bénéficiant du privilège immunitaire, ce qui signifie l'absence de réaction inflammatoire majeure à un élément étranger comme le vecteur.

Récemment, la première thérapie génique en ophtalmologie a été validée pour traiter l'amaurose congénitale de Leber, par Spark Therapeutics, une compagnie de biotechnologie opérant à Philadelphie et rachetée par Roche. Cette dystrophie rétinienne des photorécepteurs entraîne une perte de la vue chez l'enfant, causée par une mutation sur le gène RPE65 exprimé dans les cellules de l'épithélium pigmentaire rétinien. Cette avancée spectaculaire redonne aux enfants suffisamment de vision pour leur permettre de lire à nouveau.

De nombreux autres essais cliniques de thérapie génique en ophtalmologie ont été entrepris à la suite de ce succès. À l'Institut de la vision, Marisol Corral-Debrinski a développé une thérapie génique ciblant des maladies mitochondriales qui touchent spécifiquement les cellules ganglionnaires de la rétine². Elle est actuellement en essais cliniques de phase 3, pilotés par l'entreprise GenSight Biologics, une

start-up de l'Institut de la vision. À 72 semaines, la qualité de vie des patients est améliorée, leur vision de l'œil injecté avec le produit GSo10 est meilleure, et la vision de l'œil opposé s'améliore également dans des proportions supérieures à l'histoire naturelle. Cependant, seul l'œil injecté maintient une structure anatomique stable. L'amélioration fonctionnelle bilatérale pourrait s'expliquer par une plasticité neuronale induite par la restauration visuelle d'un œil (voir ci-après).

Cette forme de thérapie génique implique de connaître tous les gènes mutés et de produire un vecteur par gène muté. L'inconvénient est de ne pas pouvoir traiter les patients dont le gène causal n'a pas été identifié, ou les patients atteints de mutations autosomiques dominantes. Enfin, les validations précliniques et cliniques pour chaque gène entraînent des coûts très élevés (800 000 dollars US pour le traitement de Spark Therapeutics).

La découverte du facteur de survie des photorécepteurs à cônes³ pourrait permettre le développement d'une thérapie génique indépendante du gène causal muté. En effet, ce facteur libéré par les photorécepteurs à bâtonnets disparaît dès lors que ces derniers dégèrent, entraînant alors la disparition progressive des photorécepteurs à cônes. Or si nous pouvons vivre sans la vision nocturne, dont sont

2. ELLOUZE Sami *et alii*, « Optimized Allotopic Expression of the Human Mitochondrial ND4 Prevents Blindness in a Rat Model of Mitochondrial Dysfunction », *The American Journal of Human Genetics*, vol. 83, n° 3, septembre 2008, p. 373-387. URL : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2556433/>. Consulté le 6 mai 2019.

3. LÉVEILLARD Thierry *et alii*, « Identification and Characterization of Rod-derived Cone Viability Factor », *Nature Genetics*, vol. 36, juin 2004, p. 755-759. URL : <https://www.nature.com/articles/ng1386>. Consulté le 6 mai 2019.

responsables les photorécepteurs à bâtonnets, la disparition de la vision des couleurs en condition diurne, que procurent les photorécepteurs à cônes, entraîne la cécité. Cette découverte a permis de comprendre pourquoi les cônes dégèrent dans de nombreuses dystrophies rétinienne héréditaires bien que le gène causal muté ne soit pas exprimé dans les cônes. SparingVision, une autre *start-up* de l'Institut de la vision, propose de réintroduire par thérapie génique le gène de ce facteur de survie des cônes dans une cellule ne l'exprimant pas naturellement, et cette stratégie devrait permettre d'augmenter la longévité des cônes.

La thérapie cellulaire

La possibilité de produire des cellules rétinienne à partir de cellules souches ouvre également de nouvelles perspectives thérapeutiques. Cette opportunité est renforcée par la découverte du prix Nobel de médecine 2012, Shinya Yamanaka (université de Kyoto), décrivant la reprogrammation de cellules de peau en cellules souches pluripotentes. Son équipe a été la première à utiliser des cellules d'épithélium rétinien ainsi produites pour traiter une patiente atteinte de dégénérescence maculaire liée à l'âge. Dans cette maladie, la dégénérescence des photorécepteurs pourrait provenir d'un dysfonction-

nement de l'épithélium pigmentaire mais, à l'heure actuelle, aucune véritable amélioration de la vision n'a été notée.

Cette approche à partir de cellules souches a également été développée à l'Institut de la vision en partenariat avec la société i-Stem (*biotech* française basée à Évry) pour le traitement de certaines dystrophies rétinienne héréditaires causées par la dysfonction de l'épithélium rétinien⁴. La capacité de régénérer une rétine entière à partir de cellules souches pluripotentes ouvre également la perspective de la transplantation de photorécepteurs ou de cellules ganglionnaires, mais ces stratégies ne sont pas encore prêtes pour entrer en clinique.

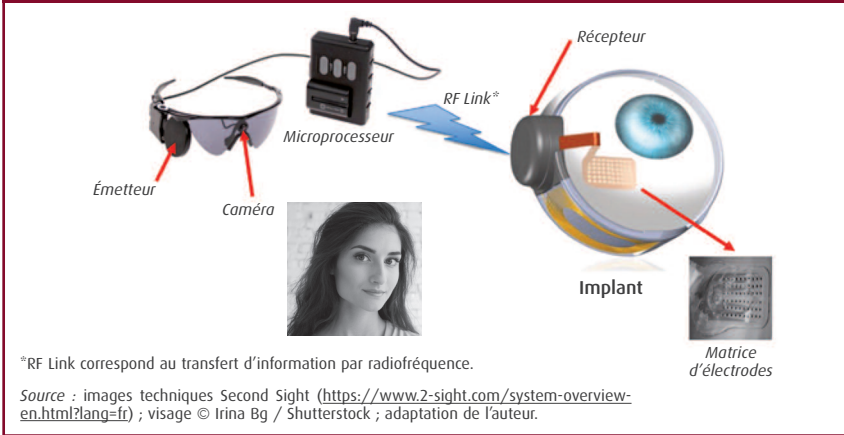
Les prothèses rétinienne

Les rétines artificielles ou prothèses rétinienne ont pour objet de redonner la vue aux patients ayant perdu leurs photorécepteurs. Le concept est de stimuler électriquement le circuit neuronal résiduel pour que les cellules (neurones) ganglionnaires communiquent à nouveau une information visuelle au cerveau. Différentes approches ont été développées pour activer les cellules ganglionnaires et le *standard* actuel est la stimulation directe de leur corps cellulaire⁵.

4. BEN M'BAREK Karim *et alii*, « Human ESC-derived Retinal Epithelial Cell Sheets Potentiate Rescue of Photoreceptor Cell Loss in Rats with Retinal Degeneration », *Science Translational Medicine*, vol. 9, n° 421, 2017. URL : <https://stm.sciencemag.org/content/9/421/eaai7471>. Consulté le 6 mai 2019.

5. CRUZ Lyndon (da) *et alii*, « Five-Year Safety and Performance Results from the Argus II Retinal Prosthesis System Clinical Trial », *Ophthalmology*, vol. 123, n° 10, octobre 2016, p. 2 248-2 254.

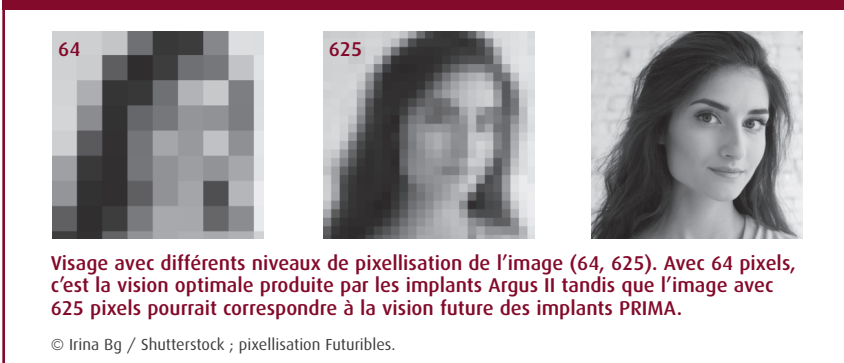
Illustration 2 — Le dispositif Argus II de restauration visuelle



La compagnie américaine Second Sight a obtenu l'autorisation de mise sur les marchés européen et américain de son dispositif, Argus II, et plus de 350 patients en sont actuellement équipés. Ce dispositif, montré sur l'illustration 2, se compose d'une paire de lunettes comportant une caméra qui acquiert des images dans le champ visuel. Les images sont transférées à un micro-ordinateur de poche qui les transforme en une matrice de stimulation électrique dont les codes sont envoyés par radiofréquence de la paire de lunettes vers

un boîtier attaché à la surface de l'œil. Dans ce boîtier, une puce électronique convertit les codes en courants électriques qui vont être conduits par une natte de fils conducteurs vers une matrice de microélectrodes attachée sur la rétine (prothèse épi-rétinienne), où elles excitent les cellules ganglionnaires. La matrice comporte 6 x 10 électrodes de 0,2 millimètre de diamètre dont toutes ne sont pas efficaces. La résolution spatiale avec un implant de 60 électrodes (60 pixels) reste limitée (illustration 3). Les patients peuvent détecter des

Illustration 3 — Reconnaissance des visages avec une prothèse rétinienne



objets contrastés et quelques patients peuvent même lire des lettres ou des mots simples ⁶.

Des tests psychophysiques suggèrent que la lecture, la locomotion autonome et la reconnaissance des visages pourraient être atteintes dès la production de 600 pixels. D'autres études, plus récentes, suggèrent que la reconnaissance d'un objet dans un environnement complexe pourrait requérir plus de 3 000 pixels. Si cette résolution a peu de chances de voir le jour dans un avenir proche avec les technologies épi-rétiniennes, les prothèses sous-rétiniennes sont plus puissantes. Le principe est de placer sous la rétine, dans la strate qui est normalement occupée par les cellules photoréceptrices, des photodiodes recevant la lumière à travers l'œil.

Au début des années 2000, les premières prothèses de ce type ont été développées avec des photodiodes solaires connectées à 5 000 électrodes. Malheureusement, la puissance individuelle de chaque unité de cet implant ne permettait pas d'activer le tissu rétinien. Par la suite, le concept fut repris avec 1 600 électrodes intégrant un circuit pour amplifier le courant produit au niveau de chaque photodiode. Cette technologie a donné lieu aux prothèses rétiniennes Alpha-IMS développées par l'entreprise allemande Retina Implant AG. Cependant, la nécessité d'alimenter le circuit d'am-

plification dans chaque unité de la prothèse impose de relier le dispositif à une batterie externe par un lien filaire entraînant une chirurgie complexe de sept à neuf heures. De plus, si l'acuité visuelle est globalement au-dessus de celle des prothèses épi-rétiniennes, elle ne correspond pas à ce qu'autant de pixels laisseraient espérer.

Actuellement, ces dispositifs commerciaux ont tous une masse électrique commune et distante. La modélisation de la répartition des courants suggère que l'introduction d'une grille de masse entourant individuellement chacune des électrodes pourrait augmenter très significativement leur résolution spatiale. Cette différence étant d'autant plus importante que la grille de masse est conductrice, nous travaillons sur des matériaux semi-conducteurs comme le graphène ou le diamant ⁷. Utilisant cet acquis, le professeur Daniel Palanker (université de Stanford) a produit une prothèse sous-rétinienne équipée de photodiodes infrarouges ne nécessitant aucune alimentation extérieure. L'illumination infrarouge est produite par des lunettes comportant une caméra vidéo couplée avec un système émetteur d'infrarouge pulsé. Avec ce nouveau dispositif, appelé PRIMA, son équipe a montré une bonne résolution spatiale chez le rongeur aveugle. Convaincu de la pertinence de l'approche, la *start-up* Pixium Vision de l'Institut

6. CRUZ Lyndon (da) *et alii*, « The Argus II Epiretinal Prosthesis System Allows Letter and Word Reading and Long-term Function in Patients with Profound Vision Loss », *The British Journal of Ophthalmology*, vol. 97, n° 5, mai 2013, p. 632-636.

7. BENDALI Amel *et alii*, « Purified Neurons Can Survive on Peptide-free Graphene Layers », *Advanced Healthcare Materials*, vol. 2, n° 7, juillet 2013, p. 929-933 ; BENDALI Amel *et alii*, « Synthetic 3D Diamond-based Electrodes for Flexible Retinal Neuroprostheses: Model, Production and *In Vivo* Biocompatibility », *Biomaterials*, vol. 67, octobre 2015, p. 73-83.

de la vision a produit ce dispositif en France après l'avoir adapté à une utilisation clinique.

Nous avons ensuite démontré *in vitro* la sensibilité de cellules ganglionnaires de primates à l'activation d'un seul et unique pixel, puis nous avons observé la capacité pour le primate de percevoir l'activation d'un seul pixel. Ces résultats ont permis le démarrage d'essais cliniques réalisés avec des patients atteints d'une dégénérescence maculaire liée à l'âge (DMLA) et non d'une rétinopathie pigmentaire comme pour les précédents dispositifs. L'implant de 2 millimètres de côté porte 378 électrodes avec un espacement de 0,1 millimètre. Trois patients sur cinq peuvent lire des mots ou des lettres, et leur acuité visuelle peut atteindre jusqu'à 20/460, la meilleure acuité visuelle rapportée actuellement pour des prothèses rétiniennes⁸. Pour améliorer ce dispositif, l'espacement des électrodes pourrait être réduit afin d'augmenter la résolution, ainsi que le nombre d'électrodes. D'autres possibilités reposent sur le développement de nouveaux matériaux comme les polymères photosensibles ou des nanotubes de titane.

Plasticité du système visuel

Les travaux des lauréats du prix Nobel de médecine 1981, David Hubel et Torsten Wiesel, indiquaient

que l'apprentissage de la vision, le développement de la perception visuelle, devait avoir lieu avant la fin de la période critique placée 5-6 ans après la naissance. Ce dogme semble remis en question par l'opération bien après cette période critique de personnes devenues aveugles avant l'âge d'un an à la suite d'une cataracte congénitale. Leur opération à l'âge adulte ou à l'adolescence a montré qu'il reste possible d'apprendre certaines fonctions visuelles. Ainsi, ces patients ont permis de répondre à la question posée au XVII^e siècle par le philosophe irlandais William Molyneux.

Ce dernier s'interrogeait sur la capacité d'un aveugle retrouvant la vue à faire correspondre sa perception tactile d'un objet à son aspect visuel. Ce problème passionna les philosophes car il s'agissait de savoir si nos sens perçoivent le monde extérieur d'une manière amodale ou si les sens doivent se développer et s'adapter. Effectivement, des aveugles opérés ne peuvent pas établir la correspondance tactile-visuel immédiatement après l'opération, mais ils apprennent à réaliser cette correspondance⁹. Cet apprentissage se fait par l'intégration des formes par le mouvement, qui permet d'en produire une représentation spatiale et démontre l'importance de la perception du mouvement dans l'apprentissage visuel. La plasticité du système visuel des opérés est aussi démontrée par l'amélioration de la sensibilité aux contrastes¹⁰.

8. Voir le site Internet <https://www.pixium-vision.com/>

9. HELD Richard *et alii*, « The Newly Sighted Fail to Match Seen with Felt », *Nature Neuroscience*, vol. 14, avril 2011, p. 551-553.

10. KALIA Amy *et alii*, « Development of Pattern Vision Following Early and Extended Blindness », *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol. 111, n° 5, 2014, p. 2 035-2 039. URL : <https://www.pnas.org/content/111/5/2035>. Consulté le 7 mai 2019.

Cette plasticité du système visuel à l'âge adulte est également activée chez les patients aveugles implantés avec une prothèse rétinienne. Elle est attestée par l'augmentation de l'activité cérébrale des aires visuelles un an après l'utilisation active de la prothèse rétinienne Argus II, mesurée par imagerie par résonance magnétique (IRM) fonctionnelle en réponse à un *flash* de lumière, la prothèse rétinienne étant bien entendu désactivée. En réalité, l'augmentation de l'activité cérébrale naturelle est directement corrélée aux performances visuelles du patient lorsqu'il utilise sa prothèse rétinienne. Elle ne peut pas provenir d'un effet trophique de la chirurgie car un patient qui avait finalement décidé de ne pas utiliser le dispositif, ne présentait pas de modification d'activité fonctionnelle par IRM. Il semble donc que la restauration visuelle induise une plasticité cérébrale qui augmente la sensibilité à une stimulation visuelle naturelle. Cette plasticité cérébrale se traduit également par une amélioration du champ visuel mesuré avec le dispositif éteint, passant, chez un patient, d'aucune perception visuelle à un champ visuel relativement large dans les deux yeux. L'ensemble de ces résultats suggère que la réactivation rétinienne sur un œil peut induire une plasticité cérébrale sur les circuits

visuels des deux yeux pour une meilleure appréciation des informations visuelles naturelles résiduelles. Ce résultat montre l'importance du programme de réadaptation visuelle pour obtenir la progression continue des performances visuelles sur plusieurs mois.

Conclusions

Les stratégies de restauration visuelle ou de prévention de la cécité bénéficient du développement d'un corpus de technologies incluant thérapie génique, thérapie cellulaire et neuroprothèse. L'œil se prête particulièrement à ces développements par son accès privilégié et son relatif isolement. Les résultats sont déjà spectaculaires pour les patients bien que nous soyons au début d'une révolution de la pratique du soin en ophtalmologie. Si pour l'instant, ces nouvelles technologies ciblent principalement les pathologies des photorécepteurs, elles pourraient s'étendre à celles conduisant à l'atrophie du nerf optique. Les premiers essais cliniques commencent ainsi sur la thérapie génique pour ces cellules ou la restauration visuelle par activation directe du cortex visuel. La révolution est en marche et l'Institut de la vision compte poursuivre son action pour prévenir la cécité, voire restaurer la vue. ■

N.B. : les travaux de recherche de Serge Picaud sur les prothèses rétiniennes sont financés par la Banque publique d'investissement (BPI France, projet 2014-PRSP-15), par la fondation Fighting Blindness, la Fédération des aveugles de France, le LabEx LIFESENSES (ANR-10-LABX-65), administré par l'Agence nationale pour la recherche (ANR) dans le premier programme d'Investissements d'avenir (ANR-11-IDEX-0004-02) et le financement de la communauté européenne *Horizon 2020 Research and Innovation Program* » (n° 785219 Flagship Graphene).

Les valeurs des Français en tendances

PLUS DE LIBERTÉ POUR SOI,
PLUS D'EXIGENCES DANS LA SPHÈRE COLLECTIVE

PAR PIERRE BRÉCHON ¹

La revue Futuribles s'intéresse depuis plus de 35 ans à l'évolution des systèmes de valeurs et à l'étude de leur transformation, faisant régulièrement écho aux études réalisées tous les 9-10 ans dans le cadre de l'European Values Study. La dernière vague en date a été réalisée en 2017-2018 et Pierre Bréchon en présente ici les premiers enseignements relatifs à la France.

Dans le contexte de crise sociale que connaît le pays depuis novembre 2018, l'analyse sur longue période que nous livre ici Pierre Bréchon de l'évolution des valeurs des Français à l'égard de leur vie et de la société, vient utilement remettre les choses en perspective. Sans contester les difficultés de la vie courante que ceux-ci peuvent rencontrer (en matière de revenus, d'emploi, etc.), il souligne ici, au regard des dernières enquêtes, que le lien social ne semble pas menacé en France, que les valeurs de tolérance et de respect d'autrui continuent de progresser, que le sentiment de bonheur est aussi élevé et reste stable, etc. L'individualisation continue de progresser, l'attachement à l'État protecteur ne se dément pas, l'implication politique est stable, la religion confirme son recul... ; mais le rapport à la démocratie est plus complexe et la demande d'ordre public reste forte. Si ces deux derniers points invitent à une certaine vigilance pour maintenir l'attachement des Français à leurs institutions politiques et à la démocratie, plus globalement, les résultats de la vague 2017-2018 rompent avec le pessimisme ambiant. S.D. ■

1. Professeur émérite de science politique à Sciences po Grenoble, chercheur au laboratoire PACTE (Politiques publiques, ACTION politique, TERRitoires) / CNRS (Centre national de la recherche scientifique), président d'ARVAL (Association pour la recherche sur les systèmes de valeurs).

On a tous des impressions sur l'évolution de la société française. Et les médias diffusent aussi souvent des représentations — plus ou moins péremptoires — sur les changements qui affecteraient la France. Les valeurs se perdraient, les Français seraient de plus en plus égoïstes et utilitaires, les sectarismes seraient triomphants, on ne saurait plus faire société ensemble. La liste des jugements pessimistes que l'on entend souvent pourrait être allongée. Ils sont le signe d'une société inquiète sur son devenir, probablement trop inquiète. À force de ne voir que ce qui va mal, la capacité à agir risque d'en être affaiblie. Sur beaucoup de sujets, avec un peu plus de positivité sur la situation, l'ensemble des acteurs sociaux pourraient mieux se mobiliser et être plus efficaces.

Pour connaître ce que sont les valeurs des Français et comment elles évoluent, les enquêtes quantitatives sont un outil décisif car elles reposent sur des échantillons représentatifs de toute la population, alors que souvent ce que l'on dit sur la société ne concerne que l'un de ses secteurs. Par exemple, on juge les valeurs des Français à travers l'observation des élites politiques, économiques et sociales. Ou à travers ce que l'on constate dans notre entourage, qui est bien sûr toujours situé socialement et pas équivalent à l'ensemble de la société.

Une enquête spécifique a été créée dès 1981 pour mesurer l'évolution des valeurs en Europe. Elle est l'œuvre de différents sociologues et politologues inquiets devant le déclin amorcé des valeurs traditionnelles². Ils veulent pouvoir mesurer périodiquement les valeurs pour bien discerner leurs évolutions. L'enquête sera donc refaite en 1990, 1999, 2008 et 2017-2018, avec chaque fois un questionnaire très semblable pour faciliter des comparaisons dans le temps. Le questionnaire est très détaillé et porte sur les grands domaines de la vie : famille, travail, sociabilité, morale, religion, politique, économie... Au fil des vagues, le nombre de pays concernés s'est élargi et couvre aujourd'hui à peu près l'ensemble de l'Europe continentale, de l'Islande à la Russie, des pays scandinaves aux pays méditerranéens. De nombreuses publications ont été faites pour analyser les évolutions jusqu'aux années 2010, y compris dans *Futuribles* (voir encadré). Avec les données les plus récentes, un nouveau cycle de publications a commencé avec la sortie de *La France des valeurs*³.



2. Jean Stoetzel, à la fois universitaire et président fondateur de l'IFOP (Institut français d'opinion publique), premier institut de sondages français, est l'une des chevilles ouvrières de l'enquête. Il a publié le premier livre consacré aux résultats de l'enquête dans neuf pays de l'Europe de l'Ouest : *Les Valeurs du temps présent : une enquête européenne*, Paris : Presses universitaires de France (PUF), 1983.

3. BRÉCHON Pierre, GONTHIER Frédéric et ASTOR Sandrine (sous la dir. de), *La France des valeurs. Quarante ans d'évolutions*, Grenoble : Presses universitaires de Grenoble (Libres cours - politique), mai 2019.

PRINCIPALES PUBLICATIONS SUR LES ENQUÊTES VALEURS DEPUIS 2009

Ouvrages sur les valeurs des Français

► BRÉCHON Pierre, GONTHIER Frédéric et ASTOR Sandrine (sous la dir. de), *La France des valeurs. Quarante ans d'évolutions*, Grenoble : Presses universitaires de Grenoble (Libres cours - politique), mai 2019.

► BRÉCHON Pierre et TCHERNIA Jean-François (sous la dir. de), *La France à travers ses valeurs*, Paris : Armand Colin, 2009.

► BRÉCHON Pierre et GALLAND Olivier (sous la dir. de), *L'Individualisation des valeurs*, Paris : Armand Colin, 2010.

► GALLAND Olivier et ROUDET Bernard (sous la dir. de), *Une jeunesse différente ? Les valeurs des jeunes Français depuis 30 ans*, Paris : La documentation Française / INJEP (Institut national de la jeunesse et de l'éducation populaire), 2012 (réédition : La documentation Française [Doc'en poche n° 34], 2014).

Principales publications sur les valeurs des Européens

► « Les valeurs des Européens », numéro spécial, *Futuribles*, n° 395, juillet-août 2013 (coordonné par Pierre Bréchon).

► BRÉCHON Pierre et GONTHIER Frédéric (sous la dir. de), *Atlas des Européens. Valeurs communes et différences nationales*, Paris : Armand Colin et ARVAL / PACTE, 2013 (analysé in *Futuribles*, n° 401, juillet-août 2014, p. 131-132).

► BRÉCHON Pierre et GONTHIER Frédéric (sous la dir. de), *Les Valeurs des Européens. Évolutions et clivages*, Paris : Armand Colin (coll. U), 2014. Traduit en anglais : *European Values: Trends and Divides over Thirty Years*, Leiden : Brill, 2017.

► « Jeunes Européens : quelles valeurs en partage », *Agora Débats / Jeunes*, n° 67, mai 2014, p. 53-129 (dossier coordonné par Olivier Galland et Bernard Roudet).

P.B.

Cet article porte seulement sur les valeurs des Français : quelles évolutions de valeurs sont-elles repérables sur les 40 dernières années ? La société française est-elle autant en crise qu'on le dit souvent ?

Le lien social n'est pas particulièrement menacé

Les Français ne se sont jamais fait spontanément confiance, à la différence de ce que l'on observe dans les pays scandinaves. Ils restent prudents à l'égard d'autrui. Mais le regard sur les autres ne se dégrade pas. En 1981, 22 % disaient faire spontanément confiance aux autres ; le pourcentage est aujourd'hui de 26 %. Une question posée pour la première fois en 2018 précise le diagnostic (tableau 1). La confiance est très étendue à l'égard des membres de sa famille et des personnes que l'on connaît personnellement, elle est encore assez développée à l'égard des voisins, des gens d'autre nationalité ou religion. La prudence s'exerce surtout à l'égard des individus que l'on rencontre pour la première fois. À leur égard, la confiance spontanée

Tableau 1 — La confiance envers différentes catégories de personnes (en % verticaux)*

Confiance	Votre famille	Gens connus	Vos voisins	Personne d'une autre nationalité	Personne d'une autre religion	Première rencontre
Tout à fait	70	38	17	10	10	2
Plutôt	23	54	58	57	54	32

*La différence entre les pourcentages et 100 dans chaque colonne correspond aux personnes déclarant ne pas faire confiance et aux non-réponses.
Source : *European Values Study* (EVS) 2018 pour la France.

reste minoritaire mais concerne quand même un tiers de la population, ce qui est important dans le climat de peur et de suspicion qui agite la France, comme beaucoup d'autres sociétés développées.

Les relations sociales dans le milieu associatif ne sont pas aussi florissantes que dans les pays scandinaves, mais elles sont plus développées que dans l'Europe du Sud. Le niveau est plutôt stable : 38 % adhéraient à au moins une association en 2008, 41 % aujourd'hui, touchant surtout au sport, aux loisirs et à la culture. Environ la moitié des adhérents (soit 22 % de l'échantillon) y ont une activité bénévole.

Plus intéressant encore : les valeurs de fraternité se développent plutôt. Parmi les qualités à encourager chez les enfants, 39 % sélectionnaient la générosité en 2008, 44 % aujourd'hui. Surtout, l'altruisme, mesuré par l'intérêt porté aux conditions de vie de différentes catégories de population, plus ou moins proches (des voisins à l'humanité entière) mais aussi plus ou moins défavorisées (des personnes âgées aux immigrés), est en progression assez nette en 2018, par rapport au niveau — stable — que l'on observait en 1999 et 2008 (tableau 2). Cette augmentation semble largement un effet de période, puisque le niveau d'altruisme progresse dans toutes les générations, mais plus particulièrement chez les jeunes, qui se montraient jusque-là plutôt moins compatissants à l'égard d'autrui.

Ce regain d'altruisme relativise fortement les poncifs récurrents sur la montée de l'individualisme. On peut y voir un effet de conjoncture : le sentiment que la crise économique de 2008 a fait progresser les inégalités et la pauvreté inciterait les Français à se sentir davantage concernés par les autres⁴. Mais cette évolution

Tableau 2 — Évolution de l'altruisme* de 1999 à 2018 (en % verticaux)

	1999	2008	2018
Beaucoup (9-20)	17	17	26
Assez (21-25)	25	26	26
Peu (26-30)	28	28	25
Très peu (31-45)	30	29	23

*L'indice d'altruisme est construit par addition des réponses à neuf indicateurs, mesurant l'intérêt porté aux conditions de vie des voisins, gens de la région, concitoyens, Européens, humanité entière, personnes âgées, chômeurs, immigrés, malades ou handicapés. L'enquête pouvant répondre en cinq modalités, de beaucoup (1) à pas du tout (5), l'indice va de 9 à 45 ; il est découpé en quartiles pour 2018.

Source : EVS 2018 pour la France.

4. Cette hypothèse va à l'encontre de ce qui est le plus souvent avancé. Selon un raisonnement économique utilitariste, les crises économiques devraient produire du repli identitaire.

pourrait être plus pérenne et liée à la montée de valeurs d'ouverture et de tolérance.

La tolérance est une valeur très forte depuis déjà longtemps dans la société française. À chaque vague de l'enquête, la tolérance et le respect des autres constituent les qualités les plus citées dans la liste de ce que l'on doit encourager chez les enfants. Les Français sont 85 % à vouloir une société de tolérance, ce qui ne veut pas dire qu'ils le soient toujours. La tolérance est très forte en matière de libéralisme des mœurs : chacun souhaite pouvoir faire ce qu'il veut dans sa vie privée — gérer comme il l'entend tout ce qui touche à la sexualité, au rapport au corps, à l'intimité (ce thème sera développé plus avant) et, du coup, il reconnaît aussi aux autres le droit de vivre comme ils le souhaitent.

Évidemment, la tolérance n'est pas forcément valorisée dans tous les domaines. On sait bien qu'il existe de la xénophobie et des discriminations à l'égard des étrangers. Mais sur le long terme, la xénophobie et les stéréotypes hostiles aux immigrés sont plutôt en baisse ⁵. Le tableau 3 montre le genre de personnes qu'on ne voudrait pas avoir comme voisin. On constate qu'en permanence, ce sont les personnes dont on craint les déviances et les incivilités — les drogués et les alcooliques — qui sont le plus rejetés. Beaucoup de catégories ethno-religieuses ne semblent pas beaucoup réprochées, sauf les gitans, minorité dont certains craignent la petite délinquance. Mais si depuis 2008 la mise à distance des drogués et des alcooliques s'est renforcée dans un climat où la demande d'ordre public est plus forte, les gitans sont plutôt mieux tolérés et les autres catégories ethno-religieuses sont toujours peu réprochées.

La faible tolérance à l'égard des immigrés se constate beaucoup plus sur la question de l'accès à l'emploi. Les personnes approuvant le principe de

Tableau 3 — Les catégories de personnes que l'on ne voudrait pas avoir comme voisins* (en %)

	1981	1990	1999	2008	2018
Des drogués	–	44	47	38	57
Des gens portés sur la boisson	47	50	47	34	41
Des gitans	–	–	40	24	23
Des musulmans	–	18	16	8	8
Des homosexuels	–	24	15	7	7
Des travailleurs étrangers / des immigrés	6	13	12	4	9
Des gens d'une autre race	5	9	9	3	4
Des juifs	–	7	6	3	4

*Dans la liste proposée de catégories, on peut retenir toutes celles que l'on veut. Le total des réponses est donc supérieur à 100.

Source : EVS 2018 pour la France.

5. Une fois de plus, cette tendance a été confirmée dans le rapport annuel de la Commission nationale consultative des droits de l'homme : CNCDH, *La Lutte contre le racisme, l'antisémitisme et la xénophobie. Année 2018*, Paris : La documentation Française, 2019.

préférence nationale à l'embauche (tableau 4) étaient majoritaires en France jusqu'au début des années 2000. Depuis 2008, le chiffre a régressé d'un tiers mais est encore élevé (42 %). Il n'y a d'ailleurs qu'un petit tiers des Français pour refuser clairement cette pratique.

L'image des immigrés n'est pas aussi dégradée qu'on pourrait le croire dans le contexte d'arrivées importantes de réfugiés sur le continent européen et de débats publics tendus, envenimés par la droite radicale. L'enquête teste plusieurs opinions à travers des échelles en 10 positions (tableau 5). Même si le jugement négatif est plus important concernant le poids que les immigrés feraient peser sur la Sécurité sociale, les réponses à tous ces indicateurs sont très corrélées entre elles et aussi avec la question précédente sur la préférence nationale à l'embauche. On observe une très grande stabilité des opinions au cours des 10 dernières années.

La position nuancée des Français sur le sujet apparaît encore dans un dernier indicateur : 27 % jugent très ou assez bon l'impact des personnes qui viennent vivre en France sur le développement du pays, 45 % hésitent, alors que 25 % pensent que l'effet est très ou assez mauvais.

Tous ces résultats sur les liens sociaux montrent qu'il y a beaucoup de dynamiques positives dans la société française. Les fractures — qui semblent abyssales à écouter les médias — ne sont pas aussi fortes qu'on le dit ⁶. La

Tableau 4 — Préférence nationale dans l'accès à l'emploi (en % verticaux)
Réponse à la question « Quand les emplois sont rares, les employeurs devraient embaucher en priorité des Français »

	1990	1999	2008	2018
Tout à fait d'accord	61	53	41	21
Assez d'accord				21
Ni d'accord, ni pas d'accord	6	10	4	16
Plutôt pas d'accord				17
Pas d'accord du tout	30	35	54	14

Source : EVS 2018 pour la France.

Tableau 5 — Jugements sur les immigrés (en % verticaux pour chaque dimension)*

	2008	2018
Les immigrés prennent les emplois des Français	26	25
Les immigrés ne prennent pas les emplois des Français	46	48
Les immigrés accentuent les problèmes de criminalité	32	31
Les immigrés n'accroissent pas les problèmes de criminalité	39	38
Les immigrés sont une charge pour la Sécurité sociale d'un pays	46	47
Les immigrés ne sont pas une charge pour la Sécurité sociale d'un pays	27	29

*Pour ces trois échelles en 10 positions, on a totalisé d'un côté les réponses aux notes 1 à 4, de l'autre les choix de 7 à 10. Les positions moyennes et les sans-réponses ne figurent pas dans le tableau.

Source : EVS 2018 pour la France.

6. Jérôme Fourquet, dans *L'Archipel français. Naissance d'une nation multiple et divisée* (Paris : Seuil, 2019), s'est fait l'écho de ces fractures. Sa position de sondeur sur l'actualité politique conjoncturelle favorise une perception clivée et pessimiste.

France de l'après-guerre était beaucoup plus clivée que celle d'aujourd'hui⁷. Le conflit de classes imprégnait fortement les esprits : deux mondes se vivaient en opposition frontale de valeurs. Mais aujourd'hui, il y a surtout multiplication des oppositions ciblées sur des problèmes particuliers entre des groupes sociaux et politiques multiples, dans une société moins conformiste et plus critique qu'autrefois.

Un domaine privé épanouissant, un espace public angoissant

Les Français, s'ils ne sont pas les plus sociables des Européens, sont nombreux à se déclarer heureux de leur sort (tableau 6). On observe même, au fil des décennies, une croissance de la proportion de personnes très heureuses (et pas seulement assez heureuses).

Tableau 6 — Évolution du sentiment de bonheur (% verticaux)

	1981	1990	1999	2008	2018
Très heureux	19	26	31	34	34
Assez heureux	70	66	59	56	57
Pas très heureux	8	7	8	8	8
Pas heureux du tout	2	1	1	2	1

Source : EVS 2018 pour la France.

Un deuxième indicateur mesure la satisfaction de sa vie sur une échelle de 1 (très satisfait) à 10 (pas du tout satisfait). Même si l'évolution n'est pas aussi forte que sur le sentiment

d'être heureux, la moyenne est passée de 6,7 en 1981 à 7,2 en 2018. Cette évolution à la hausse du sentiment de bonheur n'est pas propre à la France. Elle est aussi observable dans d'autres pays⁸ et semble s'expliquer par le niveau de développement économique du pays. À mesure que celui-ci a augmenté, le sentiment de bonheur a aussi progressé. Et aujourd'hui, le sentiment de bonheur est plus fréquent dans les pays riches de l'Europe de l'Ouest que dans les pays pauvres de l'Europe de l'Est.

À l'intérieur de chaque pays, les variables les plus discriminantes du sentiment de bonheur sont l'appréciation portée sur sa santé, et le sentiment de maîtriser sa vie⁹ et pouvoir décider de son devenir. Lorsqu'on a le sentiment

7. Au plan politique, le parti communiste, avec un programme beaucoup plus radical qu'aujourd'hui, représentait 25 % du corps électoral et les gaullistes à peu près autant. Il était donc très difficile de trouver une majorité pour gouverner avec des partis émiettés allant du centre gauche au centre droit.

8. Ronald Inglehart, dans *Les Transformations culturelles. Comment les valeurs des individus bouleversent le monde ?*, Grenoble : Presses universitaires de Grenoble (Libres cours - politique), novembre 2018 (traduction de *Cultural Evolution: People's Motivations are Changing, and Reshaping the World*, Cambridge : Cambridge University Press, mars 2018), y consacre son chapitre 8, « Les nouvelles sources du bonheur » — voir aussi l'analyse de ce livre, par Pierre Bréchon, in *Futuribles*, n° 428, janvier-février 2019, p. 17-31.

9. Mesuré par une échelle en 10 positions pour indiquer « Dans quelle mesure vous vous sentez libre du choix et du contrôle dont se déroule votre vie », la position 1 correspondant à « pas du tout libre » et 10 à « tout à fait libre ».

d'être en bonne santé, on a toutes chances de se déclarer au moins assez heureux. Mais la relation causale peut aller dans les deux sens. Si on se sent heureux, on a aussi plus facilement le sentiment d'être en bonne santé. Le sentiment de maîtriser sa vie est aussi très explicatif : lorsqu'on estime avoir le libre choix de la vie qu'on mène, ne pas être sous la contrainte de déterminismes implacables, on se déclare aussi nettement plus souvent heureux¹⁰. Le sentiment de maîtrise a d'ailleurs augmenté : 48 % se situaient sur les notes 7 à 10 en 1981, 63 % en 2018. C'est une marque de l'importance de la culture de l'individualisation en France, point qui sera développé plus avant.

Si les Français se disent heureux, ils trouvent pourtant que la société va mal¹¹, en particulier le système politique : sur une échelle de 1 à 10, la satisfaction à l'égard du système politique n'est que de 4,7 alors qu'elle est de 7,2 pour la satisfaction de sa vie. On peut trouver cet écart de perception paradoxal si on estime que l'on ne peut pas être heureux quand la société va mal et que les gens ne peuvent être heureux que dans une société qui se porte bien. Mais en fait, beaucoup jugent différemment les deux domaines du fait de la différence de sentiment de maîtrise que l'on peut y éprouver : alors que beaucoup ont le sentiment qu'ils contrôlent leur univers personnel, ils ressentent au contraire une impossibilité de maîtrise de la vie sociale et politique, ce qui est source de frustration.

Cet écart de jugement entre espace privé et public s'observe aussi à l'égard des libertés individuelles. Chacun veut être libre de décider et choisir

Tableau 7 — Libertés de choix dans l'espace privé mais ordre nécessaire dans l'espace public* (en %)

	1981	2008	2018
Divorce	5,3	6,5	7,4
Fécondation <i>in vitro</i>	-	6,8	7,2
Homosexualité	3,2	5,5	6,8
Avortement	4,9	5,7	6,8
Euthanasie	4,7	6,6	6,7
Suicide	3,5	4,1	4,5
Demander des indemnités au-delà de ce à quoi on a droit	3,3	3,8	3,7
Ne pas payer le billet dans le train ou l'autobus	2,5	2,6	2,7
Consommer de la drogue	1,8	2,0	2,4
Tricher dans sa déclaration d'impôts	3,2	2,5	2,0
Accepter un pot-de-vin	2,5	2,0	1,8

*Pour chacun des comportements listés dans le tableau, les enquêtés pouvaient se situer sur une échelle allant de 1 « jamais justifié » à 10 « toujours justifié ». Le tableau présente la moyenne des réponses.

Source : EVS 2018 pour la France.

10. Les personnes qui se déclarent très heureuses affichent une moyenne de 7,5 sur 10 au sentiment de maîtriser sa vie, contre seulement 3,8 pour celles qui se considèrent pas du tout heureuses.

11. On l'avait déjà montré sur les données françaises de la vague précédente : voir BRÉCHON Pierre, « Je vais bien, le système politique va mal », in Pierre BRÉCHON et Jean-François TCHERNIA (sous la dir. de), *La France à travers ses valeurs*, op. cit., p. 47-54.

SE SENTIR MAL DANS UNE FRANCE QUI VA BIEN

Tel est le titre du dernier livre du démographe Hervé Le Bras ¹ qui révèle, selon l'analyse qu'en fait Alexandre Mirlicourtois ², « que c'est en effet un paradoxe national, les Français sont les plus pessimistes d'Europe, alors que sur de nombreux critères essentiels, la France fait mieux, voire beaucoup mieux, que ses voisins ».

C'est le cas en matière d'inégalité et de pauvreté puisque cette dernière, calculée à 60 % du revenu médian de chaque pays, situe la France à la sixième place des pays où le taux de pauvreté est le plus faible, juste derrière la République tchèque, la Finlande, le Danemark, la Slovaquie et les Pays-Bas. Toujours en se fondant sur le livre d'Hervé Le Bras, Alexandre Mirlicourtois souligne que parmi les pays européens les plus peuplés, la France enregistre le taux de pauvreté le plus faible devant l'Allemagne, le Royaume-Uni, et très loin devant l'Espagne et l'Italie : la pauvreté y est « moins intense ». Sans doute, relève l'auteur, cet heureux résultat tient-il notamment aux transferts sociaux qui permettent de redistribuer le produit des prélèvements opérés sur les 20 % les plus riches vers les 20 % les plus pauvres...

Poursuivant l'analyse, l'auteur ne manque pas de souligner que l'espé-

rance de vie, surtout celle des femmes, place la France au troisième rang mondial derrière les Japonaises et les Espagnoles. De là à dire que tout va pour le mieux en France, sinon dans la tête des Français, il y a un pas à franchir dont il faut se garder. Le problème du logement vient aussitôt à l'esprit : il manquerait ainsi un million de logements en France. Mais le surpeuplement des logements, qui concerne 2,8 % des logements irlandais mais 47 % des logements roumains, situe la France au 10^e rang des pays les moins touchés par ce fléau. Reste le prix du logement, mais alors que 10,4 % de la population de l'Union européenne consacrent 40 % ou plus de leur revenu disponible au logement, en France, cette proportion tombe à 4,7 % (n'oublions pas cependant que les dépenses contraintes dites préengagées des ménages français liées au logement sont passées de moins de 10 % en 1960 à près de 23 % de leur revenu brut disponible en 2017 ³).

Alexandre Mirlicourtois achève son analyse par cette belle citation de Talleyrand : « quand je me regarde je me désole, quand je me compare je me console ».

*Hugues de Jovenel,
Futuribles*

1. LE BRAS Hervé, *Se sentir mal dans une France qui va bien. La société paradoxale*, La Tour d'Aigues : éd. de l'Aube, mai 2019.

2. MIRLICOURTOIS Alexandre, « Les Français vont mal dans un pays qui va bien mieux qu'ailleurs », *Xerfi Canal*, 15 mai 2019. URL : https://www.xerficanal.com/economie/emission/Alexandre-Mirlicourtois-Les-Francais-vont-mal-dans-un-pays-qui-va-bien-mieux-qu-ailleurs_3747290.html. Consulté le 22 mai 2019.

3. Source : INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques), comptes nationaux, base 2014, in *L'Économie française. Comptes et dossiers, édition 2018*, Paris : INSEE Références, 2018, p. 38.

comment il oriente sa vie, notamment en matière familiale et de sexualité, mais également par rapport au choix existentiel de vivre ou de mourir comme il l'entend. En 40 ans, la légitimité du recours au divorce, à l'avortement, la légitimité de l'homosexualité, de l'euthanasie et en partie du suicide ont énormément progressé (tableau 7).

Le bas du tableau teste — avec la même échelle de 1 à 10 — des comportements qui ont des conséquences dans l'espace public. En la matière, on n'observe pas d'attitude plus libérale qu'autrefois, sauf légèrement pour la consommation de drogue et la demande d'indemnités indues. La rigueur a en fait quelque peu augmenté pour la fraude en col blanc. Chacun veut être libre dans sa vie privée mais souhaite aussi que l'ordre public soit assuré, ce qui suppose que chacun respecte des règles de civilité et même de civisme.

L'individualisation, dans tous les domaines de la vie

Le processus d'individualisation, donc d'autonomie des choix individuels, ne concerne pas que la maîtrise de son environnement social, le libéralisme des mœurs et la vie privée. On peut en observer les effets dans tous les domaines de la vie. Ainsi, la famille a beaucoup évolué.

Des formes de famille de plus en plus diversifiées, bâties sur les relations interpersonnelles

Alors que la famille traditionnelle, conjugale et hétérosexuelle, était perçue comme un cadre identique s'imposant pratiquement à tout le monde, avec des différences nettes entre les rôles masculin et féminin, cette « institution » est devenue beaucoup plus relative et beaucoup moins institutionnalisée (21 % des couples vivent en union libre, 7 % sont pacésés). De nombreuses familles sont monoparentales¹² et on observe de fréquentes recompositions après séparation ou divorce. Chacun veut vivre des formes épanouissantes de famille, construites dans des relations riches avec les autres membres du groupe familial. L'égalité dans le couple est une volonté très forte, même si elle est loin d'être toujours mise en œuvre. Avoir des enfants est toujours considéré comme important, cela doit participer à l'épanouissement familial et non pas être un simple devoir social.

Cependant, l'importance de l'enfant est plutôt en baisse. De 1981 à 2008, environ deux enquêtés sur trois jugeaient qu'avoir des enfants était très important pour le succès de la vie conjugale¹³. Le pourcentage est tombé à 53 % en 2018 (avec de forts écarts générationnels, de 38 % chez les 18-29 ans à 67 % chez les plus de 70 ans). La fin de la culture du devoir au profit de celle des droits pourrait, à terme, faire baisser la fécondité. Mais cela n'a rien d'automatique. On a d'ailleurs vu se développer, en France, un mini *baby-boom* des années 1995 à 2010 environ, alors que la culture d'individualisation avait commencé à se développer¹⁴. Et certaines sociétés, beaucoup

12. Selon l'INSEE (Institut national de la statistique et des études économiques), le pourcentage de familles monoparentales est passé de 9 % en 1975 à 23 % en 2014.

13. En 2018, 17 % estiment la présence d'enfants pas très importante pour le succès du couple, contre 8 % en 1981.

14. Ce qui montre que la volonté affirmée de maîtriser sa fécondité n'aboutit pas nécessairement à sa réduction. L'individualisation ne conduit pas à l'individualisme étroit. La culture du choix n'a rien à voir avec l'égoïsme utilitaire.

plus traditionnelles que la France — par exemple l'Italie — ont des taux de fécondité très bas, alors que la France conserve un taux élevé (environ 1,9), le plus fort de l'Union européenne avec ceux de la Suède et de l'Irlande.

Un travail qui ait du sens, pas seulement un gagne-pain

Le travail, domaine où la liberté des salariés est plutôt faible, est cependant un lieu où les attentes d'autonomie et de réalisation personnelle sont fortes. Une question proposant six caractéristiques d'un travail, trois pour des attentes matérielles, trois pour des dimensions plus qualitatives et expressives, permet de bien mesurer la hiérarchie des choix (tableau 8). Si les Français sont loin de mésestimer les aspects matériels d'un travail, au premier chef le niveau de salaire, les dimensions qualitatives sont davantage soulignées : le travail doit être valorisant pour celui qui l'exerce, le salaire doit y trouver un enrichissement personnel.

	Les six caractéristiques testées	Cité
Attentes qualitatives et expressives	Un travail qui donne l'impression de réussir quelque chose	78
	On a des responsabilités	61
	On a de l'initiative	55
Attentes de type matériel	On gagne bien sa vie	72
	L'horaire est satisfaisant	46
	Il y a de bonnes vacances	30

Source : EVS 2018 pour la France.

Libéralisme économique mais fort attachement à un État protecteur

En matière économique, la liberté est aussi une valeur prisée, tout particulièrement par ceux qui se sont mis à leur compte. Les Français sont plutôt favorables à la concurrence entre acteurs économiques, les individus sont responsables de leur subsistance et ne doivent pas tout attendre des pouvoirs publics. Mais, en même temps, l'État doit réduire les inégalités de revenus entre les individus et permettre la satisfaction des besoins de base pour tous. Le libéralisme économique est donc tempéré par le fort attachement aux acquis sociaux et aux bienfaits de l'État-providence. L'attrait du libéralisme économique était de fait plus fort dans la décennie 1990-2000. On observe aujourd'hui une soif d'égalité alors qu'on vit dans un pays où les inégalités, quoique importantes, sont plutôt plus faibles que dans d'autres contrées.

Une participation politique en hausse, en lien avec une culture politique plus critique

L'individualisation concerne aussi le domaine politique. Les Français ont plutôt davantage d'opinions qu'autrefois, ils veulent avoir davantage leur

mot à dire sur les décisions et se révèlent plus critiques à l'égard des institutions et des élites. Autrefois, les citoyens étaient assez conformistes et respectueux de leurs élus. Leur participation politique se limitait très souvent à leur vote par sentiment du devoir civique, ne s'intéressant ensuite plus beaucoup à la politique jusqu'à la campagne électorale suivante. Le vote devient moins fréquent du fait de l'évolution de son sens, étant de plus en plus perçu comme un droit qu'on exerce si on est convaincu qu'un candidat mérite d'être soutenu, et non plus comme un devoir qu'on exécute même quand on ne comprend pas les enjeux politiques.

Aujourd'hui, le contrôle des élus par les citoyens actifs est plus important. L'action protestataire s'est développée, tout particulièrement avec la multiplication des pétitions (tableau 9). Mais la progression du nombre de personnes ayant déjà manifesté est aussi importante. Le *boycott* — forme d'action assez récente — se développe plus lentement. Et la grève dite « sauvage » — formule peut-être discutable — est stable. Les Français sont volontiers protestataires mais pas radicaux au point de contester de façon violente l'ordre social. L'illégalité et la violence que se permettent les principaux groupes protestataires sont généralement contrôlées, de manière à être visibles dans les médias sans dégâts trop importants.

Tableau 9 — Proportion des répondants déclarant avoir déjà participé à différentes actions protestataires (en %)

	1981	1990	1999	2008	2018
Signer une pétition	43	51	67	64	65
Prendre part à une manifestation autorisée	25	31	38	42	41
Participer à un <i>boycott</i>	10	11	12	16	18
Participer à une grève sauvage	10	9	12	12	9

Source : EVS 2018 pour la France.

L'augmentation des comportements protestataires s'est jouée au cours des deux dernières décennies du XX^e siècle, les niveaux étant depuis stabilisés. Il semble bien que l'augmentation ait d'abord été le fait des générations du *baby-boom* qui ont initié une culture beaucoup moins conformiste qui a continué à se diffuser dans les générations suivantes. Il y a aujourd'hui peu d'écart selon les âges dans la propension à l'action protestataire. Seuls les 18-23 ans, pas complètement insérés dans la vie active, et les plus de 75 ans, nés avant ou pendant la Seconde Guerre mondiale, connaissent des niveaux de participation plus bas que les autres catégories d'âge.

Des institutions inégalement appréciées

La culture plus critique ne conduit pas à une contestation généralisée des institutions comme on le dit trop souvent. Pour 18 organisations, le questionnaire demande si on accorde à chacune une « grande confiance », une « certaine confiance », « peu de confiance », « pas de confiance du tout ». Certes, la confiance sans partage est plutôt peu fréquente : le maximum est

Tableau 10 — Font une grande ou assez grande confiance aux institutions de 1981 à 2018 (en %)

	1981	1990	1999	2008	2018
Le système de santé	–	–	77	80	84
Le système d'enseignement	55	61	68	76	80
Le système de sécurité sociale	–	67	66	74	70
La police	64	65	66	73	80
L'armée	54	54	61	72	79
L'Église	54	48	44	42	42
L'administration	50	46	44	60	59
Le système judiciaire	–	–	45	55	54
Le Parlement	48	43	39	45	36
Le gouvernement	–	–	–	31	31
Les organisations environnementales	–	–	–	65	64
Les grandes entreprises	42	60	45	44	44
Les syndicats	36	30	33	41	37
La presse	31	37	35	38	29
Les médias sociaux	–	–	–	–	14
Les partis politiques	–	–	–	18	14
L'Organisation des Nations unies	–	–	51	57	58
L'Union européenne	–	65	46	47	50

Source : EVS 2018 pour la France.

atteint pour l'armée avec 27 %, mais tombe à 3 % pour les syndicats, la presse et le Parlement, à 1 % ou 2 % pour les partis politiques et les médias sociaux. L'absence totale de confiance est aussi plutôt assez rare. Ce sont donc les positions moyennes (certaine confiance et peu confiance) qui récoltent une majorité des réponses, indiquant une modération dans les appuis comme dans les critiques.

Néanmoins, on peut aller plus loin en considérant quelles sont les institutions les plus plébiscitées et les plus rejetées (tableau 10). En haut du tableau, on voit que les institutions les plus représentatives de l'État-providence — système de santé, enseignement, Sécurité sociale — sont l'objet d'un fort soutien, soit stable, soit en progression. Les institutions de maintien de l'ordre — armée et police — sont aussi objet de forte confiance, également croissante ces dernières décennies.

En revanche, les institutions représentant le pouvoir politique, notamment la démocratie représentative — Parlement, gouvernement — ne sont l'objet que d'une assez faible confiance, en baisse de 12 points pour l'institution parlementaire de 1981 à 2018. Et les corps intermédiaires entre le pouvoir et la population — entreprises, syndicats, presse, médias sociaux, partis politiques — ne sont guère plus appréciés. Seules les associations environnementales jouissent d'un fort capital de sympathie.

On ne peut donc pas parler d'un désamour général des institutions. On doit au contraire souligner l'assez forte stabilité du « palmarès » de la confiance.

Les Français sont plus mobilisés en faveur des organisations publiques qui les protègent et leur assurent un accès en principe égalitaire à des biens publics essentiels, qu'aux institutions les plus centrales d'une démocratie, le Parlement et les corps intermédiaires.

La religion en perte de vitesse

Cette montée de l'individualisation va de pair avec la baisse des pratiques et des croyances religieuses. L'univers des religions est lié aux valeurs traditionnelles et la soumission à un dieu imposant des comportements moraux codifiés va tendanciellement à l'encontre de la culture du libre choix de l'individu dans tous les domaines de sa vie ¹⁵. Et de fait, on a pu vérifier que plus on est intégré à une religion, moins on valorise l'individualisation.

Si le catholicisme reste la religion la plus fréquente dans la population française, son recul est très important (tableau 11) : seulement un tiers de la population se déclare aujourd'hui catholique contre 70 % en 1981. Et l'assistance régulière à la messe est devenue rare. Les autres religions se sont au contraire développées, du fait de l'arrivée de populations immigrées, notamment musulmanes, qui se révèlent nettement plus pratiquantes et croyantes que les catholiques. En raison du recul catholique, les sans-religion et les athées convaincus sont devenus majoritaires. Et ce sont eux qui sont les plus fervents défenseurs des valeurs d'individualisation. La France est un des pays les plus sécularisés et individualisés d'Europe.

Si on considère la croyance en Dieu, le recul est moins important : celle-ci baisse de 61 % en 1981 à 50 % aujourd'hui, mais avec une intensité de conviction très variable : 29 % des Français jugent Dieu plutôt important dans leur vie (positions 7 à 10 sur une échelle). Seulement 19 % disent aujourd'hui croire en un dieu personnel, les autres croyant plutôt à « une sorte d'esprit ou de force vitale ». Au fond, les croyances ne disparaissent pas mais elles deviennent plus flottantes et sur un mode plus possibiliste que certain. L'indifférence religieuse est très forte sans toujours impliquer

Tableau 11 — Intégration à une religion ou non (en % verticaux)

	1981	1990	1999	2008	2018
Catholique pratiquant mensuel	17	15	10	9	7
Catholique pratiquant aux grandes fêtes	12	14	12	10	6
Catholique non pratiquant	41	28	31	23	19
Autre religion	3	4	5	8	10
Sans appartenance déclarée	18	29	30	33	37
Athée convaincu	9	10	12	17	21

Source : EVS 2018 pour la France.

15. D'ailleurs les religions condamnent très souvent la culture contemporaine, jugée « subjectiviste » et « individualiste », centrée sur un sujet autonome dont la « réalisation dépend de ses seules forces » (texte de la Congrégation pour la doctrine de la foi, publié par le Vatican en 2018).

une extériorité totale par rapport aux religions. Tout comme l'individualisation croissante, la religiosité déclinante a toutes chances de se poursuivre dans les décennies à venir.

Une culture démocratique qui n'est pas sans faille

La profondeur de l'attachement aux valeurs démocratiques n'est en fait pas aussi assurée qu'on pourrait le croire, dans un pays qui s'enorgueillit d'avoir été en avance dans la défense des libertés fondamentales. Mais on sait qu'entre les espoirs démocratiques suscités par les révolutions et leur mise en œuvre, il y a souvent un abyme. Entre-temps, la Révolution accouche parfois de la Terreur.

Il faut d'abord souligner que la définition de ce qu'est une démocratie n'est pas totalement consensuelle (tableau 12). Si les éléments attendus d'une démocratie représentative sont bien ceux qui sont le plus retenus par l'opinion publique, on voit que certaines caractéristiques économiques sont aussi fortement mises en avant. Pour certains, la démocratie tend à être identifiée avec l'égalité économique d'une société.

Quoi qu'il en soit de cette définition, 85 % jugent important de vivre dans un pays gouverné démocratiquement¹⁶. La soif d'expression des opinions et la possibilité d'avoir son mot à dire sur les décisions politiques sont très fortes, comme tous les sondages sur la possibilité d'organiser des référendums le montrent aussi depuis déjà longtemps.

Mais les Français hésitent beaucoup à reconnaître que la France est gouvernée démocratiquement (52 % l'affirment). Pire encore, seulement 26 % se disent satisfaits de la manière dont fonctionne le système politique en France. Il semble donc y avoir beaucoup d'attentes démocratiques générant

Tableau 12 — Les caractéristiques essentielles d'une démocratie* (en %)

		7-8	9-10	Total
Dimension politique	Les femmes ont les mêmes droits que les hommes	62	15	77
	Les dirigeants sont choisis lors d'élections libres	20	49	69
	Les droits civiques protègent de l'oppression de l'État	27	30	57
Dimension économique	L'État donne des aides aux chômeurs	33	22	56
	L'État assure l'égalité des revenus entre individus	28	19	47
	Plus d'impôts aux riches, plus d'aides aux pauvres	17	23	41

*Pour neuf caractéristiques, chacun devait se positionner sur une échelle allant de 1 à 10, selon qu'il juge l'aspect considéré pas du tout (1) ou tout à fait essentiel (10). Trois caractéristiques correspondant plutôt à des systèmes non démocratiques — jugés peu essentiels par les enquêtés — ne sont pas présentées ici.

Source : EVS 2018 pour la France.

16. Ils choisissent les notes 7 à 10 d'une échelle allant de 1 à 10. Les deux questions suivantes sont mesurées de la même manière.

Tableau 13 — Les différents systèmes politiques jugés très ou assez bons (en % horizontaux*)

	Très bon	Assez bon
Un système politique démocratique	55	34
Que des experts — et non un gouvernement — décident le meilleur pour le pays	8	40
Un homme fort qui n'a pas à se préoccuper du Parlement et des élections	5	18
Que l'armée dirige le pays	4	9

*La différence entre la somme des % par ligne et 100 représente les réponses assez et très mauvaises, plus les non-réponses.
Source : EVS 2018 pour la France.

beaucoup de désillusions car la réalité du fonctionnement ne serait pas à la hauteur de l'idéal. Mais les Français veulent-ils réellement plus de démocratie ?

Quand on les interroge sur différents systèmes politiques (tableau 13), leur attachement à la démocratie se confirme (89 % de jugements positifs dont 55 % pour la réponse de plus fort soutien). Mais ce qui est troublant, c'est que près d'un Français sur deux trouve également pertinent un système d'experts technocratiques, près d'un quart juge au moins assez positivement un système autoritaire et 13 % un gouvernement des militaires.

Autrement dit, pour beaucoup, l'attachement à la démocratie n'est pas exclusif de la sympathie envers d'autres systèmes. Un indice cumulatif permet de le quantifier (tableau 14). Les « démocrates exclusifs » ne constituent donc que 41 % de la population, pourcentage stable depuis 20 ans. Cela montre que les sentiments en faveur de la démocratie peuvent être de façade et mêlés au soutien d'autres systèmes. On peut donc craindre que, dans une période de fort pessimisme comme celle qui prévaut actuellement, certains soient tentés par un système non démocratique. La démocratie fonctionnant mal selon eux, pourquoi ne pas essayer un gouvernement des experts, un *leader* autoritaire ou même un pouvoir militaire, option qui séduit davantage qu'il y a 20 ans ?

Tableau 14 — Indice sur les systèmes politiques* (en % verticaux)

	1999	2008	2018
Soutien exclusif à la démocratie	41	38	41
Soutien à un régime non démocratique	34	37	36
Soutien à deux régimes non démocratiques ou plus	25	25	23

*Ceux qui soutiennent de manière exclusive la démocratie la jugent très ou assez bonne, et considèrent les trois autres systèmes comme très ou assez mauvais. La deuxième catégorie concerne ceux qui ne soutiennent au total qu'un régime non démocratique. La dernière catégorie réunit les personnes soutenant au moins deux systèmes politiques non démocratiques.
Source : EVS 2018 pour la France.

Ajoutons que le soutien aux démocraties semble quelque peu s'affaiblir dans les jeunes générations : chez les 18-27 ans, les démocrates exclusifs étaient 43 % en 1999, 37 % en 2008 et seulement 33 % dans la dernière enquête.



Tout ne va pas bien dans la société française. Ainsi le chômage et la précarité sont très importants depuis 40 ans, ce qui conduit à la marginalisation de certains groupes sociaux. Les inégalités restent considérables, au niveau aussi bien des revenus que de l'accès aux biens publics (comme l'éducation ou la santé). Les conditions de vie durablement dégradées de certaines familles modifient les valeurs de leurs membres. La culture de l'individualisation est ainsi plus rare dans les milieux les plus marginalisés, souvent très peu politisés et participant faiblement à la vie politique.

Mais, globalement, les Français — plutôt heureux de leur vie — n'ont pas perdu leurs valeurs. Certaines deviennent moins fréquentes ou plus flottantes quand d'autres se renforcent. L'autonomie des individus est revendiquée par beaucoup, tout comme la tolérance. L'altruisme devient plutôt un peu plus fréquent, la demande d'ordre public est forte, l'implication politique ne baisse pas, la culture de l'individualisation conduit à une culture politique plus critique à l'égard des élites. Ce qui n'est pas facile pour gouverner mais peut être source de dynamiques sociétales. Les contre-pouvoirs font davantage bouger les choses qu'on ne le croit. C'est le pessimisme de la population et des médias sur la société française qui semble au fond le plus problématique pour ces dynamiques. ■

FUTURIBLES INTERNATIONAL

Tables rondes

► **Au-delà des conflits, quel avenir pour le Moyen-Orient ?** Mercredi 18 septembre 2019, de 17h30 à 19h30. Avec Gilles Kepel, directeur de la chaire Moyen-Orient Méditerranée à l'École normale supérieure, auteur de *Sortir du chaos. Les crises en Méditerranée et au Moyen-Orient* (Paris : Gallimard, 2018).

► **Le défi d'une nouvelle renaissance. Comment faire ?** Mardi 1^{er} octobre 2019, de 17h30 à 19h30. Avec André-Yves Portnoff, conseiller scientifique de Futuribles International, enseignant, chercheur et consultant, et Hervé Sérieyx, ancien directeur général adjoint de Lesieur, ancien PDG d'EurEquip, ancien délégué interministériel à l'insertion des jeunes, et enseignant ; tous deux auteurs d'*Alarme, citoyens ! Sinon, aux larmes ! Manifeste pour une France « vénitienne »* (Caen : éd. EMS, 2019).

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

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

INTRODUCTION À LA DÉMARCHE PROSPECTIVE DE L'ANTICIPATION À L'ACTION

*Formation • 20 septembre 2019
Futuribles International • Paris*

Intervenant

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

Objectifs pédagogiques et compétences visées

- Montrer, à partir d'exemples, l'utilité de la veille et de la prospective comme instrument d'exploration des futurs possibles (anticipation) au profit de la décision et de l'action, donc de l'élaboration de politiques et de stratégies à court, moyen et long termes.
- Permettre aux participants de s'approprier, très pragmatiquement, les concepts, les méthodes et les pratiques, de sorte qu'ils puissent se représenter en quoi consiste une démarche de prospective, ainsi que les différentes manières de l'organiser et de la conduire.

Programme

► La prospective : pour quoi faire ? Le sens des mots et les attitudes vis-à-vis du futur

Genèse et bref historique international | L'avenir comme territoire à explorer : la veille et l'exploration des futurs possibles | L'avenir comme territoire à construire : l'avenir comme domaine de pouvoir, de volonté et de responsabilité. La problématique de l'acteur et du système, la vision, le projet, la stratégie

► La prospective : comment faire ? Les différentes étapes de la démarche et les méthodes associées

La définition du sujet et de l'horizon temporel adéquat | La représentation du système et de sa dynamique : l'identification des variables, des facteurs et acteurs clefs, et les différentes méthodes associées | L'identification des tendances lourdes et émergentes, des facteurs de discontinuité ou de rupture | La construction de scénarios contrastés, l'identification des enjeux majeurs et des options stratégiques : les méthodes, leurs vertus et limites, et l'utilité des scénarios exploratoires au profit de la décision et de l'action

► Présentation de cas pratiques de prospective

Prix

Les frais de participation sont de 900 euros HT (1080 euros TTC, TVA à 20 % incluse)*. Ils incluent la participation à l'ensemble de la formation, le déjeuner et le dossier remis aux participants. Futuribles International est un organisme de formation agréé référencé dans DataDock.

Renseignements complémentaires

Programme détaillé consultable à l'adresse <https://www.futuribles.com/fr/formation/> ou envoyé sur demande auprès de Corinne Roëls, Futuribles International - 47, rue de Babylone - FR-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 (valable pour une personne par formation dans la limite des places disponibles).*

La mutation de l'économie à l'ère de la rareté

VERS UN NOUVEAU MODÈLE DE DÉVELOPPEMENT :
POURQUOI ET COMMENT ?

PAR HÉLÈNE LE TENO ¹

Nous avons ouvert, en septembre 2018, une série consacrée au rôle des entreprises dans la fabrique du bien commun, dans le cadre de laquelle divers articles, soit d'analyse, soit de retour d'expérience ou de témoignage, ont déjà été publiés dans les numéros 426, 427 et 429 de la revue Futuribles. La réflexion ici présentée par Hélène Le Teno vient, au travers d'une approche certes différente, montrer comment les entreprises peuvent prendre en compte le contexte qui est désormais le nôtre de raréfaction des ressources, pour enclencher un changement de modèle économique.

Hélène Le Teno rappelle dans un premier temps en quoi consiste cette entrée dans une ère de la rareté, et en particulier pourquoi les limites physiques de notre planète imposent de revoir la façon dont nous produisons ; elle souligne les limites d'une croissance économique qui tendrait à ignorer les contraintes de la biosphère et la nécessité de nous orienter vers un modèle de développement réellement soutenable. Il faut désormais, selon elle, « faire mieux avec beaucoup moins » et faire en sorte que les principaux acteurs de l'économie, à savoir les entreprises, puissent raisonner ainsi et trouver les moyens de se développer dans une « économie de transition ». Une inflexion a vu le jour aux États-Unis et en Europe avec l'émergence de la notion d'entreprises à mission ; il est désormais indispensable que de nouveaux mécanismes de comptabilité et de financement — dont elle présente quelques exemples — se développent pour permettre aux acteurs économiques de sortir du « capitalisme extractif » et d'entrer dans un capitalisme d'intérêt général. S.D. ■

1. Consultante, directrice de la Jean-Noël Thorel Foundation et auteur de *L'Écologie, nouveau modèle de société ?*, Paris : La documentation Française (Doc'en poche, Place au débat), à paraître.

Que pourrait devenir le modèle économique d'un pays tel que la France, confronté à la pression démographique, à la rareté croissante des ressources naturelles et à l'état dégradé des écosystèmes dans toutes leurs dimensions (biodiversité, eau, système climatique, terres arables...) — en bref, à la dégradation de notre maison commune ? Il est certainement vain de vouloir prédire toutes les formes de l'économie de demain. Néanmoins, la bonne compréhension du cadre de jeu radicalement différent qui s'ouvre à nous permet d'envisager de nouveaux modèles économiques qu'il conviendrait de développer. Nous évoquerons également les acteurs qui peuvent en être pionniers ou le sont déjà, de quelle manière et sous quelles formes.

Anthropocène ou ère de la rareté en ressources ?

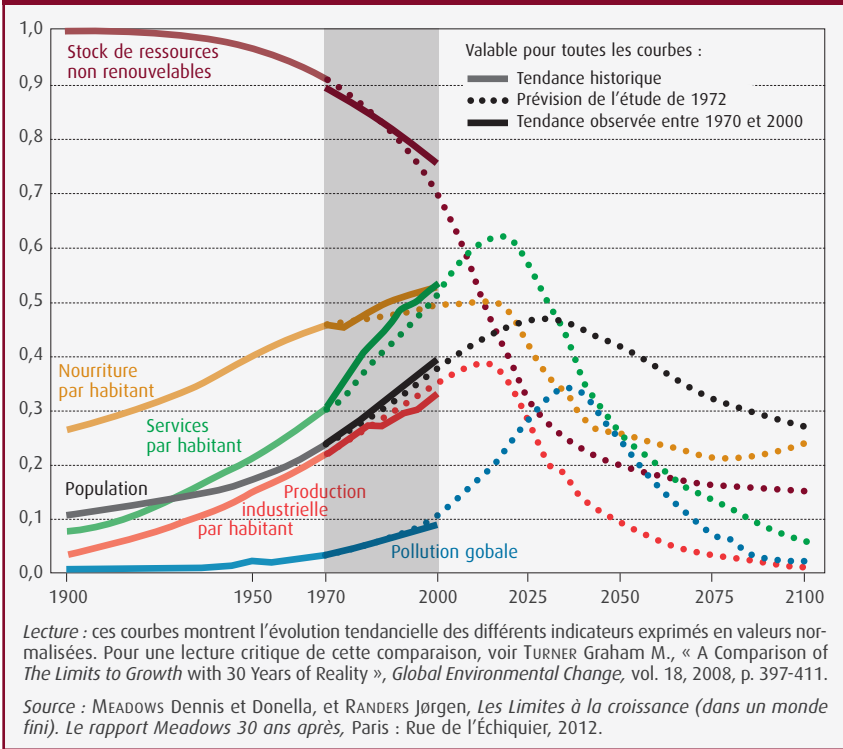
Si la marche de l'Histoire illustre la transformation permanente de nos organisations sociales, ou du moins leur renouvellement régulier au fil des décennies ou des siècles, le plus souvent, des événements majeurs, internes ou externes, sont nécessaires pour conduire les hommes à refonder leur projet collectif, à transformer les règles qui régissent la vie collective, et tout particulièrement les formes prises par l'activité économique. L'événement majeur qui devrait aujourd'hui induire ou nous pousser à un changement profond de modèle de société est d'une ampleur sans précédent. Son nom est l'anthropocène, une ère toute récente à l'échelle des temps géologiques. Ce nom déjà employé par quelques chercheurs au cours du XX^e siècle a été popularisé par le prix Nobel de chimie (1995) Paul Josef Crutzen. Dans un article paru en 2000 ², il explique que l'anthropocène est caractérisé par la puissance monstrueuse et exponentielle de transformation des écosystèmes par l'humanité. L'homme extrait des minerais, transforme et détruit les sols, pollue à une vitesse accélérée. Et les effectifs de population s'accroissent.

La machine s'emballa et notre puissance transformatrice s'accroît encore. Nous en sommes arrivés au point d'inflexion identifié dès 1972 par Dennis et Donella Meadows dans leur premier rapport au Club de Rome sur les limites à la croissance ³. Leur modèle de calcul est très simple dans son principe : une population qui s'accroît, un mode de vie qui se développe (plus de nourriture, de produits manufacturés et de services par habitant), un stock de ressources non renouvelables donné au point de départ. Tout à fait logiquement, la pression humaine sur les ressources augmente, les ressources diminuent massivement, puis la population se met potentiellement dans un second temps à diminuer — après un point d'inflexion global que certains nomment actuellement l'effondrement. Quarante ans plus tard, force

2. CRUTZEN Paul J. et STOERMER Eugene F., « The "Anthropocene" », *Global Change Newsletter*, n° 41, mai 2000, p. 17-18. URL : <http://www.igbp.net/download/18.316fi8321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>. Consulté le 10 mai 2019. Voir également l'encadré « L'anthropocène décodé pour les humains » en fin d'article (NDLR).

3. MEADOWS Dennis et DONELLA BEHRENS William, RANDERS Jørgen, *The Limits to Growth*, New York : Universe Books, 1972 (traduction française : *Halte à la croissance ?*, Paris : Fayard, 1973).

Graphique 1 — Les limites à la croissance : les tendances tracées dans le rapport Meadows confrontées aux évolutions des décennies suivantes



est de constater avec nombre de chercheurs que les tendances observées sont proches de ce que leur modèle annonçait.

Ces courbes modélisées avec des pentes descendant « en douceur » à partir de 2020 ne rendent pas compte des probables soubresauts globaux et locaux à venir. Elles semblent néanmoins nous montrer nettement que notre histoire, notre progrès collectif, ne sauraient se poursuivre sur la même voie que celle que nous suivons depuis cinq mille ans. C'est évident dans les pays industrialisés et émergents depuis la révolution industrielle, mais aussi désormais dans les pays dits émergents.

Les économistes, très majoritairement, ne prennent pas en compte le facteur nature, que ce soit dans leurs théories — fidèles à quelques dogmes tels que « le prix suffit à réguler le système » ou « ce qui n'a pas de prix n'a pas de valeur » — ou dans leurs recommandations pour un avenir économique en expansion.

La pensée économique orthodoxe est enfermée dans une équation qui ne tient compte que de deux facteurs productifs, le capital et le travail, et qui oublie radicalement le troisième facteur productif, les ressources naturelles.

C'est pourtant le seul facteur dont l'humanité dépend... De rares économistes — dits « physiciens » (prenant en compte les ressources physiques) — amorcent une révolution copernicienne : ils osent dire que la Terre est finie et construisent leurs modèles sur la base de trois facteurs productifs. Leurs travaux, par exemple ceux de Michael Kumhof ⁴, alors coresponsable de la modélisation au FMI (Fonds monétaire international), montrent — sans surprise — que la poursuite de la croissance du produit intérieur brut (PIB) dans un monde de ressources rares est impossible, et que les pays ne peuvent promettre des richesses sans fin alors même qu'ils assèchent notre stock de capital naturel et mettent en danger notre futur commun.

De même, les économistes physiciens Robert U. Ayres et Benjamin Warr ⁵ décrivent, dans leurs travaux, une faille majeure de l'économie classique qui enseigne que la production P (ou le PIB d'un pays) est fonction de deux facteurs de production, le capital et le travail, alors même qu'il y a en réalité trois facteurs de production, le troisième étant les ressources énergétiques et matérielles, ce qui donne la formule : $P = f(K, W, R)$.

Aucun produit ou service n'est totalement immatériel, sans prélèvement et sans impacts. Les énergies renouvelables nécessitent des infrastructures pour être produites, stockées, transportées. L'économie numérique nécessite des serveurs, des réseaux, des terminaux. Les services de l'économie du loisir n'existent que parce qu'il existe un surplus permettant au consommateur de les acheter, en plus de ce qu'il a acheté pour sa vie quotidienne, et ils peuvent avoir une empreinte écologique élevée...

Tout ceci devrait modérer largement une confiance parfois aveugle dans l'innovation technologique — qui empile le plus souvent des technologies plutôt qu'elle ne les substitue, et qui va aller chercher des technologies toujours plus puissantes pour déplacer, chauffer, communiquer, se divertir — à forte intensité en ressources et à forts impacts négatifs sur les écosystèmes.

Or l'innovation est loin d'être frugale : elle ne vise guère la *low-tech* promue par Philippe Bihoux ⁶, mais plutôt la poursuite du capitalisme extractif dans une recherche de compétitivité non bridée par les réalités physiques, et non régulée. À ceux qui souhaiteraient penser que les gains en efficacité suffisent déjà et suffiront à sortir nos sociétés de leurs habitudes de prédation, nous pouvons rappeler que ces gains matériels sont le plus souvent annulés par des effets d'addition d'usages. Nous pouvons renvoyer à l'augmentation toujours plus visible de l'empreinte carbone de l'Occidental moyen, principalement due à son recours accru aux nouvelles technologies (obsolescence rapide des modèles, *smartphones* et contenus vidéo en *streaming*, tablettes, e-

4. Voir KUMHOF Michael et MUIR Dirk, « Oil and the World Economy: Some Possible Futures », *IMF Working Paper*, n° 12/256, octobre 2012, FMI. URL : <https://www.imf.org/~media/Websites/IMF/imported-full-text-pdf/external/pubs/ft/wp/2012/wp12256.ashx>. Consulté le 10 mai 2019.

5. Dans leur ouvrage *The Economic Growth Engine: How Energy and Work Drive Material Prosperity*, Londres : Edward Elgar Publishing, 2009.

6. BIHOUX Philippe, *L'Âge des low tech. Vers une civilisation techniquement soutenable*, Paris : Seuil, 2014 (analysé in *Futuribles*, n° 404, janvier-février 2015, p. 103-104 [NDLR]).

commerce...) qui s'ajoute plutôt qu'il se substitue aux autres éléments de sa consommation (alimentation, transports, services, etc.).

La position des économistes physiiciens n'est pas de dire que la décroissance est une posture idéologique, mais qu'un modèle économique fondé sur l'injonction « toujours plus » sans aboutir à un équilibre — dans les limites des écosystèmes — et à un niveau de partage et de bien-être satisfaisants, nous conduit mécaniquement dans l'impasse. L'absence de prise en compte du facteur R (ressources) dans notre pensée, dans les modèles macroéconomiques,

LES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES

Considérer la nature ne se résume pas à une approche quantitative portant sur les matières premières servant d'intrants à notre économie. Il nous faut considérer également les services écosystémiques : ceux-ci sont un ensemble de services rendus gratuitement par le milieu naturel, et dont nous bénéficions au quotidien — tant que le milieu est dans un état satisfaisant. Au début des années 2000, les experts de l'initiative « Évaluation des écosystèmes pour le millénaire ¹ » ont défini ces services et les ont reliés aux constituants de notre bien-être.

Il existe schématiquement quatre catégories de services écosystémiques : les services supports, qui sont ceux de l'autoentretien du milieu — cycles nutritifs (de l'azote par exemple), formation du sol... —, les services d'approvisionnement (en nourriture, eau douce, bois, fibres, combustibles...), les services de régulation (régulation du climat, des inondations et des maladies, purification de l'eau) et les services culturels (valeur esthétique, récréative, pédagogique, loisir de nos paysages et notre environnement). L'ensemble de ces services est la garantie et la condition de notre bien-être : sécurité

personnelle (par exemple, la protection contre les désastres), moyens d'existence et de subsistance (alimentation, abri, matériaux et biens), santé (physique et mentale) et la possibilité de s'épanouir plus largement.

Ces services sont fragilisés dans de nombreuses régions du monde. Ainsi, nous pouvons rappeler les indicateurs mondiaux des « limites planétaires », définis par le Stockholm Resilience Center en 2009 ². Ces limites ont été établies par un groupe international de chercheurs comme les limites à ne pas dépasser si l'humanité veut pouvoir se développer dans un écosystème sûr, c'est-à-dire évitant les modifications brutales, non linéaires, potentiellement catastrophiques et difficilement prévisibles de l'environnement.

En raison de l'imbrication complète des formes de vie sur Terre, dans les mers et des liens physiques, chimiques et biologiques entre tous les éléments, il y a évidemment des liens systémiques entre les neuf limites. Quatre des neuf limites sont désormais dépassées, depuis leur dernier rapport établi en 2015 ³. Il s'agit : du système climatique (et son dérèglement en cours) estimé à partir de la concentration atmosphé-

1. Voir notamment les rapports finaux de 2005 présentés sur la page Internet <https://www.millenniumassessment.org/fr/Reports.html>. Consultée le 13 mai 2019.

2. Voir leur page Internet dédiée : <https://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries/planetary-boundaries/about-the-research/the-nine-planetary-boundaries.html>. Consultée le 13 mai 2019.

3. Voir DÉSAUNAY Cécile, « Les limites planétaires sont-elles dépassées ? », *Futuribles*, n° 406, mai-juin 2015, p. 92-94 (NDLR).

rique en CO₂ ; de l'effondrement de la biodiversité des espèces ; de la modification des usages des sols (caractérisée par la portion de terres émergées dédiées à l'agriculture, aux forêts ou à d'autres usages) ; et de la perturbation des cycles de l'azote et du phosphore (en raison principalement des pratiques agricoles et de l'élevage).

Les limites non encore atteintes mais préoccupantes sont les suivantes : la concentration en ozone dans la stratosphère, l'utilisation d'eau douce, l'acidification des océans, la concentration des aérosols atmosphériques (difficile à quantifier faute de données), et en

fin une limite non encore quantifiée, celle relative à la diffusion d'un nombre croissant d'« entités nouvelles » (molécules de synthèse, nanoparticules...) — plus de 100 000 substances ont été introduites dans les milieux sans que l'on puisse bien estimer leurs conséquences sur le vivant et les cycles géophysiques. Cette dernière, si elle est délicate à évaluer, fait écho à l'une des courbes du graphique issu du rapport Meadows, montrant un niveau de pollution fortement croissant nous faisant entrer dans une zone critique pour la survie des espèces, dont la nôtre.

H.L.T.

dans le système fiscal et dans les choix de développer tel ou tel nouveau type de produits et de services répondant réellement à des besoins humains, amène ainsi à poursuivre notre chemin assez suicidaire dans l'anthropocène.

Les chefs d'État, notamment en Occident, sont le plus souvent les alliés des économistes orthodoxes, par facilité et pour surtout ne pas avoir à endosser la responsabilité d'un changement de société ambitieux et radical — sans oublier le fait que leur pouvoir ne repose pas toujours sur ceux qui les ont élus, mais aussi sur ceux qui les ont portés et soutenus au pouvoir. Ils relèguent à l'arrière-plan avec constance, minutie et méthode, ce que leur indiquent, avec des arguments solides, les scientifiques.

C'est pourquoi *sir* Peter Gluckman, conseiller scientifique du gouvernement néozélandais de 2009 à 2018, avait suggéré la création d'une fonction inédite au sein de l'administration publique : celle de courtier scientifique. Celui-ci serait chargé de faire le lien entre la communauté scientifique et le public, et d'assurer la dissémination de l'information scientifique et la communication réciproque entre les acteurs. Cette proposition n'a pas encore été mise en œuvre. Mais si l'on suit cette idée, aux considérations des économistes physiiciens et des spécialistes des systèmes humains et techniques cités plus haut, nous devrions donc ajouter celles du biologiste, du médecin et de l'écologue pour forger l'économie de demain.

Plutôt que des effondrements, y a-t-il un chemin vers une économie de transition ?

Une transition écologique et solidaire aboutie supposerait de parvenir à créer une certaine prospérité, des activités et emplois satisfaisants, et plus globalement un bien-être et un cadre de vie propice pour le plus grand nombre — tout en restant, ou en revenant, dans les limites planétaires.

Il ne s'agit pas d'une réduction à la marge de notre empreinte écologique individuelle et collective, mais d'un changement majeur des modèles économiques. Il s'agit de faire mieux avec beaucoup moins. En clair, il nous faut oser explorer de nouveaux schémas de développement assis sur la frugalité, la circularité, l'usage (et donc dissocier la notion de bien-être et de prospérité de la seule abondance matérielle en objets possédés par chacun), le respect du vivant et des équilibres naturels, et même en accordant une priorité majeure à la régénération des écosystèmes que nous avons largement déstabilisés en nous mettant en risque.

Les entreprises de notre monde moderne et les acteurs qui les financent se sont partout développés sur un modèle de capitalisme extractif, qui génère des bénéfices — au sens comptable — par la destruction du capital naturel et / ou du capital social. Cette réalité est due à plusieurs facteurs.

Le premier est la définition juridique de la société — en France, l'article 1833 du code civil — comme le fait de mettre en commun un capital de départ entre des associés pour ensuite en partager les bénéfices — sans garde-fou et sans condition de préserver les ressources communes. Cette définition est d'ailleurs discutée, nous y revenons ensuite.

Le deuxième est le fait que les référentiels comptables considèrent qu'une entreprise dégage un profit, qu'elle ait ou non préservé le capital naturel et social — celui dont elle dépend directement et avec lesquels elle est en lien, et celui duquel le bien-être collectif durable dépend également.

Le troisième est l'invention, à Amsterdam et Londres, puis l'explosion à New York et partout ailleurs (et même désormais de manière virtuelle avec la *blockchain*), des marchés de capitaux et donc de la possibilité de capitaliser financièrement des entreprises pour accroître leur puissance, leur développement et *in fine* leur capacité impressionnante à exploiter les ressources non renouvelables, détruire la maison commune.

Concernant la définition juridique de la notion d'entreprise, les évolutions récentes en droit américain, et dans plusieurs pays en Europe, ont fait émerger la notion de « *benefit corporation* », et en France d'« entreprise à mission » définie dans la loi PACTE adoptée en avril 2019⁷. Si l'intention de mieux concilier entreprise et intérêt général est louable, le moyen semble dérisoire. L'extension de l'objet social de l'entreprise ne peut suffire à poser, vite et de manière incontestable — avec la preuve par les chiffres —, des limites aux activités productives compatibles avec ce que la science nous dit à présent. Ces limites pourraient être juridiques, normatives, ou encore fixées par un cadre fiscal favorisant l'essor rapide d'entreprises à faible intensité en ressources et à impacts réduits sur les écosystèmes.

De fait, il s'agit d'une nouveauté principalement impulsée par plusieurs grands groupes cotés, et probablement d'une opération de communication

7. Sur la loi PACTE (Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises), voir par exemple LANDIER Hubert, « Pour une réforme de l'entreprise. Création de valeur actionnariale et création de valeur globale », *Futuribles*, n° 426, septembre-octobre 2018, p. 41-54 (NDLR).

politique très réussie pour étendre un peu la durée de vie du capitalisme extractif à grande échelle.

Les années à venir nous diront si l'intention est suivie de transformation réelle en profondeur de ces acteurs — à hauteur des enjeux et des risques pour l'avenir de l'humanité — ou bien si la transition prendra corps principalement via d'autres acteurs : agriculteurs, autoentrepreneurs, entreprises sociales, entreprises familiales de taille moyenne, acteurs « disruptifs » du numérique et du vivant non encore créés ou identifiés...

Les grandes entreprises cotées n'ont *a priori* aucune raison de faire évoluer significativement et rapidement leur stratégie et leurs choix d'investissements vers une économie verte, tant qu'elles ont toujours une « *license to operate* » — la possibilité juridique et sociale d'exister —, et tant qu'elles recherchent la maximisation du retour sur investissement pour tous les produits, services et développements qu'elles ont pu réaliser lors des dernières décennies. À titre d'exemple, pourquoi pousser des modèles de production d'énergie déconcentrés si l'on possède un parc de production très concentré dont il faut prolonger la durée de vie ? Pourquoi inciter la population à consommer moins de produits d'origine animale et mettre autre chose sur le marché s'il on a investi en recherche et développement depuis 30 ans pour développer une industrie agroalimentaire, construit des usines, établi des marques ?

Cette inertie des acteurs dominants retentit de plus sur toute la chaîne de fournisseurs et de clients de ces entreprises qui, elles non plus, ne peuvent pas prendre de virage vert. Les évolutions de la demande réelle ou latente — pour des produits parfois plus durables — sont assez souvent marginales, ou traitées *a minima* en proposant le même produit un peu plus vert, mais pas celui qui serait réellement un substitut écologique.

Dans certains secteurs, on note d'ailleurs des fossés importants — et souvent croissants — entre de nouvelles attentes des consommateurs et l'offre de produits (par exemple, une inflexion forte dans la demande pour une alimentation saine et durable : bio, *vegan*, locale et / ou sans additifs...), ou encore entre les souhaits et opinions des travailleurs et le cadre de travail, sans que les grandes entreprises veuillent ou puissent y répondre rapidement. Elles tentent alors de saisir ces nouvelles opportunités et de s'adapter, mais il ne s'agit pas que d'une simple faille de marché et d'une question de vitesse. Bien souvent, structurellement — au sens de la structure pyramidale et lourde des organisations, de leur histoire et de leur gouvernance — elles n'en sont pas vraiment capables, et de nouvelles marques (petites marques « piranhas ») ou d'autres usages prennent de l'ampleur.

L'argument de l'urgence (sanitaire, écologique, sociale) ou celui de l'intérêt général n'ont pas d'impact dans les comités de direction de ces entreprises ou auprès des actionnaires. Celui de la rentabilité de nouveaux investissements verts pourrait en avoir un s'ils l'étaient pour le financeur ! Cette rentabilité n'existera(it) qu'à condition que les référentiels comptables donnent une juste lecture des entreprises et des projets à externalités fortement négatives, pour les différencier de ceux qui préservent le capital naturel et humain.

UNE COMPTABILITÉ INNOVANTE

On peut se référer aux principes fondamentaux et révolutionnaires de la méthode comptable innovante initialement conçue par le professeur émérite (et expert-comptable) Jacques Richard, dénommée CARE (*Comprehensive Accounting in Respect of Ecology*). Les précieux travaux de Jacques Richard sont aujourd'hui poursuivis par le chercheur et maître de conférences Alexandre Rambaud¹.

Le modèle CARE est actuellement en expérimentation à travers une opération collective démarrée en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur fin 2018 par le cabinet Compta Durable et l'Institut national de l'économie circulaire, avec le soutien de la direction régionale de l'ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie) Marseille et de la région Sud.

Le cabinet Compta Durable a été créé en 2011 par Hervé Gbego, expert-comptable. C'est le premier cabinet indépendant inscrit à l'Ordre des experts-comptables et à la Compagnie des commissaires aux comptes, exclusivement dédié à la convergence entre expertise comptable, financière et extrafinancière. L'Institut national de l'économie circulaire est l'organisme de référence et d'influence autour de l'intelligence écologique et de l'économie de la ressource. Il est composé d'entreprises, collectivités, associations et universités. Sa mission est de fédérer l'ensemble des acteurs publics et privés pour promouvoir l'économie circulaire et accélérer son développement.

À l'occasion de cette expérimentation, 10 entreprises — de toute taille, de tous secteurs et de maturité RSE (responsabilité sociale des entreprises) inégale ; à savoir ARECO, Auchan Retail, CEETRUS (filiale immobilière Auchan), CEMEX, EODD, le Groupe PROFIL, Ricard

&Pernod, SERAMM Marseille, TOTEM mobi et Xyléo — expérimentent l'intégration d'une comptabilité socio-environnementale, sur la base de la méthode comptable CARE. Les résultats — très attendus, y compris par les pouvoirs publics — de cette expérimentation seront présentés à l'occasion d'une conférence de restitution publique annoncée en fin d'hiver 2020 dans les locaux du ministère de la Transition écologique et solidaire.

Cette comptabilité est un levier puissant de transformation de l'entreprise : elle l'informe des coûts de maintien de ses capitaux identifiés comme des « sources de préoccupation », ajuste le compte de résultat (l'entreprise dégage des bénéfices si et seulement si elle a maintenu ses capitaux naturels et humains) et permet d'évaluer également au bilan les trois familles d'actifs et de passifs — et de partager une autre lecture de la valeur de l'entreprise avec ses investisseurs, financeurs et partenaires.

Elle cherche également à définir des objectifs de maintien des capitaux sur la base d'informations scientifiques comme peuvent l'être les *Science Based Targets* établis pour le climat, ou — en cours de définition — des seuils pertinents pour la biodiversité. Pour le climat, l'iSBT (initiative Science Based Targets) menée conjointement par le Global Compact, le CDP (ex-Carbene Disclosure Project) le WWF (Fonds mondial pour la nature) et le World Resource Institute, vise à allouer à chaque entreprise un objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre scientifiquement pertinent et spécifique à ses activités, dans son secteur et en fonction de sa localisation.

H.L.T.

1. RAMBAUD Alexandre et RICHARD Jacques, « The "Triple Depreciation Line" instead of the "Triple Bottom Line": Towards a Genuine Integrated Reporting », *Critical Perspectives on Accounting*, vol. 33, décembre 2015, p. 92-116.

Quelles perspectives encourageantes ?

Le propos ici n'est pas ici de dénigrer toute forme d'entreprise ou de rejeter la notion de capital et de capitalisme, mais de s'interroger sur le type d'entreprise approprié pour accomplir la transition écologique et solidaire — visant la préservation du capital naturel et humain —, et sur la forme que pourrait prendre un capitalisme d'intérêt général.

Pour assurer les besoins fondamentaux de tous demain, des agents économiques de production sont bien nécessaires. Pour se nourrir, se loger, se déplacer, produire des énergies renouvelables, des biens d'usage courant, quelles entreprises sont ou seraient capables de relever le défi d'être viables économiquement, attractives, robustes — en s'assurant de préserver les actifs stratégiques dont elles dépendent —, et résilientes dans des pays en crise économique, écologique ou politique ?

L'observation fine des mutations en cours permet d'identifier les germes d'une nouvelle famille d'entreprises, et par extension, la possibilité de développer un capitalisme d'intérêt général. Ce terme est d'ailleurs le titre d'un ouvrage de Jean-Marc Borello⁸, président fondateur du Groupe SOS, qui a fait partie de ceux qui affirment que l'entreprise du XXI^e siècle sera sociale ou ne sera pas.

De fait, deux grandes tendances se dégagent : une prise en main du défi écologique par l'économie sociale, et une mutation partielle de certaines entreprises conventionnelles — principalement de type entreprise familiale de taille moyenne, capables de penser le temps long et d'assurer des fondements éthiques à l'aventure entrepreneuriale.

Précisons tout d'abord que ces acteurs ne sont pas non plus exempts de failles. Dans l'économie sociale, il est souvent rappelé que « le statut ne fait pas la vertu » et que le fait d'être une coopérative ou une entreprise agréée d'utilité sociale ne donne aucune garantie d'un fonctionnement durable, adapté au monde de demain. Cela dit, l'économie sociale et solidaire est un terreau fertile pour l'innovation sociale visant à répondre à de nouveaux défis ou besoins non satisfaits — et donc également à celui de la transition écologique. En son sein s'est développée une catégorie d'entreprises sociales écologiques. Celles-ci, petites ou grandes, fondent leur modèle économique sur la création de valeur par la préservation du capital naturel et un impact social positif.

Pour les entreprises familiales, une des innovations présentant un intérêt à l'ère de la rareté est celle de la fondation actionnaire. Assez courante au Danemark ou en Suisse, ce schéma est construit sur le fait qu'une fondation est (ou devient) l'actionnaire majoritaire ou unique d'une entreprise — et ce faisant détient tout ou partie du capital, et une partie des droits de vote. Dans une logique au départ patrimoniale, il peut permettre de mieux

8. BORELLO Jean-Marc, *Pour un capitalisme d'intérêt général*, Paris : éd. Débats publics, 2017.

prendre en compte le moyen terme — pour préserver le capital (financier, matériel et immatériel), mais aussi pour infléchir la stratégie de l'entreprise en phase avec les marchés et le monde de demain, et pour mener des actions philanthropiques globales ou sur leur territoire d'implantation.

DES ENTREPRISES SOCIALES ÉCOLOGIQUES

Pour donner à voir cette économie hybride, concentrée sur la réponse aux besoins fondamentaux, il est possible de consulter le site Internet <http://www.entreprisesocialeecologique.org>. Si l'on y trouve sans surprise de gros acteurs de l'économie circulaire dont le cœur de modèle repose sur l'insertion sociale et professionnelle (et donc un financement partiellement public par les aides aux postes), il est intéressant de noter les innovations de produit, de modèle économique et de gouvernance faites par quelques autres, qui parviennent à jouer avec succès en concurrence directe avec des acteurs de l'économie conventionnelle dans plusieurs secteurs.

Dans le domaine du bâtiment, la coopérative Macoretz est un acteur original, à la santé florissante, qui a pris avec succès le virage de la construction bois (extensions et petit collectif) et qui emploie 200 salariés dont plus de la moitié sont coopérateurs.

Dans l'alimentaire, Biocoop a montré une croissance à deux chiffres, soutenue pendant plusieurs années, et a déployé en France un réseau étendu de magasins. Un point de vigilance porte sur l'amont, notamment sur les conditions économiques et fiscales de la production agricole en France, qui — entre autres raisons — brident l'essor d'une production bio et locale (française) capable de suivre la hausse de la demande.

C'est pourquoi l'association Fermes d'avenir expérimente de nouveaux modèles de production, de commercialisation et de contractualisation, inspirés des modèles juridiques de l'économie sociale (comme les coopératives, notamment constituées en Scop, société

coopérative participative, ou en SCIC, société coopérative d'intérêt collectif), et favorisant un co-investissement public / privé, partenaires économiques / privés, investisseurs / habitants, à la fois en raison des attentes complémentaires en termes de risque et de rentabilité, et afin d'équilibrer la gouvernance. Pour arriver à rattraper la demande, il faudrait parvenir à lancer un nombre suffisant de fermes agro-écologiques capables de fournir un « mieux manger pour tous » issu d'une agriculture particulièrement économe.

Les règles qui s'appliquent communément dans l'économie sociale assurent par ailleurs le fait que les bénéficiaires sont largement réinvestis en innovation et en changement d'échelle, plutôt que pour servir une rentabilité élevée aux apporteurs du capital financier. Elles sont soutenues par des acteurs de la finance solidaire et de certains fonds d'investissements dits « fonds d'impact » comme Quadia, Impact Partenaires, Planetic AM, Esfin Gestion et quelques autres qui privilégient des investissements à impact social et / ou écologique positif. Il s'agit d'un très petit écosystème financier en France et à l'étranger.

Au stade de l'expérimentation, il est difficile de pouvoir prédire le succès durable de ces projets — précisément parce que nous nous situons sur le point de bascule identifié dans le rapport initial du Club de Rome, que le contexte réglementaire et fiscal ne s'est pas encore ajusté à l'ère de la rareté, et que les schémas innovants de financement de cette économie ne sont pas encore bien identifiés par les acteurs.

H.L.T.

Pour illustrer ce schéma, voici le cas de la scierie Archimbaud, entreprise familiale dans les Deux-Sèvres, dont le dirigeant s'est confronté à la fois à la question de la transmission, de la pérennisation et de la robustesse de son entreprise. Ayant fait le choix stratégique de se diversifier dans la production de pellets (granulés de bois pour chauffage) et souhaitant avoir un approvisionnement local, il a impulsé la création d'une fondation actionnaire, qui devient progressivement majoritaire au capital d'Archimbaud. Cette fondation a par ailleurs pour objet de promouvoir les produits et la création en bois, de soutenir et de créer des plantations de peupliers, qui serviront à approvisionner en bois la fabrication de pellets. Et puisqu'il faut quelques années pour qu'un peuplier pousse, les parcelles sont offertes à une activité de maraîchage en insertion. Autoproduction locale de ressources stratégiques pour l'entreprise, production de biomasse et d'alimentation optimisée sur un terrain agricole, sécurisation d'emplois locaux et impact social positif : Archimbaud est un cas d'école inspirant qui fait se rejoindre transition énergétique et transition alimentaire, tout en investissant pour sécuriser l'avenir de l'entreprise.

Financer l'économie de demain : une gageure ?

Pour un nombre important des entreprises sociales et projets innovants évoqués ci-dessus, la limite principale à leur développement se trouve dans le financement de ce développement. Du fait de leur faible visibilité, de leur petite taille, de leurs formes juridiques exotiques, de leurs modèles d'affaires atypiques, du fait que l'investissement peut porter sur du capital naturel et social — sans actif physique / immobilisations corporelles servant de gage au prêteur —, des temps de retour longs sur les projets, elles n'attirent guère les banquiers conventionnels et les investisseurs.

Pour les entreprises dans l'univers du capitalisme familial, l'enjeu est autre. Dans un contexte particulièrement incertain, le besoin de transformation de l'entreprise pour continuer à prospérer à moyen terme peut imposer une prise de risque (maîtrisée) et une audace pour devenir des acteurs de l'économie de demain. Si la prise de risque est souvent ardue, la taille réduite de ces entreprises rend également le changement plus aisé. Il est difficile de trouver des montants en euros de ces investissements verts ou verdissants des petites et moyennes entreprises (PME). En ordre de grandeur, il est possible de considérer que parmi les réseaux tels que le Cercle des jeunes dirigeants ou l'Association pour le progrès du management, qui regroupe plusieurs milliers d'entreprises souvent familiales, un quart infléchissent significativement leur stratégie globale ou leurs investissements productifs dans une direction verte, et que donc, en ordre de grandeur toujours, un milliard d'euros par an seraient investis par ces acteurs pour une économie d'avenir.

C'est beaucoup..., et très peu en comparaison des milliards d'euros injectés par divers canaux européens ou nationaux. Une large part des fonds

européens ciblent des projets d'envergure en consortium privé, de l'innovation technologique, et de fait n'irriguent ni l'innovation sociale ni les PME sur des projets spécifiques adaptés à l'ère de la rareté. Les « investissements d'avenir », en France, dotés de plusieurs milliards d'euros et dispatchés par l'État, eux soutiennent des purs « projets de croissance », indiquent vouloir soutenir la compétitivité du pays à l'international, et considèrent l'impact social ou environnemental positif comme un supplément d'âme — si l'on écoute directement les hauts fonctionnaires qui en ont la charge. La gouvernance des investissements d'avenir avait été mise en question, dans un rapport de la Cour des comptes en 2015⁹, et ne semble pas avoir été infléchie depuis, et les métriques d'évaluation des dossiers ne considèrent aucune le capital naturel et social.

Enfin, les grands assureurs collectant plusieurs dizaines de milliards d'euros d'assurance vie chaque année auprès des ménages confient ensuite ces sommes à des *asset managers*, qui les placent alors en obligations et actions sur les marchés, ou en placements immobiliers.

Rien parmi ces « grands tuyaux » pour réaliser des investissements verts à hauteur des enjeux de demain. Là encore il nous faudrait repenser la mission, l'organisation et la forme des acteurs bancaires et financiers pour y parvenir. Leur organisation fortement concentrée (voire oligopolistique pour les banques de détail), le fort niveau d'intermédiation, et plus récemment, la lourdeur des réglementations prudentielles qui leur ont été imposées postcrise, les rendent très largement incapables de financer les projets petits, diffus, innovants, en clair, une économie verte de demain.

Une fissure s'ouvre heureusement dans l'univers du financement, avec l'essor des *fintech* et notamment de la finance participative, qui tente de se tailler une part du gâteau dans les métiers de l'investissement (*crowd equity*) et dans celui de banquier (*crowdlending*). Peut-on affirmer que la transition numérique va venir soutenir dans ce cas la transition écologique ?

En soi, les plates-formes de finance participative, si elles se considèrent neutres, n'ont pas plus de raison de se mettre à financer une économie verte que les décideurs ou investisseurs cités plus haut. Cela dit, puisqu'elles mettent en relation directe des entreprises avec des épargnants parfois animés de motivations diverses — financières et / ou en recherche d'impact positif —, nous pouvons observer que la part de projets verts financés est significative.

À titre d'exemple, pour l'ensemble des plates-formes françaises (qui financent tous types de projets culturels, sociaux, entrepreneuriaux), près de 10 % des montants collectés (tous types de financements confondus) l'ont été pour des projets environnementaux innovants et d'énergies renouvelables, à savoir près de 100 millions d'euros. On peut y ajouter le fait que pour les trois plates-formes de don ou prêt sur le segment agriculture et ali-

9. *Le Programme d'investissements d'avenir. Une démarche exceptionnelle, des dérives à corriger*, Paris : Cour des comptes, décembre 2015.

mentaire, une plate-forme (Blue Bees) est dédiée exclusivement au soutien de projets agroécologiques et d'alimentation saine, et sur les deux autres, le pourcentage de projets biologiques est significatif.

Les esprits chagrins trouveront qu'il s'agit là d'un signal faible vraiment minime. Il est possible d'espérer que le secteur financier, tôt ou tard, puisse être percuté fortement par le numérique comme nous avons pu l'observer avec des acteurs tels que Airbnb, Uber, Amazon Markets dans d'autres secteurs, et que de cette confrontation émergera une finance numérique horizontale de pair à pair, pour accélérer massivement les flux directs d'épargne vers l'économie verte.

Dans cet univers, certains parient plutôt sur les cryptomonnaies dédiées à l'économie de transition : c'est le cas de Solid, acteur français de la *blockchain* fondé par Pierre Paperon, qui entend autant révolutionner les mécanismes d'apport en capital vers les acteurs de demain (ICO, *Initial Coin Offering*, en cryptomonnaies) et créer des catégories d'actifs spécifiques, qu'ouvrir la porte à des transactions en tokens¹⁰ plutôt qu'en euros, dans un marché de devises numériques dédiées à la transition. Si la technologie *blockchain* fait débat — notamment en raison de son empreinte écologique actuellement élevée —, cet exemple permet de relier transition numérique et écologique, et d'introduire la question de nouveaux « communs financiers » (monnaie, crédit, sous de nouvelles formes), dont l'essor semblerait en phase avec une refonte assez profonde des mécanismes décrits plus haut du capitalisme extractif que nous connaissons.

Tout ceci pourrait se produire enfin si la majorité d'entre nous accorde désormais sa confiance et son soutien à des entreprises d'avenir plutôt que majoritairement à des assurances vie qui financent l'économie d'hier — celle qui semble conduire à l'impasse... Investir autrement est sans doute une clef pour entrer pour de bon dans une économie adaptée à l'ère de la rareté. ■

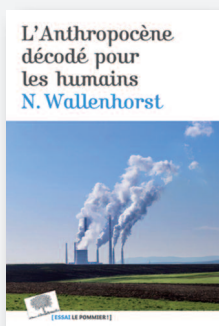
10. Les tokens sont des actifs numériques émis et échangeables sur une *blockchain* (NDLR).

L'ANTHROPOCÈNE DÉCODÉ POUR LES HUMAINS

À propos du livre de Nathanaël Wallenhorst, *L'Anthropocène décodé pour les humains* (Paris : Le Pommier [Essais], février 2019, 204 p.)

Nathanaël Wallenhorst explicite dans ce livre l'origine, la signification et la portée du concept d'« anthropocène », une nouvelle ère dans l'histoire de la planète, qui s'est invité dans le débat sur son avenir. Celui-ci a été défini comme une nouvelle époque géologique marquant l'entrée de la Terre dans une ère qui porte l'empreinte de l'action de l'*anthropos*, l'être humain. La planète serait entrée dans l'anthropocène car son environnement est modifié par les activités humaines, notamment l'utilisation effrénée des combustibles fossiles, la cause majeure du réchauffement de son climat.

L'auteur explique dans son premier chapitre que la genèse de ce concept a été assez longue. Des naturalistes et des géologues ont émis l'idée, dès le XVIII^e siècle, notamment Buffon, que la Terre avait connu des époques très différentes et que l'homme lui-même laissait son empreinte sur la nature. L'émergence des sciences du « système Terre », dans les années 1980, a accéléré la prise de conscience que nous vivions certes à une époque interglaciaire depuis 12 000 ans, l'holocène, mais que l'action de l'homme modifiait radicalement le climat. C'est le chimiste néerlandais Paul Crutzen qui a proposé, en 2000, le concept d'anthropocène. Il avait expliqué, dans les années 1980, avec des collègues (ils seront nobélisés en 1995), que le trou d'ozone au-dessus de l'Antarctique avait pour origine des réactions chimiques de l'ozone avec des chlorofluorocarbures (CFC), utilisés dans les aérosols et les réfrigérants. Dès lors, un débat a été lancé au sein de la communauté des géologues, sur l'opportunité de reconnaître officiellement



l'entrée de la planète dans une nouvelle ère, l'anthropocène, et sur la datation de son début.

Les époques géologiques, et leur début, sont reconnues par la trace qu'elles laissent dans des couches géologiques (la présence d'iridium dans un site en Tunisie serait la trace d'une collision de la Terre avec une météorite qui aurait fait disparaître, il y a 66 millions d'années, les dinosaures, marquant le début d'une nouvelle ère, le tertiaire ; une hypothèse encore contestée...). Plusieurs dates ont été proposées pour le début de l'anthropocène : les débuts de l'agriculture ou ceux de la mondialisation du commerce au XVII^e siècle ; la révolution industrielle introduite par le couple charbon-machine à vapeur au XVIII^e siècle en Angleterre ; les essais de bombes atomiques dans l'atmosphère dans les années 1950-1960 qui ont irradié la surface de la Terre en y laissant des traces durables, ou la grande accélération de l'économie mondiale à cette époque. Les géologues, semble-t-il et non sans polémiques, vont reconnaître que les traces de radionucléides datant des années 1950 marquent l'entrée dans l'anthropocène.

En fin de compte, ce ne sont pas les arguties géologiques sur le concept d'anthropocène qui sont l'essentiel, souligne l'auteur dans plusieurs chapitres, mais bien davantage la prise de conscience que l'humanité a « dépassé des bornes » avec ses activités mettant en péril l'environnement et la vie sur Terre. Il rappelle la liste des neuf limites planétaires à ne pas franchir. Le changement climatique et la destruction de la biodiversité sont les deux principales et les plus médiatisées. Il

rappelle aussi les conclusions du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) sur le réchauffement climatique, objet d'un large consensus, dont les effets sont tangibles (des événements météorologiques extrêmes), et que les taux d'extinction des espèces ainsi que l'acidification des océans sont alarmants ; la formation du trou dans la couche d'ozone est aussi une borne qui a été franchie (mais signal optimiste que l'auteur aurait pu détecter, l'application de la convention de Montréal interdisant l'utilisation des CFC permet au trou de se résorber).

L'auteur, indicateurs à l'appui, considère que « tout s'emballe » : l'activité humaine a dépassé des limites compatibles avec la stabilité de la planète et l'existence de la civilisation. L'anthropocène n'est donc pas qu'un concept scientifique, il est aussi un concept politique et militant affirme-t-il. C'est un phénomène politique global dont l'origine est le mode de développement économique, associé à l'émergence du capitalisme industriel, avec des conséquences planétaires sur l'environnement. D'où le débat sur la datation de l'entrée en anthropocène et la responsabilité des pays occidentaux dans ce phénomène (et la recherche un peu vaine d'éventuels substituts au nom d'anthropocène : l'anglocène, le capitolocène...), dans lequel les sciences humaines et sociales jouent un rôle important. Ce concept est militant car il symbolise un engagement de mouvements intellectuels, sociaux et politiques en faveur d'un changement dans les modes de vie.

Comment faire ?, s'interroge l'auteur dans son dernier chapitre. Faut-il rendre à Zeus le feu volé par Prométhée, un acte qui fut le prélude à une recherche sans frein de la puissance ? Plusieurs types de scénarios ont été proposés. Les techno-optimistes misent sur le progrès technique (notamment via la géo-ingénierie comme P. Crutzen), d'autres font des emprunts à la science-fiction en envisageant un exode vers Mars (avec une nouvelle arche de Noé !).

Nathanaël Wallenhorst ne croit pas à ces scénarios techniciens et il plaide pour le changement de nos modes de vie, et de l'organisation sociale et économique fondée sur la croissance économique. Cette mise en cause est d'autant plus nécessaire que la planète comptera 9,5 milliards d'habitants en 2050 ; tout en évitant de tomber dans le malthusianisme, l'auteur souligne qu'il est impératif de trouver le moyen de « vivre ensemble » dans l'anthropocène sur une planète qui ne doit pas forcer les limites de la nature, à partir d'une bonne connaissance du long terme. Ainsi il fait sien la proposition du philosophe Dominique Bourg de créer, dans notre système politique, une « troisième chambre » sans prérogatives législatives, le lieu du débat sur les enjeux du futur. En dépit des controverses politiques qui agitent la planète, notamment la montée des nationalismes, accompagnée de bouffées de violence, l'auteur conclut par un appel à l'optimisme : la prise de conscience des enjeux de l'entrée en anthropocène montre qu'il est possible de changer le monde et que la vie sur la planète vaut d'être vécue.

Cet ouvrage a le grand mérite de clarifier et, dans une certaine mesure, de démystifier le concept médiatisé d'anthropocène en montrant qu'il a avant tout une dimension politique. L'auteur, se référant à Hannah Arendt qui considérait que l'humanité avait la capacité de se détruire mais aussi d'éviter cette issue inacceptable, considère que l'anthropocène est un moyen utile au débat sur l'avenir de la planète. On pourrait évidemment lui faire remarquer que sa vision est occidentale dans la mesure où de nombreux pays souhaiteraient bénéficier de la modernité avant de connaître les affres du réchauffement climatique. Dans un contexte où les enjeux de la grande transformation environnementale de la planète sont à l'ordre du jour, tous ceux qui souhaitent mieux les comprendre liront ce livre avec intérêt.

Pierre Papon

Entreprises, RSE et au-delà

À PROPOS D'UNE ENQUÊTE
SUR L'ENTREPRISE POST-RSE ¹

PAR MARTHE DE LA TAILLE-RIVERO ²

Voici plus de 40 ans que la responsabilité sociale des entreprises (RSE) a émergé en tant que concept précis appelé à se diffuser dans le monde économique. C'est en effet en 1976 que l'Organisation de coopération et de développements économiques (OCDE) a adopté une liste de principes directeurs visant à en être le cadre de référence. Depuis, la RSE s'est progressivement institutionnalisée en Europe (livre vert de la Commission européenne en 2001, directive de 2014 imposant aux entreprises de publier leur bilan RSE...) et les entreprises semblent globalement jouer le jeu.

*Poursuivant la série sur le rôle des entreprises dans la fabrique du bien commun (ouverte dans le numéro 426, puis prolongée dans les numéros 427 et 429 de la revue *Futuribles*), Marthe de La Taille-Rivero montre ici, au travers d'un rapport publié fin 2018 par l'Institut de l'entreprise sur l'entreprise post-RSE, comment les entreprises, en particulier en France, ont intégré cette exigence de RSE. Le document souligne aussi comment, au regard des nouveaux défis sociaux, environnementaux..., elles pourraient aller au-delà de la RSE classique et « placer l'actionariat au cœur du réacteur » visant à favoriser le bien commun. L'étape suivante pourrait, selon ce rapport, consister à allier le profit de l'actionnaire et l'intérêt général, l'entreprise se trouvant au centre de l'équation. S.D. ■*

1. TORRES Félix, *L'Entreprise post-RSE. À la recherche de nouveaux équilibres. Une enquête de l'Institut de l'entreprise*, novembre 2018, 162 p. URL : https://www.institut-entreprise.fr/sites/default/files/document/Entreprise_post-RSE.pdf. Consulté le 16 mai 2019.

2. Spécialiste des fondations d'entreprises et de l'entrepreneuriat social, membre du comité de rédaction de *Futuribles*.

La question est posée d'emblée : Quelle finalité pour l'entreprise aujourd'hui ? Soulevée par le chef de l'État, Emmanuel Macron, en France, dès l'automne 2017, cette interrogation est entrée dans le débat public, notamment lors des discussions relatives au projet de loi PACTE (Plan d'action pour la croissance et la transformation des entreprises)³.

Pour y répondre, l'Institut de l'entreprise a commandé un sondage en janvier 2018, suivi d'une année d'enquête auprès de plus de 50 décideurs économiques en France et dans divers pays. L'objet du rapport intitulé *L'Entreprise post-RSE* — RSE pour responsabilité sociale (ou sociétale) des entreprises — est de rendre compte des inflexions dans la conception et la gouvernance des entreprises, et de mettre à jour le socle de convictions partagées au sein de l'Institut.

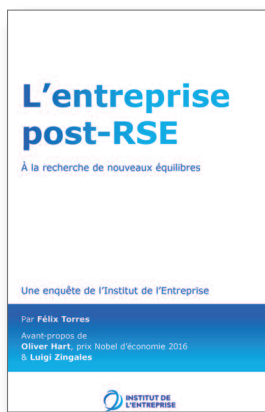
L'avant-propos qui ouvre le document donne la parole à deux éminents économistes américains, Oliver Hart (prix Nobel d'économie 2016) et Luigi Zingales, qui rappellent selon un article paru dans la *Harvard Business Review* que « servir ses actionnaires n'implique pas de placer le profit au-dessus de tout⁴ ».

Entre 2015 et 2018, les questions relatives à la finalité de l'entreprise

se sont multipliées outre-Atlantique comme en Europe et en France, la critique portant sur l'entreprise actionnariale, néolibérale et financiarisée, et le divorce avec l'opinion concernant surtout les grands groupes mondialisés. Comme le dit Antoine Frérot, le président de l'Institut de l'entreprise et patron de Veolia : « l'entreprise reste inconnue et mal aimée [...] on la croit au service des seuls actionnaires [...] ; bien qu'étant d'intérêt général on la croit d'intérêt particulier ». Une réflexion partagée par un certain nombre de ses pairs acquis à une vision plus holistique de l'entreprise visant à dépasser un procès en légitimité, récurrent en France, et l'antagonisme entre capital et travail.

Le débat actuel sur le rôle de l'entreprise, rappelle l'auteur, se focalise sur trois sujets : le partage des profits, l'élargissement de l'objet social et le partage du pouvoir.

Pour mettre ce débat en perspective, le rapport consacre un chapitre à la théorie et à l'histoire du capitalisme. Il rappelle les trois âges qu'il a traversés, de l'entreprise patrimoniale à l'entreprise fordiste, industrielle et managériale, puis à l'entreprise actionnariale. Conçue comme une agence et un nœud de contrats au bénéfice de la maximisation de la valeur actionnariale, selon les principes de Milton Friedman, cette der-



3. Loi adoptée définitivement par le Parlement le 11 avril 2019.

4. « Serving Shareholders Doesn't Mean Putting Profit Above All Else », *Harvard Business Review*, n° 10, octobre 2017. URL : <https://hbr.org/2017/10/serving-shareholders-doesnt-mean-putting-profit-above-all-else>. Consulté le 16 mai 2019.

nière prend son essor à partir des années 1960 dans une économie de plus en plus financiarisée. Preuves à l'appui : entre 1970 et 2000, le portefeuille d'actions détenu par les caisses de retraite américaines est passé de 172 à 1 892 milliards de dollars US, et la capitalisation de la place de New York, de 704 à 21 000 milliards de dollars US.

Mais peut-être le capitalisme actionnarial est-il en train d'accéder à une nouvelle phase de maturité propice à son évolution...

Comment définir l'entreprise ?

Définir l'entreprise aujourd'hui est pourtant moins aisé qu'il n'y paraît. Le rapport rappelle la distinction juridique fondamentale entre la « société », contrat entre associés et personne morale, d'une part, et l'« entreprise », organisation collective définie par son objet social incluant des composantes variables dont les « parties prenantes », d'autre part.

Ces parties prenantes (personnel, fournisseurs, clients...) n'ont pas toutes la même importance, mais cette notion intègre la dimension relationnelle de l'entreprise, son écosystème, et restaure la création collective originale de cette communauté économique. « Malgré ses limites conceptuelles la notion de parties prenantes constitue un véritable projet de citoyenneté politique », observe Félix Torres.

Une entreprise ne peut pas réussir en négligeant son impact sur les territoires qui l'entourent. La finalité de l'entreprise doit être redéfinie comme le fait de créer de la valeur partagée et non juste du profit.

Pour autant, l'entreprise n'est pas assimilable à un bien commun comme le souhaitent certains courants de pensée, car « il convient de réaffirmer la liberté privée d'entreprendre et de posséder, qui est un pilier de notre démocratie politique », et il ne semble pas souhaitable de s'engager dans la voie de la codétermination entre capital et travail, entre dirigeants mandatés et représentants du personnel, affirme l'Institut de l'entreprise, via ce rapport.

Où se situe donc le point de convergence entre entreprises et bien commun, entre intérêt privé et intérêt général, entreprises singulières et bien commun collectif ? C'est pour répondre à cette question que le gouvernement avait confié une mission de réflexion sur « l'entreprise et l'intérêt général » à Nicole Notat et Jean-Dominique Senard, afin d'éclairer la préparation de la loi PACTE. Leur rapport, remis au gouvernement en mars 2018 ⁵, concluait en effet que l'entreprise avait une « raison d'être » non réductible au seul intérêt des actionnaires. Le chantier est toujours d'actualité et toujours ouvert mais, observe l'Institut de l'entreprise, « relève d'une visée d'ordre idéal ».

5. NOTAT Nicole et SENARD Jean-Dominique (avec le concours de Jean-Baptiste Barfety), *L'Entreprise, objet d'intérêt collectif*, Paris : ministère de la Transition écologique et solidaire / ministère de la Justice / ministère de l'Économie et des Finances / ministère du Travail, mars 2018, 123 p. (analysé in *Futuribles*, n° 426, septembre-octobre 2018, p. 52-54).

Le nouvel âge des entreprises

Toutes les entreprises vivent une « disruption », une grande transformation qui les place devant une série de défis à portée immédiate, qu'il s'agisse du train continu et accéléré des révolutions technologiques, de l'équilibre entre le « global » et le « local », des nouvelles tendances consuméristes ou de la remise en cause du capitalisme financier. Elles entrent comme nous tous et notre planète dans une nouvelle civilisation.

La principale victime des excès du capitalisme et de la défaillance des réponses d'ordre politique ou social face aux mutations en cours a été la confiance envers les dirigeants, les institutions et le libre-échange. Cette crise de confiance est aggravée par le contexte mondial, écrit Félix Torres : « Nous vivons une géopolitisation de la mondialisation dans un monde de blocs de plus en plus nationalistes où géopolitique, géostratégie et géoéconomie se mêlent, aggravant la montée générale des incertitudes mais, noté-t-il au passage, la ligne de défense ne peut être qu'europpéenne. »

Nous avons vécu, comme l'observe Larry Fink, le patron de Black-Rock, un des principaux fonds de pension américains, un véritable paradoxe : dans le même temps où l'entreprise se retirait du champ social pour se consacrer à la recherche du profit, la demande de la société à son égard ne cessait de croître et de se diversifier. La RSE fut une des premières réponses. Portée par l'opinion et malgré les reticences de beaucoup d'entreprises, elle s'est déployée depuis 1975 à l'échelle occi-

dentale, européenne et nationale. Nombre de groupes français ont d'ailleurs été pionniers et ont dépassé la contradiction entre quête du profit et réponse aux besoins de la société.

Nous entrons maintenant dans l'ère de l'entreprise post-RSE. Il ne s'agit pas de supprimer la RSE mais, au contraire, de l'intégrer dans la stratégie de l'entreprise en partant du cœur du réacteur, c'est-à-dire des actionnaires « car sans profit il n'y a pas de valeur à redistribuer ! »

Face à l'échec de nombreux gouvernements à préparer le futur, à la disqualification des institutions, une partie de l'opinion demande à l'entreprise d'apporter des réponses à un large éventail de défis sociétaux, au risque de perdre sa légitimité vis-à-vis de ses « parties prenantes » si elle ne se dote pas d'une raison d'être extrafinancière.

L'actionnariat au cœur du réacteur

Les principaux théoriciens de l'entreprise sont américains et leurs travaux influencent de façon notable l'évolution de la pensée européenne et française sur ces sujets. C'est d'eux que vient la dénonciation de la « mutation pathologique du capitalisme américain » qui a transformé les investisseurs en « vendeurs de bouquets d'actifs ». Ils proposent une nouvelle théorie de l'entreprise, un *company-centered model* (modèle centré sur l'entreprise), une organisation complexe jouant de nombreux rôles sociétaux et créant de la valeur pour de multiples parties constituantes. Dans

cette perspective, les intérêts de l'entreprise sont distincts de ceux des actionnaires qui eux-mêmes ont changé de nature.

Dans les années 1950, en effet, plus de 80 % des actionnaires américains étaient des investisseurs individuels, aujourd'hui 80 % sont des institutionnels. En France, l'actionariat des entreprises est plus éparpillé, mais 46 % des actionnaires sont des gestionnaires d'actifs. L'actionariat du XXI^e siècle est donc complexe, toujours plus stratifié, industrialisé et massifié, avec des prédateurs et des opportunistes.

L'évolution en cours vient du « cœur du réacteur » pour reprendre l'expression de Félix Torres, c'est-à-dire des grands fonds d'investisseurs institutionnels américains convaincus désormais que les critères environnementaux, sociétaux et de bonne gouvernance ont un effet positif sur la valeur actionnariale.

Le débat actuel en France s'intègre dans ce mouvement. Une majorité semble acquise à l'idée que la seule performance financière ne suffit pas à apprécier la valeur d'une activité économique, les dimensions sociales et environnementales étant une composante essentielle de leur résultat. Selon Jean-Paul Agon, le PDG de L'Oréal, les entrepreneurs doivent devenir des acteurs du bien commun, à l'exemple du programme *Share and Care*, lancé en 2003 et développé dans les 77 pays où le groupe est présent.

Le mouvement en faveur des entreprises à mission, traduction fran-

çaise des *benefit corporations* apparues aux États-Unis dans les années 1990, s'inscrit dans ce courant et l'on assiste à une montée en puissance des investissements ISR (investissements socialement responsables) / ESG (environnementaux, sociaux et de gouvernance), qui représentent plus d'un quart des actifs de la gestion nationale.

La raison d'être non réductible au profit propose un récit collectif susceptible d'entraîner l'adhésion des parties prenantes en répondant à la question du sens et en inscrivant l'entreprise dans la durée.

La révolution numérique rend cette question centrale à plusieurs égards. Elle est peu compatible avec la structure hiérarchique et pyramidale traditionnelle, alors que le destin de l'entreprise repose plus que jamais sur l'adaptabilité et la créativité de son personnel. Selon un récent sondage Gallup, 17 % des salariés seulement se sentent inclus dans la stratégie de leur employeur.

Le rôle du chef d'entreprise, affirme le rapport, c'est d'impulser le changement. La vision doit être *top-down* (du haut vers le bas) et le plan d'action *bottom-up* (du bas vers le haut).

Une des conclusions de l'enquête c'est que le « dédagisme », la disqualification de toutes les institutions constitutives du système est une bombe à retardement (comme la suite des événements l'a prouvé⁶!), mais que les entreprises jouent un rôle central dans la restauration

6. Le rapport est paru en novembre 2018 ; la crise des gilets jaunes a commencé, en France, le 17 novembre.

de la confiance, ce qui suppose un nouveau pacte social interne et l'intégration des *millennials*, la jeunesse contemporaine, dans un monde du travail auquel ils auraient envie d'adhérer.

Comme conclut un chef d'entreprise lors de son interview : « avant, les entreprises devaient refléter l'évolution de la société, maintenant on leur demande d'être un modèle pour la société ». ■

LES SALARIÉS : NOUVEAUX GARANTS DE LA RSE ?

Le 4 avril dernier, Google est forcé de dissoudre, une semaine seulement après l'avoir formé, le comité éthique supposé garantir le développement responsable d'une intelligence artificielle au sein de l'entreprise. Constitué de huit membres, cet Advanced Technology External Advisory Council (ATEAC) devait se réunir quatre fois par an. Il n'a pas tenu plus de quelques jours face à la levée de boucliers de personnalités du monde académique, de l'industrie et des employés eux-mêmes. Plus d'un millier de personnes se sont ainsi insurgées contre la constitution de ce panel, exigeant notamment la démission de l'un des membres, la présidente de l'Heritage Foundation, Kay Coles James. Connue pour ses opinions homophobes et racistes, et son scepticisme vis-à-vis du changement climatique, cette dernière ne semblait pas pouvoir garantir la transparence et l'objectivité attendues dans le domaine¹. La présence du PDG d'une entreprise de drones a aussi ravivé les vieilles divisions au sein de la compagnie, concernant son degré d'implication dans les affaires militaires nationales².

Ce n'est pas la première fois, en effet, que Google se heurte à une forte opposition interne et externe, au moment de prendre des décisions cruciales pour le groupe. En juin 2018, confrontée à la colère de 4 000 employés l'accusant de devenir une industrie militaire, la compagnie a ainsi dû renoncer à poursuivre le projet Maven, un programme piloté en partenariat avec le département de la Défense américain. Il devait servir à multiplier les usages de l'intelligence artificielle et du *machine learning* au sein de l'armée de l'air en mettant à profit le savoir-faire de Google. Une dizaine d'employés ont même démissionné pour protester³. Quelques semaines plus tard, une centaine d'étudiants de Stanford et du MIT ont eux aussi rédigé un manifeste déclarant qu'ils refuseraient toute offre d'emploi de Google si jamais la compagnie n'abandonnait pas le contrat⁴. Autre exemple, en novembre 2018, des milliers d'employés s'étaient rassemblés pour manifester contre la politique de la compagnie en matière de harcèlement

1. « Googlers against Transphobia and Hate », *Medium*, 1^{er} avril 2019. URL : <https://medium.com/@against.transphobia/googlers-against-transphobia-and-hate-b1b0a5dbf76>. Consulté le 17 mai 2019.

2. PIPER Kelsey, « Exclusive: Google Cancels AI Ethics Board in Response to Outcry », *Vox*, 4 avril 2019. URL : <https://www.vox.com/future-perfect/2019/4/4/18295933/google-cancels-ai-ethics-board>. Consulté le 17 mai 2019.

3. JOHNSON Bobbie, « Why AI Researchers Should Reconsider Protesting Involvement in Military Projects », *MIT [Massachusetts Institute of Technology] Technology Review*, 26 mars 2019. URL : <https://www.technologyreview.com/s/613208/emtech-digital-brendan-mccord-project-maven/>. Consulté le 17 mai 2019.

4. CONGER Kate et METZ Cade, « Tech Workers Now Want to Know: What Are We Building this for? », *The New York Times*, 7 octobre 2018. URL : <https://www.nytimes.com/2018/10/07/technology/tech-workers-ask-censorship-surveillance.html>. Consulté le 17 mai 2019.

sexuel, jugée injuste, obligeant cette dernière à adapter ses mécanismes internes de signalement⁵. Dans les deux cas, les manifestants ont donc obtenu gain de cause.

Google n'est pas la seule entreprise de la Silicon Valley à faire face à des employés qui hésitent de moins en moins à exprimer leurs opinions. Hautement qualifiés, issus de formations technologiques très prisées par les industries du numérique, ces derniers sont à la fois mieux informés et en position de force dans un marché où les compétences techniques tendent parfois à manquer. En octobre 2018, des ingénieurs de Microsoft et d'Amazon avaient ainsi fait part de leurs inquiétudes concernant la volonté de leur entreprise de répondre à l'appel d'offres de l'armée américaine pour construire une infrastructure commune de défense (Joint Enterprise Defense Infrastructure). De même, 300 employés de Microsoft ont menacé de démissionner si le géant de la *tech* n'annulait pas immédiatement son partenariat avec l'Agence de l'immigration, d'une valeur de 19,4 millions de dollars US et mettant à disposition de l'agence des outils d'organisation propres à la suite Microsoft. Plusieurs salariés d'Amazon ont aussi souligné les risques liés à l'usage de son programme de reconnaissance faciale *Rekognition* dans le cadre d'un contrat similaire avec la même agence⁶, et quelques employés d'Accenture se sont insurgés contre le récent partenariat de l'entreprise avec l'administration Trump pour mieux recruter plus de gardes-frontières⁷.

Pourtant, malgré leur multiplication, ces initiatives ne sont pas toujours couronnées de succès. Certaines mettraient même en danger la carrière de ceux et celles qui se sont insurgés, comme le clament deux activistes employées de Google qui affirment faire l'objet de menaces en interne depuis leur participation à la mobilisation contre le harcèlement sexuel dans l'entreprise⁸. À vrai dire, le cas du projet Maven fait plus office d'exception que de règle en la matière. Dans la plupart des cas, les dirigeants de la compagnie enjoignent leurs employés à se réorienter vers d'autres services, voire à quitter leur poste si la politique de l'entreprise ne leur convient pas. On retrouve là des rapports de force plus habituels entre salariés et employeurs. Ainsi, la démission de Jack Poulson, jeune chercheur engagé contre le projet Dragonfly, un moteur de recherche censuré par défaut, à destination du marché chinois, et la mobilisation à sa suite de plus de 1 400 employés n'empêchent pas Google de poursuivre ses recherches sur le sujet⁹. Pour éviter les blocages internes, les entreprises n'hésitent pas à minimiser l'ampleur des projets, notamment en gardant secrète la finalité exacte des travaux poursuivis, et à mettre en avant leur éthique de compagnies

5. MAK Aaron, « Hundreds of Employees Demand Google Stop Work on Censored Search Engine for China », *Slate*, 27 novembre 2018. URL : <https://slate.com/technology/2018/11/google-employees-sign-petition-to-end-project-dragonfly.html>. Consulté le 17 mai 2019.

6. FRANCO Marisa, « Tech Workers Must Unite to Defeat America's Deportation Machine », *The Guardian*, 26 juillet 2018. URL : <https://www.theguardian.com/commentisfree/2018/jul/26/tech-workers-us-immigration-protests-activism>. Consulté le 17 mai 2019.

7. BAIRD Addy, « Accenture Employees Petition Management to End Contract with Trump Administration », *Think Progress*, 15 novembre 2018. URL : <https://thinkprogress.org/accenture-employees-petition-trump-border-patrol-contract-b18c221e036d/>. Consulté le 17 mai 2019.

8. PIQUARD Alexandre, « Google : des employées et activistes anti-harcèlement sexuel dénoncent des représailles en interne », *Le Monde*, 23 avril 2019.

9. BERNARD Zoë, « Google Employees Petition Google to Shut Down Its Work on Controversial Censored Search Engine for China », *Business Insider*, 27 novembre 2018. URL : <https://www.businessinsider.fr/us/google-employees-petition-for-china-search-engine-project-dragonfly-shut-down-2018-11>. Consulté le 17 mai 2019.

citoyennes et patriotes. Pour Microsoft, qui s'est engagé à fournir au moins 2 500 casques de réalité augmentée à l'armée pour améliorer la « létalité, la mobilité et la perception situationnelle » des soldats, c'est le rôle d'une entreprise américaine de cette taille de soutenir les recherches de l'armée. Au vu de ces exemples, il semblerait donc que ce soit surtout la quantité des employés mobilisés en interne qui permette véritablement de faire la différence, plus que la médiatisation du sujet lui-même. La mobilisation récente de 6 000 employés d'Amazon, exigeant de Jeff Bezos d'adopter la résolution climat déposée par les actionnaires de la société, aurait dès lors toutes ses chances d'aboutir ¹⁰.

Quoi qu'il en soit, employés et futurs diplômés, et notamment les plus qualifiés, paraissent disposer d'un pouvoir de levier de plus en plus important vis-à-vis des entreprises, et ce pas seulement outre-Atlantique. Deux sondages illustrent les évolutions des cultures internes. L'un mené par le bureau d'études Automatic Data Processing (ADP) révélait, le 28 mars dernier, qu'un Français sur deux serait prêt à démissionner si son entreprise pratiquait une discrimination dans les salaires ¹¹, l'autre, datant de février, affirme que près d'un salarié américain sur deux accepterait d'être moins payé s'il travaille pour une entreprise « ayant un impact environnemental positif ¹² ». En France, plus de 18 000 étudiants de grandes écoles, de l'École normale supérieure, Sciences Po, HEC ou Polytechnique ont ainsi signé en octobre 2018 un engagement à ne pas travailler pour des entreprises irrespectueuses de l'environnement ¹³. Évidemment, rien ne contraint les signataires à respecter cet engagement moral. Toutefois, l'ampleur du mouvement, associé aux grèves des jeunes pour le climat, lancées en 2018 et 2019, témoigne de l'importance que prennent ces problématiques dans les choix les plus décisifs des étudiants. De nouveaux outils sont d'ailleurs mis à leur disposition pour mieux déterminer les entreprises dans lesquelles ils aimeraient travailler, comme Moralscore, un site qui propose un classement des marques les plus alignées avec les valeurs de l'utilisateur, après qu'il ait rempli un questionnaire en deux minutes sur ses convictions morales.

L'ensemble de ces éléments s'inscrit dans un contexte plus global de questionnements sur la finalité des entreprises. Face à des défis planétaires comme le changement climatique et l'apparition de nouveaux risques sociaux et technologiques, il est attendu d'elles d'être à la hauteur de ces enjeux, et responsables de leurs actions et de leurs conséquences. On pourrait ainsi voir émerger une nouvelle définition de la RSE, basée sur des indicateurs établis main dans la main avec les collaborateurs, qui veilleraient ainsi à ce qu'ils soient respectés.

Marie Ségur, Futuribles

10. FABRE Marina, « Plus de 6 000 salariés d'Amazon poussent le géant à soutenir une résolution pro climat lors de l'Assemblée générale », *Novethic*, 16 avril 2019. URL : <https://www.novethic.fr/actualite/environnement/climat/isr-rse/plus-de-6000-salaries-d-amazon-poussent-le-geant-a-prendre-des-mesures-pro-climat-147154.html>. Consulté le 17 mai 2019.

11. « Près d'un salarié français sur deux serait prêt à démissionner en cas d'inégalités femmes-hommes dans son entreprise », ADP, 28 mars 2019. URL : <https://rumeur-publique.fr/TJBjKB34/E67B9AE3C654A5AB746026C99817E29.php>. Consulté le 17 mai 2019.

12. FOURNIER Clément, « Étude : les jeunes accepteraient d'être payés moins pour travailler dans une entreprise écolo », *e-RSE*, 15 février 2019. URL : <https://e-rse.net/etude-salaire-choix-entreprise-ecolo-272101/>. Consulté le 17 mai 2019.

13. LECUIT Camille, « Les étudiants de grandes écoles lancent un manifeste pour le climat », *Le Figaro*, 9 octobre 2018. URL : https://etudiant.lefigaro.fr/article/les-etudiants-de-grandes-ecoles-lancent-un-manifeste-pour-le-climat_471a11f0-cbbe-11e8-913b-46be04476de0/. Consulté le 17 mai 2019.

Relents de fascisme(s)

De l'usage du mensonge en politique

PAR ANDRÉ-YVES PORTNOFF ¹

À l'issue des élections européennes de mai 2019, les partis d'extrême droite ont vu le nombre de leurs sièges au Parlement européen tripler, comparé au scrutin de 2014. Ce résultat confirme qu'un peu partout en Europe, les partis ultranationalistes et populistes progressent et intègrent démocratiquement les institutions qui nous gouvernent. Néanmoins, il ne faut pas se leurrer sur le profil de ces partis, comme le montre ici André-Yves Portnoff en s'appuyant sur l'exemple italien : ils n'ont d'arguments démocratiques que de façade et sont experts dans la manipulation des foules et de la vérité. Ainsi en va-t-il des néofascistes italiens qui, par une relecture très personnelle de l'histoire et du passé mussolinien, véhiculent des contre-vérités et usent de la désinformation pour attirer les suffrages, tout en entretenant des systèmes de collusion et de corruption très éloignés de leurs discours vertueux. Ce forum vise à démonter ces stratagèmes et à alerter sur des méthodes qui pourraient essaimer dans d'autres mouvances extrémistes. S.D. ■

La désinformation est une pratique de toujours aux conséquences majeures. Bismarck falsifiant sa dépêche d'Ems a amené la France à déclarer la guerre de 1870, qui a entraîné deux conflits mondiaux. Les réseaux numériques amplifient le phénomène, permettant des propagations instantanées et planétaires du poison, ces *fake news* déformant l'actualité. La désinformation concernant le passé attire moins l'attention ; pourtant, elle peut être plus déterminante pour orienter le futur. La légende dorée de l'Empereur a facilité la prise de pouvoir de Napoléon III et, depuis quelques années, des tenants des totalitarismes cherchent à miner la démocratie en réhabilitant les régimes soviétiques, nazis, fascistes, voire maoïstes.

1. Consultant en prospective et management du changement, membre du comité de rédaction de *Futuribles* et conseiller scientifique de Futuribles International.

L'Italie illustre particulièrement ce phénomène. Il y a 45 ans déjà, le résistant et déporté Primo Levi (1919-1987) soulignait les dangers futurs des manipulations du passé par les négationnistes et les révisionnistes : « Chaque époque a son fascisme : on voit ses signes avant-coureurs partout là où la concentration du pouvoir empêche le citoyen de s'exprimer et d'agir selon sa volonté. Cela se fait de bien des façons, pas nécessairement par la terreur de l'intimidation policière, mais aussi en niant ou en déformant l'information, en polluant la justice, en paralysant les écoles, en répandant subtilement la nostalgie d'un monde où l'ordre règne en maître et où la sécurité de quelques privilégiés repose sur le travail forcé et le silence forcé du plus grand nombre ². »

Fascisme 2.0 et Web noir

Depuis, Internet est arrivé et l'on parle désormais de « fascisme 2.0 », de *Web noir*. Dès 2013, deux chercheuses italiennes, Manuela Caiani et Linda Parenti, identifiaient en Allemagne, Espagne, France, Grande-Bretagne, Italie et aux États-Unis plus de 500 mouvements de droite radicale ou franchement nazis, fascistes, exploitant le *Web* pour leur prosélytisme, en particulier vers les jeunes ³. Une enquête de *La Repubblica* sur la « galaxie des fascistes *on line* » dans le monde dénombrait, il y a quatre ans, une centaine de sites extrémistes en Italie, diffusant « la haine noire sur Internet », des Fascisti del terzo millennio à Fascismo e Libertà en passant par Dio, Patria e Famiglia ⁴. Sur Facebook, la page *Giovani Fascisti Italiani* raliait 70 000 inscrits en 2017 ; une vidéo de discours du Duce avait été vue 48 000 fois, partagée plus de mille fois ⁵. L'historien du fascisme et du post-fascisme, Nicola Tranfaglia, observait un « messianisme halluciné » chez ces *Giovani Fascisti* attendant un « homme fort », qui « nous rendra l'honneur », avec des slogans tel « *Dux Mea Lux*, quand reviendras-tu ? » Il concluait, avec une lucidité anticipatrice, que l'on ne devait pas sous-estimer la gravité du phénomène « alors que jeunes et vieilles générations se détournaient de plus en plus de la politique ⁶ ».

Depuis, Facebook a fermé la plupart de ces pages, mais aujourd'hui, « plus de 70 ans après la chute du fascisme, l'hydre relève la tête comme

2. LEVI Primo, « Un passato che credevamo non dovesse tornare più [Un passé que nous croyions ne devoir jamais revenir] », *Corriere della sera*, 8 mai 1974.

3. CAIANI Manuela et PARENTI Linda, *Web nero. Organizzazioni di estrema destra e Internet*, Bologne : Il Mulino, 2013.

4. SAVIANO Carmine, « L'odio nero che viaggia su Internet », *R'É Le Inchieste*, 9 février 2015. URL : https://inchieste.repubblica.it/it/repubblica/rep-it/2015/02/09/news/l_odio_nero_che_viaggia_sul_web-106686140/?ref=nl-Ultimo-minuto-ore-13_09-02-2015. Consulté le 27 mai 2019.

5. BAROZ Emanuel, « Fascismo 2.0: sul web aumentano i giovani "nostalgici" del ventennio », *Focus on Israel*, 13 février 2017. URL : <http://www.focusonisrael.org/2017/02/13/fascismo-2-0-sul-web-aumentano-i-giovani-nostalgici-del-ventennio/>. Consulté le 27 mai 2019.

6. TRANFAGLIA Nicola, « L'odio nero che viaggia su Internet », *Antimafia 2000*, 10 février 2015. URL : <http://www.antimafiaduemila.com/home/opinioni/235-politica/53641-lodio-nero-che-viaggia-su-internet.html>. Consulté le 27 mai 2019.

FASCISTES AMÉRICAINS

Les analyses italiennes de la désinformation actuelle sur le fascisme sont à rapprocher de ce qu'écrivaient à chaud, en 1949, le sociologue Leo Löwenthal et le philosophe Norbert Guterman, sur « les techniques des agitateurs américains » fascistes et cryptofascistes, au moment où le maccarthysme allait relancer une nouvelle chasse à l'homme. L'ouvrage, enfin traduit¹, analyse les masses, déclassés, laissés-pour-compte..., comme des « récepteurs actifs ». Il montre, commente l'éditeur français, « comment le malaise social engendré par les sociétés capitalistes modernes est ainsi exploité pour enflammer les esprits, détourner les émotions vers des "ennemis" — l'autre, le juif, les rouges —, cibles faciles d'un discours de haine ». Cette rétrospective éclaire bien notre actualité.

A.-Y.P.



1. GUTERMAN Norbert et LÖWENTHAL Leo, *Les Prophètes du mensonge. Étude sur l'agitation fasciste aux États-Unis*, Paris : La Découverte, avril 2019 (trad. de *Prophets of Deceit: A Study of the Techniques of the American Agitator*, New York : Harper & Brothers, 1949).

jamais auparavant, sur les réseaux sociaux mais pas seulement. Des phrases répétées comme des blagues pendant des années, qui semblaient encore récemment inoffensives, se propagent de plus en plus en Italie, à présent plus du tout pour plaisanter. Et ça marche⁷. » C'est ainsi que le site *Il Libraio* présente l'ouvrage qu'a publié l'historien des mentalités Francesco Filippi en mars dernier⁸. Publication à la veille des élections européennes mais aussi, symboliquement, juste un siècle après la création à Milan, le 26 mars 1919, des Faisceaux italiens de combat, préfiguration du Parti national fasciste formé par Benito Mussolini en 1921.

Le titre choisi par Francesco Filippi, que l'on peut traduire par *Mussolini a fait aussi de bonnes choses. Les idioties qui continuent à circuler sur le fascisme*, répond directement aux propos proférés, le 13 mars 2019, par le président du Parlement européen, l'Italien Antonio Tajani. Ce membre du parti Forza Italia, coutumier de pareils dérapages calculés, insistait sur de prétendus côtés positifs du régime fasciste :

« Mussolini a fait des routes, des ponts, des bâtiments, des installations sportives, il a réaménagé tant de parties de notre Italie⁹. » Des propos similaires à ceux que son ami Silvio Berlusconi a propagés, pour

7. « "Mussolini ha fatto anche cose buone": un libro raccoglie le fake news del fascismo », *Il Libraio*, 1^{er} avril 2019. URL : <https://www.illibraio.it/fake-news-fascismo-1001132/>. Consulté le 27 mai 2019.

8. FILIPPI Francesco, *Mussolini ha fatto anche cose buone. Le idiozie che continuano a circolare sul fascismo*, Turin : Bollati Boringhieri, mars 2019.

9. GAUTHERET Jérôme et DUCOURTIEUX Cécile, « Le président du Parlement européen s'excuse après avoir vanté Mussolini », *Le Monde*, 14 mars 2019.

rendre politiquement corrects le fascisme et ses thèses ¹⁰. N'a-t-il pas osé affirmer, en 2003, à l'hebdomadaire conservateur britannique *The Spectator*, que « Mussolini n'avait tué personne » ¹¹ ?

Inventaire des mensonges

Francesco Filippi explique que « ce type particulier de *fake news* ¹² », falsifiant l'Histoire et non l'actualité, « empoisonne l'immense champ des expériences, valeurs et émotions sur lesquelles on construit l'image du passé ». Car « la base d'un possible futur totalitaire passe aussi par la réhabilitation du passé totalitaire ». Ces mensonges permettent à beaucoup d'Italiens de s'auto-innocenter par rapport à un passé présenté comme « le récit mythique d'un bonheur perdu », note l'essayiste Guido Caldiron ¹³. En France, le voile passé sur la collaboration fait que les bonnes consciences ont moins besoin de mensonges.

Le journaliste et ex-sénateur Corrado Stajano observe que la diffusion actuelle de mensonges sur le régime de Mussolini, reconnu despotique, brutal, à courte vue, inefficace par la grande majorité des chercheurs, reprend « la méthode de propagande si chère aux fascistes de l'époque ¹⁴ ». Le livre de Francesco Filippi s'ouvre d'ailleurs sur la phrase de Joseph Goebbels : « répétez un mensonge cent, mille, un million de fois et cela deviendra une vérité ». Staline aussi professait cette méthode.

Francesco Filippi démonte une série de fausses vérités proférées à la gloire de Mussolini : ce n'est pas lui qui a apporté la retraite aux travailleurs italiens, les lois datent de 1895 et 1919. Il n'a pas lancé l'assainissement des marais, commencé bien avant ; il n'a pas inventé les logements sociaux, institués par une loi en 1903 ; il n'est pas, non plus, le père des autoroutes, conçues en 1920 et initiées en 1922 par l'architecte Piero Puricelli, un peu avant l'arrivée au gouvernement du futur Duce. Celui-ci a géré l'économie de façon désastreuse, ses expéditions en Libye, Croatie, Grèce, Éthiopie ont été à la fois coûteuses pour l'Italie et sanguinaires pour les pays agressés. Mussolini en 1932 condamnait encore le racisme par opportunisme, « il n'existe plus de race pure ¹⁵ » disait-il ; mais il a bien proclamé

10. « Les propos de Berlusconi sur les "bonnes choses" de Mussolini font polémique », *Libération*, 27 janvier 2013.

11. HOOPER John, « Mussolini Wasn't that Bad, Says Berlusconi », *The Guardian*, 12 septembre 2003.

12. TRAGLIA Davide, « Mussolini ha fatto anche cose buone: intervista all'autore Francesco Filippi », *Eroica Fenice*, 30 mars 2019. URL : <https://www.eroicafenice.com/libri/mussolini-ha-fatto-anche-cose-buone-intervista-all'autore-francesco-filippi/>. Consulté le 27 mai 2019.

13. CALDIRON Guido, *WASP. L'America razzista dal Ku Klux Klan a Donald Trump*, Rome : Fandango Libri, 2016 ; et « I conti con il fascismo, oltre le fake news e l'autoassoluzione degli italiani », *Il Manifesto*, 29 mars 2019. URL : <https://ilmanifesto.it/i-conti-con-il-fascismo-oltre-le-fake-news-e-l'autoassoluzione-degli-italiani/>. Consulté le 27 mai 2019.

14. STAJANO Corrado, « Mussolini campione di bluff. Le bugiarde vanterie del fascismo », *Corriere della sera*, 5 avril 2019.

15. LUDWIG Emil, *Colloqui con Mussolini*, Milan : Mondadori, 1950, p. 87.

ses Lois raciales en 1938 à Trieste, ville où vivait l'une des plus importantes communautés juives d'Italie.

Il a embarqué son pays dans la Seconde Guerre mondiale, d'où 472 000 morts italiens militaires et civils. Les troupes italiennes ont été envoyées sur le front russe avec des vêtements légers et des chaussures en carton en raison de malversations ! C'est que la corruption accompagne ou précède les évolutions totalitaires. D'où les attaques actuelles contre la presse critique et l'indépendance de la justice dans plusieurs pays d'Europe.



Marche italienne contre le fascisme
le 10 février 2018 © 55101 / Shutterstock

Totalitarisme et corruption

Les dirigeants fascistes n'ont jamais été les modèles de vertu qu'ils prétendaient être. L'historien Mauro Canali et le documentariste Clemente Volpini le démontrent dans leur livre *Mussolini et les voleurs du régime. Les enrichissements illicites du fascisme*¹⁶. Ils tracent une histoire faite de corruptions, concussions, pots-de-vin, marchés truqués, favoritismes, détournements, exportations de fonds, empires immobiliers, constitutions de patrimoines fabuleux de palais, fourrures, bijoux, parures..., le tout couvert par une propagande exaltant la pureté et la rigueur du régime. À rapprocher de l'attitude aujourd'hui de la Ligue, le parti de Matteo Salvini, qui se prétend vertueuse mais traîne bien des casseroles. La même semaine de mai, un notable de la Ligue, inculpé pour corruption mafieuse, a dû quitter le gouvernement¹⁷, malgré les efforts de Matteo Salvini, et un maire « *le-guiste* » a été arrêté pour corruption électorale et appels d'offres truqués¹⁸.

Francesco Filippi, qui déplore que l'École n'ait pas éclairé les jeunes générations, conclut que, certes, Mussolini a aussi fait des choses bonnes, mais « par nécessité de propagande et de façade ». Pas pour un peuple

16. CANALI Mauro et VOLPINI Clemente, *Mussolini e i ladri di regime. Gli arricchimenti illeciti del fascismo*, Milan : Mondadori, mars 2019 ; et l'interview des auteurs sur le site de Radio Radicale, le 19 mars 2019. URL : <https://www.radioradicale.it/scheda/568955/intervista-a-mauro-canali-e-clemente-volpini-sul-loro-libro-mussolini-e-i-ladri-del>. Consulté le 27 mai 2019.

17. « Armando Siri è stato rimosso dal governo », *Il Post*, 8 mai 2019. URL : <https://www.ilpost.it/2019/05/08/siri-rimosso-governo/>. Consulté le 27 mai 2019. Et l'on apprend, au moment de boucler ce numéro, que trois semaines après la destitution du sous-secrétaire d'état Siri, le vice-ministre des Infrastructures Edoardo Rixi, condamné à trois ans de prison pour malversations, a dû lui aussi démissionner. Il figure également parmi les dirigeants de la Ligue.

18. RICCARDIS Sandro (de) et MONTANARI Andrea, « Arrestato sindaco leghista di Legnano Fratus. Gip: "Logiche di supremazia personale" », *La Repubblica*, 16 mai 2019.

qu'il méprisait, « une race de moutons » qu'il aimait voir souffrir, pensant qu'ainsi affaiblis, ils seraient plus aisément manipulables.

L'historien lance un avertissement que devraient prendre en compte tous les aveugles qui n'ont pas vu, depuis 20 ans, la montée des totalitarismes cachés derrière les vagues populistes : « Je n'aime pas le terme néofasciste, car je ne crois pas qu'il existe un vieux et un nouveau fascisme. Si celui-ci, historiquement, naît et meurt avec Mussolini, les comportements et les idées fascistes sont de tous les temps. Dès que l'on abuse de la force, que prévaut la loi du plus fort, le fascisme n'est pas loin. »

Vers des clarifications ?

Aujourd'hui, après des années de désinformation, une partie considérable des citoyens en Europe et notamment en Italie, oublie l'importance des principes démocratiques. Aussi, ministre de l'Intérieur italien, Matteo Salvini a-t-il pu se permettre de choisir pour son livre-interview, l'éditeur Altaforte, créé par un politicien sous le coup d'une enquête pour apologie du fascisme¹⁹. Ce Francesco Polacchi, dirigeant d'un parti néonazi²⁰, se proclame fier d'être fasciste et professe que « le mal de l'Italie, c'est l'antifascisme ».

Ces audaces commencent à clarifier les jeux d'acteurs, en Italie du moins. Luigi Di Maio, chef de file du Mouvement 5 étoiles (M5S), critique de plus en plus ouvertement les relations douteuses de Matteo Salvini, son collègue au gouvernement. Le salon du livre de Turin a été obligé de faire démonter le stand d'Altaforte dont la présence provoquait un scandale dans un salon dédié à la mémoire de Primo Levi. La vice-présidente de la Chambre des députés, elle aussi M5S, a saisi l'occasion de ce dernier scandale pour faire une profession de foi démocratique, appelant à combattre « cette forme de révisionnisme historique qui cherche à réhabiliter la période la plus sombre de notre pays ». La *leader* populiste a affirmé qu'il était fondamental d'inculquer aux jeunes « le respect de l'autre, la confiance dans les institutions, de les éduquer contre toute tentation de se faire soi-même justice et toute violence ».

Quelle est la part d'opportunité électorale dans cette profession de foi ? Aurons-nous la démonstration qu'un mouvement populiste peut ne pas devenir le fourrier du totalitarisme ? Quoi qu'il en soit, un clivage apparaît entre les mouvements authentiquement populistes, expressions de souffrances et d'indignations populaires, et les totalitaires qui exploitent l'éti-

19. CECCARELLI Francesca, « Chi è Francesco Polacchi, il fondatore di Altaforte indagato per apologia al fascismo », *TPINews*, 9 mai 2019. URL : <https://www.tpi.it/2019/05/08/francesco-polacchi-chi-e/>. Consulté le 27 mai 2019.

20. JONES Tobias, « The Fascist Movement that has Brought Mussolini back to the Mainstream », *The Guardian*, 22 février 2018. URL : <https://www.theguardian.com/news/2018/feb/22/casa-pound-italy-mussolini-fascism-mainstream>. Consulté le 27 mai 2019.

quette populiste. Notons aussi que ces nationalistes, souverainistes, trompent en prétendant défendre d'abord leurs compatriotes. La page des Giovani Fascisti Italiani a traîné dans la boue le président Sergio Mattarella en 2015, coupable d'avoir rendu hommage aux 335 civils exécutés à Rome en 1944 par les troupes allemandes. Les préférences idéologiques chez ces nationalistes passent avant la solidarité nationale. D'où les liens entre ultradroites, Steve Bannon, Vladimir Poutine et des milliardaires américains. Un *remake* du Pacte germano-soviétique ? ■

DEVENEZ MEMBRE DE *futuribles* INTERNATIONAL

L'association Futuribles International est un centre de réflexion sur l'avenir. Ses travaux visent à comprendre quelles sont les grandes transformations en cours. Ils intègrent la dimension du temps long en insistant sur les marges de manœuvre des acteurs et les stratégies possibles.



Présentation de l'association et conditions d'adhésion

<https://www.futuribles.com/fr/qui-sommes-nous/nous-connaître/lassociation/>

Informations / contact : Aude Houguenague • Futuribles International
47 rue de Babylone, FR-75007 Paris • Tél. + 33 (0)1 53 63 37 73
Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 • E-mail ahouguenague@futuribles.com

Commandez ces numéros
Abonnez-vous
Offrez un abonnement

**10 NUMÉROS
+ 1 HORS-SÉRIE
PAR AN**



Numéro 98 / juin 2019



Numéro 97 / mai 2019



Numéro 96 / avril 2019



Hors-série / décembre 2018-janvier 2019

Rendez-vous sur books.fr

Russie : quelle stratégie internationale ?

PAR JEAN-FRANÇOIS DREVET ¹

Depuis l'annexion de la Crimée par la Russie au printemps 2014, les relations de Moscou avec l'Union européenne sont assez tendues et toujours marquées par une politique de sanctions, en attente d'un règlement du différend avec l'Ukraine. À cela s'ajoute le rôle actif de la Russie aux côtés du pouvoir syrien dans la guerre civile qui ravage le pays depuis huit ans, et d'autres prises de position internationale de Moscou, que rappelle ici Jean-François Drevet.

Dans ce contexte quelque peu agité, faire le point sur la stratégie internationale de la Russie, ses ambitions, ses limites et les perspectives qu'elle dessine, est un préalable pour envisager la façon dont les relations Bruxelles-Moscou pourraient évoluer. C'est ce que propose cette tribune qui rappelle que Moscou n'est plus le géant international qu'il a pu être par le passé, mais qui montre aussi les cartes que la Russie peut encore jouer, notamment en Asie, en raison de sa centralité géographique, voire avec Washington. Dans ces deux cas, tout comme avec l'Union européenne, le retour à une coopération constructive implique, avant toute chose, de ne pas sous-estimer la Russie et de jouer les complémentarités. S.D. ■

Traitant des relations entre l'Union européenne (UE) et la Russie, une précédente tribune ² avait souligné la contradiction entre le court terme, marqué par la confrontation,

et le long terme où devraient dominer les complémentarités. Compte tenu de l'évolution récente du contexte, cette analyse est-elle encore pertinente ?

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

2. DREVET Jean-François, « L'Europe désarmée face à la Russie », *Futuribles*, n° 402, septembre-octobre 2014, p. 83-89.

Sans prétendre à l'exhaustivité et compte tenu de l'espace imparti à cette tribune, l'auteur n'avancera ici que des réflexions préliminaires. Au-delà du jeu de la confrontation et de ses résultats apparents, une autre politique est-elle possible, qui se baserait sur une évaluation géopolitique nouvelle des potentialités internationales de la Russie ?

Des succès tactiques

Depuis 2008, la politique étrangère du Kremlin lui a procuré quelques succès tactiques spectaculaires. Il peut en espérer d'autres, grâce à son droit de veto au Conseil de sécurité de l'Organisation des Nations unies (ONU), à ses capacités militaires et nucléaires, ainsi qu'à son savoir-faire en espionnage et en manipulation des médias. À ce jeu, Moscou a été bien aidé par les bêtises de ses adversaires, aussi bien Washington que plusieurs capitales européennes.

En apparence, près de trois décennies après la dislocation de l'URSS, à l'exception des pays baltes, la Russie est parvenue à maintenir les anciennes républiques soviétiques sous son influence. La Moldavie a dû accepter la quasi-sécession de la Transnistrie ; pour avoir fait preuve d'indépendance, la Géorgie et l'Ukraine ont été punies par la perte de plusieurs de leurs provinces. Quant aux républiques d'Asie centrale, elles restent assez dociles aux injonctions du Kremlin.

Ainsi, la Russie paraît en mesure de faire ce qu'elle veut dans son « étran-

ger proche », qui est aussi celui de l'UE. Les sanctions économiques ne l'ont pas fait fléchir et les négociations en cours dans le cadre du processus de Minsk et du « format Normandie »³ ne l'ont pas fait reculer. Avec l'annexion de la Crimée et la dégradation des relations entre Ankara et Washington, Moscou semble avoir retrouvé la position dominante en mer Noire qu'elle avait perdue après la fin de l'URSS, puis l'adhésion de la Roumanie et de la Bulgarie à l'Organisation du traité de l'Atlantique Nord (OTAN).

Alors qu'elle n'avait rien fait pour sauver Saddam Hussein et Kadhafi, la Russie a fait une rentrée spectaculaire au Moyen-Orient, en volant au secours de son vieil allié Bachar el-Assad. Ceux qui s'étaient réjouis de l'intervention russe en prédisant qu'elle déboucherait sur une débâcle comparable à celle de l'URSS en Afghanistan, en sont pour leurs frais. C'est la première fois que la Russie agit militairement au-delà de sa zone d'influence : elle le fait avec prudence et un certain succès, qui contraste avec les échecs passés de la politique soviétique dans le monde arabe et les désastres issus des interventions occidentales en Irak et en Libye.

En dépit de leurs différends, le Kremlin entretient des relations convenables avec presque tous les pays de la région. Il est en bons termes avec Israël, avec l'Iran comme avec l'Arabie Saoudite. Il a même placé sous son influence la Turquie, en exploitant la dépendance gazière turque (60 %

3. Suite à l'annexion, non reconnue par la communauté internationale, de la Crimée par la Russie, en mars 2014, des pourparlers ont été engagés entre les deux parties (Russie et Ukraine) par l'intermédiaire des dirigeants français et allemand. Ce dialogue est dénommé soit « format Normandie » (du fait de la première réunion qui s'est tenue le jour anniversaire du débarquement en Normandie, en 2014), soit « processus de Minsk » (car la plupart des discussions ont lieu dans la capitale biélorusse).



de ses importations viennent de Russie) et le fanatisme teinté d'incompétence de son président. C'est le meilleur coup de Vladimir Poutine, qui est aussi parvenu à lui vendre le bouclier antimissile S400 qui devrait brouiller Ankara avec l'OTAN. Après la destruction d'un avion russe en novembre 2015, le Kremlin a exigé et obtenu bien davantage que des excuses. L'efficacité de la fermeté russe contraste avec la complaisance américaine, qui n'a réussi qu'à rendre le président Erdoğan de plus en plus incontrôlable.

Tous ces succès ont renforcé le prestige de Moscou (un aspect très important pour le Kremlin, trop souvent sous-estimé par les chancelleries occidentales) et obligé Washington à tenir compte de son point de vue, notamment au Moyen-Orient. Face aux remontrances européennes, Vladimir Poutine affiche sa sérénité

diplomatique, ce qui encourage certains États membres à maintenir de bonnes relations bilatérales et à plaider à Bruxelles en faveur de l'abolition des sanctions ⁴.

Pas de résultat stratégique

Ces succès tactiques contrastent avec la modicité des résultats stratégiques. En exploitant sa capacité de nuisance, la Russie s'était donné deux priorités : relever son *standing* vis-à-vis des États-Unis et contrôler son étranger proche. Qu'en est-il exactement ?

Vis-à-vis de Washington, en ne voulant pas être un *junior partner*, Moscou n'est parvenu qu'à se positionner négativement, sans trouver d'alliances durables. Ses relations cordiales avec quelques gouvernements qui font profession d'antiaméricanisme ne doivent pas faire illusion : ceux de Caracas, d'Ankara et de Téhéran sont

4. Peter Mandelson, alors commissaire européen au Commerce : « Les États membres de l'UE ont tendance à européeniser leur différend avec Moscou, alors qu'ils bilatéralisent leurs bons accords [*sweat deals*] » (in LEONARD Mark et POPESCU Nicu, *A Power Audit of EU-Russia relations*, Londres : European Council on Foreign Relations, *Policy Paper*, novembre 2007. URL : https://www.ecfr.eu/page/-/ECFR-02_A_POWER_AUDIT_OF_EU-RUSSIA_RELATIONS.pdf. Consulté le 20 mai 2019).

affaiblis par l'usure du pouvoir et la modestie de leurs performances économiques. En Syrie, comment la Russie, qui n'est pas en mesure de financer la reconstruction du pays, pourra-t-elle conserver son influence quand interviendra l'inévitable retrait de Bachar el-Assad ?

Au Moyen-Orient, l'implication de Moscou n'est pas sans risques. En soutenant les Tatars de Crimée, les musulmans des Balkans et de l'Asie centrale, la Turquie est en confrontation potentielle avec le Kremlin. La Russie, qui compte plus de 14 millions de musulmans, notamment dans le Caucase du Nord, ne peut se satisfaire des ambitions panislamistes et panturques du gouvernement d'Ankara, comme du risque de prolifération nucléaire en Iran si Téhéran renonce à l'accord nucléaire de 2015.

Vis-à-vis de l'étranger proche, le bilan réel du révisionnisme russe n'est pas si favorable. Beaucoup de fronts ont été ouverts, en Ukraine notamment. Les pressions issues du chantage au gaz, de l'occupation d'une partie du pays (en Géorgie, en Moldavie et en Ukraine), des bases militaires (en Arménie et en Asie centrale) et des ventes d'armes (à l'Arménie comme à l'Azerbaïdjan) ne compensent pas une influence économique déclinante. Ces mesures brutales inquiètent même les plus fidèles (Kazakhstan, Biélorussie). L'invasion de l'Ukraine encourage les autres héritiers de l'URSS à s'affranchir de la tutelle russe. Il est significatif qu'ils n'aient pas reconnu l'annexion de la Crimée.

Comme l'intégration, qu'elle soit économique ou militaire, ne peut plus reposer sur la contrainte, les efforts répétés de regroupement des anciennes républiques soviétiques autour de la Russie ne donnent que des résultats limités. L'Arménie n'a rejoint la communauté eurasiatique que parce qu'elle n'avait pas le choix. Les autres pays n'en sont pas des partisans très zélés, pour autant qu'ils en fassent partie. En fait, la pérennisation d'une union eurasiatique fortement intégrée n'est pas à la hauteur des capacités économiques de la Russie : en 2017, ses membres n'ont fait entre eux que 14,6 % de leurs échanges, contre 45 % avec l'UE⁵. La réduction de la part de la Russie témoigne de son manque d'attractivité économique, qui est son principal handicap. Même la formation d'une Union slave (avec la Biélorussie, l'Ukraine et éventuellement le Kazakhstan), qui paraissait un objectif réaliste après la fin de l'URSS, ne s'est pas concrétisée.

En dépit des apparences, il ne serait pas surprenant que la dérive amorcée depuis la fin de l'URSS ne continue à réduire l'influence russe, comme on commence à le voir avec l'arrivée au pouvoir d'une nouvelle génération de dirigeants. À ce titre, la récente élection en Ukraine est un signal⁶. Elle a de quoi alimenter la paranoïa du Kremlin, où on est persuadé que Washington suscite des révolutions de couleur pour renverser tous les régimes qui ne lui plaisent pas.

Après l'échec de l'administration Obama, accusée d'avoir mal compris

5. PEROVIC Jeronim, « Russia's Eurasian Strategy », in *Strategic Trends: Key Developments in Global Affairs*, Zurich : Center for Security Studies, 2019. URL : https://www.academia.edu/38781675/Russias_Eurasian_Strategy. Consulté le 20 mai 2019.

6. Le président sortant Petro Porochenko a été battu au second tour, le 21 avril 2019, par l'acteur Volodymyr Zelensky qui a recueilli 73,2 % des voix (NDLR).

(*misread*) la Russie, ce qui a compromis son objectif de « *reset* », son successeur n'a pas fait mieux. Parti d'un *a priori* très favorable, avec un soupçon de connivence qui n'a pas été levé par le rapport Mueller ⁷, il est aussi dans l'impasse : les vieux réflexes de la guerre froide sont revenus. D'une part, le Pentagone et l'OTAN retrouvent ce qu'ils savent faire. D'autre part, l'oligarchie russe est à l'aise avec le retour du discours antioccidental, même si c'est là qu'elle place son argent et qu'elle envoie étudier ses enfants.

Des deux protagonistes, c'est la Russie qui a le plus à perdre, du fait de l'importance de son handicap démographique, économique et technologique. Encore moins que l'URSS à la fin des années 1980, elle ne peut faire jeu égal avec les États-Unis. Avant que ne se dissipent les illusions des ambitions poutiniennes, plutôt que regarder en arrière en contemplant la carte de l'Union soviétique (l'« URSS-talgie ») comme les Hongrois rêvent devant celle de leur défunt royaume de saint Étienne, une autre politique est-elle possible ?

Vers une centralité retrouvée ?

Comme d'autres puissances sur le déclin, la Russie n'est plus un super-grand. En ce début de XXI^e siècle, elle a moins d'influence qu'au XX^e et même qu'au début du XIX^e siècle. En 1815, le tsar Alexandre I^{er}, auréolé

de ses succès contre Napoléon, gouvernait un immense pays qui s'étendait de Varsovie aux confins de la Californie et imposait ses vues au congrès de Vienne. En 1950, Staline, vainqueur de Hitler, dirigeait un bloc communiste qui allait de Berlin à la Chine. Leur prestige manque à Vladimir Poutine, héritier nostalgique du combat perdu de la guerre froide.

Pendant, avec ses 17 millions de kilomètres carrés, la Russie reste le plus grand pays du monde, indépendamment de la modestie de son produit intérieur brut (PIB) ⁸, ce qui lui confère une marge d'autonomie et même une capacité d'action bien supérieure à celle des pays de poids économique équivalent. Bien qu'elle cultive la nostalgie de la puissance, la Russie est au centre d'un vaste espace, où ses potentialités sont plus *soft* que *hard* ⁹, où il ne s'agit plus de conquérir mais de relier, donc de se doter d'une politique globale.

Au lieu de se replier sur elle-même, en voulant s'isoler du reste du monde par un glacis de pays satellites, elle pourrait exploiter sa centralité eurasiatique, valorisée par la mondialisation, la montée en puissance de l'Asie et l'ouverture de l'Arctique où elle dispose de la façade la plus étendue. Dans cette centralité, la Russie bénéficie d'un voisinage avec les « Grands », émergents ou non : la Chine et l'Inde, mais aussi le Japon, les États-Unis et l'Europe. Plutôt que rêver à une zone d'influence, elle peut

7. *Report on the Investigation into Russian Interference in the 2016 Presidential Election*, Washington, D.C. : Department of Justice, 18 avril 2019.

8. En 2018, aux taux de change courants, son PIB est de 1 610 milliards de dollars US, soit au 12^e rang mondial, entre la Corée du Sud et l'Espagne. De manière plus significative, en parité de pouvoir d'achat, ce PIB est estimé à 4 000 milliards de dollars US, au 6^e rang mondial.

9. TRENIN Dmitri, *It's Time to Rethink Russia's Foreign Policy Strategy*, Carnegie Moscow Center, 25 avril 2019. URL : <https://carnegie.ru/commentary/78990>. Consulté le 20 mai 2019.

contribuer à la stabilisation de l'ensemble. Les Chinois ne font pas autre chose avec leur stratégie de « nouvelle route de la soie », dans un espace continental que Moscou a longtemps maintenu dans l'isolement. Pourquoi cette dynamisation ne serait-elle pas aussi poursuivie activement par la Russie ? Elle n'est pas sans écho au Kremlin ¹⁰.

Avec la Chine, la relation bilatérale est de plus en plus inégale : en population comme en PIB, le rapport est maintenant proche de 1 à 10. Dans la logique nationaliste de deux régimes dictatoriaux, l'entente actuelle s'appuie sur des intérêts communs, notamment la volonté de s'opposer aux États-Unis. Contrairement à ce qui a été souvent avancé, le vide relatif de la Sibérie n'a pas attiré les Chinois, qui ont eux-mêmes d'importants espaces périphériques à développer. Cependant, pour ne pas avoir voulu être le *junior partner* des États-Unis, la Russie pourrait bien se retrouver réduite au rang de tributaire de l'empire du Milieu, car elle a plus besoin de la Chine que la Chine n'a besoin d'elle. En se limitant à cette relation asymétrique, Moscou risque de n'être plus qu'un pion dans le jeu de Pékin ¹¹.

En Asie du Sud, l'URSS s'était constitué une zone d'influence, parce que ces pays craignaient déjà la Chine. Développée pendant la guerre froide,

l'entente avec l'Inde est à restaurer, même si Delhi a pour priorité de s'entendre avec les États-Unis. Il reste aussi beaucoup à faire avec le Japon, parce que la controverse sur les îles Kouriles a empêché le développement de nombreuses complémentarités économiques. Plus de 70 ans après la fin de la guerre, le traité de paix n'est toujours pas signé ¹².

Avec Washington, il faut trouver une alternative à la « paix froide » qui a succédé à la guerre froide. Les intérêts ne sont pas nécessairement divergents et sont même convergents en Asie (face à la montée en puissance de la Chine), éventuellement au Moyen-Orient (comme la Russie, les États-Unis deviennent de grands exportateurs d'hydrocarbures et les deux pays sont hostiles à la prolifération nucléaire). L'éventualité d'un « grand marchandage », qui apporterait au Kremlin une reconnaissance de sa zone d'influence, ne peut être écartée ¹³.

L'UE en première ligne

En 2013, la négociation d'un nouvel accord d'association entre l'Ukraine et l'UE, et la crise qui en résulte ont montré l'étendue du malentendu entre Moscou et Bruxelles. La Russie doit comprendre que l'UE n'est pas un voisin comme les autres. Elle doit s'adapter à la logique de la construc-

10. Vladimir Poutine : « [l'Union eurasiatique] engage dans un dialogue constructif sur les fondamentaux de la coopération avec les pays de la région Asie-Pacifique, d'Amérique du Nord et des autres régions », in « A New Integration Project for Eurasia, the Future in the Making », *Izvestia*, 4 octobre 2011. URL : <https://www.rusemb.org.uk/press/246>. Consulté le 20 mai 2019.

11. La Chine détient actuellement 41 % de la dette kirghize.

12. Face à l'immensité de la Russie, le contentieux territorial est aussi dérisoire qu'en Géorgie : la rétrocession des Kouriles du Sud, revendiquée par le Japon, représente moins de 5 000 kilomètres carrés et environ 25 000 habitants.

13. Voir DREVET Jean-François, « L'Ukraine abandonnée ? », *Futuribles*, n° 427, novembre-décembre 2018, p. 93-104.

tion européenne, au lieu de jouer les États membres les uns contre les autres, en rêvant d'une dislocation de l'Union analogue à celle de l'URSS. Ses membres ne sont pas de simples satellites de Washington et leur difficulté à agir en commun ne doit pas donner à penser qu'ils sont incapables de le faire. En clair, les relations Moscou-Bruxelles ne sont pas un sous-produit de la relation Moscou-Washington.

L'UE doit accepter que la Russie aussi n'est pas une voisine parmi d'autres. En concevant la politique européenne de voisinage (PEV), elle a cru lui offrir un statut privilégié¹⁴, que le Kremlin a décliné : comme à l'OTAN, il ne veut pas être en position de *junior partner*, au même niveau que les autres pays éligibles. Il a donc fallu élaborer une stratégie *ad hoc*, dans le cadre d'une relation bilatérale Bruxelles-Moscou qui a produit quelques résultats.

Depuis, le principal point de friction porte sur l'« étranger proche ». La Russie s'estime menacée par les extensions successives de l'OTAN, qu'elle a en partie suscitées par sa politique de force vis-à-vis de ses voisins. De son côté, l'UE a signé des accords de coopération qui placent les pays du Partenariat oriental¹⁵ dans un processus d'intégration dans le marché unique qui les éloigne toujours un peu plus de la Russie et de son Union eurasiatique, avec qui Bruxelles ne veut pas négocier, en la considérant comme une organisation asymétrique préservant la prépondérance de Moscou.

Cette rivalité pour le contrôle de l'étranger proche en fait un jeu à somme nulle, sinon négative. D'une part, la Russie veut conserver une influence exclusive sur des pays dont elle n'est pas en mesure de résoudre les problèmes. D'autre part, l'UE, qui n'a pas encore digéré les élargissements de 2004-2007, n'est pas prête à les accueillir et ne veut pas assumer le coût de leur transformation. Les accords de coopération ouvrent leur marché à l'UE, mais sans leur offrir une aide substantielle, comparable à celle des fonds structurels européens.

La confrontation se concentre sur l'Ukraine, dont le destin détermine en partie celui des autres républiques ex-soviétiques. Comme en Géorgie, les enjeux territoriaux sont dérisoires par rapport à la superficie de la Russie. Mais ils déstabilisent durablement un pays qui n'est ni un « pays corrompu par l'Occident », ni la « petite sœur de la Russie » comme on le voit à Moscou.

Les deux parties doivent réfléchir à des relations normales. En premier lieu, la Russie doit apaiser les réticences profondes des États membres qui ont souffert dans le passé de son attitude et voient dans son comportement actuel une justification à leurs craintes ancestrales : les Baltes, la Pologne, à un moindre degré la Roumanie, qui ont du poids dans la définition des relations avec Moscou.

Ensuite, Bruxelles et Moscou doivent poursuivre les actions engagées dans l'intérêt commun en matière de coopération économique en dévelop-

14. « Tout sauf l'adhésion » avait annoncé Romano Prodi, alors président de la Commission européenne.

15. Lancé en 2009, il vise à conclure des accords avec l'Arménie, l'Azerbaïdjan, la Géorgie, la Moldavie, l'Ukraine et la Biélorussie (NDLR).

pant le scénario vertueux de la complémentarité. La Russie assurera son rattrapage économique en vendant ses hydrocarbures et ses matières premières à l'UE en échange d'investissements et d'importations massives de produits et de technologie, qui lui permettront à terme d'exporter autre chose que des matières premières, de l'énergie et des armes.

Enfin, l'UE ne doit pas négliger l'éventualité du grand marchandage Moscou-Washington évoqué plus haut, qui porterait notamment sur l'Ukraine et aurait de quoi séduire à la fois le Département d'État et le

Kremlin, mais peut-être pas les pays d'Europe centrale et orientale.

L'UE et ses États membres « n'ont pas besoin de sympathiser avec la Russie, mais s'ils veulent avoir des politiques étrangères efficaces, ils ont besoin de bien la comprendre ¹⁶ ». À défaut, le risque de confrontation, qui n'est pas seulement le fait de l'administration Poutine, va continuer à dominer la politique étrangère d'une Russie en crise profonde, sociale, politique et économique, qui d'après Bismarck, « n'est jamais aussi faible qu'on le croit, mais n'est pas aussi forte qu'elle le croit ». ■

16. STEIL BEN, *The Marshall Plan: Dawn of the Cold War*, New York : Simon & Schuster, février 2018.

IDÉES & FAITS PORTEURS D'AVENIR*

Le télétravail se diffuse enfin

Le télétravail est un paradoxe : alors que ses avantages sont mis en avant depuis plus d'une trentaine d'années et que des travaux de prospective prédisent depuis longtemps son essor¹, il est resté longtemps limité en France. Mais depuis quelques années, il semble enfin décoller : au 3 juin 2019, 1 072 entreprises françaises disposent d'un accord sur le télétravail, soit près de deux fois plus que début 2018². Ceci correspond à moins de 15 % des ETI³ et des grandes entreprises françaises (les principales concernées par ces accords).

Selon une étude de Malakoff Médéric⁴, 29 % des salariés déclarent

télétravailler, soit quatre points de plus qu'en 2017 et 12 points de plus qu'en 2016⁵. Parmi eux, seuls 14 % le font « régulièrement », dont 9 % pour lesquels cette pratique est contractualisée (en hausse de trois points, voir graphique page suivante). De même, 3 dirigeants sur 10 déclarent pratiquer le télétravail, dont 11 % régulièrement. La France se situe dans la moyenne des pays européens, derrière les pays du Nord (un tiers des Danois télétravaillent) et devant l'Allemagne (12 %)⁶.

Parmi les salariés qui recourent au télétravail, la moitié travaillent dans des entreprises de plus de 1 000 salariés, sont cadres, dans le secteur des services, et ont entre 35 et 49 ans. Un tiers vit en région parisienne.

Dans la quasi-totalité des cas, le télétravail se pratique à domicile et

1. Voir par exemple, parmi les plus anciens, cet article de 1983 : MÉTAYER Gérard et EKSL René, « Modernisme technique et conservatisme social. La France malade de ses communications », *Futuribles*, n° 65, avril 1983, p. 3-22.

2. Voir cette page du site de Légifrance. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/rechAccordsEntreprise.do?reprise=true&fastReqId=199913719&navigatoir=thematique&modifier=141&page=1>. Consulté le 3 juin 2019.

3. Entreprises de taille intermédiaire, qui comptent entre 250 et 4 999 salariés.

4. *Le Comptoir de la nouvelle entreprise. Télétravail : regards croisés salariés & dirigeants*, 2^e édition, Malakoff Médéric, février 2019.

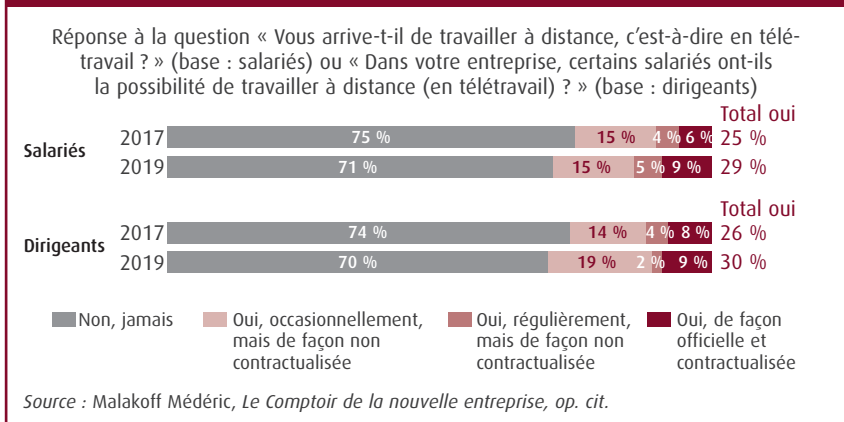
URL : http://www.lecomptoirmm.com/wp-content/uploads/2019/02/Etude-Teletravail-Presentation-Press-19-02-2019_2.pdf. Consulté le 3 juin 2019.

5. « Les chiffres du télétravail en 2016 », CGET (Commissariat général à l'égalité des territoires), 12 janvier 2017. URL : <http://www.cget.gouv.fr/chiffres-teletravail-2016>. Consulté le 3 juin 2019.

6. Selon l'Organisation internationale du travail. Voir *Working Anytime, Anywhere: The Effects on the World of Work*, Genève / Dublin : OIT / Eurofound, 2017.

*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).

La pratique du télétravail dans l'entreprise



en moyenne presque deux jours par semaine. Le télétravail peut aussi se faire depuis un bureau « satellite » mis à disposition de l'entreprise (utilisé au moins ponctuellement par un tiers des personnes interrogées) ou dans des espaces de *coworking* (fréquentés par un télétravailleur sur cinq).

La principale raison de cette récente hausse du télétravail est l'ordonnance de 2017, qui définit enfin le télétravail comme « toute forme d'organisation du travail dans laquelle un travail qui aurait également pu être exécuté dans les locaux de l'employeur est effectué par un salarié hors de ces locaux, de façon volontaire, en utilisant les technologies de l'information et de la communication ⁷ ». Cette ordonnance introduit trois changements majeurs. Elle permet aux entreprises d'encadrer cette pratique par le biais d'un accord collectif ou d'une charte (ce qui explique la hausse des accords enregistrée de-

puis 2017). L'enjeu est notamment de déterminer les horaires de travail et de garantir la coordination entre les pratiques individuelles et les besoins du travail en équipe. Certaines entreprises peuvent ainsi imposer ou au contraire interdire des jours de télétravail.

Par ailleurs, tout salarié dont le poste permet le télétravail peut demander à en bénéficier, et un refus de l'employeur doit être argumenté : autrement dit, le télétravail est désormais un droit. En l'absence de cadre collectif, le salarié peut aussi se mettre d'accord directement avec son employeur (par écrit ou même oralement).

Enfin, l'employeur n'est plus obligé de prendre en charge les coûts liés au travail au domicile (équipements, électricité, etc.) mais en revanche, un accident qui se produit pendant les horaires de télétravail est désormais considéré comme un accident du travail.

Au-delà de cette réglementation, l'essor du télétravail répond aux nombreux avantages qu'en retirent les salariés : 80 % d'entre eux s'en déclarent satisfaits. Ils ont notamment le sen-

7. ARBEZ-NICOLAS Marie-Laure, « Télétravail et ordonnance Macron », *JuriTravail*, 11 juin 2018. URL : <https://www.juritruavail.com/Actualite/loi-travail-teletravail/ld/285074>. Consulté le 3 juin 2019.

timent d'être plus autonomes, plus efficaces, plus engagés et plus productifs. Ils mettent aussi en avant des bénéfices sur le plan personnel : meilleur équilibre entre temps de travail et temps personnel (notamment grâce à la réduction du temps de transport et à l'ajustement des horaires de travail), économies financières (trajets, repas, garde d'enfant...). Les travailleurs valorisent aussi le fait d'avoir plus de temps pour faire du sport, ainsi qu'une diminution de la fatigue. Une étude commandée par le ministère de l'Économie met en avant des gains de productivité de 5 % à 30 %, une baisse de l'absentéisme de 20 % et jusqu'à 30 % d'économie de surface de bureaux pour l'entreprise ⁸.

Le télétravail devient même un facteur d'attractivité pour les entreprises. Selon une enquête de l'institut OnePoll, les deux tiers des salariés français affirment qu'ils préfèrent un poste permettant le télétravail à un autre équivalent qui ne le prévoit pas ⁹. Cette pratique offre aussi une alternative aux *open spaces* et aux *flex offices* ¹⁰, qui sont devenus la norme dans certains grands groupes mais ne répondent pas toujours aux aspirations des travailleurs.

Alors que les réticences des employeurs ont longtemps constitué un frein à l'essor du télétravail, elles

semblent au contraire diminuer à mesure que son usage se développe. Dans l'étude de Malakoff Médéric, les *managers* qui autorisent le télétravail sont 83 % à se dire favorables à cette pratique, contre 45 % pour les autres. Parmi les dirigeants proposant le télétravail à leurs collaborateurs, la quasi-totalité estiment qu'il permet d'améliorer la qualité de vie au travail, de responsabiliser les travailleurs, d'accroître leur autonomie et de diminuer leur fatigue. Ils considèrent aussi que cette pratique accroît l'engagement et la productivité des équipes (80 %), améliore l'image de l'entreprise, les pratiques managériales et le dialogue social (environ 60 %).

Le télétravail semble donc entrer dans une nouvelle phase de développement, la méfiance cédant le pas à l'engouement. Néanmoins, la banalisation de cette pratique s'accompagnera aussi de nouveaux défis :

1) La nécessité de conserver des temps collectifs au sein des équipes : la moitié des télétravailleurs et des *managers* mettent en avant les risques d'isolement et de perte de lien social liés à la distance. Cet enjeu devient particulièrement crucial alors que se développent les organisations en « mode projet », qui supposent des interactions régulières entre des collaborateurs qui peuvent évoluer dans le temps, travailler pour plusieurs projets en même temps, etc.

2) Les risques d'empiètement de la vie professionnelle sur la vie privée, et de surcroît de travail, mis en avant par 6 télétravailleurs sur 10 dans l'enquête de Malakoff Médéric.

3) L'enjeu de l'impact environnemental du télétravail, très souvent valorisé, mais qui n'est pas forcément mécanique. Selon une étude réalisée pour l'ADEME, le télétravail

8. « Entreprises, ce que vous devez savoir sur le télétravail », *Bercy Infos*, 27 décembre 2018. URL : <https://www.economie.gouv.fr/entreprises/teletravail>. Consulté le 3 juin 2019.

9. Étude LogMeIn / OnePoll, 24 septembre 2018. URL : courriercadres.com/wp-content/uploads/2018/09/etude-logme-teletravail.pdf. Consulté le 3 juin 2019.

10. Les *flex offices* ou bureaux flexibles, ou encore « sans bureau fixe » désignent les espaces de travail partagés par différents salariés (de la même entreprise ou non), sans place attribuée, permettant d'accueillir des personnes différentes selon les jours et les besoins.

permet certes de diminuer les impacts environnementaux liés aux trajets domicile-travail, mais « uniquement » de 30 %¹¹. En effet, un salarié qui travaille de chez lui un jour donné pourra quand même avoir besoin de prendre sa voiture pour déposer et aller chercher ses enfants, ou pour faire une petite course...

4) Le travail à distance soulève enfin un certain nombre de risques liés à l'utilisation des données et des outils informatiques par les collaborateurs, pointés par près d'un *manager* sur deux.

Compte tenu de l'enthousiasme croissant suscité par le télétravail, il est surprenant de constater qu'il n'existe toujours pas de données officielles permettant de mieux cerner cette pratique et son potentiel. Ainsi, alors que la ministre du Travail estime que 60 % des métiers pourraient aujourd'hui se prêter au télétravail¹², dans l'enquête de Malakoff Médéric, pour 93 % des dirigeants qui ne proposent pas à leurs salariés d'y recourir, la principale raison est le fait que leur secteur ou leur métier ne s'y prête pas.

Cécile Désaunay

11. *Potentiel de contribution du numérique à la réduction des impacts environnementaux. État des lieux et enjeux pour la prospective*, ADEME (Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie), décembre 2016. URL : <https://www.ademe.fr/potentiel-contribution-numerique-a-reduction-impacts-environnementaux>. Consulté le 3 juin 2019.

12. « Pour Muriel Pénicaud, le télétravail est "un succès" », BFM TV, 9 octobre 2018. URL : <https://www.bfmtv.com/mediaplayer/video/pour-muriel-penicaud-le-teletavail-est-un-succes-1107508.html>. Consulté le 3 juin 2019.

Nouveau capitalisme et Europe

La position en pointe de la France pour imposer plus sérieusement les géants du numérique appelés GAFAM (Google Apple Facebook Amazon et Microsoft) ou GAFA est un premier pas vers ce qui devrait mener à une politique de contrôle beaucoup plus rigoureuse de ces entreprises géantes. En 1890, les États-Unis avaient précisé les premières règles antitrust pour lutter contre les dangers que des monopoles faisaient courir à la démocratie. Aujourd'hui, la montée en puissance de ces géants du numérique est saisissante comme le montrent les tableaux ci-contre. Alors qu'en 2000, seul Microsoft figurait parmi les 10 entreprises les plus riches en capital, en 2018 les cinq entreprises les plus puissantes dans le monde sont des entreprises du numérique. Notons qu'Alphabet est la maison mère de Google et que l'importance de la capitalisation boursière des géants du numérique est très supérieure à celle des autres entreprises.

Au-delà de la perspective comptable et de la récupération de plusieurs centaines de millions d'euros grâce à une meilleure imposition de ces géants, on doit affronter les dangers sociaux et politiques qu'entraîne ce nouveau techno-capitalisme qui nous fait passer d'un capitalisme de concurrence de marché à un capitalisme monopolistique.

Les conséquences sociales en sont redoutables et il est significatif que les salariés d'Amazon venant de 15 pays se soient réunis le 29 avril dernier à Berlin pour protester contre les bas salaires et contre des conditions de travail détestables. Un syndicaliste polonais du mouvement Soli-

Tableau 1 — Les plus grandes entreprises mondiales en termes de capitalisation boursière en 2000 (en milliards de dollars US)

Entreprise	Secteur	Pays	Capitalisation
1 ExxonMobil	Hydrocarbures	États-Unis	362,53
2 General Electric	Conglomérat	États-Unis	348,45
3 Microsoft	Technologie / logiciel	États-Unis	279,02
4 Citigroup	Finance	États-Unis	230,93
5 BP (British Petroleum)	Hydrocarbures	Royaume-Uni	225,93
6 Royal Dutch Shell	Hydrocarbures	Pays-Bas	203,52
7 Procter&Gamble	Produits ménagers, soins	États-Unis	197,12
8 HSBC Group	Finance	États-Unis	193,32
9 Pfizer	Pharmaceutique	États-Unis	192,05
10 WalMart	Commerce	États-Unis	188,86

Source : Forbes.

Tableau 2 — Les plus grandes entreprises mondiales en termes de capitalisation boursière en 2018 (en milliards de dollars US)

Entreprise	Secteur	Pays	Capitalisation
1 Apple	Technologie / <i>hardware</i>	États-Unis	809,51
2 Alphabet	Technologie / média	États-Unis	730,91
3 Microsoft	Technologie / logiciel	États-Unis	691,30
4 Amazon	Technologie / commerce	États-Unis	682,71
5 Facebook	Technologie / média	États-Unis	523,42
6 Tencent	Technologie / commerce	Chine	507,25
7 Berkshire Hathaway	Finance	États-Unis	494,68
8 Alibaba	Technologie / commerce	Chine	461,78
9 JP Morgan	Finance	États-Unis	391,63
10 Johnson & Johnson	Santé	États-Unis	353,06

Source : *Financial Times* et Bloomberg.

darnosc a expliqué que les gestes des employés sont chronométrés « à la seconde », et que les employés jugés trop lents sont immédiatement licenciés. Sur une grande banderole, on pouvait voir que les salariés sont « traités comme des robots ». Dans un article intitulé « Le mirage salarial de la Silicon Valley ¹ », Lucas Mediavilla montre qu'« en 20 ans les salaires de neuf salariés sur dix ont diminué dans le pôle américain de la "tech" »

1. Paru dans *Les Échos* du 15 octobre 2018, cité in VIGNES Renaud, *L'Impasse. Étude sur les contradictions fondamentales du capitalisme moderne et les voies pour les dépasser*, Marseille : CitizenLab, 2018, p. 157.

et que la richesse se concentre autour d'une petite minorité de travailleurs ultraqualifiés dans la recherche et la conception des produits ».

Mais ce techno-capitalisme va de pair avec l'homme consommateur que nous sommes tous à divers titres : celui qui se précipite pour acheter le *smartphone* dernier cri, celui qui prend l'avion pour aller visiter l'autre bout du monde dès qu'il en a le temps et les moyens, celui qui accepte que ses enfants passent autant de temps devant les écrans qu'à l'école. Autrement dit, des enfants victimes de l'immédiateté et des énormes moyens mis en œuvre pour

capter leur attention et les rendre disponibles aux *flashes* publicitaires. Le consommateur aussi qui recherche les meilleurs prix grâce à Amazon, et qui bénéficie des services quotidiens de Google, Apple, Facebook.

Ces géants de l'information, qui captent nos données et accumulent des connaissances innombrables sur ce que nous sommes, nous manipulent. Voilà un cas limite : un documentaire diffusé par Arte le 9 octobre 2018 a relaté de manière très précise comment les données personnelles recueillies notamment par Facebook ont permis de cibler des électeurs et de favoriser l'élection de Donald Trump aux États-Unis en 2016.

Ce nouveau capitalisme est porté par un groupe relativement restreint de personnes qui détiennent un pouvoir démesuré et partagent l'utopie d'un avenir radieux grâce aux progrès illimités, avec en perspective l'homme augmenté.

Face à ces défis, c'est effectivement un changement révolutionnaire, un changement de cap qui s'imposerait. Le 3 mai 2019, Régis Debray était interviewé sur France Inter. Un auditeur lui a posé la question : « En tant qu'ancien révolutionnaire que pensez-vous de la révolution des gilets jaunes ? » Régis Debray a répondu qu'il reconnaissait l'importance de cette protestation des dominés à l'égard des dominants mais que, selon lui, la révolution c'est une promesse, alors que la révolte est une colère et qu'il ne voyait guère de perspective à cette colère des gilets jaunes, ni de stratégie. Pour lui, le fond de l'air c'est qu'on ne sait plus où il serait souhaitable d'aller. On ne sait plus où est notre futur. Selon Régis Debray, l'affaiblissement du mouvement ouvrier et du syndicalisme, comme le rallie-

ment du socialisme officiel au capitalisme financier, laisse un vide.

Dix-neuf organisations environnementales, de solidarité et d'éducation proposent de combler ce vide par un pacte écologique et social suivi de 66 propositions ². Nicolas Hulot et Laurent Berger ont ensemble défendu ce pacte au cours d'une interview dans *Le Monde*. Ces deux personnalités illustrent bien la nécessité de fonder une politique à l'avenir sur la transition écologique et la lutte contre les inégalités sociales. Mais il n'y a pas de traduction des ambitions de ce pacte écologique et social au niveau politique. Néanmoins, au vu des résultats des dernières élections européennes, il semblerait que les citoyens privilégient plus qu'avant les candidats qui affichent clairement cette double ambition écologique et sociale. Peut-être peut-on aussi rêver que l'Europe devienne un rempart contre les géants du numérique. En effet, prenons au sérieux ce que nous dit le lanceur d'alerte Éric Sadin : « ce sont les principes fondateurs de l'humanisme européen, affirmant l'autonomie du jugement et le libre choix et induisant [...] le principe de la responsabilité et le droit des sociétés à décider en commun de leur destin, que l'esprit de la Silicon Valley a détruits en une seule génération et à une vitesse exponentielle ³ ».

Guy Roustang

2. Pour donner à chacun le pouvoir de vivre. L'urgence d'un pacte social et écologique, Fondation Nicolas Hulot pour la nature et l'homme et alii, 2019 (analysé sur le site de Futuribles. URL : <https://www.futuribles.com/fr/bibliographie/notice/pour-donner-a-chacun-le-pouvoir-de-vivre-lurgence/>. Consulté le 3 juin 2019).

3. SADIN Éric, *La Siliconisation du monde. L'irrésistible expansion du libéralisme numérique*, Paris : L'Échappée, 2016.

Source : ce texte est issu de la lettre d'information de L'Encyclopédie du changement de cap (ECC), n° 5, 2019. URL : http://xsql8.mjt.lu/nl2/xsql8/5t71l.html?m=AM4AADtT4wQAACXlZuAAAG4dwyUAAATnLk9kAHHlnAA3U7QBC30EcDX4-A9_TTymIqganA1mw7AANu448b=3a78f525&e=4aec3c9f&x=6mjRUtnBm04NlwH7n-bl3Ve8n9aScDuuDHHTmYazzDk. Consulté le 3 juin 2019.

Derrière les trottinettes, les *juicers*

L'arrivée dans les grandes villes françaises, notamment à Paris, des offres de location de trottinettes électriques en *free floating* (sans stations) nous donne l'occasion d'observer au quotidien un inventaire assez complet des effets pervers de la *gig economy*. Si nombre des désagréments induits sont visibles au grand jour (conflits d'usage des trottoirs, conduite dangereuse, vandalisme), ceux qui nous intéressent ici en matière de conditions de travail s'observent surtout de nuit, lorsqu'il s'agit de recharger les batteries de ces milliers d'engins dispersés à travers la ville. Ce nouveau travail est effectué essentiellement par des autoentrepreneurs payés à la tâche et affublés du surnom vitaminé de « *juicers* ». Comme nous allons le voir, ici ce ne sont pas des fruits qui sont pressés mais plutôt les travailleurs.

Un développement fulgurant et anarchique

Sont apparues en quelques mois sur les trottoirs parisiens des milliers de trottinettes électriques en location. On en dénombre aujourd'hui plus de 15 000, ce chiffre devant passer à 40 000 dans les prochains mois, proposées par une dizaine d'opérateurs. Au regard de l'offre de mobilité déjà existante à Paris avec un réseau de

transports en commun très dense, de nombreux taxis et VTC (voitures de transport avec chauffeur), des flottes de vélos en libre-service, il s'agit manifestement d'une filière inversée telle que définie par J.K. Galbraith¹, à savoir que c'est l'offre qui génère le besoin et non l'inverse. Ce mécanisme s'avère être un pilier important de la « nouvelle économie » au même titre que le phénomène de consommation ostentatoire défini par T. Veblen² qui explique en partie l'apparent succès de cette nouvelle forme de mobilité. On notera également que les 12 fournisseurs en concurrence pratiquent tous les mêmes tarifs (un euro par trajet plus 15 centimes par minute)³.

Mise devant le fait accompli, la mairie de Paris s'est, dans un premier temps, réjouie de l'émergence de cette nouvelle offre de mobilité douce. Elle se trouve aujourd'hui confrontée à la gestion des nombreux désagréments et conflits que suscitent ces engins et tente d'encadrer le phénomène : instauration d'une redevance pour les opérateurs (de 50 à 65 euros par trottinette), interdiction de circuler sur les trottoirs sous peine d'amende (135 euros), délimitation d'espaces de stationnement...

Des travailleurs invisibles

Le travail des *juicers* consiste à collecter les trottinettes en fin de jour-

1. GALBRAITH John Kenneth, *L'Ère de l'opulence*, Paris : Calmann-Lévy, 1961 (1958).

2. VEBLEN Thorstein B., *Théorie de la classe de loisir*, Paris : Gallimard, 1970 (1899).

3. LANDAIS-BARRAU Pauline, « Paris : qui sont les 12 opérateurs de trottinettes électriques en libre-service de la capitale ? », *CNews*, 19 mai 2019. URL : <https://www.cnews.fr/france/2019-05-19/paris-qui-sont-les-12-operateurs-de-trottinettes-electriques-en-libre-service-de>. Consulté le 29 mai 2019.

née (à partir de 18 heures) pour les emmener à un point de recharge (en général leur domicile), puis à les redéployer en ville à des emplacements précis à l'aube (avant 7 heures). La collecte et la dépose sont guidées via les fonctionnalités de géolocalisation des applications. Pour chaque recharge de trottinette, l'opérateur touche entre 5 et 20 euros. En apparence anecdotique, ce phénomène intéresse le préventeur des risques professionnels car il montre à quel point les enjeux de santé et sécurité ont été absents des réflexions amont, et ne se révèlent qu'une fois que l'activité est déployée sur le terrain, comme en témoignent les articles de presse sur le sujet qui se multiplient ⁴.

Certaines caractéristiques de cette activité sont très préoccupantes :

— Les *juicers* sont en concurrence les uns vis-à-vis des autres, il y a donc des situations de conflit (parfois des violences physiques) pour récupérer les trottinettes géolocalisées.

— La rémunération varie en fonction de la localisation de la trottinette, si celle-ci a été laissée dans un endroit difficile d'accès, voire fermé, sa récupération rapportera plus. Cela peut inciter les *juicers* à transgresser certaines règles, par exemple à pénétrer dans des cours d'immeuble privatives pour y récupérer des trottinettes.

— Le travail s'effectue de nuit, comporte une part importante de conduite et de manutention (le poids d'une trottinette électrique varie entre 12 et 20 kilogrammes), avec un véhicule qui n'est pas nécessairement adapté à cette activité.

— Un *juicer* peut ramener jusqu'à 30 trottinettes à son domicile pour les

4. CHÉREAU Thibaut, « "On se tue la santé pour 50 euros par nuit", José chargeur de trottinettes électriques », *Ouest France*, 25 octobre 2018.

mettre simultanément en charge, ce qui pose évidemment la question de la conformité de l'installation électrique et des conséquences d'une éventuelle surcharge provoquant un départ d'incendie dans un local privatif rempli de batteries lithium-ion.

Les enjeux de santé et sécurité au travail n'ont manifestement pas été pris en compte par ces plates-formes — ou ont été (volontairement ?) externalisés vers des indépendants. Ils surgissent très brutalement, une fois l'activité déployée et généralement par la voix des opérateurs qui « essuient les plâtres ». Dans ce contexte où le travail est prescrit via une application sans management et où le travailleur n'a pas de collègues mais uniquement des concurrents, des dérives préoccupantes sont constatées au fil des semaines : ici le rechargement de trottinettes sur la voie publique dans le tunnel du Louvre avec un groupe électrogène, là la sous-traitance de la collecte des trottinettes à des enfants devant les Tuileries ⁵... Opérateurs et pouvoirs publics découvrent chaque jour, sur les réseaux sociaux, ces situations qu'ils n'avaient manifestement pas anticipées et tentent d'y faire face au coup par coup ⁶.

On notera également que le recours à des travailleurs indépendants pour ce travail est un choix délibéré. Au moins un des opérateurs a choisi

5. « "Juicers" : les dérives du rechargement des trottinettes électriques », *Le Figaro.fr*, 27 avril 2019. URL : <http://www.lefigaro.fr/conjoncture/juicers-les-derives-du-rechargement-des-trottinettes-electriques-20190427>. Consulté le 29 mai 2019.

6. SGHERRI Marie-Sandrine, « Trottinette électriques : le grand n'importe quoi », *Le Point*, 3 mai 2019. URL : https://www.lepoint.fr/societe/trottinettes-electriques-le-grand-n-importe-quoi-03-05-2019-2310776_23.php. Consulté le 29 mai 2019.

de sous-traiter cette activité et la maintenance des trottinettes à une entreprise qui emploie des salariés, comme cela se fait pour les *scooters* électriques en libre-service. Dans ce cas, l'obligation de sécurité s'imposant à l'employeur incite à la mise en œuvre de mesures de prévention.

Un modèle précaire

La mise en regard de la valeur ajoutée de ce nouveau service de mobilité avec son coût social et environnemental laisse perplexe. En effet, les accidents de circulation impliquant ces engins se multiplient, la pollution induite par les trottinettes abandonnées sur la voie publique ou jetées dans les canaux choque et le bilan environnemental global du dispositif reste à faire, la durée de vie moyenne de ces équipements coûteux en matières premières (notamment leurs batteries) serait de l'ordre de quatre mois ⁷ et les loueurs sont loin d'être sûrs de la rentabilité de ce service à terme. Certains s'engagent d'ailleurs dans une diversification de leur activité, indice de leurs doutes. En effet, les 12 opérateurs présents sur le marché parisien le savent pertinemment, tous ne pourront pas survivre et chacun cherche soit à se faire racheter par une plus grosse entreprise, soit à conquérir la position dominante qui lui permettra d'accéder à un quasi-monopole suivant la règle du « *winner takes all* » qui

7. Cette durée de vie de quatre mois citée par plusieurs sources sur la base d'informations fournies par certains opérateurs mériterait d'être vérifiée. Une étude conduite sur une flotte de trottinettes déployées à Louisville, dans le Kentucky, conclut à une durée de vie moyenne des engins de 28,8 jours. Voir GRISWOLD Alison, « Shared Scooters don't Last Long », *Over-sharing*, 26 février 2019. URL : <https://over-sharing.substack.com/p/shared-scooters-dont-last-long>. Consulté le 29 mai 2019.

prévaut dans l'économie de plates-formes ⁸.

Il est donc possible que tout cela ne soit en fin de compte qu'un feu de paille qui s'éteindra aussi vite qu'il a démarré, tel un jeu de cour de récréation qui fait fureur en septembre mais que tout le monde a oublié en novembre. Entre-temps, beaucoup auront subi les désagréments de cette expérimentation spéculative, et notamment les travailleurs indépendants qui devront partir à la recherche d'une autre source de revenu.

Au-delà de ces exemples, la situation décrite ici (et ses conséquences possibles en termes de risques professionnels) est révélatrice de pratiques largement répandues dans la *gig economy* ⁹. Le promoteur d'une nouvelle activité ne se soucie généralement pas des conséquences que ce service est susceptible d'avoir sur la vie en société. On l'a vu dans le cas précis des trottinettes, avec des engins posant des problèmes de cohabitation, mis à disposition sans aucune concertation avec les municipalités ¹⁰.

8. Littéralement « le gagnant prend tout », qualifie les positions ultradominantes des géants de la *tech*, notamment les GAFAM (Google Apple Facebook Amazon Microsoft), qui empêchent l'émergence de concurrents.

9. Voir l'exercice de prospective « Plateformisation 2027 » sur le site de l'INRS (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles). URL : <http://www.inrs.fr/inrs/prospective-quel-travail-demain.html>. Consulté le 29 mai 2019.

10. LHERM Denis, « Trottinettes électriques en libre-service : Lime suspend son activité à Bordeaux », *Sud Ouest*, 31 octobre 2018 ; ou CANN Raphaël, « Les trottinettes électriques en libre-service ne sont plus en service à Toulouse », *France Bleu Occitanie*, 23 octobre 2018. URL : <https://www.francebleu.fr/infos/transports/les-trottinettes-electriques-en-libre-service-ne-sont-plus-en-service-a-toulouse-1540321092>. Consulté le 29 mai 2019.

Il s'agit, dans une logique d'urgence pour griller la concurrence, de s'installer et de mettre les différents acteurs devant le fait accompli.

Pour ce qui est de la santé au travail, ces pratiques ne sont pas acceptables. Il faut donner le temps et les moyens aux travailleurs, indépendamment de leur statut, d'organiser leur prévention. Ne pas le faire revient à faire peser indûment sur le travailleur, puis sur la société (via la Sécurité sociale), le poids du risque et de son financement. En choisissant de recourir à des travailleurs indépendants, ces entreprises contournent délibérément le système d'assurance des accidents du travail et maladies professionnelles, et n'assument donc pas le coût des risques qu'elles génèrent.

Marc Malenfer

Le cerveau face à l'hyperstimulation numérique

Comment nous adaptons-nous dans un monde numérique où nous sommes continuellement stimulés par des *media* agissant simultanément ? Une enquête¹ a révélé que les jeunes américains étaient confrontés à des *media* 7,5 heures par jour, en moyenne, et que 29 % de ce temps était consacré à sauter d'une source à une autre ! Il en est de même pour de jeunes adultes impliqués dans des tâches professionnelles difficiles, mais constamment interrompues par des sollicitations extérieures d'ordre différent (courriels, réseaux sociaux,

1. UNCAPHER Melina *et alii*, « Media Multitasking and Cognitive, Psychological, Neural, and Learning Differences », *Pediatrics*, vol. 140, n° 2, novembre 2017. URL : http://pediatrics.aappublications.org/content/140/Supplement_2/S62. Consulté le 3 juin 2019.

SMS...). Comment le cerveau réagit-il ?

La réponse à cette question a été analysée par des expériences de laboratoire². Des sujets ont été placés dans un simulateur de conduite automobile et des questions d'arithmétique leur étaient posées par l'intermédiaire d'un petit boîtier mimant un téléphone portable.

Les performances mathématiques et les compétences des conducteurs étaient réduites lorsqu'ils tentaient de faire les deux choses à la fois : cette opération a un coût pour le cerveau. Ce coût est mis en évidence par des expériences dans lesquelles des écrans sont présentés rapidement à des sujets qui doivent répondre aux questions posées en pressant des boutons : si l'écart entre les deux questions posées sur les deux écrans est bref, la réponse à la deuxième question est retardée (période réfractaire psychologique) ; de la même manière, si le sujet est interrogé après la présentation rapide d'une suite d'écrans, certains écrans seront ignorés s'ils suivent de près l'écran précédent (clignement attentionnel). Cet effet a été décrit dès 1994 par le psychologue Harold Pashler³ et il a été étudié soigneusement par Stanislas Dehaene⁴

2. WATSON Jason M. et STRAYER David L., « Supertaskers: Profiles in Extraordinary Multitasking Ability », *Psychonomic Bulletin & Review*, vol. 17, n° 4, 2010, p. 479-485. URL : <http://www.psych.unc.edu/pagoalka/seminar/PBR2010p479.pdf>. Consulté le 3 juin 2019.

3. PASHLER Harold, *The Psychology of Attention*, Cambridge, Mass. : MIT (Massachusetts Institute of Technology) Press, 1997.

4. SIGMAN Mariano et DEHAENE Stanislas, « Dynamics of the Central Bottleneck: Dual-Task and Task Uncertainty », *PLoS Biology*, vol. 4, n° 7, juillet 2006, p. 1 227-1 238. URL : <https://journals.plos.org/plosbiology/article/file?id=10.1371/journal.pbio.0040220&type=printable>. Consulté le 3 juin 2019.

lors de ses recherches sur le mécanisme de la conscience. La prise de conscience d'un événement requiert l'intégration de l'ensemble des données sensorielles associées et elle se fait dans des aires du cerveau, formant l'espace de travail neuronal global, qui ne peut traiter qu'une tâche à la fois. Ce filtrage est une étape obligatoire et c'est elle qui est responsable des effets cités plus haut (période réfractaire psychologique et alignement attentionnel), représentant les limitations que le cerveau rencontre lorsqu'il s'efforce de traiter deux tâches simultanément.

Les psychologues ont observé différentes exceptions apparentes à ce principe : le traitement simultané est possible si la seconde tâche est inconsciente (résultant, par exemple, d'un entraînement prolongé) ou si les deux tâches offrent des récompenses différentes. D'une manière plus générale, les priorités dans le traitement des tâches sont liées à l'attention, la capacité que nous avons de nous focaliser sur un *stimulus* particulier, interne ou externe. Un réseau de l'attention, situé dans les cortex frontal et pariétal règle de manière complexe les phénomènes que le cerveau prendra en charge.

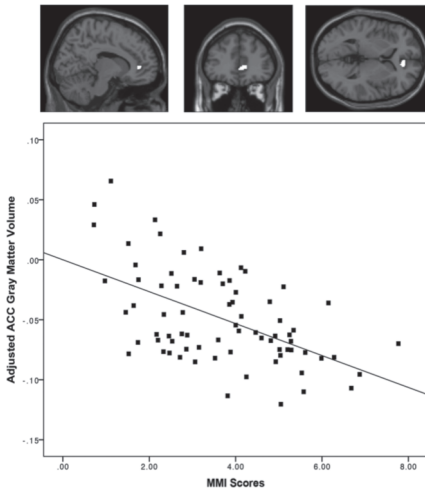
Ainsi, notre cerveau a de grandes difficultés à s'occuper de plusieurs choses à la fois, malgré ses milliards de neurones et ses deux hémisphères. Cependant, il faut mentionner l'existence de quelques rares « *super-taskers* » selon l'expression de Jason Watson et David Strayer. Dans leur simulateur de conduite, ils ont observé que cinq étudiants sur les 200 testés avaient des performances identiques lorsqu'ils effectuaient une tâche ou deux tâches ⁵.

5. WATSON Jason M. et STRAYER David L., *op. cit.*

Le laboratoire d'Anthony Wagner (université de Stanford) a comparé les facultés cognitives de deux groupes d'étudiants qu'un questionnaire permettait de classer selon leur pratique des *media* et leur utilisation simultanée : les « *heavy media multitaskers* » d'une part, et les « *light media multitaskers* » d'autre part ⁶. Les tests étaient conçus pour apprécier la capacité des sujets à maintenir leur attention et à éviter les distractions d'origine externe ou provenant de la mémoire d'exercices précédents, alors qu'une seule tâche leur était proposée. Les résultats indiquent un déficit des « *multitaskers* lourds » dans le contrôle de leur attention : ils sont plus lents dans la détection de changements dans l'organisation des images qui leur sont présentées, plus lents à suivre des changements de tâches, plus susceptibles de faux souvenirs induits par des objets « *distractions* » lors d'une tâche de mémoire de travail. Ce dernier point reflète une réduction du nombre ou de la précision des représentations pertinentes qu'ils peuvent acquérir et / ou garder dans leur mémoire de travail. Les auteurs montrent que cela a aussi une incidence sur la mémoire à long terme.

Ces modifications qui, répétons-le, sont observées sur des tâches uniques après une pratique intensive du contrôle multitâche, ont-elles un substrat dans l'organisation du cerveau ? Une étude quantitative (graphique page suivante) en imagerie par réso-

6. OPHIR Eyal, NASS Clifford et WAGNER Anthony D., « Cognitive Control in Media Multitaskers », *PNAS (Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America)*, vol. 106, n° 37, septembre 2009, p. 15 583-15 587. URL : <http://www.pnas.org/content/106/37/15583>. Consulté le 3 juin 2019.



Variation de la densité de la matière grise du cortex cingulaire antérieur avec la pratique du multimédia. La partie supérieure indique la localisation du cortex cingulaire antérieur (de gauche à droite : coupes sagittale, transversale et coronale). La partie inférieure illustre la relation entre la densité de la matière grise et un indice de pratique du multimédia (MMI).

Source : LOH Kep Kee et KANAI Ryota, *op. cit.*

nance magnétique (IRM) a montré une corrélation négative entre la densité de la matière grise au niveau du cortex cingulaire antérieur et l'échelle de pratique multitâche : cette pratique serait associée à un moindre développement de cette structure cérébrale, qui contrôle les processus cognitifs, et sa diminution indiquerait un contrôle moins strict ⁷.

L'ensemble de ces observations pointe vers une attention moins focalisée des *multitaskers* dans la réalisation d'une tâche unique ou, dit autrement, une attention plus ou-

7. LOH Kep Kee et KANAI Ryota, « Higher Media Multi-Tasking Activity Is Associated with Smaller Gray-Matter Density in the Anterior Cingulate Cortex », *PLoS One*, vol. 9, n° 9, septembre 2014. URL : <https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0106698&type=printable>. Consulté le 3 juin 2019.

verte permettant de s'adapter plus facilement à des tâches multiples. Mais ce qu'elles ne disent pas, c'est la relation de causalité : le phénomène observé provient-il de la pratique du multitâche ou existe-t-il des individus possédant les caractéristiques décrites, qui sont alors plus adaptés au multitâche ? La question est particulièrement importante en termes d'éducation. En effet, que ce soient les étudiants ou les enfants plus jeunes, le développement des *media* numériques multiplie les interférences avec les périodes d'apprentissage. Une commission américaine a produit récemment un rapport ⁸ recommandant la prudence tant que les relations de causalité ne sont pas formellement établies.

Jean-Pierre Henry

8. UNCAPHER Melina et alii, *op. cit.*

Vers un vaccin universel contre la grippe ?

Les épidémies périodiques de grippe sont des fléaux redoutables. La grippe espagnole de 1918 a causé la mort d'au minimum 50 millions de personnes dans le monde (la Première Guerre mondiale fit environ 20 millions de victimes civiles et militaires), touchant en particulier en Europe les armées alliées et des populations affaiblies par la guerre — elle a atteint l'Espagne comme d'autres pays, mais comme le pays n'était pas en guerre, la presse n'y étant pas censurée elle diffusait des nouvelles alarmistes de l'épidémie, reprises dans le reste de l'Europe, suite à quoi la grippe a été qualifiée d'espagnole... La mortalité occasionnée par les pandémies est en général de

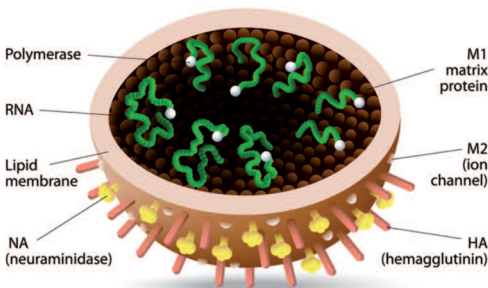
0,1 % (2,5 % pour la grippe espagnole) mais la grippe pouvant affecter une population importante, elle peut faire de nombreuses victimes. En dépit des campagnes de vaccination, en France, l'épidémie de l'hiver 2017-2018 a fait 13 000 victimes, et cet hiver, à la fin février, les autorités de santé attribuaient près de 3 000 décès à la grippe. Cette maladie reste donc un sérieux problème de santé publique, les personnes âgées étant particulièrement vulnérables.

Le défi que pose le virus de la grippe est sa variabilité : celui-ci pouvant muter rapidement, l'efficacité d'un vaccin mis au point avant l'hiver peut être moindre six mois plus tard. Pour l'heure, il n'existe pas encore de vaccin universel qui serait efficace contre toutes les souches de virus de la grippe. Deux protéines des virus jouent un rôle clef. L'une d'elles, l'hémagglutinine (lettre H), est localisée à la surface du virus (elle ressemble à une asperge avec une longue tige et une grosse tête), elle reconnaît une cellule « hôte » et facilite sa pénétration par le virus qui va l'infecter. Elle est associée à une autre protéine, une enzyme, la neuraminidase (lettre N). Il existe 18 variétés d'hémagglutinine et 11 de neuraminidase et l'on identifie donc les virus à l'aide du numéro de ces protéines : ainsi le virus de la

grippe H1N1 possède la variété numéro un d'hémagglutinine et la variété numéro un de neuraminidase. Schématiquement, il existe deux groupes de virus de la grippe, A et B ; celui de la grippe A est très présent chez les oiseaux aquatiques qui sont des vecteurs de l'épidémie.

Une stratégie pour trouver un vaccin efficace contre plusieurs souches de virus de la grippe A et B consiste à s'attaquer à l'hémagglutinine, en fixant des anticorps, principalement sur la tige de la molécule, qui vont bloquer sa pénétration dans une cellule. C'est la stratégie innovante adoptée par un groupe d'une dizaine de laboratoires en Europe (plusieurs laboratoires belges dont un de la firme pharmaceutique Janssen), aux États-Unis (l'institut de recherche Scripps) et de l'université de Hong Kong. Ils ont obtenu des résultats encourageants, publiés dans la revue *Science* en novembre 2018.

Les chercheurs ont procédé en plusieurs étapes. Ils ont au préalable vacciné des lamas (la même espèce que les chameaux) avec un cocktail qui est un mélange de trois virus de la grippe et d'hémagglutinine provenant de deux autres virus. Ils ont ensuite extrait de leur plasma quatre anticorps actifs contre les virus, qui ont l'avantage d'être très courts, avec lesquels ils ont procédé, dans une troisième étape, à une opération d'ingénierie génétique afin qu'un gène exprime une protéine constituée par ces quatre anticorps, et dotée d'un fragment terminal, qui va stimuler le système immunitaire, celle-ci formant l'anticorps unique d'un vaccin. Les chercheurs ont testé leur vaccin sur des souris par deux voies : soit en introduisant le



Virus de la grippe © Designua / Shutterstock

gène dans un adénovirus, utilisé dans les expériences de thérapie génique, qu'ils leur injectent par voie nasale (à l'aide d'un *spray* classique), soit par une injection directe de l'anticorps dans leur réseau sanguin. Le résultat est spectaculaire : les souris vaccinées par les deux voies résistaient à une infection par 60 souches de virus de la grippe A et B. Ils avaient obtenu un vaccin universel, efficace notamment contre la grippe aviaire.

Il est sans doute prématuré d'affirmer que l'on peut escompter la mise au point rapide d'un vaccin universel contre la grippe pour l'homme basé sur ce procédé. Il n'est pas certain, en effet, que le mode d'action d'un vaccin efficace pour des souris, constitué d'anticorps provenant de lamas (s'attachant à l'hémagglutinine), fonctionne aussi pour l'homme dont le système immunitaire ne se comporte pas comme celui d'une souris. Par ailleurs, l'utilisation d'un adénovirus pour introduire le gène qui synthétise la protéine vaccinale n'est pas sans risque, car elle peut entraîner des effets secondaires et les autorités sanitaires seront sans doute très vigilantes avant de donner leur autorisation de mise sur le marché d'un tel vaccin. Ce mode d'utilisation n'est

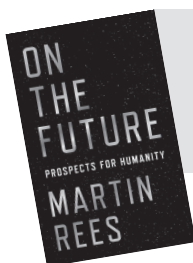
pas obligatoire mais, il est vrai qu'il aurait l'avantage d'être actif pendant longtemps puisque le gène synthétise, en principe, en permanence les anticorps actifs. Il suffirait de procéder à des injections nasales périodiques avec un *spray* pour rester vacciné tout l'hiver, une solution qui serait très utile pour des personnes âgées fragiles.

Deux chercheurs de laboratoires de Sanofi à Cambridge, aux États-Unis, et de Sanofi Pasteur à Swiftwater, également aux États-Unis, commentant dans la revue *Nature* ces premiers résultats, estiment que des tests cliniques sur l'homme sont évidemment nécessaires mais que, d'ores et déjà, ces travaux ouvrent la voie à une nouvelle ingénierie des anticorps qui peut avoir une incidence importante en santé publique.

Pierre Papon

Sources : COHEN Jon, « Llama Antibodies Inspire Gene Spray to Prevent All Flus », *Science*, vol. 362, n° 6414, 2 novembre 2018, p. 511 ; LAUREN Nick S. *et alii*, « Universal Protection against Influenza Infection by a Multidomain Antibody to Influenza Hemagglutinin », *Science*, vol. 362, n° 6 414, 2 novembre 2018, p. 598-602 ; NABEL Gary J. et SHIVER John W., « All for One and One for All to Fight Flu », *Nature*, vol. 565, 3 janvier 2019, p. 29-31. URL : <https://www.nature.com/articles/d41586-018-07654-w>. Consulté le 3 juin 2019.

ANALYSES CRITIQUES & COMPTES RENDUS *



REES Martin

On the Future: Prospects for Humanity

Princeton : Princeton University Press, septembre 2018,
272 p.

Membre de la Chambre des lords et honoré du titre d'astronome royal, Martin Rees est notamment ancien directeur de l'Institut d'astronomie de Cambridge, ancien président de la Royal Society et vulgarisateur de talent. Le présent ouvrage est unanimement salué par des personnalités appartenant aux mouvances les plus diverses.

La première partie du livre porte sur l'accélération sans précédent des défis du XXI^e siècle : dommages environnementaux, changement climatique, extinction des espèces, transition énergétique, surpopulation, pandémies, concentration littorale et urbaine, vulnérabilité du littoral, sans oublier la menace nucléaire, l'éventuelle éruption d'un supervolcan, la chute d'une météorite de grande taille ou la création accidentelle d'un trou noir en laboratoire. Tout ceci étant connu, nous ne nous étendrons pas.

La deuxième partie s'intéresse aux biotechnologies, aux cybertechnologies et à l'intelligence artificielle. Martin Rees estime qu'elles connaîtront le même développement exponentiel que les microprocesseurs. À titre d'illustration, il rappelle que le coût du séquençage du génome humain est tombé, en 20 ans, de trois milliards de dollars US (le budget du programme international correspondant) à moins de 1 000 dollars US, pour se trouver bientôt à la portée de tous. Parallèlement, la mise au point des « ciseaux moléculaires à ADN », connus sous l'acronyme CRISPR-Cas9¹, permet de manipuler aisément le génome², ce qui suscite autant d'espoirs que de peurs.

1. CRISPR (Clustered Regularly Interspaced Short Palindromic Repeats) ; Cas9 : CRISPR Associated Protein 9.

2. Le génome d'embryons humains a été modifié pour la première fois en 2015, par des scientifiques chinois, ce qui reste interdit en France.

*Les analyses publiées dans la rubrique Bibliographie sont issues de la base bibliographique de Futuribles International (<https://www.futuribles.com/fr/base/bibliographie/base/>).

Des firmes comme 23andMe ou Human Longevity s'attaquent à l'allongement de la vie humaine et un groupe, Cryonics, propose aux amateurs de les surgeler en attendant que la technique ait suffisamment évolué pour leur offrir la vie éternelle à leur réveil.

En matière de cybertechnologies, la reconnaissance de la voix et la synthèse vocale, la traduction automatique, la reconnaissance des visages et des expressions, la multiplication des objets connectés, des robots, des drones et des virus, suscitent les mêmes réactions ambivalentes d'espoir et de peur, en particulier, la crainte d'une disparition massive des emplois et l'usage banalisé de robots tueurs.

Longtemps tombée en disgrâce, l'intelligence artificielle (IA) revient en force avec l'apprentissage profond, qui a permis à AlphaGo Zero de battre le champion du monde de go, ce qui paraissait impossible il y a seulement 10 ans. Conjuguées au big data, les IA promettent des progrès considérables en matière de gestion des entreprises et administrations, des réseaux d'énergie, du trafic routier et urbain, des cycles intégrés de matières premières. Combinées avec les dispositifs de contrôle omniprésents, elles promettent une amélioration considérable de la sécurité, mais hélas le risque d'une surveillance généralisée des individus, déjà opérationnelle en Chine avec le lancement du système de « crédit social ».

La troisième partie de *On the Future* s'efforce de replacer l'humanité dans une perspective cosmique, ce qui n'est pas pour surprendre de la part d'un astronome comme Martin Rees. La Terre n'est en effet qu'une

poussière, au bord d'une galaxie, parmi une centaine de milliards d'autres galaxies observables depuis la Terre, qui ne représentent elles-mêmes qu'une fraction de l'Univers.

Existe-t-il, dans cette immensité, d'autres espèces vivantes ? La découverte récente de nombreuses exoplanètes, dont certaines pourraient supporter une forme de vie, relance l'intérêt pour la recherche d'éventuels signaux alien, mais les chances sont d'autant plus faibles que nos moyens de détection ne couvrent qu'une partie du spectre de fréquences et que l'on ne peut observer depuis la Terre qu'une petite fraction de l'Univers. De toute façon, tout échange serait impraticable, les signaux mettant des milliers d'années à transiter dans les deux sens.

Alors que la recherche spatiale publique marque une pause, des compagnies privées (SpaceX, Blue Origin) voient maintenant un marché dans le voyage interplanétaire et la création de bases lunaires ou martiennes à des fins de tourisme, d'exploration ou d'exploitation de ressources rares comme l'hélium 3. Avec les techniques actuelles de propulsion, la Lune et Mars sont des cibles possibles, mais les autres destinations sont incompatibles avec la durée de vie humaine. Pour longtemps encore, l'humanité devra se contenter de la planète Terre et de n'envoyer dans l'espace qu'une nuée de sondes et de robots en tous genres.

La quatrième partie de l'ouvrage concerne les limites de la science. Les moyens d'investigation ont fait un bond énorme au XX^e siècle, un changement majeur étant la mise sur pied de grandes équipes internationales autour d'instruments démesu-

rés, hors de portée d'une seule nation les laboratoires participants échangeant données et travaux en temps réel grâce au Web.

Par nature universelle et indépendante des langages et cultures, la connaissance scientifique est le meilleur outil pour rapprocher les peuples et les inviter à œuvrer pour une vie durable sur Terre. Les chercheurs ont malheureusement peu d'influence sur les dirigeants politiques, dont l'horizon temporel est trop court ; il faut que les scientifiques et les ingénieurs utilisent les nouveaux médias pour se faire entendre et informer objectivement. Il faut que les théoriciens sortent de leur tour d'ivoire pour s'intéresser aussi à la mise en œuvre d'une « innovation responsable », dans un cadre éthique.

En conclusion, Martin Rees appelle à se mobiliser pour que notre planète reste vivable et accueillante pour nos descendants. Il n'y a pas de plan B et s'enfuir d'une Terre sinistrée vers d'autres planètes est un fantasme. La science et la technologie dont nous disposons aujourd'hui, et plus encore demain, rendent ce sauvetage possible, mais il faut une planification à long terme qui ne peut être conçue et négociée qu'au niveau d'organisations internationales du type OMS (Organisation mondiale de la santé). À l'intention des souve-

rainistes, Martin Rees compare les politiques nationales aux cloches au cou des vaches : elles disent où est le troupeau mais ne disent pas où il faudrait le conduire.

Pour conclure à notre tour, observons que souverainisme, populisme et contestation des organismes supranationaux semblent au contraire à l'ordre du jour. Le principe de précaution l'emporte sur la créativité et l'audace. Au lieu de répandre les savoirs et la raison, les médias numériques favorisent les fake news, le complotisme, le créationnisme et l'agitation sans vision. Quant à la fameuse « société de la connaissance », diverses études montrent que le quotient intellectuel régresse dans plusieurs pays, que 52 % des Américains adultes ignorent que l'espèce humaine descend de lointaines espèces animales, que 26 % ignorent que la Terre tourne autour du Soleil, et que 9 % des Français croient, malgré l'enseignement général obligatoire, que la Terre est plate³. La route est donc encore longue... et montante.

Pierre Bonnaure

3. Enquête sur le complotisme, réalisée par l'Ifop les 19 et 20 décembre 2017 auprès d'un échantillon de 1 000 personnes représentatif de la population française adulte, publiée le 8 janvier 2018. URL : <https://www.ifop.com/publication/enquete-sur-le-complotisme/>. Consulté le 14 mars 2019.



TORRES Félix

L'Entreprise post-RSE. À la recherche de nouveaux équilibres

Paris : Institut de l'entreprise, novembre 2018, 162 p.

Voir l'analyse de ce rapport par Marthe de La Taille-Rivero en p. 89 de ce numéro.



SCHNEIER Bruce

Click Here to Kill Everybody: Security and Survival in a Hyper-connected World

New York : Norton, septembre 2018, 288 p.

Nombreux sont les ouvrages qui traitent depuis quelques années des problématiques de cybersécurité et des besoins impérieux en matière de réglementation nationale et internationale sur ce sujet. Bien moins nombreux sont ceux qui abordent le problème sous l'angle — plus si prospectif vu les évolutions récentes — de l'Internet des objets. Celui choisi par Bruce Schneier, après de nombreux ouvrages sur le cyberspace, dont le précédent *Data and Goliath*¹ traitait plus spécifiquement de l'enjeu des données, s'inscrit parfaitement dans les préoccupations actuelles quant à l'évolution de cet espace. L'Internet des objets, appelé « Internet + » par l'auteur qui y voit une évolution — importante mais non révolutionnaire — de l'Internet traditionnel, n'est ainsi qu'un approfondissement de l'immixtion du numérique dans nos vies. Toutefois, cette intromission de plus en plus grande des technologies cyber pourrait bien avoir un coût, moral et physique, très supérieur à ce qui est aujourd'hui connu.

L'ouvrage suit, d'une certaine manière, les canons de la prospective, avec une première partie (chapitres 1-5) consacrée aux tendances actuelles, suivie d'une seconde partie (chapitres 6-12) sur les enjeux et

possibilités offertes pour répondre aux défis posés antérieurement. La première partie est, sans grande surprise, orientée vers l'évolution de l'informatique et du cyberspace, que ce soit en termes de technologie (chapitres 1-2) ou de sociologie d'utilisation (chapitres 3-5). Dans ce constat des tendances, les chapitres de la fin de partie s'avèrent plus intéressants — du moins plus explicatifs — que les premiers, surtout quant au paradigme actuel de la faible sécurité du cyberspace. Au-delà de la question de l'héritage des pionniers et de la constitution des réseaux, montrer qu'il existe bien — sans tomber dans le complotisme, ce qui est à noter et à encourager, tant la tentation pourrait être présente — une absence de volonté de la sécurité qui est généralisée, est un moment important de l'ouvrage. La volonté des gouvernements de conserver la capacité à écouter, intercepter et contrôler, celle des entreprises mues par la compétition à mettre rapidement des solutions logicielles sur le marché — même immatures en termes sécuritaires — et des utilisateurs de privilégier l'ergonomie sur toute autre considération, forment le triptyque du chaos de l'Internet.

Alors que le constat posé en termes de sécurité pour l'Internet classique est sans appel, des actions pourraient néanmoins être entreprises concernant l'Internet des objets, tant celui-ci est appelé à être structurant de nos sociétés dans les prochaines années. L'enjeu est bien ici le déve-

1. *Data and Goliath: The Hidden Battles to Collect Your Data and Control Your World*, New York : Norton, 2015 (analysé in *Futuribles*, n° 412, mai-juin 2016, p 124-126).

loppement d'un Internet des objets complet et complexe qui irriguerait nos vies depuis le quotidien jusqu'à la gestion de toutes les infrastructures stratégiques. De ce point de vue, le tableau dressé est particulièrement alarmant, pour ne pas dire anxiogène, même si des solutions pourraient exister.

L'auteur, classiquement — trop peut-être —, plaide pour une collaboration entre toutes les parties prenantes, États, entreprises et société civile, pour parvenir à des solutions de sécurisation de l'Internet +. Cette conclusion, optimiste mais dont il faudrait mesurer toutes les limites, étonne quelque peu après les pages résolument sombres qui l'ont précédée. Il est un peu malaisé de saisir la fin de l'ouvrage (chapitres 6-12) où l'auteur oscille entre une vision parfois naïve, notamment sur le rapport des États au cyber comme instrument de conflit (chapitre 9) ou le modèle européen (chapitre 8), et une approche ultraréaliste et passablement sombre (chapitres 10-11). Il ressort de cette fin un peu paradoxale, une impression quelque peu brouillonne dont la forme est révélatrice des débats actuels au plus haut niveau. Certes, toutes les parties prenantes sont conscientes des risques, des enjeux et des besoins (sur la coopération en termes de normalisation, les mesures de confiance mutuelle, etc.), mais aucune d'entre elles ne veut limiter ses options et ses pouvoirs. Certes, des entreprises comme les GAFA(M) (Google, Apple, Facebook,

Amazon, [Microsoft]) proposent des « traités » ou une « convention de Genève du cyberspace » — plus spécifiquement Microsoft dans ce dernier cas —, mais c'est avant tout dans le but de pouvoir plus facilement se retourner contre les États en cas d'attaque. Alors que le cyberspace a été le lieu du retour de la liberté de manœuvre pour les États, qu'il permet aux entreprises nouvelles d'engranger des profits colossaux en traitant une matière première facile d'approche comme les données et offre aux utilisateurs des possibilités de communication inédites, il semble difficile de faire éclater ce contrat de fait au nom de la sécurité. Bruce Schneier montre bien à quel point ce paradigme de la sécurité — volontairement — oubliée et mise de côté pourrait se révéler dangereux. Néanmoins, il y a fort à parier qu'il sera peu écouté, lui-même n'ayant pas trop d'illusions sur ce point.

Click Here to Kill Everybody nous met en garde contre le danger qu'il y a à ne regarder la sécurité que comme une externalité négative négligeable. En essayant d'informer le lecteur sur les possibilités d'action au travers des objets connectés et sur les réticences des acteurs à prendre en compte les actions, pourtant nécessaires, sur la sécurité, il fait œuvre de salubrité publique. Souhaitons-lui, en plus du succès critique, une audience forte dans les cercles décisionnels.

Nicolas Mazzucchi



OCDE (Organisation de coopération et de développement économiques)

Global Material Resources Outlook to 2060: Economic Drivers and Environmental Consequences

Paris : OCDE, février 2019, 214 p.

L'OCDE a publié, début 2019, son rapport détaillé sur les perspectives de la consommation de ressources « matières » à l'horizon 2060. Ces travaux s'inscrivent dans les perspectives d'une société efficace en ressources, mais aussi dans la prise en compte de la lutte contre le changement climatique. Ils font suite à d'autres travaux de l'International Resource Panel des Nations unies, et apportent un éclairage détaillé sur les enjeux des matières premières.

Ce rapport, en trois parties et huit chapitres, traite de l'évolution de la consommation de matières premières pour les quatre décennies à venir, dans un contexte où se poursuivent les politiques déjà engagées actuellement, il en analyse les déterminants économiques et certaines conséquences environnementales.

En 2017, la consommation de matières premières (métaux, énergies fossiles, biomasse et minéraux non métalliques) est estimée à 89 gigatonnes (Gt), soit 10 Gt de plus qu'en 2011. La consommation de matières a crû deux fois plus vite que la population sur les dernières décennies. Dans une projection tendancielle, la consommation en 2060 serait de 300 Gt tandis que dans le cadre du scénario étudié, dit scénario central de base, celle-ci atteindrait 167 Gt. La différence est due pour 80 Gt au changement structurel de la consom-

mation, et pour 68 Gt à l'amélioration technologique.

Le cadre méthodologique et économique fait l'objet de la première partie du rapport. Le travail effectué par l'OCDE s'appuie sur deux modèles ENV-Growth pour l'évolution macroéconomique de 230 pays, repris dans ENV-Linkages pour tenir compte de l'utilisation des matières et du recyclage. Le scénario dit « scénario central de base » constitue le cœur de la modélisation, il s'appuie sur le scénario de politique courante 2017 de l'Agence internationale de l'énergie (CPS-2017 de l'AIE). Les auteurs invitent à prendre les résultats avec humilité et à être conscient des incertitudes. Il s'agit avant tout, pour l'OCDE, de disposer d'une référence pour évaluer le coût de l'inaction.

La partie 2 du rapport s'attache à préciser de façon détaillée les projections de la consommation de matières à l'horizon 2060. Alors qu'entre 2017 et 2060, la population devrait augmenter de 36 % et le produit intérieur brut de 224 %, la consommation des matières premières, sur la base des 59 matériaux analysés, devrait croître de 88 %. La hausse de la demande serait de 73 % pour la biomasse, 63 % pour les énergies fossiles, 126 % pour les métaux et 97 % pour les minéraux non métalliques. Si l'intensité matière par dollar (US) va continuer de décliner, essentielle-

ment dans les pays émergents du fait de la « servicisation » de l'économie, l'intensité matière par habitant quant à elle va augmenter dans la plupart des pays, passant en moyenne mondiale de 8 à 16 tonnes par habitant. Les résultats de la projection sont détaillés par grandes régions et pour certains pays.

Le rapport se penche ensuite plus particulièrement sur la place du recyclage des métaux. Les auteurs constatent que si pour certains métaux, le taux de recyclage des produits en fin de vie peut être important, le taux de matières recyclées dans la consommation de ces métaux reste faible et systématiquement inférieur à 50 % du fait de la croissance de la demande et de la durée de vie des produits. L'augmentation du recyclage réside plus dans l'amélioration de la collecte que dans celle de l'efficacité des procédés, déjà performants, pour lesquels de nombreux métaux sont proches de leur potentiel technique. Le poids économique du secteur du recyclage devrait être multiplié par 3,1 entre 2017 et 2060, tandis que celui du secteur minier ne serait multiplié « que » par 2,2.

Une approche plus détaillée de la demande et des risques d'approvisionnement s'appuie sur trois cas : le cuivre, les métaux ferreux et les métaux critiques. Ce chapitre réalise une analyse comparative des différents flux et stocks de cuivre en Europe et en Chine. Il est prévu qu'en Europe, le taux de recyclage du cuivre des produits en fin de vie s'accroisse de 61 % à 80 % en 2035, puis reste stable. Pour la Chine, ce taux pourrait progresser de 52 % en 2015 à 70 % en 2060, mais sur un volume de déchets 2,5 fois plus im-

portant à cet horizon. Pour les métaux ferreux, l'étude regarde, entre autres, un scénario d'efficacité matières qui induit pour ce métal une part de recyclage qui passerait à 53 % contre 48 % dans le scénario central de base.

Les métaux critiques font l'objet d'une courte analyse, globale et limitée à l'OCDE, à l'horizon 2030, notamment en examinant l'effet d'une politique d'approvisionnement centrée sur les pays à fortes réserves par rapport à une poursuite d'une répartition géographique d'approvisionnement similaire à celle actuelle. Curieusement, ce schéma diminuerait les risques, sauf pour l'antimoine et le fer.

La troisième partie du document examine les conséquences environnementales de l'usage des matières premières. Le scénario conduirait à passer d'une quarantaine de gigatonnes d'équivalent CO₂ émis actuellement à 75 gigatonnes. Les sept principaux métaux plus le béton représenteront le quart des émissions de gaz à effet de serre, et un sixième de la demande d'énergie. Les autres impacts de ces sept métaux et du béton vont quasiment systématiquement doubler.

Notons que la synthèse publiée préalablement à l'automne 2018 ne donne pas exactement les mêmes chiffres que ceux du rapport détaillé, dû au fait que la première prend comme année de référence 2011 et le second l'année 2017.

Cette publication apporte une analyse fouillée pour un scénario de référence. Elle éclaire l'évolution de la demande en ressources d'un scénario de base de façon intéressante et plus détaillée que dans la publica-

tion du PNUÉ parue en 2017¹. Elle montre, malgré la prise en compte de facteurs d'amélioration, que nous

1. *Resource Efficiency: Potential and Economic Implications. A report of the International Resource Panel*, Nairobi : PNUÉ (Programme des Nations unies pour l'environnement), 2017.

sommes très loin d'un découplage absolu et qu'un défi s'offre aux politiques pour modifier le cours de l'évolution vers une Terre qui serait peu vivable pour beaucoup de ses habitants.

Alain Geldron



CASILLI Antonio A.

***En attendant les robots*
*Enquête sur le travail du clic***

Paris : Seuil (La Couleur des idées), janvier 2019, 400 p.

Face aux débats consacrés à l'avenir de l'intelligence artificielle, Antonio Casilli fait clairement le pari que ce sont les formes les plus faibles qui se développeront le plus massivement, en raison des limites techniques de l'apprentissage des machines. Il fait même référence à la notion d'intelligence artificielle « artificielle » tant l'intervention humaine lui apparaît importante dans les processus d'acquisition de la connaissance pour ces techniques. C'est le fruit de ce qu'il désigne sous le terme de digital labor qui consiste notamment à alimenter les dispositifs d'intelligence artificielle en données préalablement traitées par l'homme.

Cette notion de digital labor recouvre la mise en données des activités humaines qui a pour effet de réduire le travail à la réalisation d'une succession de tâches unitaires fortement prescrites et normalisées, qui pourront être effectuées par des tâcherons localisés dans le monde entier, grâce à l'essor des technologies de l'information et de la communication. Le digital labor devient alors un outil mis au service d'une auto-

matisation organisée par des intelligences artificielles faibles, nourries ainsi par une quantité énorme de contributions humaines. À ce titre, l'auteur englobe sous la notion les fermes à clics, où des milliers de travailleurs pauvres effectuent des tâches liées aux technologies de l'information et de la communication, dont la plupart d'entre nous pensent à tort qu'elles sont automatisées, mais aussi le travail gratuit des consommateurs, la réalisation à distance de petits travaux par des indépendants payés à l'unité quelques fractions de cents ou quelques cents (annotation de vidéos, tri de tweets, modération de contenu des réseaux sociaux, etc.).

L'auteur identifie trois types de digital labor : l'activité à la demande (mise en relation de demandeurs et de fournisseurs de prestations, via une plate-forme d'intermédiation comme Uber ou Deliveroo), le microtravail (Amazon Mechanical Turk qui consiste à mettre en relation un requérant et un indépendant qui effectuera des microtâches, la plate-forme facturant au requérant la mise en relation) et le travail social en ré-

seau (avec en particulier la fourniture de contenus pour les réseaux sociaux effectuée le plus souvent gratuitement et valorisée financièrement à leur profit par les plates-formes). Ces trois types de travail ont en commun que la valeur produite est captée par les plates-formes au détriment des travailleurs indépendants, des tâcherons, des contributeurs volontaires non rémunérés. Cette valeur est identifiée sous trois formes différentes par l'auteur :

— valeur de qualification : elle est issue du travail effectué par les usagers, elle permet aux plates-formes d'améliorer leur architecture technique ;

— valeur de monétisation : elle correspond au ciblage publicitaire des usagers dont les données sont revendues directement ou indirectement à des annonceurs ;

— valeur d'automatisation : elle recouvre l'entraînement des algorithmes ou la constitution des bases de données utilisées dans le cadre du deep learning pour l'intelligence artificielle.

Au bilan, ce à quoi on assiste à travers le développement du digital labor, ce n'est pas tant à la disparition du travail qu'à son « invisibilisation » : à travers, par exemple, le déplacement du salariat des pays développés vers le travail à la tâche des travailleurs des pays du Sud, la contribution volontaire et gratuite des usagers à la fabrication de contenus valorisés ensuite par des plates-formes auprès des publicitaires. En somme, à travers une transformation progressive des modes de production, la captation de la richesse par les plates-formes de tous types aboutit à la précarisation et à l'exclusion sociale, au Nord comme au

Sud. Cette nouvelle forme d'organisation de la production a un effet transformateur profond sur l'économie en ce sens que beaucoup d'entreprises issues du secteur traditionnel commencent à adopter le modèle : il existe par exemple des plates-formes industrielles qui vont coordonner la réalisation des biens en s'interposant à travers leurs algorithmes dans les relations entre acteurs du secteur et en prélevant au passage une partie significative de la plus-value.

Dans le même temps, on voit se développer l'hyperemploi qui contraint les travailleurs à être mobilisables à tout moment, y compris dans la sphère privée pour effectuer des travaux qui échappent à la codification habituelle du travail (rapport de sujétion, règles de lieu et de temps). Au bilan, il y a multiplication des formes de dépendance, avec la création d'une zone grise entre salariat et professions indépendantes. Cela induit une situation de dépendance bien identifiée des travailleurs par rapport aux plates-formes (règles à appliquer, flexibilité à sens unique nourrie par le risque de déconnexion, rémunération faible, absence ou carences des systèmes de protection sociale) qui est niée par ces dernières. On assiste à des tentatives des plates-formes de verrouiller juridiquement les « conditions générales d'utilisation » pour bénéficier d'un réservoir d'emploi captif avec toutes les subordinations possibles, tout en ne risquant pas une requalification de l'emploi.

Un des grands atouts du livre est la capacité de l'auteur de donner à voir des phénomènes généraux à travers la diversité des situations qu'il décrit, diversité elle-même liée aux

multiples formes d'influence des technologies de l'information et de la communication dans la production de biens et de services. Si révolution il y a, ce n'est certainement pas dans la technologie et notamment pas dans

l'intelligence artificielle, mais bien dans les modes d'organisation du travail, cette révolution ne s'inscrivant pas dans une logique de progrès ni d'émancipation.

Michel Héry



BALDWIN Richard

The Globotics Upeaval: Globalisation, Robotics and the Future of Work

Londres : Weidenfeld & Nicolson, janvier 2019, 304 p.

L'incidence de l'automatisation dans l'industrie a été très importante et Richard Baldwin, un expert de l'économie de la mondialisation, s'interroge dans ce livre sur l'impact qu'aura l'alliance de la globalisation et de la robotisation (au sens large du terme), la « globotics », sur l'emploi dans les services.

Richard Baldwin rappelle que la première vague d'automatisation a été introduite par des robots qui, exécutant des tâches manuelles (dans une usine d'automobiles, par exemple), se substituaient à des emplois. Aujourd'hui, ce sont les techniques numériques, notamment l'intelligence artificielle, qui vont être utilisées dans des bureaux où l'on traite des documents et des données, et dans des services d'aide aux personnes, et bouleverser le marché de l'emploi. La première partie du livre rappelle les antécédents de cette nouvelle transition. Au XIX^e siècle, l'Occident a connu une première « grande transformation » avec l'avènement de la machine à vapeur, à l'origine de la première révolution industrielle : elle déplaça des emplois agricoles vers l'industrie, non sans crises et pé-

riodes de chômage, notamment dans les années 1930. Après la Seconde Guerre mondiale, le paysage économique a changé. L'automatisation et la délocalisation des centres de production des pays occidentaux vers les pays émergents (les pays du G7 n'assuraient plus que 47 % de la valeur ajoutée industrielle en 2010, contre 65 % en 1990) conduisirent à un lent déclin de l'emploi industriel au profit des activités de service qui, aujourd'hui, sont touchées, elles aussi, par la vague d'automatisation.

La seconde « grande transformation », celle de la globotics (que l'on pourrait traduire par le néologisme « globotique » en français), est l'objet de la deuxième partie du livre ; elle survient à l'improviste car, le progrès du numérique ayant été exponentiel, son impact sur l'emploi n'est tangible que depuis le début de cette décennie. La loi de Moore — un doublement biennal de la puissance des ordinateurs — atteint ses limites, mais le progrès technique permettra, peut-être, de poursuivre cette course à la puissance. Qui plus est, l'intelligence artificielle ouvre de nouvelles perspectives. En effet, grâce à l'ap-

prentissage automatique (le machine learning), des machines apprennent à réaliser de nouvelles tâches (recherche de textes, de documents dans des bases de données, traduction automatique, réponse à des questions simples, etc.) qui sont au cœur des activités de service. Elles ne se substitueront pas totalement à des emplois salariés mais, jouant un rôle d'assistant auprès d'employés de bureau, elles libéreront des postes de travail occupés par des salariés à plein temps. Certaines de ces activités pourront être délocalisées dans des pays du Sud, où il existe une main-d'œuvre moyennement qualifiée à faible coût salarial. La globalisation des économies, associée aux techniques numériques, provoquera ce que l'auteur appelle une « télé-migration », un télétravail à l'échelle planétaire.

La globotique pourrait ainsi toucher les professions du droit, de la propriété intellectuelle, du journalisme, etc., exercées par une partie des classes moyennes. Si l'utilisation de télérobots androïdes (un salarié d'une entreprise est représenté dans une discussion par un sosie robotisé dans une salle située aux antipodes de son bureau) qu'imagine l'auteur n'est probablement pas promise à un grand avenir, les téléconférences étant une solution plus simple et moins coûteuse, en revanche la robotisation de tâches répétitives d'analyse de documents qu'exécutent des moteurs de recherche est probablement inéluctable dans des services juridiques et financiers qui utiliseront des algorithmes de plus en plus perfectionnés, voire dans des centres de tri et d'expédition d'objets (Amazon et une pharmacie d'hôpital utilisent déjà ces techniques).

L'auteur consacre un chapitre à la quantification de l'impact de l'automatisation sur l'emploi, une question difficile, en se référant, notamment, aux travaux de chercheurs d'Oxford (Carl Frey et Michael Osborne) et de McKinsey. À partir d'une évaluation précise des tâches susceptibles d'être automatisées, répertoriées dans la base de données des emplois du Bureau du travail aux États-Unis, 702 tâches sur un total de 903 avaient été retenues (certains emplois étant multitâches) ; les chercheurs d'Oxford ont estimé, en 2013, que 47 % des emplois étaient menacés d'automatisation dans ce pays. McKinsey estime, pour sa part, que 60 % des emplois se trouvent dans des professions où au minimum 30 % du travail est automatisable. Sur ces bases, l'auteur estime que ce sont les emplois administratifs, de manipulation d'objets, de la vente au détail, de la construction, de la restauration (les tables figurant au guide Michelin étant épargnées, on peut l'espérer...) et de certains services médicaux qui seront les plus touchés. Les emplois liés à l'éducation, à la gestion et aux services à la personne, ou à haute technicité, sont relativement protégés. Richard Baldwin est peu prolix sur les créations de nouveaux emplois qui compenseront, sans doute partiellement, ces suppressions (la conception d'algorithmes, la télé-médecine par exemple).

En fin de compte, où va-t-on, s'interroge l'auteur ? Le bouleversement qu'apporte cette nouvelle transformation du travail (d'où le titre de son livre) peut déboucher sur plusieurs situations : des crises comme celle des luddites au début du XIX^e siècle ? Des mouvements de protestation et des grèves comme dans les années

1930 (qui ont débouché sur l'arrivée des nazis au pouvoir en Allemagne) ? Une politique « agile » protégeant à la fois des emplois abrités et préparant les mutations par la formation ? Tout dépendra, répond-il, du rythme de la destruction des emplois et des politiques d'accompagnement. L'automatisation risquant de détruire la solidarité sociale, une situation où des chômeurs au statut précaire cohabiteront avec des salariés occupant des emplois protégés ou bien payés dans les professions à haute technicité, sera sujette à de fortes tensions ; une situation dangereuse qui peut être évitée, espère l'auteur, si le rythme de la destruction des emplois est maîtrisé et si les travailleurs perdant leur emploi bénéficient d'une protection (des garanties salariales). Le « futur ne prend pas rendez-vous », affirme-t-il en guise de conclusion ; la société doit donc se préparer au nouveau bouleversement du travail, en faisant une transition vers une économie plus locale et plus communautaire préservant l'artisa-

nat et le service aux personnes, et surtout en misant sur des emplois qui requièrent des compétences que n'auront pas les robots. Il faut protéger les travailleurs et non les emplois, en promouvant l'adaptation aux nouvelles techniques par la formation.

Richard Baldwin reprend les analyses de l'impact socio-économique de l'automatisation proposées, ces dernières années, par plusieurs auteurs anglo-saxons, pour envisager plus spécifiquement les bouleversements que les techniques numériques vont occasionner dans les services où se trouvent concentrés les emplois. C'est ce qui fait son intérêt. Il ne décrit certes pas un avenir apocalyptique pour l'emploi, mais il met en garde les décideurs contre les risques de l'inaction. L'auteur privilégie une politique dite de « flexisécurité », pratiquée par les pays scandinaves, mais on aurait aimé qu'il ébauche des propositions plus précises.

Pierre Papon



SERVIGNE Pablo / STEVENS Raphaël / CHAPELLE Gauthier

Une autre fin du monde est possible. Vivre l'effondrement (et pas seulement y survivre)

Paris : Seuil (Anthropocène), octobre 2018, 336 p.

Cet ouvrage se présente comme le deuxième opus du livre à succès *Comment tout peut s'effondrer*, paru en 2015 sous la plume de Pablo Servigne et Raphaël Stevens¹. Alors que le pre-

mier portait sur la « collapsologie », le deuxième, nous dit-on en introduction, porte sur la « collasposophie ». Il s'agit de deux néologismes créés et popularisés par les auteurs. Le premier désigne l'étude transdisciplinaire, s'appuyant sur des travaux scientifiques, de l'effondrement probable de notre civilisation industrielle et de ce qui pourrait lui suc-

1. *Comment tout peut s'effondrer. Petit manuel de collapsologie à l'usage des générations présentes*, Paris : Seuil (Anthropocène), 2015.

céder. Une étude qui se risque aussi à certaines anticipations en s'interrogeant sur les formes possibles de l'effondrement et sur la manière dont il pourrait être vécu. Le second désigne l'exploration et l'ouverture aux questions proprement émotionnelles et intérieures suscitées par l'effondrement. Les réflexions portent sur les valeurs, les expériences et les changements individuels et collectifs à encourager, en vue de se préparer à l'effondrement et d'essaimer des pistes pour la construction d'une société post-effondrement.

On regrettera néanmoins que ces deux termes ne soient pas mieux définis. Certaines confusions persistent ; ce qui malheureusement leur fait perdre de leur substance. Notamment, l'usage que les auteurs en font se recoupe parfois, rendant leur distinction peu évidente. Par exemple, l'idée d'apprendre à vivre (avec) les catastrophes est une idée qui revient souvent, mais tantôt pour définir la collapsologie, tantôt pour définir la collapsophie. En outre, que ce soit dans l'ouvrage Comment tout peut s'effondrer ou ici dans Une autre fin du monde est possible, ces néologismes sont le titre et l'objet de la troisième et dernière partie. On a pourtant tendance à voir dans ces deux termes le reflet des ouvrages respectifs dans leur ensemble.

Les deux ouvrages présentent une approche interdisciplinaire et exploratoire commune, mais aussi deux perspectives distinctes qui les rendent complémentaires. Dans Comment tout peut s'effondrer était exposée l'éventualité, pour ne pas dire l'inévitabilité, de l'effondrement systémique de notre société thermo-industrielle. Les auteurs y avaient

abordé nos problèmes environnementaux, économiques et sociaux sous la forme d'une synthèse riche et large du concept d'effondrement, présenté les difficultés liées à ce concept qui requiert le recours à l'intuition, et esquissé les formes que pourrait prendre l'effondrement.

Ils terminaient sur une note positive en laissant entendre que l'effondrement rendra possible la construction d'un monde nouveau. À nous tous, dès aujourd'hui, de cultiver les graines du monde de demain. Ils relevaient aussi que, à l'image d'un deuil, l'effondrement demande un travail intérieur. Après la prise de connaissance des faits scientifiques, mais avant de proposer des pistes d'action et d'agir, il faut intérioriser l'effondrement. Tel est l'objet de ce deuxième opus qui, en traitant ces deux derniers aspects, se pose comme une véritable suite.

Plus précisément Une autre fin du monde est possible s'articule en trois parties. La première est axée sur les émotions négatives et les chocs émotionnels que l'idée d'effondrement provoque. Car en effet, l'effondrement, soulignent avec pertinence les auteurs, implique la perte d'un futur anticipé, l'annonce d'une absence d'avenir. Une révélation qui peut elle-même provoquer l'écroulement de notre monde intérieur. Pour l'éviter ou s'en relever, les auteurs préconisent « d'accepter et de se préparer à la possibilité de perdre ce à quoi l'on tient » (p. 89). Suite à quoi seulement, il est possible d'aller de l'avant.

La deuxième partie porte sur la manière d'aller de l'avant qui, selon les auteurs, consiste à sortir du cadre de pensée dominant — « faire un

pas de côté » dans leur terminologie — afin d'ouvrir de nouveaux horizons et de nouveaux chemins. Ils proposent une série d'expériences de pensée et de pistes, telles qu'intégrer d'autres manières de savoir, s'ouvrir à différents récits et visions du monde, et finalement assumer un pluralisme ontologique.

La dernière partie aborde la manière de créer des liens et de donner du sens à nos vies et à notre époque. Les auteurs mettent en évidence l'importance de tisser des liens à la fois à soi, aux humains et à la nature. Sans en favoriser une, ils explorent les multiples pratiques qui leur permettent : l'écopsychologie, l'écoféminisme, redonner une place, physiquement et dans nos vies, au sauvage, constituer des « réseaux de tempêtes » et des communautés d'entraide, etc.

En somme, ce livre, soit la collapsologie, a pour but de nous préparer à l'effondrement, non d'un point de vue matériel et politique, mais d'un point de vue psychologique, éthique et spirituel. Les auteurs invitent à cultiver des expériences, des liens, des valeurs positives et des spiritualités, afin d'apprendre à vivre avec l'idée de la fin de notre monde. On apprécie à ce propos le fait que l'on ressent, dans l'écriture, le vécu des auteurs qui, nous semble-t-il, ont eux-mêmes effectué ce voyage intérieur.

Chemin nécessaire, selon eux, pour imaginer dès maintenant le monde, parmi d'autres, qu'il conviendra de

reconstruire sur des fondements nouveaux. L'effondrement est, à ce titre, perçu par les auteurs comme une ouverture des possibles, comme l'occasion de basculer vers une autre forme d'organisation sociale plus respectueuse, plus juste et plus joyeuse. L'effondrement peut être vu comme un phénomène à la fois destructeur et créateur. Il ne tient qu'à nous de le voir comme « une possibilité de faire émerger d'autres mondes et de nous inventer d'autres avenir » (p. 270). Tel est certainement le message principal du livre. Certes, c'est là une vision assez optimiste, mais qui a le mérite de proposer un récit capable de nous mettre en mouvement. Cependant, il convient de le dire aussi, il s'agit d'un récit de l'effondrement parmi d'autres.

Cet ouvrage, à l'instar du premier opus, deviendra très vraisemblablement une référence dans le domaine. Il suscitera, à n'en pas douter, réactions et réflexions, que ce soit d'assentiment ou de désapprobation. On relèvera également le riche travail de synthèse effectué, ainsi que la perspicacité d'avoir prolongé l'étude de l'effondrement, en raison de sa puissance émotionnelle, par la prise en considération du versant introspectif et spirituel. Les auteurs ont su, dans la continuité de leur premier ouvrage et avec cohérence, élargir leur perspective et faire d'Une autre fin du monde est possible un complément naturel de Comment tout peut s'effondrer.

Gabriel Salerno

futuribles - no. 431 - July-August 2019

The Brain, A Living Machine

Jean-Pierre Henry

Following on from the first dossier on the human brain, devoted essentially to what the cognitive sciences and neurosciences teach us about our lifelong learning capacities (*Futuribles* 428, January-February 2019), we are publishing a second dossier on the plasticity of the brain, its ability to modify its operation over the course of its life as a function of experience.

Since this second dossier is more concerned with the morphology and operation of the brain, it relates more to the life sciences and is, for obvious reasons, introduced by Jean-Pierre Henry who has coordinated all the contributions. His article first explains how the brain is formed (*in utero*) from the sixth week after conception, then how it is shaped throughout existence and how it is permanently regenerating in the hippocampus. Henry then explains how the brain's capacities develop — particularly those required for memory.

In the third part of his article, Jean-Pierre Henry sets out the pathologies the brain may suffer (particularly cerebrovascular accidents) and the progress made in their treatment. Going beyond this, with reference to the challenges that may confront the brain as it ages (particularly Alzheimer's, Parkinson's and ALS, which affect a large number of individuals), he shows how plasticity enables the brain to find solutions in cases of dysfunction, and the advances that may ensue from this in the understanding of these pathologies and the potential therapeutic responses to them.

The Brain: Anatomy and Function The Antagonism between Human Brain Plasticity, the Weight of Dogma and the Uncontrolled Explosion of Artificial Intelligence

Hugues Duffau

Continuing Jean-Pierre Henry's argument, Hugues Duffau shows that the brain's plasticity, its permanent capacity to reorganize itself to adapt to circumstances, ensues from

the fact that it is an extremely complex system, all of whose parts function interactively, by processes into which he affords us some insights here. Accordingly, Duffau addresses the very widespread idea that each area of the brain corresponds to a given function (movement, language, memory, emotion etc.), a theory known as localizationism. That idea, he asserts, is refuted by the observation of the chain reactions that connect all the parts of the brain that become activated, bringing into play that synaptic plasticity so specific to the human brain, which, incidentally, distinguishes it fundamentally from what is called Artificial Intelligence.

The author, a famous neurosurgeon, is certainly well placed to show, for example, that the ablation of a cerebral lesion cannot be performed without respecting the entirety of the dynamic neuronal network that is unique to each person and constantly evolving — which, to reiterate, is not the case with machines. He reports on the progress achieved in the understanding of the anatomy and highly complex functions of the brain, since it is now possible to map these with ever-increasing accuracy and, where necessary, repair them. Lastly, he alerts us to the risks inherent in artificial neural networks — a pale copy, in his view, of human neuronal networks — which could ultimately result in a deterioration of the neuro-plasticity of the human brain.

Dreams, Sleep and Memory: Brain Plasticity at the Heart of Memory, Sleep and Brain-Machine Interfaces

Karim Benchenane

Karim Benchenane's article, the third contribution to our dossier on brain plasticity, revisits this notion to explain that it covers "the way experience will, in the long term, modify the effectiveness with which neurons are able to communicate among themselves." Though he stresses the primordial role of the earliest years, he nonetheless observes that, contrary to what we had long thought, this plasticity lasts a whole lifetime.

Benchenane then explains the mechanisms governing memory, while stressing that there

are different forms — most notably, short-term and long-term memory — not all of them dependent on the hippocampus. Then, as learning and memorization consume a large part of the energy required for brain functioning, he reminds us of the importance of sleep, which is required for physical recovery. He is careful also to underscore that these processes are still subjects of scientific controversy, which he lays out here very clearly and interestingly.

Lastly, Benchenane alerts us to the risk of falling victim, as we sleep, to social conditioning and he closes his article with some thoughts on brain-machine interactions, a subject to which we shall return in our third dossier on the brain, to be published at the end of the year.

Restoration of Sight and Brain Plasticity

Serge Picaud

As part of our second dossier on the human brain, Serge Picaud sets out how vision works by the retina and its photoreceptors transmitting the appropriate visual information to the brain. But he also shows that there are many pathologies of vision — some hereditary and others more complex — and, for some years now, the possibility of restoring a form of vision has been emerging.

Detailing current and potential scientific advances, Picaud demonstrates, for example, the progress achieved in terms of gene therapy which now makes it possible, particularly where there is hereditary pathology, to remedy cell degeneration by introducing a functional repair gene. No less impressive are cell therapy and artificial retinas (or retinal prostheses) that make it possible to restore the sight of patients who have lost their photoreceptors.

Impressive progress has been achieved in restoring the sight of individuals who were blind from birth or have fallen victim to various illnesses, including age-related macular degeneration (AMD) — more than a million individuals in France. And, indeed, sight plays a crucial role in brain activity and plasticity.

A Trend Survey of French Values: More Personal Freedom, More Demands in the Collective Sphere

Pierre Bréchon

For more than 35 years *Futuribles* has shown an interest in the evolution of value systems

and the study of their transformation, regularly reporting the findings of the surveys carried out every 9-10 years as part of the European Values Study. The latest wave of such surveys was carried out in 2017-18 and Pierre Bréchon outlines the first lessons from these as they relate to France.

In the context of social crisis that has beset the country since November 2018, the long-term analysis Pierre Bréchon provides here on the evolution of French values with regard to lives and society, brings useful perspective. Without disputing the difficulties they may encounter in everyday life (in terms of incomes, jobs etc.), Bréchon stresses that, judging by the latest surveys, society is not in danger of falling apart in France, the values of tolerance and respect for others continue to advance, and happiness levels are as high as before and remain stable etc. Individualization continues to increase, attachment to the protective state remains as it was, political involvement is stable and religion still steadily in decline. However, the attitude to democracy is more complex and the demand for public order remains high. Though these last two points suggest that a certain vigilance is required to maintain French attachment to democracy and France's political institutions, the results of the 2017-18 surveys run counter, more generally, to the ambient pessimism.

A Changing Economy in the Age of Scarcity. Towards a New Development Model: Why and How?

Hélène Le Teno

In September 2018, we began a series on the role of enterprises in constructing the common good and we have already published various articles — of analysis, feedback and personal testimony — on this theme in *Futuribles* 426, 427 and 429. Employing an admittedly different approach, the thinking presented here by Hélène Le Teno addresses the issue of how businesses can avail themselves of the context of an increasing scarcity of resources we are seeing today to trigger a change in the economic model.

Hélène Le Teno reminds us first what this move into an era of scarcity consists in, and why the physical limits of our planet require us to look again at the way we produce. She stresses the limitations of an economic growth that would tend to ignore the constraints of the biosphere and the need to

orient ourselves toward a genuinely sustainable development model. In her view, we now have to “do better with much less” and create a situation in which the economy’s main actors — enterprises — can reason along these lines and find ways to develop in a “transition economy”. A shift occurred in the United States and Europe with the emergence of the notion of “benefit corporations/companies”. It is essential now that new accounting and financing mechanisms — some examples of which Le Teno presents here — are developed, to enable economic actors to leave “extractive capitalism” behind and shift to a common-interest capitalism.

Businesses, Corporate Social Responsibility and Beyond: Thoughts on a Survey on Post-CSR Enterprises

Marthe de La Taille-Rivero

It is more than 40 years since Corporate Social Responsibility (CSR) emerged as a precise concept that was destined to spread around the economic world. It was actually in 1976 that the Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) adopted a list of guiding principles which aimed to provide a frame of reference for it. Since then, CSR has gradually become institutionalized in Europe (European Commission Green Paper in 2001; 2014 directive requiring enterprises to publish their CSR assessment etc.) and businesses seem generally to be playing their part.

Continuing the series on the role of enterprises in constructing the common good (begun in *Futuribles* 426 and continuing in 427 and 429), Marthe de La Taille-Rivero shows here, drawing on a report published in late 2018 by the Institut de l’Entreprise on post-CSR business, how enterprises have taken on board this demand for CSR, particularly in France. This report also stresses how, given the new social and environmental challenges etc., they could go beyond classical CSR and “put shareholders at the core of the reactor”, with the aim of promoting the public good. It argues that the next stage could consist in allying shareholder profit to the general interest, with the business being placed at the centre of the equation.

A Whiff of Fascism(s) in the Air: On the Use of Lying in Politics

André-Yves Portnoff

At the European elections of May 2019, the parties of the extreme Right tripled their

seats in the European Parliament by comparison with 2014. This result confirms that more or less all over Europe ultra-nationalist and populist parties are making progress and using the democratic process to move in on the institutions that govern us. Nevertheless, we should not have any illusions about the profiles of these parties, as André-Yves Portnoff shows here, drawing on the Italian example: their only democratic arguments are window-dressing and they are expert in the manipulation of crowds and truth. This is how it is with the Italian neo-fascists who, through an idiosyncratic rewriting of history and of the Mussolinian past, peddle falsehoods and employ disinformation to attract votes, while maintaining systems of collusion and corruption very far distant from the virtuous conduct they claim to advocate. This Forum aims to dissect these stratagems and to warn of methods that might rapidly spread to other extremist groups.

What is Russia’s International Strategy?

Jean-François Drevet

Since Russia’s annexation of Crimea in spring 2014, relations between Moscow and the European Union have been quite tense and are still affected by the sanctions policy, while awaiting resolution of Russia’s differences with Ukraine. Added to this are Russia’s active role alongside the Syrian government in the civil war that has ravaged that country for the last eight years, and other international positions adopted by Moscow, which Jean-François Drevet reminds us of here.

In this somewhat turbulent context, sizing up Russia’s international strategy, its aims, limits and perspectives, is an essential prerequisite for assessing how relations between Brussels and Moscow might evolve. This is what this column aims to do and, while it reminds us that Moscow is no longer the international giant of old, it also shows us the cards Russia still holds, particularly in Asia by dint of its geographical centrality, and, indeed, with regard to Washington. In both these cases, as in its relations with the EU, the return to constructive cooperation requires us not to underestimate Russia and to focus on reciprocal interests. ■

Futuribles is a bimonthly independent transdisciplinary journal
Website www.futuribles.com

L'ENTREPRISE AU SERVICE DU BIEN COMMUN NOUVELLE SÉRIE DE FUTURIBLES

Découvrez les articles de cette série,
parus dans les numéros 426, 427, 429 et 431
22 euros le numéro • 7 euros l'article en version numérique

N° 426, septembre-octobre 2018

- ➔ L'entreprise et la fabrique du bien commun, par Marthe de La Taille-Rivero
- ➔ Pour une réforme de l'entreprise. Création de valeur actionnariale et création de valeur globale, par Hubert Landier



N° 427, novembre-décembre 2018

- ➔ L'engagement citoyen dans les territoires. L'exemple éclairant d'Initiative France, par Jean-Pierre Worms
- ➔ Une entreprise au service du bien commun. Le témoignage de Schneider Electric, par Gilles Vermot-Desroches



N° 429, mars-avril 2019

- ➔ Agir ensemble pour le bien commun. Le témoignage de la fondation SNCF, par Marianne Eshet
- ➔ Les entreprises à finalité sociétale en Europe. L'expérience de trois pays européens, par Philippe-Henri Dutheil



N° 431, juillet-août 2019

- ➔ La mutation de l'économie à l'ère de la rareté. Vers un nouveau modèle de développement : pourquoi et comment ?, par Héléne Le Teno
- ➔ Entreprises, RSE et au-delà. À propos d'une enquête sur l'entreprise post-RSE, par Marthe de La Taille-Rivero



www.futuribles.com

Futuribles - 47, rue de Babylone - FR-75007 Paris • Tél. + 33 (0)1 53 63 37 70
Fax + 33 (0)1 42 22 65 54 • E-mail : diffusion@futuribles.com

DÉCOUVREZ LE PREMIER VOLET DE LA SÉRIE SUR LE CERVEAU



N° 428, janvier-février 2019
22 €

➤ Dossier Cerveau et apprentissages

L'exploration du cerveau humain | Vertus, biais et limites de l'intelligence humaine | Apprendre et enseigner autrement | Intelligence artificielle vs intelligence humaine

- Pour une écologie intégrale
- Retour sur le postmatérialisme
- Les contraintes de l'association avec l'Union européenne

COMMANDER CE NUMÉRO

22 € l'exemplaire port inclus, tous pays

- Sur le site Internet de Futuribles www.futuribles.com
- En envoyant vos coordonnées et un chèque de 22 euros à l'ordre de Futuribles à : Futuribles - 47, rue de Babylone - FR-75007 Paris

S'ABONNER À FUTURIBLES

- Sur le site Internet de Futuribles www.futuribles.com
- En envoyant vos coordonnées et un chèque de 115 € (1 an, 6 numéros) à l'ordre de Futuribles à : Futuribles - 47, rue de Babylone - FR-75007 Paris

Toutes les formules d'abonnement sont sur le site Internet de Futuribles www.futuribles.com

futuribles

NUMÉRO 431 • JUILLET-AOÛT 2019

- Sur le cerveau humain** 3
Hugues de Jouvenel
- Le cerveau, une machine vivante** 5
Jean-Pierre Henry
- Cerveau : anatomie et fonction** 25
Antagonisme entre la plasticité cérébrale humaine, le poids des dogmes et l'explosion incontrôlée de l'intelligence artificielle
Hugues Duffau
- Rêves, sommeil et mémoire** 35
La plasticité cérébrale, au cœur de la mémoire, du sommeil et des interfaces cerveau-machine
Karim Benchenane
- Restauration visuelle et plasticité cérébrale** 47
Serge Picaud
- Les valeurs des Français en tendances** 55
Plus de liberté pour soi, plus d'exigences dans la sphère collective
Pierre Bréchon
- La mutation de l'économie à l'ère de la rareté** 73
Vers un nouveau modèle de développement : pourquoi et comment ?
Hélène Le Teno
- Entreprises, RSE et au-delà** 89
À propos d'une enquête sur l'entreprise post-RSE
Marthe de La Taille-Rivero

FORUM

- Relents de fascisme(s)** 97
De l'usage du mensonge en politique
André-Yves Portnoff

TRIBUNE EUROPÉENNE

- Russie : quelle stratégie internationale ?** 105
Jean-François Drevet

- ACTUALITÉS PROSPECTIVES** 113

- BIBLIOGRAPHIE** 127

- ABSTRACTS** 141

M 08145 - 431 - F: 22,00 € - RD



978-2-84387-444-4