



HAL
open science

Les modalités de partage des savoirs à l'aune du posthumanisme : entre utopie, réalité et prospective

Jean-Michel Dubois

► **To cite this version:**

Jean-Michel Dubois. Les modalités de partage des savoirs à l'aune du posthumanisme : entre utopie, réalité et prospective. Sciences de l'Homme et Société. 2018. dumas-02442908

HAL Id: dumas-02442908

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02442908>

Submitted on 16 Jan 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Université Paul-Valéry Montpellier 3



MÉMOIRE DE RECHERCHE MASTER 2

Domaines : Humanités numériques et Sciences cognitives

Les modalités de partage des savoirs à l'aune du posthumanisme. Entre utopie, réalité et prospective

Jean-Michel Dubois

Sous la direction de François Perea

Soutenance le 10 septembre 2018

À mes enfants :

ces petits êtres au départ qui font de nous des parents !

REMERCIEMENTS

François Perea, mon directeur de mémoire,
pour ses remarques et suggestions si pertinentes,
son intérêt pour mon travail et le plaisir du dialogue engagé.

Mes relations professionnelles, amicales et familiales
pour les échanges informels passionnés et passionnants qui ont alimenté ma réflexion.

Et puis : David, Katia, Ludivine et Pierre,
mes « compagnons d'armes » pendant ces deux années d'études.
Pour les larmes, la sueur et les rires partagés : merci, je vous dois beaucoup !

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS.....	4
SOMMAIRE.....	5
AVANT-PROPOS.....	7
INTRODUCTION.....	9
Accélération du progrès technologique.....	10
Exosomatization.....	12
Hypothèses et problématique.....	14
DÉFINITION ET PRÉSENTATION DU CADRE.....	17
Rien de nouveau sous le soleil ?.....	17
L'enseignement supérieur et l'injonction du numérique	18
La révolution en marche.....	20
ÉTAT DE L'ART.....	23
Transhumanistes versus bioconservateurs ?.....	23
La connaissance du cerveau comme enjeu principal.....	26
ORIENTATION THÉORIQUE ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUE.....	30
PRÉSENTATION DU CORPUS.....	33
Le rapport de la NSF sur les « technologies convergentes ».....	33
Humanité 2.0 : La bible du changement.....	39
ANALYSE.....	46
Petit inventaire de l'existant.....	47
Mémoire humaine et mémoire informatique.....	50

Connaissance et information	52
Le cerveau et le corps, anthropomorphie de la connaissance.....	56
Le dialogue homme-machine.....	57
Ceci tuera-t-il cela ?.....	61
CONCLUSION.....	64
BIBLIOGRAPHIE.....	68
INDEX.....	74
LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX.....	78

AVANT-PROPOS

« De temps en temps, on entend s'exprimer la crainte que l'avion à bord duquel l'humanité voyage vers le futur ait décollé avant que les techniciens aient intégré le train d'atterrissage. »

Peter Sloterdijk (Sloterdijk, 2016)

Les œuvres de science-fiction décrivent essentiellement l'avenir avec une prise en compte des développements scientifiques et technologiques envisageables. Fruit de l'imagination de leurs auteurs, elles s'appuient bien souvent sur une extrapolation par ces derniers des données qui leurs sont contemporaines. Ainsi en 1892, au seuil de l'ère électrique et dans le domaine qui va nous occuper ici, l'étonnant Albert Robida invente le réseau et les cours à distance par visioconférence grâce à son « téléphonoscope » (Robida, 1892).



Figure 1 - Le téléphonoscope dessiné par Albert Robida en 1892

Jouxtant les frontières du réel, la science-fiction s'est voulue depuis longtemps, au-delà du simple divertissement, un art exploratoire dont les récits peuvent être utilisés comme des éléments de prospective. Elle a l'avantage de pouvoir modéliser sans risque l'expérimentation de situations ou de nouvelles technologies, « les scientifiques eux-mêmes ne pouvant pas, dans les revues scientifiques professionnelles, spéculer sur les conséquences des innovations scientifiques et techniques » (Convert & Demailly, 2012, p. 119). Ainsi, exemple célèbre, Isaac Asimov se penche en 1950 sur la problématique de la cohabitation des hommes et des robots, et ses fameuses « trois lois de la robotique » (Asimov, 2012) alimentent depuis des débats scientifiques bien concrets. Plus proche de nous, dans les années 1980, la science-fiction imagine des univers révolutionnés par les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC), et le courant technophile cyberpunk, adossé à l'expansion des réseaux et des nouvelles technologies, met en scène dans le *cyberespace* (Gibson, 1988) des héros hybrides homme-machine. La création de cet imaginaire technoscientifique oriente et alimente encore aujourd'hui le travail de très sérieux centres de recherche et développement (R&D) et les processus d'innovation en contribuant à stimuler un brainstorming collectif pour la science (Michaud, 2014). Les concepts de mondes virtuels et de réalité augmentée sont nés, et la science-fiction comme littérature d'exploration joue un rôle d'impulsion qui, bien au-delà du jeu vidéo, inspire par exemple le courant transhumaniste (Convert & Demailly, 2012). Elle aura facilité aussi l'émergence des dispositifs de techno-pédagogie immersive dont nous aurons à reparler.

Nous sommes en 2018 et il y a, semble-t-il, toujours un futur devant nous. Quel sera-t-il ? Nous vivons à une époque où la science rejoint la fiction, où les utopies lointaines se rapprochent en prenant corps. Le champ des perspectives scientifiques s'élargit de jour en jour et le mot « impossible » s'entend de plus en plus comme ce qui n'est « pas encore » possible (Benasayag, 2016). Approche paradoxale, le travail scientifique qui est ici demandé sera fondé en grande part (et presque par nécessité) sur l'assurance que nous avons de nos incertitudes : l'Histoire nous a souvent prouvé que la réalité est généralement différente de la prospective et que parfois, aussi, elle dépasse de beaucoup la fiction (Nachez, 2016). Un mémoire universitaire n'est pas un roman d'anticipation, mais l'examen des futurs possibles peut être considéré comme une exigence absolue, surtout parce que scruter l'avenir est d'abord l'occasion d'évaluer nos convictions présentes (Besnier, 2012).

INTRODUCTION

« Le passé, plus ou moins fantastique, ou plus ou moins organisé après coup, agit sur le futur avec une puissance comparable à celle du présent même. »

Paul Valéry (Valéry, 1933)

Brisons d'emblée l'insoutenable suspense en comblant l'abîme de perplexité dans lequel notre titre hermétique vous aura probablement plongé. Certains des derniers développements scientifiques augurent de nouvelles formes d'enseignement qui se réaliseraient dans un apprentissage instantané par un téléchargement direct de la connaissance dans nos cerveaux désormais numérisés et inter-connectés. Qu'en est-il vraiment ? La technologie informatique présente et ses développements à venir conduisent-ils à cette forme inexorable d'aboutissement ? En clair et simplement dit, sommes-nous sur le seuil de nouveaux environnements pédagogiques ne convoquant plus aucune pédagogie ? Ce questionnement qui peut sembler relever de l'utopie absolue est pourtant posé par les développements actuels de très sérieuses sciences convergentes. Entre utopie, réalité et prospective, sur la base d'une hypothèse qui peut sembler fantaisiste a priori, nous pouvons cependant développer une réflexion féconde incluant la prise en compte des modalités pédagogiques actuelles. C'est ce que nous espérons montrer.

« Le tournant numérique pris par la société modifie et interroge les conditions de production et de diffusion des savoirs », c'est avec ces mots que s'ouvre le, maintenant célèbre, Manifeste des *digital humanities* (Dacos, 2012, p. 1). Et voici planté le décor du cheminement intellectuel qui nous est nécessairement imposé : un instant T de l'histoire, charnière sans doute, précisément serti entre des pratiques pluri-millénaires de partage de la connaissance et la mise en œuvre émergente et injonctive de nouvelles formes de pédagogies

instrumentées.

Considérant le passé jusqu'à « l'instant T » de notre présent, deux phénomènes peuvent être observés pour documenter l'à-propos de notre problématique : une *accélération exponentielle du progrès technologique* d'une part et, de l'autre, une *exosomatization* progressive et croissante des facultés humaines.

Accélération du progrès technologique

« Il est impossible d'affirmer purement et simplement que l'Antiquité ou le Moyen Âge ont entièrement ignoré la notion de progrès. Il n'en est pas moins vrai qu'en Europe, cette idée ne commence à émerger qu'à partir des débuts de l'âge moderne [XVIe-XVIIe siècle ndlr]. » (Mazauric, 2013)¹. Durant la préhistoire, la perception de l'évolution technologique est impossible à l'échelle d'une vie humaine et même pluri-générationnelle. Les grands marqueurs significatifs apparaissent à échéance de plusieurs millions d'années. Une frise chronologique remontant à l'origine de l'humain serait totalement insignifiante tant il semble « ne rien se passer » pendant des centaines de millénaires.

Plus tard, l'accélération du progrès devient sensible, notamment après l'invention de l'écriture vers les années 3000 qui précèdent notre ère, et le caractère exponentiel du phénomène apparaît dans le graphique ci-dessous qui donne un aperçu de l'évolution des techniques et découvertes durant les trente derniers siècles (Meunier, Raynaud, Meunier, Lecointre, & Krakowski, 2014).

¹ Simone Mazauric est philosophe et historienne des sciences. Elle est professeur à l'université de Lorraine.

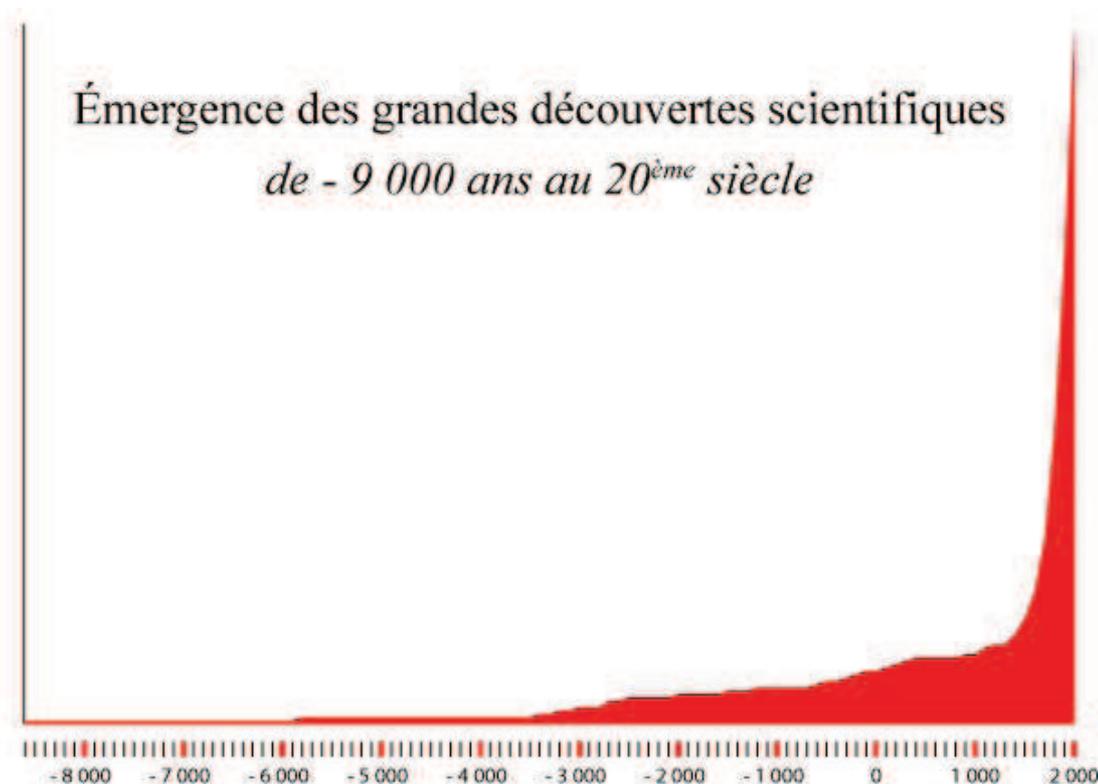


Figure 2 - Émergence historique des grandes découvertes

Une personne née dans les années 1950 a découvert à l'adolescence le poste à transistor qui lui permettait soudain d'écouter la radio n'importe où hors de chez elle. Un peu plus tard, elle a même équipé - grand luxe - sa voiture d'un « autoradio ». Elle s'est achetée un téléviseur, en noir et blanc d'abord, puis en couleur. Lorsqu'elle avait trente ans, si elle tombait en panne de voiture en rase campagne, elle n'avait d'autre ressource que de marcher pendant des heures à la recherche d'une inespérée cabine téléphonique. À quarante ans elle a découvert l'ordinateur, a pu commencer à se documenter et trouver de l'information sur tous les sujets dont elle avait besoin grâce au réseau internet et dialoguer en direct gratuitement avec des habitants du monde entier. À soixante ans, avec son smartphone, elle tient tout cela dans une seule main : elle écoute de la musique, regarde des films, s'entretient en visioconférence avec des interlocuteurs de la planète entière. Géolocalisée en temps réel, disposant d'un GPS, elle s'interroge sur l'opportunité de libérer les étagères où sont stockées les dizaines de cartes Michelin qu'elle utilisait il y a peu. Elle parle maintenant avec des objets et l'intelligence artificielle (IA) automatise pour elle nombre de tâches quotidiennes. Et l'on repense en souriant à Paul Valéry qui s'émerveillait du gramophone capable de reproduire à distance

l'émotion d'un artiste, c'était il y a moins d'un siècle, en 1928, dans un texte intitulé « La conquête de l'ubiquité » (Valéry, 1936).

Exosomatiation

Pour l'ethnologue préhistorien Leroi-Gourhan, le processus d'« extériorisation », entamé il y a quatre millions d'années, est ce qui fonde l'humain et la société (Leroi-Gourhan, 1964). Bernard Stiegler, qui le cite, trouve cependant que le terme d'« extériorisation » n'est pas pleinement satisfaisant « car il suppose que ce qui est "extériorisé" était auparavant "à l'intérieur", ce qui n'est justement pas le cas. » (Stiegler, 1998 : 189-190). L'exosomatiation, quant à elle, caractérise ce qui est extérieur au corps et lui vient en prolongement. La paternité de ce néologisme revient conjointement au démographe américain Alfred Lotka et à Nicholas Georgescu-Roegen, mathématicien et économiste. Il est impossible à main nue de tailler un silex, mais lorsque, dans la préhistoire, l'homo habilis et ses contemporains se saisissent d'une pierre pour le faire ils se dotent d'un outil qui étend leurs capacités biologiques.

Hormis quelques exceptions peu significatives, toutes les espèces autres que l'homme n'utilisent que des instruments endosomatiques [...] (les jambes, les griffes, les ailes, etc.) dont l'organisme individuel est doté à la naissance. Seul l'homme en est venu, au cours des temps, à utiliser une massue qui ne lui appartenait pas génétiquement mais qui prolongea son bras endosomatique et accrut sa puissance. Alors seulement l'évolution humaine transcenda les limites biologiques pour inclure aussi (et même au premier chef) l'évolution d'instruments exosomatiques, c'est-à-dire produits par l'homme mais n'appartenant pas à son corps. C'est pourquoi l'homme peut maintenant voler dans le ciel ou nager sous l'eau bien que son corps n'ait ni ailes ni nageoires ni branchies. (Georgescu-Roegen, 1995).

Pour évoquer cela, et ce qu'il nomme un mouvement original des organes vers les objets, Michel Serres parle d'exodarwinisme (Serres, 2001) : l'homme se prolonge dans des prothèses qui échappent aux lois de l'évolution biologique, et l'outil exosomatique entame alors sa propre évolution sous l'effet de « phénomènes de tendance » qui poussent « le silex tenu à la main à acquérir un manche, le ballot traîné sur deux perches à se munir de roues » (Leroi-Gourhan, 1943). L'idée de l'exosomatiation et d'un homme augmenté n'est pas nouvelle, elle est déjà bien présente dans l'antiquité. La mythologie grecque fait défiler sa galerie de personnages mi-homme mi-dieu, Prométhée vole aux dieux ce que l'on considère comme le feu sacré de la connaissance pour l'offrir aux humains et leur permettre de s'instruire, Icare se

fabrique des ailes pour voler. Les premières pages de la Bible, qui proposent un récit du début de l'humanité, sont marquées par un événement déterminant : l'homme, à peine créé, transgresse le commandement divin, il mange le fruit de l'arbre de la connaissance du bien et de mal et devient à cet instant comme un dieu (Cerf, 2010). L'homme étend continuellement ses aptitudes en se prolongeant dans la technique, en suivant la pensée de Leroi-Gourhan il est même augmenté par nature puisque l'hominisation commence selon lui avec l'externalisation. Bernard Stiegler exprime cela de la manière suivante :

L'homme n'est homme que dans la mesure où il se met hors de lui, dans ses prothèses [...] En ce sens, si l'on dit souvent que l'homme a inventé la technique, il serait peut-être plus exact ou en tout cas tout aussi légitime de dire que c'est la technique, nouveau stade de l'histoire de la vie, qui a inventé l'homme. (Stiegler, 1998 : 190).

L'idée que nous pouvons nous faire de l'exosomatization devient particulièrement sensible au moment de la révolution industrielle : avec la machine à vapeur puis l'électricité l'homme se dote de « robots » à la puissance phénoménale. La littérature de l'époque s'en fait l'écho. Dans son roman à la clairvoyance étonnante, *Erewhon ou De l'autre côté des montagnes*, l'écrivain anglais Samuel Butler anticipe le scénario du futur. Il décrit un monde où les objets techniques occuperont une place de plus en plus importantes, où ils communiqueront entre eux de manière autonome. Il fait dire à l'un ses personnages « En réalité, il faut considérer les machines comme le mode de développement par lequel l'organisme humain est en train de se perfectionner. [...] Car un train n'est pas autre chose qu'une botte de sept lieues que cinq cents personnes peuvent posséder en même temps. » (Butler, 1920, p.182).

Il nous faut ensuite considérer l'inscription exosomatique de la pensée et de la mémoire. Elle commence avec le geste, se poursuit avec *la parole* (Perea, 2016), dont les premières formes semblent aujourd'hui être apparues il y a deux millions d'années à la même époque que les premiers outils (Dortier, 2003). André Leroi-Gourhan relève une liaison entre technique et langage, « outil pour la main et langage pour la face sont les deux pôles d'un même dispositif » (Leroi-Gourhan, 1964, p. 34). Ainsi naît progressivement l'oralité comme vecteur privilégié de transmission de la pensée. Dans l'antiquité le maître se déplaçait avec ses disciples en distillant oralement son enseignement.

L'écriture vient ensuite. Elle joue parfois un rôle d'aide-mémoire, comme c'est le cas avec

l'hébreu ancien qui ne conservait et ne consignait que les consonnes des mots (il était ainsi impossible de lire les textes de la Torah si on ne les connaissait pas déjà parfaitement). Elle fixe en tous cas de manière totalement externe, sur un support matériel, la pensée humaine. Et Bernard Stiegler, reprenant l'idée de la grammatisation de Sylvain Auroux (Auroux, 1994), la considère comme la première nouvelle technologie, estimant qu'il n'est pas absurde de reconnaître dans l'écriture linéaire la proto-néo-technologie (Stiegler, 1986). Avec l'écriture la pensée humaine se libère des contraintes temporelles et spatiales : *les écrits restent* et voyagent. Et cela devient d'autant plus vrai après l'invention de l'imprimerie, que Victor Hugo considérait comme le plus grand événement de l'histoire, la révolution mère : « sous la forme imprimerie, la pensée est plus impérissable que jamais ; elle est volatile, insaisissable, indestructible. Elle se mêle à l'air. » (Hugo, 1926). Mais les caractéristiques ici évoquées explosent avec le phénomène de la *numérisation de masse* de toutes les données. Selon Eric Schmidt, le président exécutif d'Alphabet, société mère de Google, « tous les deux jours, le monde crée plus de contenus numériques que ce qui a été créé depuis le commencement de l'écriture par les peuples anciens » (Siegler, 2010), une assertion qu'il faut toutefois manipuler avec précaution en raison de la réédition de contenus préexistants.

Hypothèses et problématique

Dans les années à venir, la convergence des deux phénomènes précédemment évoqués devrait s'amplifier, dans une construction mutuelle de l'homme et de la technique. En très peu de temps les modes de communication entre l'homme et la machine ont évolué. Le *digital* évoque originellement les doigts posés sur un clavier, puis sur une souris d'ordinateur. De nouvelles modalités d'interaction ont rapidement convoqué le regard, la voix, le geste et l'on assiste plus récemment à l'expérimentation probante d'interfaces cerveau-machines. Nous allons vers toujours plus d'intuitivité et de transparence, et donc vers une confusion des mécanismes endo et exosomatiques, car si j'accède instantanément par la pensée à tous les contenus d'un moteur de recherche comme Google ou à ceux de Wikipédia, où placer la frontière entre l'homme et la machine ? Pour Michel Serres, « avec l'extériorisation du savoir sur les ordinateurs, tout se passe comme si notre tête avait basculé dans les machines » (Serres & Stiegler, 2012). L'homme augmenté, équipé de nombreuses prothèses existe déjà. Il est aussi en devenir. Certains futurologues nous prédisent la *singularité technologique* pour les

années 2040, un état inédit dans l'histoire du monde où l'homme et la machine auront définitivement fusionné (Kurzweil, 2007). On parle alors de la *posthumanité*. Nous n'y sommes pas encore. Mais, s'il convient d'être prudent sur les possibles technologiques et les projections futuristes (Colin, 2016), il apparaît cependant que nous vivons sans doute une époque de transition déterminante où les modalités de la transmission du savoir sont, et seront, certainement impactées. Ainsi pour Laurent Alexandre, « la transmission du savoir ne peut pas signifier la même chose au XXIème siècle qu'auparavant » (Alexandre, 2017, p. 7). Il donne pour mission à son livre d'expliquer « pourquoi et comment les petits-enfants de nos enfants n'iront plus à l'école », car, pour lui, cette institution sous sa forme actuelle, en tant que « technologie de transmission de l'intelligence », vit ses derniers instants et « ce qui reste à déterminer, en revanche, est la façon plus ou moins douloureuse dont elle disparaîtra » (p. 6). Un très sérieux rapport scientifique officiel américain annonçait en 2002 la perspective d'une acquisition instantanée des connaissances, il réduit cela en une formule choc : « Get a Ph.D of mathematics with one clic », un clic redoutable et décisif qui ramènerait à terme tout établissement d'enseignement supérieur au rang de friche universitaire. Comme tout slogan destiné à frapper l'imaginaire, la formule est sans doute excessive et peut-être mâtinée d'humour, mais l'argumentation jointe est à prendre au sérieux. Et cela nous ramène à notre question de départ : *entre utopie, réalité et prospective, quel devenir pour les institutions de partage du savoir ?* Comprise de manière étendue, elle en amène une autre : quel sera le profil de l'étudiant 2.0 ? Car « les nouvelles technologies ne bouleversent pas seulement le savoir, elles bouleversent le sujet du savoir » (Serres & Stiegler, 2012). En même temps qu'une observation vigilante de l'évolution des technologies, la construction des réponses invitera nécessairement le questionnement de notre usage présent du numérique dans les pratiques pédagogiques. Car, en tout état de cause, il nous faut reconnaître ce présent comme une période transitoire où la capacité d'anticipation des institutions de partage de la connaissance sera déterminante, peut-être pour amorcer de nécessaires mutations, peut-être aussi pour leur survie elle-même.

Concluons cette entrée en matière en reconnaissant que, face à toutes les incertitudes et au regard d'une problématique immense et complexe, la modestie s'impose. On pourra aussi objecter que de ne conserver comme objet d'investigation que le seul aspect cognitif des bouleversements radicaux en germe et de leur accomplissement probable, revient de manière

un peu dérisoire à ne s'intéresser qu'au seul devenir d'un plant de coquelicot dans un tsunami. Le travail de recherche ici mené se réduira peut-être, pour toutes ces raisons, à la dimension d'une réflexion préliminaire. Mais le questionnement s'impose avec acuité, il y a urgence.

DÉFINITION ET PRÉSENTATION DU CADRE

C'est la conjonction de plusieurs idées, faits et phénomènes, qui définit avec le plus de précision le contexte et les contours de notre étude. Il s'agira de considérer la part d'inédit dans le récit de l'humanité, la manière dont les institutions de partage du savoir accompagnent le développement du numérique (et/ou l'inverse) et l'imminence présumée, si ce n'est probable, de bouleversements plus radicaux encore.

Rien de nouveau sous le soleil ?

S'il l'on peut affirmer avec le chimiste-philosophe du 18ème siècle Antoine Lavoisier - et, bien avant lui, le penseur grec Anaxagore - que rien ne se crée, tout se transforme (Lavoisier, 1992), force est pourtant de reconnaître que le progrès apporte séquentiellement son lot de ce qu'il faut bien nommer des innovations. La nouveauté absolue n'existe pas, mais l'innovation, comprise dans son sens étymologique comme une « introduction de nouveautés », est un observable bien réel et récurrent de l'histoire du monde et des civilisations. La nouveauté absolue n'existe pas, mais il se crée périodiquement des situations nouvelles.

L'inédit s'inscrit généralement dans le prolongement direct des incidences présentes, par un indispensable effet d'ajustement. La théorie darwinienne de l'évolution montre que les chances de survie d'une espèce sont étroitement liées à sa capacité d'adaptation, voire de mutation. Et, sans entrer dans une étude argumentée, il est possible de postuler qu'il en va de même pour les constructions sociales, au nombre desquelles on peut compter les institutions de production et de diffusion des savoirs que sont l'école ou l'université. L'innovation technologique y accompagne les conditions de médiation de la connaissance, l'évolution des outils heuristiques et la création de nouveaux artefacts cognitifs.

L'évolution est rapide : ce qui est nouveau le reste de moins en moins longtemps. Ainsi,

dans l'histoire récente, aura-t-il fallu quelques mois seulement pour que les NTIC, « Nouvelles » Technologies de l'Information et de la Communication, ne deviennent les TIC. Les nouvelles nouveautés se succèdent à un rythme effréné, rendant caduque à brève échéance sigles et notions.

L'enseignement supérieur et l'injonction du numérique

L'informatique grand public apparaît dans le courant des années 1970 avec la commercialisation des premiers PC (*Personal Computers*) ou « micro-ordinateur ». L'utilisation de ces machines est d'abord réservée à des amateurs avertis car leur pilotage nécessite la saisie de lignes de code (interface CLI : *command line interface*). La démocratisation intervient rapidement avec, notamment, la présentation en 1977 de l'Apple II et de son interface graphique (GUI : *graphical user interface*) utilisant la métaphore visuelle du bureau (dossier, fichier, corbeille) et permettant la manipulation du système au moyen d'une souris. On ne sait pas bien encore à l'époque ce qu'on va pouvoir demander aux ordinateurs et quel usage faire de cette nouvelle technologie (Bouchet, Carnino, & Jarrige, 2016), mais le tournant est pris, initiant ce qu'on nommera bientôt la révolution numérique.

En France, très tôt, les pouvoirs publics prennent la mesure du phénomène en devenir, comme en atteste la commande en 1978 du fameux rapport sur « L'informatisation de la société » réalisé par Simon Nora et Alain Minc (Nora & Minc, 1978). Il y est surtout question des enjeux économiques à l'aube des déréglementations des systèmes de communication : le triomphe du « tout numérique » pourrait permettre de juguler la crise courante.

Peu de temps après, en 1985, le « Plan Informatique pour Tous » (IPT), présenté par le premier ministre Laurent Fabius, concerne cette fois directement le monde de l'enseignement. Il vise à équiper l'ensemble des écoles de réseaux de micro-ordinateurs (CNDP-MEN, 1985). L'action est amplifiée par un nouveau plan initié en 1997 par Claude Allègre, ministre de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie (Prost & Bon, 2011). Le concept de « campus numérique » apparaît à cette époque et en 2000 trois appels à projets dits « Campus numériques français » sont lancés, qui aboutiront en 2003 à la labellisation de 64 projets. Subséquemment et parallèlement, un autre plan, « France Numérique 2012 », souligne la nécessité d'un effort particulier pour former les enseignants-chercheurs aux

technologies numériques (Besson, 2008). Car il s'agit de déployer une nouvelle pédagogie universitaire où l'usage des technologies numériques est devenu incontournable (« Livre blanc “Accompagnement et formation des enseignants aux usages du numérique” », 2012) . Ainsi les TIC donnent-elles naissance aux TICE, Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation, qui supposent de nouvelles compétences numériques et informationnelles (recherche sur internet), induisent une dématérialisation partielle ou totale des supports et livres, ouvrent la voie à un apprentissage avec de nouveaux outils (jeux sérieux et mondes virtuels, par exemple). La synergie entre les pratiques pédagogiques et des technologies éducatives innovantes favorise l'apparition de nouvelles communautés professionnelles, ingénieurs en pédagogie numérique ou experts en « humanités numériques » (Bouchet et al., 2016), qui seront en charge de conférer aux dispositifs une véritable efficience.

Une prise en compte de l'apparition et du développement de *l'enseignement à distance*, aujourd'hui « EAD », s'impose aussi dans la définition de notre cadre. L'histoire montre que les innovations technologiques ont permis, puis accompagné, cette pratique. C'est vrai, bien sûr, dans le cas de l'écriture, la présence physique du *maître* n'étant plus nécessaire à la diffusion de ses enseignements. L'imprimerie a planétarisé le fait, et la généralisation du courrier postal à partir du 18^{ème} siècle a aussitôt servi la création des premiers cours par correspondance, pratique attestée accessoirement par une publicité publiée dans la Gazette de Boston en 1728 (Bertolini, 2014). Le numérique et le déploiement croissant du réseau internet à partir de la fin des années 1980 ont évidemment créé de nouvelles opportunités à ce niveau, conférant aux enseignants (mais aussi aux apprenants) une forme d'ubiquité qui autorise le partage de contenus pédagogiques et l'interaction des intervenants distants en temps réel. En France, on citera comme acteur majeur le CNED (Centre National d'Enseignement à Distance) dont l'histoire débute, sous d'autres dénominations, avec la diffusion de cours par correspondance avant que l'informatisation de son offre de cours, amorcée dans les années 1960, ne devienne effective dans les années 1980 (Bourrel, Vidal, & Mahieux, 2008). L'usage distant des technologies numériques s'est donc progressivement imposé. De l'école à l'université, on assiste au déploiement et à la généralisation des ENT (Espace Numérique de Travail), que d'aucun nommeront « école étendue » et où l'enseignement n'est plus exclusivement caractérisé par une co-présence physique de l'enseignant et des apprenants dans

une même unité de temps, de lieu et d'action (Genevois & Poyet, 2010). Des plate-formes logicielles LMS (Learning Management System) encadrent désormais de manière distante ou semi-distante les parcours d'apprentissage. L'enseignement à distance n'a pour frontière que celle de la « fracture numérique », mais il délocalise (virtuellement) les institutions, élargit considérablement leur audience. Le déploiement des MOOC (pour « Massive Open Online Course »), à partir de la fin des années 2000, est emblématique à ce titre. Réseau et technologies numériques permettent la massification de l'enseignement, mais de manière concomitante la puissance de calcul informatique déployée à bon escient doit permettre une *individualisation* des parcours de formation grâce à la gestion de statistiques, à des tests d'auto-évaluation ou à l'ouverture de modules conditionnée à l'achèvement satisfaisant d'une activité. Ce qui revient, dans notre contexte, à une intéressante délégation à une intelligence artificielle de certains éléments du scénario pédagogique². Et l'accent porté aujourd'hui sur ces *Learning analytics* amplifiera sans doute la tendance dans les années à venir.

Soulignons en clôturant cette section le fait que les études gouvernementales successives et les dispositions subséquentes s'inscrivent dans un contexte de compétitivité internationale où la France ne doit pas se laisser distancer. C'est l'objectif fixé par Valérie Pécresse, Ministre de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, lors de la commande en 2007 du rapport sur « L'université numérique » où elle concède que « dans un contexte de mondialisation de l'enseignement supérieur, il apparaît que la France accuse un retard certain par rapport aux autres pays occidentaux pour l'accès à des cours en ligne et dans l'offre de formation à distance » (Isaac, 2007, p. 4). Laurent Fabius, quant à lui, souhaitait, avec le plan « Informatique Pour Tous » de 1985, « donner à notre société la chance de mieux dominer l'avenir » (« Informatique Pour Tous », 1985), une assertion que nous souhaiterions pouvoir vérifier.

La révolution en marche

De la mémoire biologique à celle des supports externes, de l'informatique locale aux réseaux numériques, des aptitudes cognitives humaines à l'intelligence artificielle, un nouveau monde se dessine, porteur d'une *singularité* qui semble déjà bien évidente. Car de l'endo à

² Il serait plus juste sans doute de parler d'automatisation, car la programmation et la mise en œuvre de tels dispositifs revient dans les faits bel et bien à un agent humain.

l'exosomatization, de son adossement à un progrès technologique toujours plus rapide, naissent pour l'humain des incidences inédites.

L'évolution est définie par le Larousse comme un passage progressif d'un état à un autre (relevons la racine « progrès » dans le mot progressif). Il s'y oppose ponctuellement les changements brusques et violents qu'on appelle « révolutions » et qui, en peu de temps, provoquent un retournement complet de situation et l'instauration brutale d'un nouvel état. Nous postulons ici qu'une révolution est bien en cours, Bernard Stiegler la nomme « disruption », ce qu'il définit notamment comme un phénomène d'accélération de l'innovation (Stiegler, 2016). Cette révolution se cristallise autour des quatre lettres d'un acronyme récent : NBIC, pour « Nanotechnologie, Biotechnologie, technologies de l'Information et sciences Cognitives ». La convergence des recherches dans ces quatre disciplines scientifiques pourrait permettre à brève échéance de transcender les limites biologiques de l'humain pour *augmenter* l'ensemble de ses capacités physiques et cognitives. La controverse scientifique internationale sur ces questions d'amélioration a vraiment débuté en 2002 après la publication du rapport de la NSF (National Science Foundation) américaine « Converging Technologies for Improving Human Performance » (Roco & Bainbridge, 2003) dont nous allons reparler. Les vieux rêves de l'humanité, ceux figurés aujourd'hui par le concept de *l'homme augmenté*, seraient en passe de se réaliser avec, en point de mire ultime, la perspective de l'immortalité même, les bouleversements extrêmes annoncés restant toutefois à confirmer.

Parvenu à ce point, une présentation préliminaire du *transhumanisme* s'impose. L'apparition du mot remonte à la fin des années 1930 dans les discours, puis les écrits, de l'ingénieur français Jean Coutrot, du biologiste Julian Huxley (frère aîné d'Aldous, l'auteur du « Meilleur des mondes ») et du paléontologue-philosophe jésuite Pierre Teilhard de Chardin (Dard & Moatti, 2016). On relèvera, à l'origine, la polysémie du mot dont le préfixe *trans-* évoque soit une transversalité entre diverses formes d'humanisme, soit l'idée d'une évolution à travers le temps (transition), soit la modification de la nature humaine (transformation) telle qu'évoquée notamment par Julian Huxley : l'homme s'est transformé, l'homme est transformable et donc se transformera encore (Huxley, 1954). Le courant de pensée se développe dans les années 1960, animées par la question des relations entre l'intelligence humaine et l'intelligence artificielle autour, notamment, des travaux de Marvin Minsky. Il prend corps et devient un véritable mouvement au début des années 1980 en Californie, puis

se dote d'une structure sociale en 1998 avec la fondation par les penseurs Nick Bostrom et David Pearce de la WTA, « Association Transhumaniste Mondiale », devenue en 2008 « Humanity+ ». En 2002, le rapport de la NSF mentionné précédemment joue un rôle dans la reconnaissance du transhumanisme (Hottois, 2014). Les programmes de recherche NBIC sont posés depuis comme allant de soi et indiscutables. Mis hors débat, ils ne sont jamais placés dans l'arène publique (Bensaude-Vincent, 2010). De ce fait peut-être, le grand public - en Europe surtout - affiche une méconnaissance importante du transhumanisme, considéré avec amusement et incrédulité (Testart & Rousseaux, 2018), tandis que paradoxalement les principaux promoteurs du mouvement sont les dirigeants des firmes mondiales les plus présentes sur nos écrans numériques, ceux de Google et Facebook en premier lieu, mais aussi Bill Gates et Paul Allen les cofondateurs de Microsoft. Un important lobbying est déployé et l'on trouve aussi dans le financement de la recherche NBIC des entreprises comme Nokia, Samsung, Boeing et la NASA, ainsi que certaines des plus grosses fortunes de la planète, celle de Warren Buffet par exemple. Tout ceci conduit certains analystes à parler d'un « technopouvoir » comme nouvelle fondation du capitalisme (Alexandre, 2012). Laurent Alexandre parle aussi de « philanthropreneurs » car *l'homme réparé* fait aussi partie des concepts transhumanistes. Cela conduit certes à interroger la part (indéniable ?) d'humanisme dans le transhumanisme (Hottois, 2014), mais les enjeux économiques colossaux du futur sont également, et de manière certaine, dans le viseur. Ceci étant, le progrès des neurosciences dans le traitement de la maladie d'Alzheimer, par exemple, et d'autres maladies neurodégénératives sert une meilleure connaissance du cerveau humain et personne ne contestera le bien fondé, ni surtout la légitimité, des recherches menées dans ce domaine. Mais de l'homme réparé à l'homme augmenté il n'y a qu'un pas. Les manipulations neuronales et les implants cérébraux thérapeutiques serviront d'autres causes où les immenses ressources des neurosciences pourraient permettre de personnaliser d'abord la transmission, puis d'optimiser bio-électriquement l'intelligence, aboutissant à « faire de l'éducation une branche de la médecine » (Alexandre, 2017, p. 4).

ÉTAT DE L'ART

Entre utopie, réalité et prospective, quel avenir pour les institutions de partage du savoir ? Dans le contexte de l'homme augmenté, quel sera le profil de l'étudiant 2.0 ? Allons-nous assister à l'émergence d'un monde où l'enseignement se fera par téléchargement instantané de la connaissance dans nos cerveaux désormais et définitivement connectés ?... La réponse à ces questions singulières convoque des approches plurielles. Il n'y a pas de réponses uniques et elles se construiront seulement au croisement de champs disciplinaires hétérogènes. À la convergence des technologies NBIC doit répondre une convergence de points de vue, celui des futurologues, des philosophes des sciences, des biologistes, des chercheurs en sciences cognitives, des informaticiens, etc. Dresser un état de l'art complet s'avère difficile dans ces conditions. Il est à construire nécessairement en sondant des sources multiples et diversifiées. Il ne s'agira donc pas ici de trouver d'improbables études antérieures collant parfaitement à notre problématique très précise et spécifique mais de croiser diverses approches susceptibles de la documenter, tout en situant le cadre des réflexions actuellement menées.

Transhumanistes versus bioconservateurs ?

C'est le clivage habituellement relevé, mais il résiste mal à une observation minutieuse. Les transhumanistes, par les voies officielles, se disent soucieux du bien-être de l'humain, ils en font même l'objectif qu'ils entendent atteindre par le développement scientifique (éradication de la maladie, abolition de la souffrance et de la mort elle-même). Les bioconservateurs, quant à eux, se défendent le plus souvent d'être technophobes. La ligne de partage entre technoprogressistes et bioconservateurs n'est donc pas si simple à tracer et les points de confrontation sont diversement situés. Il importe dans ces conditions d'observer ce brouillage des démarcations, d'en identifier les causes et les aboutissements.

Relevons tout d'abord que les questions éthiques ne sont pas du tout absentes du discours transhumaniste, la poursuite d'un bien-être commun non plus, les grandes orientations de la recherche étant même façonnées par une vision à caractère messianique (Testart & Rousseaux, 2018). Jean-Michel Besnier parle, à ce propos, des idées qui visent à « rendre désirable » l'avènement d'une posthumanité (Besnier, 2012). Le transhumanisme apparaît à certains comme une réactualisation moderne du vieux fantasme du 17^{ème} siècle, où l'accès au bonheur et à la réalisation pleine et entière de l'homme étaient soutenus par une confiance absolue dans le progrès de la science (Nachez, 2016). « Aux promesses messianiques inaccomplies des idéologies en lesquelles les hommes ont cru a succédé une autre promesse, cette fois impulsée par la technologie » (Benasayag, 2016, p.18), cette technologie occupant désormais « la place laissée vacante par les utopies dévastées » (p. 11).

Si les frontières entre transhumanistes et bioconservateurs sont mouvantes, c'est aussi parce celles du transhumanisme sont mal définies. Pour le philosophe Gilbert Hottois, il se rassemble derrière l'étiquette « transhumanisme » une nébuleuse de personnalités et d'idées où l'argumentation sérieuse côtoie la fantaisie (Hottois, 2014). Or, la fantaisie ou les utopies ne se distinguent pas par la définition précise des termes qu'elles emploient mais elles cultivent au contraire le plus souvent l'ambiguïté (Robitaille, 2011) :

Il est possible que, même dans l'utopie transhumaniste contemporaine, le terme reste flou : s'il gagne peut-être en définition de par l'avancée des techniques, la part d'imaginaire qu'il contient croît aussi, de par cette même avancée ! – le mot constituant alors un marqueur d'un état toujours ultérieur, à fins de "solliciter constamment l'imaginaire". (p. 9-10).

De fait, cet « imaginaire transhumaniste » (Chifflet, 2016) a des contours diffus et le projet transhumaniste, à la fois politique, culturel et scientifique, est évolutif et protéiforme. Au sein même du mouvement les avis divergent quant aux objectifs et aux futurs envisageables. Nick Bostrom, dans un article intitulé « The future of Humanity » (Bostrom, 2007), envisage lui-même quatre scénarios possibles allant d'une extinction de l'espèce humaine, liée aux risques naturels, cosmiques et technologiques, à l'avènement d'une posthumanité comprise comme une évolution avec ou sans rupture radicale, progressive ou brutale. Cette opacité partielle, conjuguée à des positionnements variés, complexifie un débat qui ne peut, de ce fait, se réduire à de simples prises de position manichéennes. De part et d'autre une approche réflexive est nécessaire, et elle est globalement menée.

Du côté des bioconservateurs, on pointe du doigt des avancées qui risquent de se faire « au péril de l'humain » (Testart & Rousseaux, 2018). Mais les scientifiques, sociologues ou philosophes réunis au sein d'Humanity+ se disent soucieux des risques potentiels, en cherchant à étudier à la fois « les possibilités et les dangers de l'utilisation de la science et de la technologie pour surpasser les limites humaines » (<https://humanityplus.org/>). Le caractère individualiste et élitiste du transhumanisme est également dénoncé, deux inclinations à l'égard desquelles le mouvement doit prendre ses distances s'il veut répondre aux inquiétudes éthiques, sociales et politiques, concède James Hughes, directeur d'Humanity+ (Hottois, 2014). On insiste pourtant, du côté des bioconservateurs, sur le risque de voir les seuls possédants avoir accès aux potentiels bienfaits du transhumanisme, laissant ces bienfaits hors de portée de la population moins fortunée, une hypothèse d'autant plus vraisemblable qu'on a tout lieu de penser qu'un retour sur investissement sera attendu par les grosses fortunes qui soutiennent actuellement les recherches dans le domaine (Nachez, 2016). Il se construit ainsi l'hypothèse des pires scénarios pour les décennies à venir, scénarios qui s'opposent à des visions plus optimistes où l'homme, doté d'une conscience élargie à l'échelle de la biosphère, aura trouvé l'équilibre grâce à une maîtrise de la technologie qui permettra la résolution des problèmes endémiques de l'humanité (Dégremont, Distler, & Payan, 1990).

Bien que la frontière entre bioconservateurs et transhumanistes soit parfois diffuse, ne négligeons pourtant pas le fait qu'il s'exprime aussi, à l'encontre de ces derniers, des oppositions fortes avec prises de position radicales. Ainsi Jacques Testart, le biologiste français qui a permis la naissance du premier bébé éprouvette en 1982, évoque-t-il « les promesses suicidaires du transhumanisme » en dénonçant une nouvelle forme d'eugénisme (Testart & Rousseaux, 2018). Le philosophe Francis Fukuyama se montre tout aussi alarmiste en proclamant que « le transhumanisme est l'idée la plus dangereuse du monde » (titre d'un célèbre article publié dans la revue américaine *Foreign Policy* en septembre 2004). Miguel Benasayag - qui se défend d'être technophobe - dénonce également les possibles dérives du transhumanisme en citant André Leroi-Gourhan : « l'analyse des techniques montre que dans le temps elle se comportent de la même manière que les espèces vivantes, jouissant d'une force d'évolution qui paraît leur être propre et qui tend à la faire échapper au contrôle de l'homme » (Leroi-Gourhan, 1964, p. 210).

Dans ce contexte, Laurent Alexandre exprime la nécessité d'une urgente et salutaire prise

de conscience :

Il n'y a pas de fatalité en matière d'avenir, mais des logiques profondes qui peuvent être infléchies, à certaines conditions. S'il n'est pas certain qu'une prise de conscience de la neuroévolution soit suffisante pour orienter son cours, il ne fait en revanche aucun doute que rester dans l'ignorance et le déni est le meilleur moyen d'aboutir au pire des scénarios. Celui d'un monde où l'Homme subirait son futur. Celui d'un monde inégalitaire où seuls les meilleurs sortiraient vainqueurs, laissant la multitude à la merci d'une neurodictature. (Alexandre, 2017, p. 6).

Mais force est de constater que la sensibilisation du grand public et l'audience des « lanceurs d'alerte » évoqués ci-dessus demeurent relativement faibles. L'avancée des NBIC et le projet transhumaniste sont globalement méconnus. Il y a plusieurs raisons à cela. D'une part, « En dehors des questions de santé publique, les opinions s'inquiètent peu des éventuelles conséquences sociales du développement de ces technologies » (« Culture & Médias 2030 Prospective de politique culturelle », 2011, p. 49-50). D'autre part, de nombreux analystes relèvent une récurrente « prime à la nouveauté ». Peter Sloterdijk pointe « la tolérance en faveur de l'innovation » comme un trait culturel moderne (Sloterdijk, 2016) et Miguel Benasayag parle, pour notre présent, d'un monde « marqué par "l'amour de la nouveauté" (ce qui nouveau est aimable parce que c'est nouveau) » (Benasayag, 2016, p. 7), pour lui aussi « la nouveauté est sans nul doute la marque de notre époque. Ce qui est nouveau est presque immédiatement associé à ce qui est bon : nouveautés techniques et scientifiques, connaissances nouvelles, nouveaux possibles en tout genre » (p. 13). Aujourd'hui comme avant, l'opinion publique pourrait être touchée, voire alertée, par les œuvres de science-fiction - cinématographiques par exemple, avec des films à grande audience comme Matrix ou Terminator - mais ces productions médiatiques, loin de servir un avertissement quant aux risques futurs, semblent indéfectiblement liées au seul secteur du divertissement.

La connaissance du cerveau comme enjeu principal

L'histoire contemporaine s'inscrit dans le prolongement des fameuses trois « blessures narcissiques » infligées à l'homme par le progrès de la sciences (Freud, Abraham, & Brun, 2012) : Copernic et Galilée ont montré que la terre n'était pas le centre de l'univers mais juste un petit caillou perdu dans l'immensité, Darwin a ramené l'homme au rang du simple continuum biologique et Freud lui-même inflige la troisième blessure en déconstruisant le

présupposé libre arbitre de l'homme pour faire de ce dernier le seul jouet de ses pulsions inconscientes. Pour Miguel Benasayag « l'entreprise de modélisation des mécanismes du cerveau est certainement une quatrième blessure, qui, à l'instar des précédentes, libère une puissance et une connaissance immenses en même temps qu'elle nous plonge dans la plus grande perplexité » (Benasayag, 2016, p. 15). Il souligne au passage le paradoxe du cerveau qui devient son propre objet d'étude.

Mais les efforts de modélisation du cerveau menés aux quatre coins de la planète, bien que soutenus par des financements colossaux, n'en sont encore qu'à leurs premiers balbutiements, ainsi en va-t-il du projet *Human Cognition* américain (Roco & Bainbridge, 2003, p. 98) et de son équivalent européen *Human Brain Project* (Roussel & Lechner, 2011). Il s'avère, en effet, que le fonctionnement du cerveau répond à des logiques particulièrement complexes. La question centrale est posée par les transhumanistes eux-mêmes : « Est-ce que le cerveau humain est différent d'un ordinateur ? » (Kurzweil, 2007, p. 164). Kurzweil entend montrer que oui (p. 165-168). Il assigne à la recherche la tâche ardue d'effectuer la « retro-ingénierie » du cerveau humain, objectif seulement envisageable à l'horizon d'une ou deux décennies car, reconnaît-il, « nous ne possédons pas les outils précis nécessaires pour développer des modèles détaillés de la cognition humaine » (p. 158). Nous verrons plus loin que le fonctionnement du cerveau ne peut pas être réduit à une cognition de type informatique, basée sur le seul calcul et la logique, mais qu'il interagit avec d'autres corps et organes, incluant aussi la dimension incarnée des affects. Ceci étant, dès 1983, Jean-Michel Truong déposait à l'INPI (Institut National de la Propriété Industrielle) le mot « cognitique », contraction de *cognitif* et du suffixe *-tique* qui connote l'idée de discipline scientifique ou technique (Truong, 1988)³. Le lien entre technologie et neuroscience est établi, ce qui invite un penseur comme Bernard Stiegler à s'interroger sur les « technologies de la mémoire » (Stiegler, 1986). La mise en regard du cerveau humain et de l'ordinateur est tentante. Métaphore ou réalité ? John Searle, spécialiste de philosophie du langage et de l'esprit, a travaillé sur cette problématique : il pourrait y avoir dans notre cerveau d'une part *les données* et de l'autre *le logiciel* qui les exploite, les neurones et synapses seraient le matériel (hardware) et ce qu'il conviendrait d'appeler « l'esprit » serait le logiciel (software). Ce philosophe - dont nous reparlerons - pose cela comme une hypothèse de travail, un modèle

³ La cognitique est devenue depuis une discipline d'études universitaires reconnue avec, notamment, la création d'une École Nationale Supérieure de Cognitique : <https://ensc.bordeaux-inp.fr/fr>

permettant de réfléchir, et se garde bien de valider scientifiquement l'analogie (Liarte & Geffroy, 2008). En réalité, parler de « cerveau électronique » pour un ordinateur est encore à ce jour un abus de langage et l'homonymie syntaxique entre intelligence artificielle et intelligence biologique est certainement trompeuse, nous y reviendrons.

Dans l'attente d'une cartographie complète du cerveau humain - perspective ouverte par les techniques présentes et futures d'imagerie cérébrale -, les neurosciences, la nanomédecine et la nanochirurgie progressent en développant déjà ce qui est une hybridation de l'organique et du cybernétique. Les psychotropes modifient l'humeur mieux que l'ascèse philosophique ou les subtilités des cures psychanalytiques (Besnier, 2012), mais c'est l'augmentation des capacités intellectuelles et cognitives - et donc d'apprentissage - qui est maintenant dans le viseur. L'utilisation par les étudiants de *smart drugs* censées optimiser leurs performances est une pratique répandue, une enquête réalisée en 2011 pour la BBC montrait que 38% d'entre eux en faisaient usage (Watts, 2011). D'autre part, les implants cérébraux, minuscules puces électroniques, existent déjà. Ils sont utilisés dans le domaine médical pour le traitement de pathologies comme les troubles de la vision et de l'audition, la maladie de Parkinson, la paralysie ou l'épilepsie. Mais la prochaine génération d'implants visera à rendre l'humain plus intelligent et plus « connecté ». Ainsi Elon Musk a-t-il créé, après Tesla ou SpaceX, la société *Neuralink* qui développe des recherches en vue de relier directement le cerveau humain à des ordinateurs : « consulter Wikipédia dans sa tête en quelques millisecondes ? Écrire un email en pensées ? Stocker ses souvenirs du week-end sur un cloud ? » (Blachère, 2017), tout cela pourrait devenir réalité dans les années à venir. En 2016, Facebook a également créé, avec *Building 8*, son propre département dédié à la recherche sur les possibilités de connexions entre l'humain et les systèmes informatiques. À l'aube du 21ème siècle, Jean-Michel Truong décrivait déjà parfaitement l'histoire en marche en citant Ray Kurzweil :

Les ordinateurs étaient à l'origine des machines très grossières et distantes, dans des pièces climatisées où travaillaient des techniciens en blouses blanches. Ils sont ensuite arrivés sur nos bureaux, puis sous nos bras et maintenant dans nos poches. Bientôt, nous n'hésiterons pas à les mettre dans notre corps ou dans notre cerveau. (Kurzweil, 2007, p. 332).

Pour Laurent Alexandre, l'implant intracérébral se banalisera, emporté par un inévitable glissement de l'usage thérapeutique vers le monde l'éducation et donc celui de l'intelligence augmentée :

Indirectement, par le biais des recherches curatives pour le cerveau [...] les neurosciences sont en train de devenir le nouvel Eldorado des recherches en pédagogie. Cela n'est pas anodin car, dans un premier temps, cette lutte contre une maladie neurodégénérative (Alzheimer) désamorçait par avance tout débat sur la justification d'une recherche conduisant à la neuroaugmentation. (Alexandre, 2017, p. 55).

Nos corps sont déjà colonisés depuis des millénaires par diverses techniques (tatouages, bijoux insérés, ...) et les prothèses thérapeutiques y sont admises de longue date (jambe de bois, plombage dentaire, pacemaker, ...). Mais l'enjeu du cerveau et les nouveaux possibles ouvrent d'autres questionnements.

Nos prothèses vont se cumuler à un rythme accéléré, s'accompagnant de séductions largement partagées. Ce qu'on refuserait aujourd'hui, parce que la proposition fait violence, on le demandera demain et on ne saura plus s'en passer après demain. C'est la force du "progrès" que d'annuler les interrogations éthiques ou prudentielles par la vertu de l'accoutumance. Alors, c'est bien en amont qu'il faut décider de ce qu'on acceptera, c'est à dire qu'il faut poser des limites à la toute-puissance. (Testart, 2013).

Il importe donc de ne pas avancer « les yeux grand fermés » (*Eyes Wide Shut*, titre du dernier film de Stanley Kubrick) !

ORIENTATION THÉORIQUE ET CHOIX MÉTHODOLOGIQUE

« Nous pouvons nous en remettre à la concurrence entre nos théories d'éliminer celles inutiles. En des temps plus anciens, on se débarrassait de leurs auteurs. De nos jours, nous pouvons faire périr nos théories à notre place. »

Karl Popper (Popper, 2011, p. 55)

Résumant les sections précédentes, nous pouvons faire le constat d'un terrain instable, peu propice à la construction de théories pérennes, et encore moins d'une théorie unique. En 1964, Bob Dylan chantait « The Times They Are a-Changin' »⁴. Le changement est depuis de plus en plus radical, impulsé par un développement de la science, dont nous devons bien aussi reconnaître le caractère exponentiel. Là où les échanges épistolaires ou de lourds déplacements étaient nécessaires, les chercheurs du monde entier, de plus en plus nombreux, communiquent et collaborent désormais en temps réel, s'enrichissant de l'avancé mutuelle de leurs travaux via des réseaux numériques. L'exosomatization de l'humain, entamée avec l'utilisation des premiers outils, s'est étendue à celle de la pensée. Aujourd'hui c'est l'organe même de la pensée, le cerveau, qui est en passe d'être externalisé, aboutissant peut-être à un nouvel état extrême où l'homme se sera « absenté de lui-même » (Benasayag, 2016, p. 30). « Dans la disruption : comment ne pas devenir fou ? » interrogent les nouveaux penseurs (Stiegler, 2016). Plus que jamais il semble dès lors nécessaire de revenir à la doctrine socratique de « notre ignorance » et son corollaire : l'exigence de modestie intellectuelle. Car

⁴ Il n'envisageait certes pas que la principale révolution serait technologique. Mais la référence n'est pas pour autant incongrue : le texte de la chanson évoquait une prise de pouvoir de la jeunesse sur le vieux monde, or les jeunes pousses de la future Silicon Valley, Steve Jobs en tête, ont baigné dans la contre culture californienne et puisé leur inspiration dans la mouvance alternative hippie en se sentant, à l'origine, investis d'une mission à connotation révolutionnaire.

l'avenir est conjectural. Les possibles et divers scénarios du futur obligent, pour l'essentiel, à construire la réflexion sur la base d'hypothèses qui ne resteront qu'hypothèses, que l'on peut - au mieux - espérer fécondes. Il y a beaucoup plus qu'une nuance entre la *vérité* et les *certitudes*, la première est objective, la seconde subjective. Et, suivant la pensée du philosophe épistémologiste Karl Popper, il existe probablement aussi des « vérités incertaines » (Popper, 2011, p. 23), ce qui ne simplifie rien bien entendu.

Dans une confusion de l'objet et du sujet, on soulignera aussi le paradoxe du chercheur dont la méthodologie se fonde largement, dans un contexte forcément immersif, sur l'utilisation des outils qu'il entend étudier. Car choisir d'enclencher une veille automatisée pour collecter les informations pertinentes avec des logiciels « intelligents » de curation de contenu (Scoop.it, Paper.li, Pearltrees, Google Alerts, etc), c'est bien entendu déjà faire la part belle aux technologies augmentant les capacités humaines... Car lancer une requête sur un moteur de recherche internet confère bien entendu à ce chercheur une forme d'omniscience dont il naturellement dépourvu. Faut-il voir en tout cela une forme de compromission avec « l'ennemi » ? Subodorant le « complot mondial », ne pourrait-on pas même soupçonner le système en devenir de tenter de nous bernier sur les conclusions à déduire ?... Nous ne céderons pas, bien sûr, à cette irrationnelle phobie. Il est simplement probable que, dans cette époque de transition, il devient inconcevable de travailler autrement qu'avec l'outil informatique : comme le cerveau devient son propre objet d'étude, la technologie devient le sien. Il nous appartient « simplement » de faire jaillir de l'enchevêtrement intellectuel, de cette promiscuité entre l'objet et le sujet, les concepts sur lesquels appuyer les stratégies à mettre en œuvre.

Il faut aussi souligner que le temps de la science n'est plus celui de l'édition littéraire. Il faut trois ans pour faire une thèse universitaire, de très longs mois pour écrire et imprimer un livre : combien d'avancées technologiques auront fait sensation, remodelant le paysage scientifique et soulevant de nouvelles problématiques, durant cette même période ? Il est essentiel pendant ce temps de rester au contact de l'innovation. Cela ne peut se faire que dans une écoute vigilante et constante de l'actualité par un recueil dynamique des données. Les médias sont nos sources d'information : journaux et magazines, radio et télévision, internet et réseaux sociaux numériques (RSN), publications scientifiques accessibles en ligne. Assurément, faire de la recherche au 21ème siècle ne peut plus signifier la même chose que

dans le passé, même un passé récent. Il importe aujourd'hui de recevoir en temps réel l'avis des analystes (dont les conclusions pourraient légitimement, et par la force d'accélération du progrès, être considérées comme éphémères). Il se crée une situation d'urgence où porter son attention sur les modes de communication synchrones ou quasi synchrones (Tweets, blogs, vidéos) devient indispensable, où le hashtag devient le meilleur allié du chercheur.

L'exploration de toutes les sources disponibles est donc nécessaire. Et, dans le flot des ressources documentaires, la validation de ces sources ne doit pas être négligée.

Nous pourrions aussi tabler sur la sérendipité, cette bienheureuse découverte au hasard du cheminement intellectuel de faits et phénomènes que l'on ne cherchait pas. Il serait toutefois difficilement recevable d'en faire l'outil méthodologique principal de notre travail. Mais nous pouvons rester ouvert à la surprise, car il s'agit bien d'un cheminement où le tâtonnement et les hésitations sont autorisés.

Tout ceci étant, nous ne doutons pourtant pas qu'une analyse des phénomènes en devenir soit possible. Les récits de sciences-fiction autant que les futurologues tracent les grandes lignes des orientations à venir. Les philosophes des sciences, présents ou passés, analysent les conséquences envisageables. Les hypothèses sont là. Le futur est présumable, peut-être encore avec de multiples visages et vêtu d'un costume d'arlequin. Mais les indices sont suffisamment parlants pour construire, en anticipant l'avenir, une réflexion présente.

PRÉSENTATION DU CORPUS

Nous retenons pour fonder notre analyse deux documents conséquents où la problématique de l'enseignement dans le futur apparaît nettement. On ne peut pas réellement parler de « corpus », puisqu'il ne sera pas mené d'analyse comparative formelle de discours. Nous souhaitons plutôt, et simplement, relever dans ces contenus la convergence des idées et des thèses qui légitiment nos questionnements. Attention, cette section ne fait que mentionner des approches et théories auxquelles nous n'apportons pas caution, mais qui seront largement débattues - voire réfutées - dans notre partie analyse.

Il s'agit donc, d'abord, d'un rapport scientifique américain intitulé « *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science* » (Roco & Bainbridge, 2003), « Technologies convergentes pour améliorer la performance humaine : nanotechnologies, biotechnologies, technologies de l'information et sciences cognitives ».

Le second, qui peut être considéré comme l'ouvrage de référence du transhumanisme, est le livre de Ray Kurzweil « *The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology* », La singularité est proche : quand les humains transcendent la biologie, publié en français sous un titre évocateur : « Humanité 2.0 : la bible du changement » (Kurzweil, 2007).

Le rapport de la NSF sur les « technologies convergentes »

La NSF (National Science Foundation) est une « Agence indépendante du gouvernement des États-Unis », ce qui correspond, selon les statuts de ce pays, à une agence de la branche exécutive du gouvernement fédéral⁵. Elle publie en 2002 le rapport intitulé « Converging

⁵ L'indépendance en question est donc relative et située.

technologies for improving human performance : nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science » (Roco & Bainbridge, 2003) qui fait date et vulgarise dans le même temps l'acronyme NBIC : nanotechnologie (N), biotechnologies (B), technologies de l'information (I) et sciences cognitives (C).

Sous la direction de Mihail C. Roco et William Sims Bainbridge, c'est près de quatre-vingt scientifiques et chercheurs, issus de laboratoires nationaux et gouvernementaux, d'institutions universitaires et privées, qui participent à sa rédaction.

Ce rapport, dans une démarche prospective, vise à montrer comment la convergence et la transdisciplinarité des recherches scientifiques pourraient modifier radicalement, à court ou moyen terme, ce que nous connaissons de l'humain, de ses facultés physiques, sensorielles et cognitives. Il cherche à « tracer les orientations futures les plus profitables pour la transformation sociétale » (p. 97) à travers cinq thèmes multidisciplinaires qui devraient amener, selon lui, de nombreuses applications bénéfiques :

a) Le projet de cognome humain

Il s'agit d'une recherche visant à modéliser les interactions synaptiques cérébrales. Soit à « rassembler sur de vastes Atlas du cerveau l'ensemble des observations faites sur des sujets vivants en bonne santé ou atteints de troubles divers et relatives au fonctionnement du cerveau, de ses composantes et plus généralement du système nerveux. » (Baquiast, 2011)

b) Les interfaces de dispositifs sensoriels personnels

La science pourrait doter l'homme de nouveaux capteurs sensoriels. « Les sens humains sont notoirement limités » (p. 98), des agents artificiels à base de microélectronique, de nanotechnologie et de bio-ingénierie devraient permettre d'étendre et de renouveler totalement les sens existants et de doter l'homme de sens entièrement nouveaux, « dans certains cas en utilisant des interfaces neuronales pour livrer des informations complexes directement dans l'esprit humain » (p. 99).

c) Une communauté enrichie

Une myriade de « dispositifs et de systèmes embarqués » (p. 99) devrait prendre le

relais de nos assistants numériques personnels (PDA) actuels, le GPS par exemple pourrait devenir un système de positionnement individuel, informant directement la personne sur son emplacement. D'autre part, « Les systèmes d'e-mail et de conférence téléphonique d'aujourd'hui pourraient évoluer vers des environnements de communication de télé-présence multimédia » (p. 99). Le tout serait « interagissant avec d'autres systèmes entretenus par des entreprises, des gouvernements, des institutions et individus. » (p. 99).

d) Apprendre à apprendre

Il s'agit, pour le rapport, d'explorer de « nouvelles approches pédagogiques, basées sur les sciences NBIC » (p. 99) avec de nouveaux types de programmes interactifs incluant le multimédia, la réalité virtuelle, les simulations graphiques, l'interaction sociale de jeux vidéo multi-utilisateurs. De nouvelles méthodes dynamiques pourraient être développées pour représenter, par exemple, la logique mathématique en corrélation avec la manière dont l'esprit humain traite les concepts.

e) Des outils améliorés pour la créativité

« Nous pouvons anticiper que les industries futures dans la biotechnologie et la nanotechnologie présenteront des défis de conception sans précédent » (p. 100), pour y palier, le développement de méthodes de conception entièrement nouvelles « fournissant un environnement de conception distribué pour la recherche avancée en ingénierie », incluant des « boucles de rétroaction » (p. 100), sera nécessaire.

Le rapport décrit donc la situation actuelle et suggère des stratégies à construire sur cette base. Il fait part de ses « visions transformistes » qui pourraient être accomplies grâce à un effort concerté dans les 10 ou 20 années à venir.

Selon le rapport de la NSF, les changements les plus radicaux pourraient résulter d'une complète compréhension du cerveau humain. Comment fonctionne la mémoire ? Comment fonctionne l'apprentissage ? Qu'est-ce que la connaissance ?... Les questions posées relèvent de la science cognitive et les réponses doivent « nécessairement inclure une compréhension

des processus de développement qui construisent le cerveau et le corps » (p. 166). De nouvelles capacités pourraient alors être activées :

La présence virtuelle

« Il sera bientôt possible de se projeter électroniquement dans des endroits physiques distants en conservant les perceptions que nous aurions si nous y étions vraiment » (p. 166). Il s'agira d'une télé-présence visuelle et haptique (tactile) qui permettrait d'accomplir des tâches telles qu'un rendez-vous avec une ou plusieurs personnes sans avoir besoin de faire le voyage, une intervention dans un lieu hostile et dangereux (centrale nucléaire ou champ de bataille), une intervention dans des environnements microscopiques (à l'intérieur d'un corps humain, par exemple).

De meilleurs sens

Les prothèses oculaires ou auditives existent déjà (lunettes, lentilles de contact), elles sont amovibles et non invasives. Mais, avec une meilleure compréhension des systèmes sensoriels et des canaux neuronaux, la technologie électronique et la microchirurgie nécessaire pour relier des signaux électroniques aux nerfs pourraient être développées. Cela permettrait, par exemple, de remplacer le globe oculaire par un organe artificiel à haute résolution ayant des fonctionnalités avancées de jumelles, de vision nocturne ou la capacité de voir des phénomènes normalement imperceptibles pour l'œil humain comme la radioactivité.

Une meilleure mémoire

Actuellement, le mécanisme de stockage de la mémoire humaine, son architecture, la structure des données qu'elle contient, sa capacité (en gigaoctets), sont méconnus. En localisant où sont stockés les bits, il deviendrait possible de brancher à l'infini des cartes mémoire additionnelles, comme on le fait sur un ordinateur. La mémoire pourrait alors devenir infaillible et conserver intact le moindre des souvenirs. Il serait ainsi possible de revisiter tous les événements du passé comme on le fait avec une bande audio ou vidéo enregistrée.

Une meilleure imagination

Selon le rapport, l'un des buts de l'imagination est de pouvoir prédire ce qui va se passer dans des situations données. Mais la puissance des ordinateurs dépasse de loin la capacité du cerveau dans ce domaine, et dans les futures décennies notre imagination native pourrait être augmentée par une capacité de simulation intégrée permettant d'expérimenter les futurs simulés à l'aide de l'énorme puissance de calcul disponible.

Les auteurs du rapport poursuivent ensuite avec des perspectives qualifiées de vraiment folles, « Now the Really Crazy Ones » (p. 169) :

Se télécharger dans un nouveau matériel (« Download Yourself into New Hardware »)

Est-ce que le corps traditionnel est nécessaire pour être humain ? C'est la question soulevée. Le rapport nous invite à imaginer que le cerveau soit entièrement compris, que les mécanismes et la structures des données de la connaissance, de la personnalité, des traits de caractère, etc., soient connus. Rien n'empêcherait alors de « faire le saut » vers un nouveau matériel en y téléchargeant notre moi⁶. Le rapport admet que cela soulève beaucoup d'autres questions, notamment celle de la conscience : qu'est-ce qui fait que je suis moi ? Suis-je plus que la somme de mes connaissances et de ma personnalité ? Mais en faisant l'impasse sur cela des options stupéfiantes s'ouvriraient : la mort disparaîtrait, il suffirait de réparer ou de changer les pièces matérielles défectueuses, la vitesse de notre calculateur interne passerait de la milliseconde (les neurones) à celle de l'électronique, la nanoseconde. Il serait aussi possible de choisir le type de matériel, quitter la terre pour choisir la galaxie.

L'apprentissage instantané (« Instant Learning »)

Selon le rapport, avec une pleine compréhension des structures de la connaissance et le contrôle sur l'environnement matériel et logiciel de l'esprit, nous pourrions appréhender la manière dont les nouvelles connaissances s'intègrent aux anciennes. Il

⁶ Conception réductrice qui fait l'impasse sur les références psychanalytiques du ça et du surmoi. Mais nous ne sommes pas dans l'analyse et nous aborderons plus tard la confusion cerveau/pensée, qui est certes une question cruciale.

serait alors toujours possible d'utiliser les vieux modèles comme le livre ou l'école, mais le moyen d'acquisition des connaissances le plus efficace serait de les déposer en exécutant simplement une procédure d'intégration. La possibilité s'ouvre alors, selon les auteurs, d'obtenir un doctorat en mathématique avec « un clic » (p. 169).

L'humanité comme un esprit de ruche (« Hive Mind »)

Toujours selon le rapport, si dans l'avenir les hommes sont interconnectés, s'ils peuvent communiquer par des canaux à bandes passantes élevées et donc échanger facilement de grandes quantités de connaissances, le processus de traitement des données ne sera plus nécessairement lié à des individus. La connaissance ne sera plus encapsulée dans des individus, la distinction entre l'individu et le reste de l'humanité sera brouillée : « nous deviendrions peut-être plus qu'un esprit de ruche - une énorme, unique, entité intelligente » (p. 169).

Voyager à la vitesse de la lumière (« Speed-of-Light Travel »)

S'il s'avère que l'esprit humain est une somme de données qui tournent sur un processeur, alors cet esprit (les données) peut voyager à la vitesse de la lumière comme des bits dans un circuit électronique. Il pourrait donc être envoyé en moins d'une heure sur la surface de Mars, où un corps lui serait réservé, y séjourner puis revenir aussi vite en rapportant les données de son expérience.

Une évolution de l'homme auto-dirigée (« Self-Directed Evolution »)

Si l'esprit se résume à un programme et des données, une prise de contrôle sur le matériel et le logiciel permettra de faire tous les changements souhaités. De nombreuses questions se posent alors : si les humains pouvaient changer et améliorer leur propre matériel, se libérer de leurs limites biologiques (la « machine à viande humaine »), vers quoi évoluerait l'intelligence humaine ? quels objectifs seraient choisis pour cette évolution auto-dirigée ? « qu'est-ce qu'un devenir humain une fois libéré de la douleur, de la faim, de la convoitise et de la fierté ? » (p. 170).

Humanité 2.0 : La bible du changement

Ray Kurzweil, inventeur, informaticien et entrepreneur, n'est certes pas un personnage ordinaire. Futurologue, il revendique un taux de réussite de 86% sur 147 prédictions faites dans les années 1990, on y comptait entre autres la voiture qui se conduit toute seule ou le téléphone mobile qui pourrait répondre aux questions qu'on lui pose. Ses travaux débutent dans les années 1960, alors qu'il n'est qu'adolescent il développe un programme d'intelligence artificielle capable de composer de la musique. Parfois qualifié de techno-gourou, Ray Kurzweil est depuis 2012 directeur de l'ingénierie chez Google, à la tête d'une équipe de développement de l'intelligence artificielle, il travaille alors sur « l'apprentissage automatisé et le traitement du langage » (« Kurzweil accelerating intelligence », 2012). En 2008, il est le cofondateur de la Singularity University, installée dans la Silicon Valley, à la fois université, incubateur d'entreprises et think-tank.

Humanité 2.0 : La bible du changement (Kurzweil, 2007) est défini par son éditeur comme une œuvre majeure, bouleversante, prémonitoire, après laquelle le monde n'est plus comme avant. *The Singularity is Near : When Humans Transcend Biology* (titre original de la version anglaise) est une reprise actualisée par Ray Kurzweil des théories qu'il avait exposées dans ses précédents livres. Il s'agit sans doute du recueil le plus documenté et le plus représentatif des thèses de la mouvance transhumaniste.

Le retour accéléré

La première notion posée par l'auteur est celle de la croissance exponentielle du progrès technologique, qu'il appelle « la loi du retour accéléré » (p. 15). Son principe est le même que la loi de Moore⁷ qui prédisait, à partir du milieu des années 1960, que le nombre de transistors sur un circuit de même taille allait doubler tous les dix-huit mois. À la différence d'une croissance linéaire qui s'opère par additions successives, la croissance exponentielle se répète de façon constante par un multiplicateur. Ainsi, Kurzweil constate une incessante augmentation de la puissance des ordinateurs, multipliée par deux tous les deux ans. Il souligne que les développements exponentiels existaient déjà il y a 1000 ans mais que la

⁷ https://fr.wikipedia.org/wiki/Loi_de_Moore

courbe de développement était alors si faible qu'elle était imperceptible. Il postule surtout que la vitesse d'évolution exponentielle des capacités informatiques et multimédia va conduire à un prochain « point d'inflexion de la courbe » après lequel l'augmentation deviendra rapidement explosive : « Avant le milieu de ce siècle, le niveau de croissance de notre technologie [...] sera si important qu'il apparaîtra presque verticalement. D'un point de vue mathématique, les taux de croissance seront toujours limités mais si extrêmes, que les changements qu'ils apporteront sembleront être une rupture de la trame de l'histoire humaine. » (p. 31). Kurzweil table, pour ses prédictions, sur les outils toujours plus puissants à chaque nouvelle génération technologique. Il compte aussi sur l'intelligence artificielle (IA) qui dépasse déjà, selon lui et dans bien des domaines, l'intelligence humaine. Car, pour lui, si impressionnant soit-il, notre cerveau « souffre de limitations sévères » : notre raisonnement, souligne-t-il, est lent : « les transactions neuronales basiques sont plusieurs millions de fois plus lentes que les circuits électroniques contemporains » (p. 31).

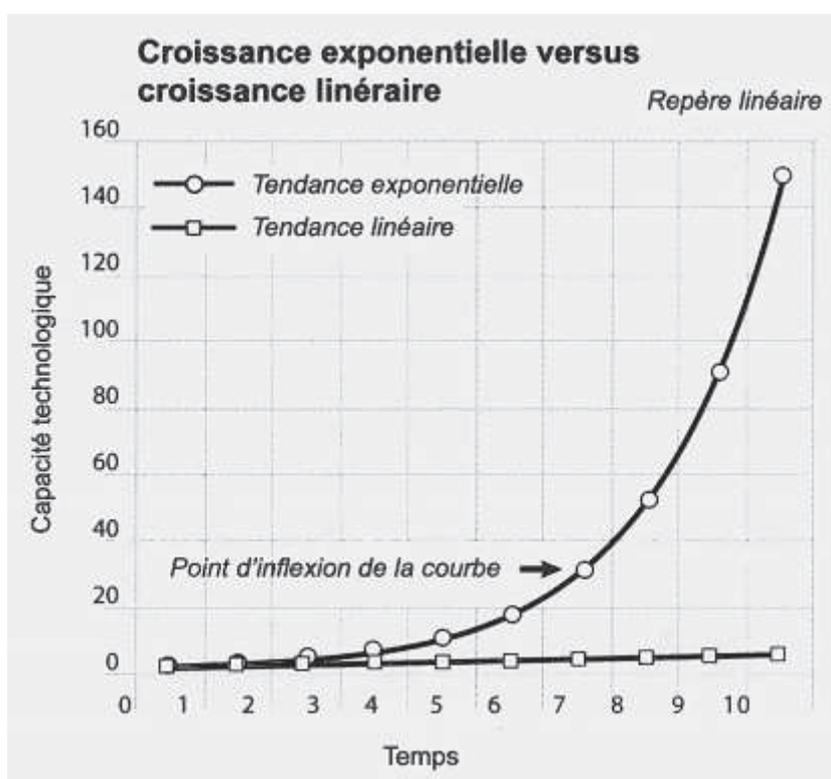


Figure 3 - Le « retour accéléré » selon Ray Kurzweil

La Singularité

Le point d'inflexion évoqué ci-dessus conduit à la seconde notion fondamentale du livre, la « Singularité technologique » que Kurzweil définit comme « une période future pendant laquelle le rythme du changement technologique sera tellement rapide, son impact si important, que la vie humaine en sera transformée de façon irréversible » (p. 29). Concrètement, il y aura une parfaite osmose entre la pensée biologique humaine et la technologie, après la Singularité « il n'y aura plus de distinction entre les humains et la machine ou entre la réalité physique et virtuelle » (p. 31). L'humain amélioré sera doté d'une puissance et d'une vitesse de calcul équivalente à celle des super ordinateurs et donc :

que pourrait accomplir 1000 scientifiques, chacun mille fois plus intelligents qu'un scientifique humain d'aujourd'hui, chacun d'entre eux opérant mille fois plus vite que leurs contemporains humains (parce que l'analyse de l'information dans leur cerveau principalement non biologique est plus rapide) ? Une année chronologique serait comme un millénaire pour eux. Que pourraient-ils donc créer ? (p. 44).

Cette vision optimiste annoncerait la résolution certaines de tous les problèmes endémiques de l'humanité, elle s'apparente évidemment à une forme de messianisme où « la matière "stupide" et les mécanismes de l'univers seront transformés en des formes délicieusement sublimes d'intelligence » (p. 41).

Rétro-ingénierie du cerveau humain

Les premiers pas vers la Singularité passent par une meilleure compréhension du cerveau humain et la « réalisation du logiciel de l'intelligence » (Chapitre 4). Cela n'est pas encore possible, concède Kurzweil, car « nous ne possédons pas les outils précis nécessaires pour développer des modèles détaillés de la cognition humaine. » (p. 158). Mais, là encore, le futurologue table sur le développement exponentiel de la science pour arriver à cette fin :

Jusqu'à présent, nos outils étaient rudimentaires, mais cela est en train de changer, tandis que les nouvelles technologies de scanner fournissent des résolutions spatiales et temporelles largement améliorées, de meilleurs rapports qualité-prix, et une meilleure bande passante. De façon simultanée, nous accumulons rapidement des données sur les caractéristiques précises et les dynamiques des parties et des systèmes constituants du cerveau, des synapses individuelles aux grandes régions telles que le cervelet, qui contient plus de la moitié des neurones du cerveau. Des bases de données étendues cataloguent de façon méthodique la croissance

exponentielle de nos connaissances du fonctionnement cérébral. (p. 159).

Le défi est immense, car d'autre part « la capacité de calcul matériel est nécessaire mais n'est pas suffisante. Comprendre l'organisation et le contenu de ses ressources - le programme de l'intelligence - est encore plus critique. » (p. 160).

Implants neuraux et amélioration du cerveau

En l'état actuel de la recherche - et même s'il reconnaît dans le cerveau humain « le meilleur exemple connu d'un processus intelligent » (p. 161) - Kurzweil pense relever un « manque d'efficacité dans tous les aspects de notre biologie, parce que - explique-t-il - l'évolution biologique a dû construire tous ces mécanismes et tous ces systèmes avec des matériaux très limités (p. 163). La technologie devrait venir remédier à ces imperfections. Des implants neuraux de stimulation existent déjà et sont utilisés, par exemple, pour contrôler les effets de la maladie de Parkinson. « Dans les années 2020 nous utiliserons des nanobots pour commencer à améliorer nos cerveaux avec de l'intelligence non biologique, en commençant par les fonctions de "routine" du traitement sensoriel et de la mémoire, avant de passer à la formation de talents, la reconnaissance de motifs et l'analyse logique. » (p. 217). Selon Kurzweil, dans les années 2030 la portion non biologique de notre intelligence deviendra majoritaire dans notre cerveau, avant qu'elle ne se dote dans la décennie suivante de milliards de fois plus de capacités, notamment parce que « les transactions neuronales basiques sont plusieurs millions de fois plus lentes que les circuits électroniques contemporains » (p. 31).

Connexion cerveau-machine

L'ère des nanorobots arrivera dans les années 2020 et des millions de ces nanorobots pourront être envoyés dans le cerveau pour le scanner de l'intérieur. « Comprendre les méthodes du cerveau humain nous aidera à concevoir des machines biologiquement semblables. Cela nous permettra aussi de créer une interface entre nos cerveaux et des ordinateurs, ce qui je pense deviendra une fusion de plus en plus intime dans les décennies à venir. » (p. 209). Kurzweil souligne que la défense américaine dépense déjà 24 millions de dollars par an pour des projets de recherche avancée qui portent sur l'étude d'interfaces directes entre le cerveau et les ordinateurs. À l'époque où il écrit, des implants cérébraux ont été expérimenté sur des singes, leur permettant de contrôler un robot uniquement grâce à un

système de « détection de pensées » :

La première étape de cette expérience consistait à apprendre aux singes à contrôler un curseur sur un écran grâce à une manette. Les scientifiques ont collecté un modèle de signaux à partir d'EEG⁸, pour faire réagir le curseur à partir de modèles appropriés plutôt qu'aux mouvements physiques de la manette. Les singes ont rapidement compris qu'une manette ne fonctionnait plus et qu'ils pouvaient contrôler le curseur uniquement par la pensée. (p. 209-210).

Transfert et téléchargement de la connaissance

Ce qui est envisagé à terme, c'est le transfert et le téléchargement de la connaissance. Dans un cerveau majoritairement électronique, cela semble possible à Kurzweil car les machines peuvent très facilement échanger leurs données (p. 160).

Je pense que le téléchargement en un transfert instantané sera un atout dans le futur, c'est le processus graduel, mais inexorable, de progression vers une intelligence majoritairement non biologique qui transformera de façon irrémédiable la civilisation humaine. (p. 217).

Dans l'avenir selon Kurzweil « l'apprentissage se fera d'abord en ligne, mais une fois que notre cerveau sera en ligne nous pourrons télécharger de nouvelles connaissances et compétences. » (p. 322).

Vers l'humanité 2.0

Les prédictions de Kurzweil sont assorties de dates précises :

<p>Années 2010</p> <p><i>Miniaturisation et interconnexion</i></p>	<p>« Les ordinateurs [...] seront pratiquement invisibles : cousus dans nos vêtements, encastrés dans nos meubles et dans notre environnement. » (p. 336). Ils seront connectés au web et interconnectés, devenant ainsi chacun un serveur, l'ensemble créant une immense banque de données partagée.</p> <p>« Nous aurons une traduction en temps réel des langues étrangères, des sous-titres pour comprendre le monde et l'accès à de nombreuses formes d'informations en ligne intégrées à nos activités quotidiennes. Des personnalités virtuelles superposées au monde réel nous aideront à retrouver des informations mais aussi à</p>
---	---

⁸ Électroencéphalographie : « méthode d'exploration cérébrale qui mesure l'activité électrique du cerveau par des électrodes placées sur le cuir chevelu » (Wikipédia).

	<p>réaliser des tâches ou des transactions. Ces assistants virtuels n'attendront pas toujours qu'on leur pose la question ou que l'on demande des directives mais nous aideront automatiquement s'ils voient que nous avons du mal à trouver une information. » (p. 336-337).</p> <p>Nous évoluerons dans une réalité virtuelle haute résolution, visuelle et auditive, en immersion totale.</p>
<p>Années 2020</p> <p><i>Réalité virtuelle en immersion totale</i></p>	<p>Avancées significatives des nanotechnologies. Nous entrerons dans « l'ère des nanorobots » (p. 212) qui commenceront à améliorer notre cerveau avec de l'intelligence non biologique (p. 218).</p> <p>Nous aurons des programmes de modèles de l'intelligence humaine.</p> <p>« D'ici à la fin des années 2020, il n'y aura plus de raison d'utiliser de véritables bureaux. Le travail au bureau deviendra virtuel. » (p. 218).</p> <p>« Nous aurons un corps humain version 3.0 que nous pourrions modifier et réinitialiser en de nouvelles formes à volonté. Nous pourrions rapidement changer notre corps dans des environnements virtuels visuels et auditifs, d'immersion totale [...] dans des environnements de réalité virtuelle qui englobent tous les sens » (p. 340). Les environnements virtuels deviendront impossibles à distinguer de la réalité réelle (p. 366).</p> <p>La rétro-ingénierie du cerveau sera achevée (p. 403). Et « Nous aurons régulièrement des nanobots dans notre flux sanguin qui nous permettront de rester en bonne santé et d'augmenter nos capacités mentales. » (p. 504)</p>
<p>Années 2030</p> <p><i>Période de consolidation</i></p>	<p>Nos organes biologiques (cœur, poumons, reins, estomac, etc.) auront été éliminés, restera à ce stade : « le squelette, la peau, les organes sexuels, la bouche et l'œsophage supérieur, et le cerveau. » (p. 330). La part naturelle de nos organismes deviendra minoritaire et notre « intelligence non biologique sera devenue des milliards de fois plus performante que notre intelligence biologique. » (p. 332).</p> <p>Nous pourrions « devenir quelqu'un d'autre. Expérimenter de nouveaux moyens de communication. Étendre notre esprit. » (p. 23) avec la capacité de changer notre corps dans des</p>

	<p>environnements de réalité virtuelle aussi bien que dans la réalité réelle (p. 333). « Il n'y aura plus de distinction claire entre l'humain et la machine, entre la réalité virtuelle et la réalité réelle » (p. 366).</p> <p>La technologie des nanorobots boostera notre mémoire et nos capacités générales de réflexion . Cette technologie permettra aussi une communication sans fil d'un cerveau à l'autre (p. 340).</p>
<p>Milieu du 21ème siècle</p> <p><i>La singularité</i></p>	<p>La singularité, considérée comme un aboutissement de la destinée de la civilisation des humains et des machines, aura transformé chaque institution et chaque aspect de la vie humaine, de la sexualité à la spiritualité (p. 9). Ce sera le point culminant de l'osmose entre notre pensée biologique et la technologie : « Il n'y aura plus de distinction [...] entre les humains et la machine ou entre la réalité physique et virtuelle. » (p. 31). Seul restera de l'humain la qualité qui nous pousse toujours à étendre nos capacités physiques et mentales au-delà des limitations actuelles.</p>

Tableau 1 - Les dates d'échéance prévue par Ray Kurzweil

ANALYSE

Utopie, réalité, prospective, ont une inscription temporelle. Nombre d'utopies du passé ont pris corps dans l'instant T de notre présent, évoqué en introduction, et d'autres pourraient encore se réaliser dans le futur. Nous entendons par « réalité » l'état actuel de l'existant. La prospective, quant à elle, s'appuie sur l'état présent des choses, et l'histoire nous montre qu'elle ne doit pas non plus négliger les utopies du passé ou contemporaines, qui restent telles jusqu'au jour de leur réalisation. L'homme s'élève aujourd'hui dans les airs, il a simplement fallu pour cela trouver des moyens de propulsion suffisamment puissants et un autre matériau que la cire des ailes d'Icare. Utopie, réalité et prospective constituent ensemble le fil d'ariane du labyrinthe intellectuel qui nous occupe.

La question que nous abordons ici, celle des modalités présentes et futures d'enseignement à l'aune du posthumanisme, nécessite de mener une approche comparative de la *mémoire humaine* et de la *mémoire informatique*. Elle impose de questionner le concept de *connaissance*, notamment mis en regard avec celui de *l'information*. Nous évoquerons ensuite la problématique de *l'implication corporelle dans les processus cognitifs* et celle du *dialogue homme-machine*. Nous envisagerons enfin les *nouveaux modèles pédagogiques* autorisés par le développement de la technologie. Tout ceci sera conduit dans un souci de critique raisonnable, et que nous espérons sans faille, des thèses transhumanistes.

Mais il convient de poser en préambule quelques observations à même de montrer à quel point nous sommes imprégnés et dépendants, dès à présent, des dispositifs qui seraient censés nous inquiéter demain.

Petit inventaire de l'existant

Nous ne débattons pas ici de ce qui est souhaitable ou non dans le développement de la technologie. Souhaitables ou pas, les choses se feront, mais nous ne pouvons poser cela qu'avec la certitude absolue d'avoir « peut-être » raison. Nous soutenons, en tout cas, que l'envisageable est déjà bien présent sous des formes archaïques qui feront certainement sourire nos descendants. L'homme augmenté doté de nombreuses prothèses existe déjà, ce qui reste à faire n'est qu'une *question de détails*, parfois juste esthétiques comme le furent - selon les goûts - les verres de contact pour la paire de lunettes. Il s'agit simplement pour l'heure de ne pas trop altérer le reflet narcissique de l'image humaine, à laquelle nous sommes semble-t-il encore attachés, ou de ne pas nous embarrasser de technologies trop encombrantes. Ce sont de tels arrangements de convenance qui nous ont fait passer en quelques petites décennies de l'ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer) des années 1950 au smartphone : le premier, considéré comme l'un des premiers ordinateurs, occupait une surface au sol de 167 m² et pesait plus de trente tonnes.

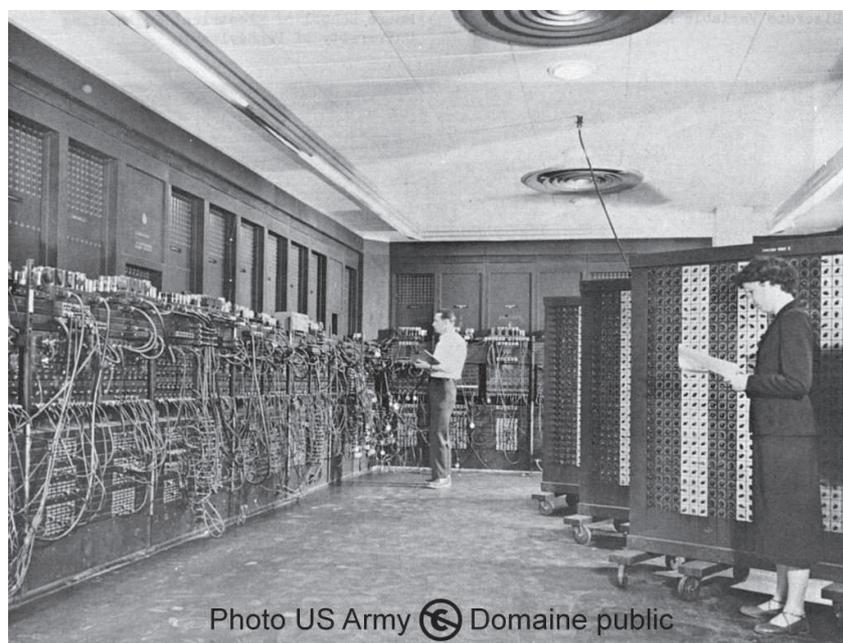


Figure 4 - L'ENIAC, un ordinateur des années 1950

Que nos smartphones prennent un jour l'aspect d'une boucle d'oreille ou d'une puce endosomatique sera une évolution non-signifiante qui n'affectera que la forme et non le principe de l'ensemble des usages que nous faisons déjà de cette technologie. Notre cerveau

n'est pas encore relié électroniquement au réseau internet, mais cet accès dans une complète mobilité existe déjà indirectement grâce aux Google Glass ou à la technologie beaucoup plus discrète des lentilles de contact connectées développées par cette firme, par Sony ou Samsung. Les effets sont déjà là : je peux vous énoncer l'intégralité de L'Iliade et l'Odyssée comme si je connaissais le texte par cœur, je peux vous indiquer le meilleur trajet routier pour éviter les bouchons, vous annoncer le temps qu'il fera demain ou, dans une soirée entre amis, étaler ma culture en vous donnant l'année et les circonstances précises de la mort de Beethoven. La technologie évoluera ainsi sans doute vers plus de transparence, plus de miniaturisation, mais cela s'inscrira pour l'essentiel dans le processus d'amélioration d'un existant déjà bien saillant : petits pas pour l'homme, grands bonds pour la posthumanité.

Nous y reviendrons, mais cette forme d'*omniscience* rend déjà partiellement caduque un système d'éducation basé sur la seule mémorisation, et de la même façon l'apprentissage de l'orthographe s'avère bien peu utile puisque le traitement nos fautes peut être automatisé avec la remédiation des correcteurs électroniques. Ce n'est là que l'amorce des problématiques à venir mais - est-il nécessaire de le souligner - ce genre de questionnement est déjà posé par l'environnement technique présent, archaïque au regard d'un futur proche. Dans ce domaine, comme dans bien d'autres, « la bataille des idées a en réalité déjà été remportée par le camp transhumaniste » (Alexandre, 2017, p. 63). Nul étudiant, nul chercheur, ne se prive aujourd'hui de faire usage du réseau internet et de l'outil informatique, ce serait stupide et n'offrirait aucune valeur ajoutée aux travaux réalisés.

Internet, nous l'avons aussi souligné, nous confère une forme d'*ubiquité*, qu'il s'agisse de lire un ouvrage à distance, de côtoyer virtuellement des connaissances, très peu sont ceux qui s'en privent : je peux voir en direct comme si j'y étais ce que mes amis voient de l'autre côté de la planète. Nous sommes de la sorte entrés depuis bien longtemps dans une dimension de voisinage où les nouvelles technologies ne raccourcissent pas les distances, mais les annulent (Serres, 2013).

Nous posons donc que les plus grands bouleversements appartiennent déjà à l'histoire. Il en va ainsi, notamment, de la *numérisation des écrits* et de l'*hypertexte*. Si Victor Hugo considérait l'imprimerie comme la révolution mère (Hugo, 1926), que dirait-il des formidables possibilités ouvertes par la dématérialisation des supports ? Si elles n'ont pas fondé la

discipline, la numérisation des écrits et la création des premiers corpus⁹ ont, en tout cas, permis aux sciences humaines et sociales (SHS) de faire un immense bond en avant, les faisant passer de « sciences molles » à sciences dures (Bourdaloie, 2014), ce qui est à comprendre comme « sciences véritablement scientifiques ». Un ordinateur, seul et de manière autonome, équipé du programme algorithmique adapté, peut extraire d'un texte ou d'un ensemble de textes les données significatives, établir des comparaisons, produire des états statistiques, créer un index organisé de tous les mots utilisés. Le Traitement Automatisé du Langage (TAL) est assurément la délégation à une intelligence artificielle de tâches bien ardues, que la machine exécute aujourd'hui pour nous en quelques secondes. Les outils associés au texte numérisé dotent, d'autre part, le lecteur de facultés extraordinaires dont il est évidemment dépourvu naturellement. Ainsi le moteur de recherche trouve et affiche en un seul clic toutes les occurrences d'un mot ou d'une expression, quelle que soit la taille des documents, bien évidemment « une encyclopédie ou un dictionnaire en ligne sont plus commodes que leurs équivalents papier » (Engel, 2014, p. 181). Et que dire de l'hypertexte qui téléporte littéralement et instantanément ce lecteur d'un endroit à l'autre, au sein du même contenu ou vers des sources éparpillées et totalement distinctes ?

Magie de la dématérialisation, capacités nouvelles... récapitulant tout ce qui précède nous pouvons affirmer que nous sommes d'ores et déjà projetés dans un univers *augmenté* où la manipulation d'objets intellectuels dépourvus de toute substance physique est d'une simplicité biblique. L'humain, l'étudiant, le chercheur 2.0, ne feront pas beaucoup plus, ils le feront différemment. Il y aura sans doute, comme le dit Kurzweil, une confusion toujours plus grande entre la réalité physique et le monde virtuel, mais tout cela existe déjà à l'état de rudiment, sous une forme aussi « grossière » que les croquis géniaux de Léonard de Vinci le sont en comparaison de leurs réalisations à notre époque. Il n'y aura plus désormais que les « légers dépassements » qui permettent à « tous les outils d'un certain état technique de se projeter dans un groupe technique nouveau » (Leroi-Gourhan, 1945, p. 382). En tout état de cause « l'hybridation humain-biologie-artefact est déjà de nos jours une réalité » (Benasayag, 2016, p. 12).

9 Historiquement, la première réalisation du genre est *L'index Thomisticum*, numérisation et projet d'analyse de l'œuvre de Thomas d'Aquin entamée dans les années 1940. Ce corpus est aujourd'hui disponible en ligne à cette adresse : <http://www.corpusthomisticum.org>

Mémoire humaine et mémoire informatique

La comparaison entre le cerveau humain et les ordinateurs n'est pas récente. Pour parler de ces derniers, on a très tôt employé les expressions de cerveau électronique ou d'intelligence informatique. L'analogie est tentante, et partiellement relevée par Michel Serres lorsqu'il décrit un ordinateur comme la réunion de deux éléments très différents dont le premier est « fait de métal », les composants matériels ou *hardware*, et l'autre des « programmes qui sont inscrits précisément sur les matériaux en question », les fonctionnalités logicielles ou *software* (Serres, 2013). Kurzweil, plus nuancé, plus expert peut-être, prend bien soin de souligner les différences fondamentales entre notre cerveau biologique et un quelconque appareillage informatique. Le rapport de la NSF, concédant que nous avons encore d'immenses lacunes dans la compréhension du fonctionnement de la mémoire humaine, subodore pourtant que nous pourrions un jour augmenter la capacité de cette mémoire avec des cartes additionnelles comme on le fait pour les ordinateurs :

Quel est le mécanisme de stockage de la mémoire humaine ? Quelle est son architecture ? Quelle est la structure de données pour la mémoire humaine ? Où sont les bits ? Quel est la capacité du système de mémoire humaine en gigaoctets (ou pétaoctets) ? Une fois que nous avons réponses à des questions comme celles-ci, nous pouvons concevoir des unités de mémoire supplémentaires qui sont compatibles avec l'architecture de la mémoire humaine. (Roco & Bainbridge, 2003, p. 168)

Selon le rapport, notre mémoire augmentée deviendrait alors infaillible, capable de revisiter - voire repasser en boucle - la moindre seconde de notre vécu passé. Malgré une méconnaissance avouée de la mémoire humaine, la vision prospective postule ici un fonctionnement de celle-ci identique à la mémoire informatique, or tout porte à croire qu'il est bien différent. Notre cerveau biologique n'est évidemment pas un simple espace de stockage de données brutes, notre mémoire est « incarnée », nous y reviendrons, et les traitements des opérations de raison entrent en jeu. Sur le plan psychologique la « mémoire totale » (stockage intégral de toutes les données brutes) est connue sous le nom d'hypermnésie, une pathologie dévastatrice, et « la question de l'altération de la mémoire liée aux nouvelles technologies inquiète les scientifiques » (Mari, 2018). Nul besoin d'être un spécialiste pour savoir que notre mémoire est sélective, qu'on ne retient que ce qui nous semble important, que certains détails apparemment insignifiants peuvent persister, que les épisodes les plus douloureux sont dans une large mesure atténués (refoulés peut-être dans notre inconscient) : plus que la question de

notre mémoire brute, c'est bien celle de la gestion des souvenirs qui est posée. Et la faculté d'oubli est partie intégrante de la problématique. Selon Arnaud d'Arembeau, chercheur au FNRS (équivalent belge de notre CNRS) et docteur en Sciences psychologiques,

l'oubli fait partie du bon fonctionnement de la mémoire qui opère naturellement et automatiquement un mécanisme de sélection : on ne retient que les informations qui nous semblent importantes et qui sont susceptibles de jouer un rôle. L'émotion et la pertinence personnelle peuvent être des facteurs déterminants dans ce choix. (d'Arembeau, 2011).

Notons que la possibilité d'une mémoire totale est déjà ouverte par des dispositifs exosomatiques tels que les Google Glass qui peuvent filmer et stocker tout ce que nous regardons¹⁰. L'hypermnésie d'ordinateurs toujours plus puissants est aussi un problème, problème croissant au même rythme que les capacités de stockage et d'autant plus épineux que les données collectées émanent désormais de l'immensité du réseau. L'intelligence humaine et sa faculté d'organisation n'y suffisent plus, il nous a fallu équiper nos machines de logiciels de GED (Gestion Électronique de Documents) qui prennent en charge documents et données associées en automatisant des fonctions de validation, de classement, d'archivage, afin d'optimiser - voire rendre possible - l'exploitation de cette somme intellectuelle devenue massive. Si notre mémoire naturelle devient un jour majoritairement électronique il nous faudra sans doute l'équiper d'un programme de GED. Il sera souhaitable aussi de prévoir dans ce programme une commande permettant de désactiver les automatismes pour que l'humain puisse, à l'occasion, reprendre la main, exercer les choix qui lui semblent les plus pertinents. Nous en sommes encore loin.

Ajoutons enfin que notre mémoire biologique est soumise à des contingences psychologiques. La mémoire fait partie d'un tout, celui de notre personnalité et de nos expériences. Ainsi le souvenir humain est-il toujours un *sous-venir* (Stiegler, 1986, p. 82) : il se glisse dans une construction mnésique préexistante au sein de laquelle il *inter-vient* (« seulement », pourrions-nous ajouter). Cette contextualisation affecte certainement des mécanismes d'interprétation, de hiérarchisation et d'indexation, aussi évidents qu'ils sont objets d'études en cours, et loin d'être achevées, dans le domaine des sciences cognitives.

¹⁰ Les conséquences sociales d'une telle opportunité peuvent, évidemment, être calamiteuses. On trouvera une illustration de cela dans la série télévisée *Black Mirror* : S01E03 « Retour sur image », où la vie d'un couple est dévastée par la rétro-visualisation et l'observation détaillée de certains épisodes du passé.

Connaissance et information

L'intérêt pédagogique d'une « mémoire totale » est à questionner. Car, le cas échéant, il semble évident que disposer de toutes les données ne garantit pas du tout leur utilisation pertinente et constructive. Le fait de tout savoir est vanité si l'on ne dispose pas des compétences *stratégiques* qui, seules, peuvent donner sens à ce savoir. Il y va de notre qualité documentaire, de son organisation et de son exploitation. On l'apprend très vite sur les bancs de l'université : la bonne méthode ne consiste pas à tout savoir, mais à savoir où trouver le savoir.

Cette considération d'ordre stratégique nous amène à observer et confronter les notions de *connaissance* et d'*information*. Il convient de différencier les deux. Il n'y a pas identité de la connaissance et de l'information. La connaissance n'est « pas réductible à des informations immédiatement accessibles » (Bouchet et al., 2016, p. 7), elle naît d'un agencement d'informations entre lesquelles on crée du lien. Les transhumanistes n'ignorent pas cela. Pour Kurzweil « la connaissance dépasse l'information » : elle est de l'information qui a un sens pour les entités conscientes (Kurzweil, 2007, p. 401), elle est « un schéma, différente de l'information » (p. 413). De fait, la connaissance est une construction subjective et située, une même base informationnelle peut donner corps à des connaissances très diversifiées. Transmettre la connaissance ne se réduit donc pas à faire passer de l'information et de nos jours l'utilisation d'internet accroît des « présomptions infondées de connaissance » (Bouchet et al., 2016, p. 8).

Tout savoir est fondé sur une information, mais il y a plus dans la connaissance que l'information [...]. Dans la connaissance il y a aussi la justification et la raison. Si une croyance vraie ou une "information" est obtenue par hasard, ou acquise par lecture sur le web, elle n'est pas encore une connaissance, tant que celui qui la reçoit n'a pas les moyens de la justifier. On peut lire sur le net l'énoncé du théorème de Pythagore, mais si l'on n'est pas en mesure de le démontrer, on ne connaît pas le théorème. [...] acquérir un savoir, ce n'est pas "recevoir un contenu" et enseigner, ce n'est pas "transmettre des contenus" ou des informations. Pour apprendre et enseigner, il faut bien plus, il faut s'approprier le savoir. (Engel, 2014, p. 184).

La distinction entre la connaissance et l'information est essentielle au développement de notre propos, elle pourrait même être le nœud gordien de notre problématique. Elle va nous permettre une mise en lumière des liens entre intelligence humaine et intelligence artificielle,

entre biologie et technologie, des liens qui, dans une relation projetée, pourraient tracer les grandes orientations du futur.

Selon Kurzweil, l'un des avantages principaux de l'intelligence non biologique est que les machines peuvent très facilement communiquer entre elles (Kurzweil p. 160). Mais s'agit-il d'échanger des informations ou de la connaissance ? Et, de manière plus fondamentale, peut-on reconnaître aux ordinateurs une intelligence, voire une forme de conscience ? D'autre part, notre cerveau est-il vraiment constitué, à l'instar d'un ordinateur, de données et d'un logiciel qui exploiterait ces données et, si tel était le cas, quelle serait la nature exacte de ce logiciel ?

La chambre chinoise

Les travaux de John Searle, philosophe du langage et de l'esprit, peuvent esquisser une réponse à ces questions. Pour lui, « la conscience humaine ne peut pas être réduite à une succession de calculs et d'opérations logiques, car aucun programme informatique, aussi sophistiqué soit-il, n'est en mesure de rendre compte de la dimension subjective de la conscience » (Goffi & Collectif, 2006, p. 186). John Searle travaille sur la notion d'*intentionnalité* comme une spécificité de l'esprit et de la conscience. Philosophe du langage, il distingue l'aspect locutoire et syntaxique de l'aspect sémantique, le premier relevant de simples manifestations physiques (l'appareillage vocal qui permet à l'homme d'émettre des sons) tandis que le second, directement lié à l'esprit, serait la conscience du sens de ce que l'on dit. Il entend démontrer par l'absurde sa conception avec une expérience de pensée connue sous le nom de *la chambre chinoise*. Un ordinateur peut très bien répondre dans sa langue maternelle à un interlocuteur chinois sans qu'on puisse dire qu'il parle chinois, il suffit pour cela de le doter d'une immense base de données comprenant tous les enchaînements logiques questions-réponses. L'ordinateur peut alors simuler la connaissance d'une langue sans comprendre le plus traître mot de chinois. Il fonctionne en réalité sur la base d'une logique algorithmique faite de 0 et de 1 et ne fait, finalement, que restituer des contenus syntaxiques escomptés. John Searle explique ainsi qu'une calculette ne comprend rien au résultat de l'addition ou de la multiplication qu'on lui demande de faire : une calculette « ne sait pas » que deux plus deux font quatre, elle affiche simplement sur un écran un nombre qui résulte d'une combinaison de circuits électriques, le résultat ne prend de sens que pour l'utilisateur externe

qui l'a initié et le reçoit.¹¹

Ainsi, suivant John Searle, une programmation informatique ne prendrait-elle sens que lorsqu'un utilisateur interprète son fonctionnement. Mais si le cerveau humain est un ordinateur, qui est l'utilisateur qui en interprète le fonctionnement ? (Liarte & Geffroy, 2008). Où se trouve-t-il ? Serait-ce ce *quelque chose comme une âme* qui nous dote mystérieusement du privilège d'avoir une vie intérieure (Besnier, 2012) ? Le credo historique, hérité des grecs et de la tradition judéo-chrétienne, défendu plus tard par Descartes au début du 17^{ème} siècle, est celui d'un dualisme corps/esprit. Il s'y oppose le matérialisme, pensée philosophique soutenue également au 17^{ème} siècle par, notamment, Julien Offray de La Mettrie et son traité au titre emblématique « L'homme-machine » (La Mettrie, 1999). Le transhumanisme résume l'homme à un assemblage subtil de mécanismes purement physique, ce qui induit et autorise toutes les possibilités de modifications et de perfectionnement. Le cerveau serait une machine comme une autre. Mais la problématique formulée par John Searle demeure : où est l'entité consciente capable de donner du sens à l'information, c'est à dire, dans le cadre de notre problématique, de faire de cette information une connaissance ?

L'homoncule comme un sophisme ?

Un autre exercice de pensée peut venir éclairer le débat, il s'agit de celui de l'homoncule. Originellement l'homoncule est une réplique artificielle et miniaturisée de l'être humain que les alchimistes prétendaient pouvoir créer. L'utopie, bien sûr, a vécu. Mais le concept est aujourd'hui repris comme hypothèse de travail ou métaphore pour expliquer certains fonctionnements de l'être humain. En neurosciences, on parle des homoncules sensitifs et moteurs pour imager des dispositifs sensoriels et de la commande des muscles. En psychiatrie, l'homoncule désigne une partie du corps à laquelle on pourrait attribuer un esprit propre. On ne peut s'empêcher de penser que l'hypothèse de l'homoncule comme entité pensante capable de traiter de l'information est une fuite en avant, elle revient à rechercher l'homme dans l'homme en décalant juste la question d'un niveau. Kurzweil parle d'un « fichier esprit » qu'il définit comme « le logiciel de notre vie ». La mention est mystérieuse et totalement conjecturale en l'état actuel du développement des neurosciences, qui peineraient à localiser un tel dispositif. Mais il assimile clairement ce « logiciel » à un amoncellement de données. Il

¹¹ L'expérience est bien sûr à rapprocher du fameux test de Turing qui vise à déterminer si une intelligence artificielle peut arriver à un état de conscience subjective identique à la personne humaine.

postule ainsi :

Actuellement, lorsque notre matériel humain se casse, le logiciel de notre vie - notre "fichier esprit" personnel - meurt aussi. Cependant, ce ne sera plus le cas lorsque nous aurons les moyens de stocker et de récupérer les milliers de trillions d'octets d'informations représentés dans le motif que nous appelons notre cerveau. (Kurzweil, 2007, p. 348).

Le cerveau, selon lui, est donc essentiellement une somme d'informations et de schémas, ce qui ouvre la voie aux thèses futuristes les plus extrêmes du transhumanisme comme celle de l'immortalité ou du transfert de la personnalité :

D'ici le milieu du XXI^e siècle, les humains pourront étendre leurs pensées sans limites. C'est une forme d'immortalité, même s'il est important de souligner que les données et les informations ne durent pas forcément éternellement : la longévité des informations dépend de leur pertinence, leur utilité et leur accessibilité. Si vous avez déjà essayé de récupérer des informations dans une forme obsolète de stockage de données, avec un format ancien et obscur (par exemple, une bobine de bande magnétique d'un mini-ordinateur de 1970). Vous comprendrez les défis qui se présentent quand on veut préserver la viabilité d'un logiciel. Cependant, si nous préservons notre fichier esprit avec beaucoup de soin, en faisant régulièrement des copies de sauvegarde et des remises à jour pour nous adapter aux formats les plus récents, une forme d'immortalité pourra être atteinte, du moins pour les humains à base de logiciels. Dans quelques décennies, il semblera incroyable que les humains d'avant n'aient pas eu de sauvegarde de leurs informations les plus précieuses : celles contenues dans leurs corps et leurs esprits. (p. 348).

Ce copier-coller des informations de notre « fichier esprit » fait émerger de nouvelles questions qui, dans une démarche d'honnêteté intellectuelle, n'échappent pas à Kurzweil :

Cette personne basée sur mon fichier esprit, qui migre au moyen de substrats informatiques et qui dure plus longtemps que tout support de réflexion, est-elle vraiment moi ? Cela nous ramène aux mêmes questions de conscience et d'identité que celles débattues à l'époque des dialogues de Platon [...]. Au cours du XXI^e siècle, ces questions ne seront plus les sujets de débats philosophiques polis, mais nous devons les affronter en tant que questions vitales, pratiques, politiques et juridiques. (p. 349).

Nous sommes bien là dans un monde hypothétique, celui des « humains à base de logiciels », celui de la « production d'une personne réduite à un simple programme » (Benasayag, 2016, p. 16). Notons au passage que la sauvegarde d'un logiciel est bien différente de celle des données. Tout logiciel a besoin du programme d'exécution adapté pour « tourner ». Si le

système d'exploitation n'existe plus la sauvegarde du logiciel est vaine, nous avons tous connu cela avec la succession accélérée des nouvelles générations d'ordinateurs.

La sauvegarde des données, quant à elle, est bien sûr possible, mais il n'y a là rien de plus que ce que les peintures rupestres, l'écriture, le phonographe, le cinématographe, ne font depuis très longtemps. « Notre fameux virtuel, qui est moins une révolution qu'un complément d'information, prolonge en somme un mouvement d'abstraction des choses inauguré par les premiers graffitis des grottes ornées » (Debray, 2000, p. 6). L'exosomatization est *ex-expression* de l'humain mais n'est pas l'humain, elle est trace de l'homme sans être l'homme lui-même. Où se cache ce dernier ? Il faudrait infiniment plus que les quelques petits chapitres de ce travail pour n'esquisser que l'amorce d'une réponse qui relèverait autant de la métaphysique que de la science.

Le cerveau et le corps, anthropomorphie de la connaissance

La thèse physicaliste¹² est également soutenue par le rapport de la NSF lorsqu'il envisage, dans un avenir lointain, une pleine compréhension des structures de la connaissance et le « contrôle de l'environnement matériel ("*hardware*") et logiciel ("*software*") de l'esprit » (Roco & Bainbridge, 2003, p. 169). C'est l'idée, après tout recevable comme toute autre hypothèse, qui ouvre selon le rapport la possibilité à venir d'un téléchargement de la connaissance, celle d'obtenir un doctorat en mathématiques en un clic. Sauf que le cerveau n'est pas un ordinateur, ni « un organe comme les autres » (Benasayag, 2016, p. 8). Kurzweil lui-même évoque notamment son étonnante plasticité, sa capacité à se réorganiser, à changer de structure (Kurzweil, 2007, pp. 188-193). Mais, postule-t-il,

d'ici quelques dizaines d'années, les technologies basées sur l'information contiendront toutes les connaissances et les capacités humaines, incluant de façon définitive les pouvoirs de reconnaissance des modèles, les capacités de résolution des problèmes, et l'intelligence morale et émotionnelle du cerveau humain lui-même. (p. 30).

12 « Le Physicalisme est une thèse métaphysique (soutenue, entre autres par Quine) selon laquelle toute entité existante est de nature physique, c'est-à-dire qu'il n'y a rien en dehors des choses dites physiques. [...] Le physicalisme se distingue du problème corps-esprit étant donné que dans ce dernier problème il est supposé que le mental et le corps sont deux choses différentes dont il faut expliquer les relations. Le problème corps-esprit suppose par conséquent, pour être un problème, que l'esprit n'est pas une entité physique, mais doit entrer dans une catégorie métaphysique différente. » (Source : <http://www.histophilos.com/physicalisme.php>)

Cette « intelligence morale et émotionnelle du cerveau humain » est justement objet de débat et le neurobiologiste Francisco Varela défend, avec d'autres, l'idée d'une intelligence humaine qui ne peut exister en dehors du corps. Il développe une théorie de la cognition incarnée, l'*enaction*, et l'un de ses ouvrages de référence est gratifié d'un titre évocateur : « L'inscription corporelle de l'esprit » (Varela, Thompson, & Rosch, 1993).

Pour Francisco Varela, la métaphore du cerveau comme d'un ordinateur est trompeuse parce que la façon dont l'ordinateur traite l'information opère une désincarnation totale du processus de création de sens en évacuant tout le côté émotionnel, corporel, ainsi que la boucle sensori-moteur (évidemment inexistante dans une machine) des processus de connaissance. Il souligne, à l'inverse, l'importante implication du corporel et de l'émotionnel dans les processus d'apprentissage et alerte sur la nécessité de « briser le culte de l'éducation comme information, de la communication comme transfert d'informations, de la connaissance comme acquisition de l'information » (Trocme-Fabre, 1994).

Notons que Kurzweil, basant principalement ses théories sur le fonctionnement du cerveau, reconnaît aussi une implication du corps entier dans les processus de la pensée :

Il faut aussi signaler que les talents et la personnalité d'une personne ne résident pas uniquement dans le cerveau, bien que ce soit leur localisation principale. Notre système nerveux s'étend à travers le corps tout entier, et le système endocrinien (hormonal) intervient aussi. (Kurzweil, 2007, p. 215).

Concluant ces réflexions sur la connaissance et l'information, il nous semble possible d'affirmer que l'*apprentissage instantané* par téléchargement de la connaissance demeure une utopie, mais que rien n'interdit de penser que l'on puisse télécharger des informations : c'est ce que nous faisons déjà très régulièrement avec les TIC.

Le dialogue homme-machine

L'histoire récente des technologies numériques a montré un glissement des modalités de dialogue entre l'homme et ses artefacts cognitifs (ou du moins informationnels) vers une position d'alter-ego (ou presque). Les interfaces toujours plus évoluées se font transparentes et se rapprochent du dialogue naturel. Ainsi la récente évolution XUI (Xperience User Interface), place-t-elle l'humain dans une situation immersive où réalité augmentée et réalité

réelle se confondent, où le corps lui-même interagit avec l'environnement virtuel. Mais la recherche actuelle va plus loin, les travaux en cours visent à interconnecter directement le cerveau et les ordinateurs et l'on assiste à l'émergence des interfaces BCI (Brain-Computer Interface). Il s'agit soit de technologies invasives, le raccordement direct d'implants intracérébraux par microchirurgie, soit de technologies non-invasives, opérant par le biais de dispositifs externes.

La première méthode, loin d'être aboutie, est encore au stade de l'expérimentation. La seconde, par contre, affiche d'ores et déjà des résultats concrets et probants. Elle se base notamment sur la captation au moyen d'un casque EEG (électroencéphalographie) des signaux électromagnétiques émis par le cerveau. Nous citerons à titre d'exemple les travaux de Nataliya Kosmina, jeune chercheuse à l'INRIA, qui pilote un drone par ce moyen (Nora, 2017). Le principe semble simple : lorsqu'on pense à quelque chose, lorsqu'on ressent une émotion, nos neurones émettent certains signaux spécifiques dans notre cerveau. Ainsi en enregistrant le signal produit lorsqu'elle pense « nuage » ou « pelouse », en communiquant cette empreinte à un algorithme, peut-elle faire décoller ou atterrir son drone. Le procédé se heurte cependant à quelques difficultés : les signaux émis par deux personnes différentes lorsqu'elles pensent à un nuage ne sont pas identiques, l'algorithme doit donc apprendre le « langage neurale » de chacune d'elle pour fonctionner. L'écriture d'un dictionnaire de « vocabulaire neuronal » universel établissant le signal moyen commun à tous s'avère donc dans ces conditions particulièrement ardu. Et que dire de l'encodage de phrases et de pensées complexes ? Ceci étant, l'apparente magie des résultats, qui semblent relever de la télépathie, est à questionner. Peut-on vraiment parler de piloter un drone « par la pensée » ? S'agit-il vraiment en l'état de « lire la pensée » ? Certainement non : les signaux électriques émis par le cerveau ne sont pas la pensée elle-même, ils ne sont qu'une manifestation de la pensée, au même titre que la parole peut l'être lorsque nous nous exprimons oralement, au même titre que l'expression du visage lorsque nous grimaçons.

Nous sommes loin de l'interconnexion directe des cerveaux humains qui brouillerait la distinction entre les individus, ferait de nous une énorme et unique entité intelligente, l'esprit de ruche dont parle le rapport de la NSF (Roco & Bainbridge, 2003, p. 169).

Vers une connaissance distribuée ?

L'esprit de ruche évoqué par la NSF annulerait la pensée individuelle pour faire fonctionner notre raisonnement sur la base d'un unique cerveau central mondialisé. Le processus de traitement des données ne serait plus nécessairement lié à des individus. Comme pour les abeilles dont le comportement semble répondre à l'exigence d'une pensée unique, la connaissance n'étant plus encapsulée dans les individus. Cette utopie, que l'on peut légitimement conserver comme telle, ouvre pourtant des pistes de réflexion si on la considère comme un schéma.

Le concept philosophique de la pensée comme constituant d'une dimension autre que celle de la matière, et englobant le tout, a été développé par plusieurs penseurs. Au nombre de ceux-ci nous citerons le paléontologue Pierre Teilhard de Chardin, les philosophes Karl Popper et Pierre Lévy.

Pierre Teilhard de Chardin est un prêtre jésuite français, chercheur, paléontologue, théologien et philosophe. Le croisement de ses terrains de recherche diversifiés conduit au développement d'une pensée originale. Il développe notamment la notion de *noosphère* comme une « nappe pensante » qui s'étale « par-dessus le monde des Plantes et des Animaux : hors et au-dessus de la Biosphère » (Teilhard de Chardin & Wildiers, 1955, p. 121). Dans cette membrane, « couche pensante de la Terre » (p. 153) et l'encerclant, les consciences individuelles sont amenées à collaborer de manière toujours plus étroite avec les consciences avec lesquelles elles communiquent. La convergence des consciences conduira à l'état ultime de l'évolution qu'il nomme le « point oméga »,

une collectivité harmonisée des consciences, équivalente à une sorte de super-conscience. La Terre non seulement se couvrant de grains de pensée par myriades, mais s'enveloppant d'une seule enveloppe pensante, jusqu'à ne plus former fonctionnellement qu'un seul vaste Grain de Pensée, à l'échelle sidérale. La pluralité des réflexions individuelles se groupant et se renforçant dans l'acte d'une seule Réflexion unanime. (p. 172).

Si le mouvement transhumaniste ne se réclame que très rarement des travaux de Pierre Teilhard de Chardin, on ne peut éviter de rapprocher le « point oméga » de la « singularité » annoncée par Ray Kurzweil où se déploieront des « formes délicieusement sublimes d'intelligence » (Kurzweil, 2007, p. 41).

Karl Popper décrit la réalité en formulant l'hypothèse d'un monde sous trois états. Le *monde 1* est celui des physicalistes et des matérialistes. C'est le monde des corps vivants et non vivants, le monde des choses matérielles. Le *monde 2* est celui du vécu, avant tout celui des humains. Il s'agit de tous les vécus conscients. Le *monde 3*, enfin, est celui des productions de l'esprit, celui constitué par « les produits de notre activité mentale, résultant d'un plan ou d'un acte de la volonté » (Popper, 2011, pp. 27-29), celui que les anthropologues nomme « culture ».

Pierre Lévy parle, quant à lui, dans « L'intelligence collective » (Lévy, 1997) d'une « anthropologie du cyberspace » qui autorise non seulement les échanges d'informations, qui ne se limite pas à une simple mise en commun de nos mémoires, mais qui peut être le lieu d'un *penser ensemble*, d'un partage de projets, conduisant à la production d'un cerveau coopératif par l'intermédiaire des mondes virtuels. Grâce à l'informatique communicante, la mise en commun des forces mentales pourrait constituer des intellectuels ou des imaginants collectifs. Cependant pour lui cet *hyper-cortex*, émergeant grâce aux infrastructures techniques de la communication moderne, ne vise pas à remplacer l'homme ni à s'approcher d'une possible intelligence artificielle, mais à stimuler les potentialités cognitives de chacun par une amplification et un développement mutualisés. Ainsi pour Pierre Lévy, un tel *espace du savoir* inciterait à réinventer du lien social autour de l'apprentissage réciproque et de la synergie des compétences.

Les trois approches mentionnées ci-dessus ont en commun la définition d'un espace qui n'est pas celui d'un territoire géographique ni celui des institutions, mais l'espace immatériel des connaissances, des savoirs, des pensées (Lévy, 1997), celui des productions de notre activité mentale (Popper, 2011) et celui, très abstrait, de la sphère pensante où évoluent, communiquent et collaborent, les entités conscientes (Teilhard de Chardin & Wildiers, 1955). Dans les trois cas ce territoire est clairement identifié comme celui d'une connaissance distribuée. Le réseau numérique, nouvel espace anthropologique, apparaît dès lors comme la manifestation la plus évidente de cette présumée nappe pensante, invisible et transversale, enveloppant le monde. Et plus encore qu'internet, la *blockchain* émergente pourrait peut-être un jour réaliser le fantasme d'une pensée universelle partagée. Tandis que le web fonctionne sur la base de serveurs où sont hébergés et par lesquels transitent toutes données, la blockchain créé une interconnexion directe entre les usagers (à l'image du *peer to peer*),

donnant corps à une base de données distribuée (et non centralisée) constituée des milliards de données locales réparties entre tous. Nous tutoyons là le concept d' « esprit de ruche » avancé par le rapport de la NSF mais, de façon plus raisonnable et prosaïque, il n'est pas incongru d'évoquer dès à présent la nécessité d'un développement de la « connaissance en réseau » telle que la mentionne à de nombreuses reprises le rapport Péresse sur *L'université numérique* (Isaac, 2007).

Revenant à plus simple encore, nous pouvons conclure cette section en soulignant que la facilitation du dialogue homme-machine ouvre indirectement celle des hommes entre eux... un dialogue que nous présumons encore indispensable à la construction de toute connaissance, à la différence d'un téléchargement de cette dernière par la magie et l'instantanéité d'un clic.

Ceci tuera-t-il cela ?

Ainsi grâce au développement technologique et bien au-delà de ce que Victor Hugo imaginait en parlant de l'imprimerie, la « pensée » est devenue plus impérissable que jamais, volatile, insaisissable, indestructible et se mêlant littéralement à l'air, (Hugo, 1926). Dans ce texte célèbre l'écrivain comparait le potentiel éducatif de la pierre avec celui des écrits. Chaque détail d'une cathédrale a valeur de communication pédagogique, des fondations en forme de croix au chœur réservé au clergé, séparant les fidèles du tabernacle pour afficher l'incontournable médiation dans l'accès au divin selon la théologie catholique, de la statuaire aux retables ou à la chaire placée en hauteur pour « donner à voir » la parole venant du ciel : tout est langage à destination des populations majoritairement illettrées de l'époque¹³. L'imprimerie, comme innovation technique, a certainement modifié la donne. On en citera pour exemple la Réforme protestante rendue possible par la propagation des thèses de Luther et l'accès aux écrits bibliques, « parole de Dieu » qui pouvait dès lors être reçue directement sans l'intermédiaire clérical et pontifical humain. En l'occurrence, oui, l'écrit a bien tué la pierre.

La pensée volatile, se mêlant à l'air, existe de nos jours. Elle évolue librement dans ce que nous appelons « le virtuel », un monde immatériel et sans frontières tangibles, celui de nos communications numériques routinières, un monde - nous l'avons vu - qui peut être celui du

¹³ On pourrait aussi parler de l'imposante majestuosité des édifices, affirmant l'emprise politique du religieux sur le séculier.

partage et de la construction de la connaissance. Le rapport de la NSF, qui date de 2002, envisageait que l'on puisse « apprendre à apprendre » avec de nouveaux types de programmes interactifs incluant le multimédia, la réalité virtuelle, les simulations graphiques, les jeux vidéos en réseau, autant de nouvelles méthodes dynamiques à explorer (Roco & Bainbridge, 2003, p. 99). L'enseignement traditionnel périra-t-il pour autant ? Rien n'oblige à le croire de manière absolue, car relevons que les dispositifs pédagogiques innovants à dimension immersive ci-dessus évoqués sont déjà largement déployés et font rarement l'objet d'oppositions formelles.

À côté des serious game, des vidéos interactives ou des exercices en ligne, il nous semble opportun de mentionner maintenant, comme modèle exemplaire ou objet de réflexion, le « NooMuseum » de Yann Minh (Tordo, 2014).

Yann Minh se définit (entre autres) comme un artiste multimédia et écrivain de science-fiction cyberpunk. Son *NooMuseum* (le *noo* faisant bien sûr référence à la *noosphère* et aux travaux de Teilhard de Chardin), accessible via internet¹⁴, est un musée virtuel en immersion 3D dédié à la préhistoire de la cyberculture. Il se veut être aussi - et c'est ce que nous retiendrons ici - « une préfiguration expérimentale de gestion de contenu pédagogique » (p.128). Concrètement, un enseignant peut évoluer en temps réel avec son public dans un univers 3D de réalité augmentée. Yann Minh utilise comme fondement pédagogique du dispositif ce qu'il nomme la « méthode des lieux » et qu'il définit de cette façon :

Méthode d'enseignement de l'antiquité où le maître accompagné de ses disciples, parcourait un espace physique (cité, jardin, parc, édifice) en utilisant les sculptures, monuments, objets emblématiques rencontrés dans ce trajet comme prétextes pour asseoir, ou illustrer son discours. Ainsi, en associant des idées, des concepts, à un trajet dans un espace réel, le maître favorisait une forme d'ancrage mémoriel où, aux lieux, étaient associées des idées. Il suffisait alors à l'étudiant de se remémorer son parcours, pour faire ressurgir les idées associées aux monuments rencontrés. (p. 131).

La modélisation 3D des moteurs de jeu vidéo simule donc un espace physique où chaque détail est conçu et construit avec une visée didactique. Et l'on repense à nos cathédrales édifiées pour délivrer d'innombrables messages où que l'on tourne le regard !... Il s'avère difficile aussi de résister à la tentation de comparer le dispositif immersif si prégnant de Yann Minh avec les conditions d'enseignement universitaire en amphithéâtre où l'essentiel des

¹⁴ <http://www.noomuseum.net/>

données prises en compte se réduisent à celles d'une bonne visibilité et d'une audition correcte. Des dispositifs semblables au *NooMuseum* de Yann Minh tueront peut-être l'université traditionnelle par une substitution totale ou partielle de l'environnement physique courant avec les mondes virtuels. L'étudiant 2.0 se retrouvera peut-être directement et virtuellement sur le canapé de Sigmund Freud, il expérimentera peut-être comme Newton la douleur d'une pomme qui lui tombe sur le nez, il tracera peut-être à la craie sur un tableau noir, et au côté d'Einstein, les premières formules de la relativité... Faut-il s'en alarmer ? Sans doute pas, car il n'y a là qu'un changement de forme. La potentielle délocalisation de l'enseignement elle-même ne pose pas de problème de fond : que la co-présence de l'enseignant et de l'étudiant soit réelle ou qu'elle se fasse par le biais de leurs avatars respectifs enlève peu de choses à la dynamique éducative. Et il est possible d'aller plus loin : la création de salles de cours virtuelles totalement dédiées à une matière, voire à un cours spécifique, est parfaitement envisageable. La création de tels environnements pourrait être de nature à renforcer l'efficacité des enseignements dispensés. Soulignons, de plus, que la formidable plasticité de tels dispositifs et le coût de leur réalisation sont sans commune mesure avec les efforts et investissements colossaux qu'il faudrait engager pour créer des équivalents « en dur ».

Ainsi la technologie ouvre-t-elle de nouveaux possibles. Il revient, nous semble-t-il, à l'institution éducative de se tenir au fait de l'innovation, de l'accompagner pour ne pas se faire déborder mais au contraire en acquérir la maîtrise pour saisir les opportunités pédagogiques potentielles des dispositifs numériques présents et futurs. Il y va sans aucun doute de la construction des « cathédrales du savoir » de demain, une construction à laquelle l'enseignant-chercheur d'aujourd'hui se doit de participer.

CONCLUSION

« Un autre monde est possible, mais il est dans celui-ci. »

Paul Éluard (Éluard, 1968, p. 986)

Si l'on excepte le scénario apocalyptique d'une neurodictature planétaire instaurée par une petite poignée de multimilliardaires précocement augmentée qui asservirait définitivement les « HSMO (humains sur système majoritairement original) » (Kurzweil, 2007, p. 219)...

Si l'on refuse d'envisager une possible fracture entre deux humanités, celle des individus au QI hyper élevé opposée au reste des humains devenus, comparativement, des déficients mentaux (Alexandre, 2017)...

Si l'on oublie que le pouvoir absolu pourrait être pris par une glaciale et impitoyable intelligence artificielle - car « une fois qu'un ordinateur aura atteint un niveau humain d'intelligence, il va obligatoirement le dépasser largement » (Kurzweil, 2007, p. 160) - qui se mettrait en chasse de toutes les formes de vellétés réactionnaires bioconservatrices...

Si l'on écarte, enfin, les questionnements bioéthiques d'un eugénisme conduisant à la destruction des plus faibles...

Si l'on excepte, refuse, oublie, écarte tout cela, *il nous reste encore à penser et à faire.*

Nous parlons ici des seules modalités futures de partage des savoirs. Ce n'est pas à dire qu'il faille ignorer, par insouciance ou abus d'optimisme, la perspective des pires scénarios

sociétaux évoqués ci-dessus. Nous vivons sans doute une époque périlleuse où les utopies deviennent idéologies. La question singulière de l'avenir des formes d'enseignement - minuscule plant de coquelicot dans un potentiel bouleversement global incommensurable - ne nous fait pas oublier les questionnements fondamentaux, mais c'est le sujet qui nous est imposé.

Nous n'arrêterons pas le progrès. D'aucuns ont essayé. Les Amishs, membres d'une communauté chrétienne dissidente des églises officielles, ont choisit de stopper le progrès à la fin du 17^{ème} siècle, refusant dès lors toute nouvelle technologie. Au début du 19^{ème} siècle, les luddistes¹⁵ ont détruit dans des usines textiles les métiers à tisser, machines qui leur semblaient prendre le travail des ouvriers. Ces mouvements marginaux n'ont pas changé le cours de l'histoire : aujourd'hui la plupart des Amishs vivent avec l'électricité et disposent d'un réfrigérateur, aujourd'hui les mouvements syndicaux ont d'autres combats que celui des outils de la production industrielle. La nouveauté fait peur parfois, et la peur est paralysante. Mais il nous faut affronter avec réalisme les changements en cours, fussent-ils révolutionnaires, et le tournant numérique amorcé dans les années 1980 en est un. Un néo-luddisme existe aujourd'hui, on pourrait par exemple lui apparenter le mouvement des Anonymous (Lechner, 2012). Les risques inhérents aux sciences NBIC sont soulevés. Des réticences, voire des oppositions fortes se manifestent. Elles sont dignes d'écoute et doivent être examinées avec soin, comme toute hypothèse qui, dans une démarche scientifique, attend confirmation ou sa réfutation. Le phénomène d'accélération du développement des sciences et technologies appelle notre vigilance, mais il fournit de manière paradoxale et concomitante tous les outils d'observation nécessaires en temps réel, ou : quand la technologie observe la technologie !

Globalement « nos ancêtres s'attendaient à ce que [le futur] soit très semblable à leur présent, ainsi qu'il en fut pour leur passé » (Kurzweil, 2007, p. 32). En cela, notre présent fait exception, nous donnant assez clairement à voir un avenir sensiblement différent du nôtre. Mais, nous l'avons montré, les bouleversements fondamentaux appartiennent déjà à l'histoire. Les technologies du futur sont déjà largement présentes sous des formes archaïques qui n'attendent plus que le perfectionnement naturel autorisé, selon Leroi-Gourhan, par la force d'évolution qui leur est propre et nous échappe.

15 Du nom de Ned Ludd, principal activiste de ce mouvement contestataire anglais.

Un lien fort existe entre utopie, réalité et prospective, entre passé, présent et futur. Ils se nourrissent les uns des autres pour écrire le grand Récit de l'humanité. La tentative désespérée d'Icare pour atteindre le soleil a trouvé son écho à l'époque de Léonard de Vinci, des frères Wright, et devient aujourd'hui sous d'autres formes objets de recherche dans les laboratoires ultramodernes de la NASA. Des phénomènes de boucle peuvent aussi être observés dans le Récit. Le NooMuseum de Yann Minh nous semble exemplaire à ce titre, (r)établissant un voisinage de méthode entre l'antiquité et le déploiement présent le plus abouti des technologies numériques. Rien de nouveau sous le soleil ? Pas si sûr ! Les co-incidences créent à l'infini de nouvelles incidences. Il en va ainsi de la convergence de la recherche et des technologies de pointe. Et les utopies peuvent être utilisées par les organisations pour innover (Michaud, 2014, p. 214).

Nous pensons avoir rappelé - brièvement certes - que la connaissance est un processus actif : *con-naître* est l'acte de « faire naître avec ». La connaissance est une construction qui donne sens à un agencement, une mise en relation, stratégique d'informations ou de données. Cette conception, qui nous semble être la bonne, s'oppose selon nous à la perspective d'un « apprentissage instantané » par téléchargement. Le transfert d'informations est lui, par contre, une toute autre affaire. Il ira sans doute vers toujours plus de rapidité et passera peut-être même - nous ne pouvons pas nous interdire de le penser - par des interfaces directes entre le cerveau et les ordinateurs. Tout ceci ne remet pas en cause les fonctions pédagogiques traditionnelles d'accompagnement, de co-construction des savoirs, et ne donne surtout pas crédit à l'« inconscient prophétique » d'une possible connaissance illimitée (Michaud, 2014, p. 228). Gérer les connaissances, c'est « mettre en œuvre des pratiques portant sur l'utilisation des connaissances », il s'agit de dérouler une succession continue d'instantanés qui font du savoir un « savoir s'y prendre » (Poitou, 2007, p. 24), synonyme de véritable connaissance, comme la démonstration du théorème de Pythagore dont nous avons parlé et qui ne consiste pas à en réciter simplement la formule.

Comme celles de nos autres organes originaux, les facultés de notre cerveau pourront sans doute être augmentées par le développement des sciences NBIC. Mais notre cerveau n'est pas « un ordinateur comme les autres » : le jour où il le deviendra ses prouesses seront posthumes, car nul ne sera plus là pour les apprécier. Mais nous n'y sommes pas encore, ce n'est qu'une hypothèse parmi d'autres... et ce n'est surtout pas notre sujet.

À l'aune du posthumanisme, dans la tourmente d'une révolution technologique aux aboutissements encore largement incertains, le mouvement des Humanités numériques s'inscrit au cœur des nouveaux paradigmes. Sans faire table rase du passé, il est charnière entre les humanités traditionnelles et les modèles présents et futurs du partage des savoirs, transversaux et transdisciplinaires. Avant la prétendue disparition de l'homme dans une posthumanité où seules les machines resteraient, la pertinence de l'enseignement reste valide. La dématérialisation des supports, la possible virtualisation des environnements de travail, n'y changent rien. Ou plutôt si : elles ouvrent de nouvelles opportunités ! Avec les nouveaux modes de communication, la pensée numérisée est devenue un objet intellectuel manipulable et la co-construction de la connaissance a migré vers de nouveaux territoires. Ce n'est là que le prolongement d'une exosomatation naturelle aussi vieille que l'humain. On parle de « virtualité » à propos du numérique et du réseau, il se pourrait au contraire qu'ils offrent la forme matérielle la plus réelle, la plus aboutie et la plus concrète de la « sphère pensante », paradoxe d'une dématérialisation qui objective plus que jamais son sujet, qui nous fait rencontrer l'autre en nous projetant sur le terrain de la connaissance partagée dans l'univers immatériel de la réalité augmentée.

Finalement, notre réserve initiale de voir notre travail se résumer à une modeste réflexion préliminaire se vérifie. D'une part, l'étude approfondie de certaines thématiques reste à faire, de l'autre, ceux qui attendaient ici des prises de position définitives et péremptoires seront déçus. Comme tout travail de recherche, celui-ci se prête volontiers à toute forme de réfutation, dans sa globalité comme dans le détail. Mais s'il a le mérite d'ouvrir le débat, de favoriser les échanges et le dialogue, de faire émerger quelques formes de conscientisation, un bel objectif sera atteint. Continuons à penser collectivement pour bâtir les modèles pédagogiques présents et ceux du futur !

BIBLIOGRAPHIE

- Alexandre, L. (2012). Transhumanisme versus bioconservateurs. *Les Tribunes de la santé*, (35), 75-82. <https://doi.org/10.3917/seve.035.0075>
- Alexandre, L. (2017). *La guerre des intelligences: comment l'intelligence artificielle va révolutionner l'éducation*. Paris, France : JC Lattès.
- Asimov, I. (2012). *Les robots*. Traduction par P. Billon & P.-P. Durastanti, Paris, France : J'ai lu. (Titre original : I, Robot. - cop. 1950 Dans : Le cycle des robots ; 1).
- Auroux, S. (1994). *La révolution technologique de la grammatisation: introduction à l'histoire des sciences du langage*. Liège, Belgique : Mardaga.
- Baquiast, J.-P. (2011). Le projet Blue Brain et le programme européen Human Brain Simulation Project HBSP. *Club de Mediapart*. Repéré à <https://blogs.mediapart.fr/jean-paul-baquiast/blog/300111/le-projet-blue-brain-et-le-programme-europeen-human-brain-simulation-project-hbsp>
- Benasayag, M. (2016). *Cerveau augmenté, homme diminué*. Traduction par V. Piron, Paris, France : Éditions La Découverte.
- Bensaude-Vincent, B. (2010). De la transparence dans l'innovation. *Annales des Mines - Réalités industrielles*, Février 2010(1), 68-73. <https://doi.org/10.3917/rindu.101.0068>
- Bertolini, M. (2014, 4 février). Petite histoire de la formation à distance – infographie. *Formation 3.0*. Repéré à <https://format30.com/2014/02/04/petite-histoire-de-la-formation-a-distance-infographie/>
- Besnier, J.-M. (2012). *Demain les posthumains: le futur a-t-il encore besoin de nous ?* Paris, France : Pluriel, DL 2012.
- Besson, E. (2008). France numérique 2012 - Plan de développement de l'économie numérique. [rapport public]. Repéré à <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/084000664/index.shtml>
- Blachère, T. (2017, 28 mars). Un implant dans le cerveau pour devenir plus intelligent, une idée folle ? *leparisien.fr*. Repéré à <http://www.leparisien.fr/societe/un-implant-dans-le-cerveau-pour-devenir-plus-intelligent-une-idee-folle-28-03-2017-6802470.php>
- Bostrom, N. (2007). The Future of Humanity. Repéré à <https://nickbostrom.com/papers/future.html>

- Bouchet, T., Carnino, G., & Jarrige, F. (2016). L'Université face au déferlement numérique. *Variations. Revue internationale de théorie critique*, (19).
<https://doi.org/10.4000/variations.740>
- Bourdaloie, H. (2014). Ce que le numérique fait aux sciences humaines et sociales. épistémologie, méthodes et outils en questions. *tic&société*, (Vol. 7, N° 2).
<https://doi.org/10.4000/ticetsociete.1500>
- Bourrel, J.-R., Vidal, M., & Mahieux, F. (2008). Histoire du CNED. Repéré à
<http://www.cned.fr/le-cned/institution/histoire/>
- Butler, S. (1920). *Erewhon ou de l'autre côté des montagnes*. Traduction par V. Larbaud, Paris, France : Nouvelle Revue Française.
- Cerf. (2010). *La Bible TOB : Traduction œcuménique avec introductions, notes essentielles, glossaire, reliure semi-rigide, couverture similicuir bordeaux, tranches or*. Villiers-le-Bel : Cerf.
- Chifflet, S. (2016). L'imaginaire transhumaniste ou le rêve de Google. *Sociétés*, (131), 61-68.
<https://doi.org/10.3917/soc.131.0061>
- CNDP-MEN. (1985). Informatique Pour Tous. Repéré à <https://edutice.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/276158/filename/h85ipt.htm>
- Colin, A. (2016). L'Homme augmenté, réflexions sociologiques pour le militaire. *Études de l'IRSEM*, (42).
- Convert, B., & Demailly, L. (2012). Effets collatéraux de la création littéraire. L'exemple de la science-fiction. *Sociologie de l'Art, OPuS* 21(3), 111.
<https://doi.org/10.3917/soart.021.0111>
- Culture & Médias 2030 Prospective de politique culturelle. (2011). Repéré à
<http://www.culturemedias2030.culture.gouv.fr/>
- d'Arembeau, A. (2011, 25 janvier). L'oubli fait partie du bon fonctionnement de la mémoire. *L'Express.fr*. Repéré à https://www.lexpress.fr/actualite/societe/sante/l-oubli-fait-partie-du-bon-fonctionnement-de-la-memoire_955302.html
- Dacos, M. (2012). Manifeste des Digital humanities [Billet]. *THATCamp Paris*. Repéré à
<https://tcp.hypotheses.org/318>
- Dard, O., & Moatti, A. (2016). Aux origines du mot « transhumanisme », 11.
- Debray, R. (2000). Les révolutions médiologiques dans l'Histoire. Pour une approche comparative. *BULLETIN DES BIBLIOTHEQUES DE FRANCE*, Vol. 45 n° 1, 4-12.
- Dégremont, J.-F., Distler, C., & Payan, G. (1990). *2100: récit du prochain siècle*. Paris, France : Payot.

- Dortier, J.-F. (2003). Langage et évolution : nouvelles hypothèses. *Sciences Humaines*. Repéré à https://www.scienceshumaines.com/langage-et-evolution-nouvelles-hypotheses_fr_3646.html
- Éluard, P. (1968). *Œuvres complètes. I*. Paris, France : Gallimard, DL 1968.
- Engel, P. (2014). Les Moocs : des drones pour l'université ? *Le Débat*, (180), 179-185. <https://doi.org/10.3917/deba.180.0179>
- Freud, S., Abraham, K., & Brun, A. (2012). *Pour introduire le narcissisme ; suivi de La théorie de la libido et le narcissisme ; Une difficulté de la psychanalyse*. Traduction par O. Mannoni, I. Barande, & E. Grin, Paris, France : Payot et Rivages, cop. 2012.
- Genevois, S., & Poyet, F. (2010). Espaces numériques de travail (ENT) et « école étendue ». *Distances et savoirs*, 8(4), 565-583.
- Georgescu-Roegen, N. (1995). *La décroissance: entropie, écologie, économie*. Traduction par J. É. scientifique Grinevald & I. É. scientifique Rens, Paris, France : Éd. Sang de la terre.
- Gibson, W. (1988). *Neuromancien*. Traduction par J. Bonnefoy, Paris, France : Ed. J'ai lu.
- Goffi, J.-Y., & Collectif. (2006). *Regards sur les technosciences*. Paris : Librairie Philosophique Vrin.
- Hottois, G. (2014). *Le transhumanisme est-il un humanisme ?* Bruxelles, Belgique : Académie royale de Belgique, DL 2014.
- Hugo, V. (1926). *Ceci tuera cela =Hymnus auf die Druckkunst*. Mainz, Allemagne : Gutenberg-gesellschaft.
- Huxley, J. (1954). *Evolutionary humanism*. Melbourne, Australie : Australian Institute of International Affairs.
- Isaac, H. (2007). L'université numérique. Repéré à <http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/cid20761/remise-du-rapport-universite-numerique-d-henri-isaac.html> Kurzweil accelerating intelligence. (2012). Repéré à <http://www.kurzweilai.net/kurzweil-joins-google-to-work-on-new-projects-involving-machine-learning-and-language-processing> Kurzweil, R. (2007). *Humanité 2.0: la bible du changement*. Traduction par A. Mesmin, Paris, France : M21 Éd.
- La Mettrie, J. O. de. (1999). *L'homme-machine*. Paris, France : , impr. 1999.
- Lavoisier, A.-L. de. (1992). *Traité élémentaire de chimie (1789)*. Sceaux (Hauts-de-Seine), France : J. Gabay.
- Lechner, M. (2012, 1 août). Ned Ludd, rage contre les machines. *Libération.fr*. Repéré à http://www.liberation.fr/ecrans/2012/08/01/ned-ludd-rage-contre-les-machines_949864

- Leroi-Gourhan, A. (1943). *L'homme et la matière 577 dessins de l'auteur*. Paris, France : Albin Michel éditeur.
- Leroi-Gourhan, A. (1945). *Milieu et techniques*. Paris, France : A. Michel.
- Leroi-Gourhan, A. (1964). *Le geste et la parole*. Paris, France : A. Michel.
- Lévy, P. (1997). *L'intelligence collective: pour une anthropologie du cyberspace*. Paris, France : la Découverte, impr. 1997.
- Liarte, A., & Geffroy, Y. (2008). Le cerveau, un ordinateur ? Repéré à <https://interstices.info/le-cerveau-un-ordinateur/>
- Livre blanc « Accompagnement et formation des enseignants aux usages du numérique ». (2012). Repéré à [//www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid24518-60286/livre-blanc-accompagnement-et-formation-des-enseignants-aux-usages-du-numerique.html](http://www.enseignementsup-recherche.gouv.fr/pid24518-60286/livre-blanc-accompagnement-et-formation-des-enseignants-aux-usages-du-numerique.html)
- Mari, E. (2018, 25 avril). Hypermnésie : «Les gens trouvent ça suspect que je me souviene d'autant de choses». *leparisien.fr*. Repéré à <http://www.leparisien.fr/societe/hypermnésie-les-gens-trouvent-ca-suspect-que-je-me-souviene-d-autant-de-choses-25-04-2018-7682442.php>
- Mazauric, S. (2013). L'idée de progrès dans l'histoire, Simone mazauric. *PCF.fr*. Repéré à <http://projet.pcf.fr/33860>
- Meunier, C., Raynaud, J.-M., Meunier, F.-J., Lecointre, G., & Krakowski, A. (2014). *De l'histoire naturelle aux sciences de la vie et de la Terre : Deux siècles d'enseignement et beaucoup de résistances*. Paris : ADAPT Editions.
- Michaud, T. (2014). La dimension imaginaire de l'innovation : l'influence de la science-fiction sur la construction du cyberspace. *Innovations*, 44(2), 213. <https://doi.org/10.3917/inno.044.0213>
- Nachez, M. (2016). *Transhumanisme et posthumanisme: nos futurs... en mode « cyber » ?* Toulouse, France : Uppr.
- Nora, D. (2017). Elle pilote son drone par la pensée. *L'Obs*. Repéré à <https://www.nouvelobs.com/economie/20170609.OBS0514/elle-pilote-son-drone-par-la-pensee.html>
- Nora, S., & Minc, A. (1978). L'informatisation de la société. [rapport public]. Repéré à <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/154000252/index.shtml>
- Perea, F. (2016). Nature et technologie langagière dans les dialogues oraux homme-machine. *Communication. Information médias théories pratiques*, (vol. 34/1). <https://doi.org/10.4000/communication.6763>
- Poitou, J.-P. (2007). Des techniques de gestion des connaissances à l'anthropologie des connaissances, „ *Revue d'anthropologie des connaissances*, 1, n° 1(1), 11-34. <https://doi.org/10.3917/rac.001.0011>

- Popper, K. R. (2011). *À la recherche d'un monde meilleur: essais et conférences*. Traduction par J.-L. Evard, Paris, France : les Belles lettres.
- Prost, A., & Bon, A. (2011). Le moment Allègre (1997-2000), Abstract. *Vingtième Siècle. Revue d'histoire*, (110), 123-145. <https://doi.org/10.3917/ving.110.0123>
- Robida, A. (1892). *La vie électrique*. Paris, France : la Librairie illustrée,.
- Robitaille, M. (2011). Le Transhumanisme comme idéologie technoprophétique. *Futuribles : analyse et prospective*, (370), p.57-70.
- Roco, M. C., & Bainbridge, W. S. (Éds). (2003). *Converging technologies for improving human performance: nanotechnology, biotechnology, information technology and cognitive science*. Dordrecht ; Boston, Mass : Kluwer Academic Publishers.
- Roussel, F., & Lechner, M. (2011, 18 juin). Transhumanistes sans gêne. Repéré à http://next.liberation.fr/culture/2011/06/18/transhumanistes-sans-gene_743496
- Serres, M. (2001). *Hominescence*. Paris, France : Éditions Le Pommier.
- Serres, M. (2013). Michel Serres - L'innovation et le numérique. Repéré à https://www.canal-u.tv/video/universite_paris_1_pantheon_sorbonne/michel_serres_1_innovation_et_le_numerique.11491
- Serres, M., & Stiegler, B. (2012). La révolution numérique. *Sam-network.org*. Repéré à <https://www.sam-network.org/video/la-revolution-numerique>
- Siegler, M. (2010, 4 août). Eric Schmidt. *TechCrunch*. Repéré à <http://social.techcrunch.com/2010/08/04/schmidt-data/>
- Sloterdijk, P. (2016). *Après nous le déluge: les temps modernes comme expérience antigénéalogique*. Traduction par O. Mannoni, Paris, France : Payot.
- Stiegler, B. (1986). Technologies de la mémoire et de l'imagination. *Réseaux*, 4(16), 61-87. <https://doi.org/10.3406/reso.1986.1204>
- Stiegler, B. (1998). Leroi-Gourhan : l'inorganique organisé. *Les cahiers de médiologie*, (6), 187-194. <https://doi.org/10.3917/cdm.006.0187>
- Stiegler, B. (2016). *Dans la disruption: comment ne pas devenir fou ?* Paris, France : Éditions Les Liens qui Libèrent.
- Teilhard de Chardin, P., & Wildiers, M. (1955). *Le phénomène humain*. Paris, France : Éditions du Seuil.
- Testart, J. (2013, 4 décembre). Transhumanisme : pour quoi faire ? [text]. Repéré à <http://jacques.testart.free.fr/index.php?post/texte925>
- Testart, J., & Rousseaux, A. (2018). *Au péril de l'humain: les promesses suicidaires des transhumanistes*. Paris, France : Éditions du Seuil.

- Tordo, F. (2014). Entretien avec Yann Minh, sur une expérience de pédagogie immersive. *Psychologie Clinique*, (37), 127-139. <https://doi.org/10.1051/psyc/201437127>
- Trocme-Fabre, H. (1994). Né pour créer du sens avec Francisco Varela. Repéré à https://www.canal-u.tv/video/cerimes/ne_pour_creeer_du_sens_avec_francisco_varela.12824
- Truong, J.-M. (1988). Jean-Michel Truong - Systèmes experts - Textes introuvables - Cogniticien - intelligence artificielle - systeme expert, systemes experts, système expert, systèmes experts. Repéré à http://www.jean-michel-truong.com/systemes_experts/page/introuvable.html
- Valéry, P. (1933). *Regards sur le monde actuel*. France : (s.n.).
- Valéry, P. (1936). *Pièces sur l'art*. Paris, France : Gallimard.
- Varela, F. J., Thompson, E., & Rosch, E. (1993). *L'inscription corporelle de l'esprit : sciences cognitives et expérience humaine*. Traduction par V. Havelange, Paris, France : Éditions du Seuil.
- Watts, S. (2011, 9 novembre). Do cognitive-enhancing drugs work? *BBC News*. Repéré à <https://www.bbc.com/news/health-15600900>

INDEX

Index lexical

Alexandre.....	15, 22, 25, 26, 28, 29, 48, 64, 68
Antiquité.....	10, 12, 13, 62, 66
Apprentissage instantané.....	9, 37, 57, 66, 80
Asimov.....	8, 68
Association Transhumaniste Mondiale.....	22
Auroux.....	14, 68
Benasayag.....	8, 24, 25, 26, 27, 30, 49, 55, 56, 68
Besnier.....	8, 24, 28, 54, 68
Bioconservateurs.....	5, 23, 24, 25, 68
Biotechnologie.....	21, 33, 34, 35
Bostrom.....	22, 24, 68
Butler.....	13, 69
Campus numérique.....	18
Cned.....	19, 69
Cognition.....	27, 41, 57
Corpus.....	5, 33, 49
Cyberespace.....	8, 60, 71
Cyberpunk.....	8, 62
Darwin.....	17, 26
EAD.....	19
Écriture.....	10, 13, 14, 19, 56, 58
Endosomatique.....	12, 47
Enseignement à distance.....	19, 20
ENT.....	19, 70
Exosomatique.....	12, 13, 14, 51
Exosomatisation.....	10, 12, 13, 21, 30, 56
Extériorisation.....	12, 14
Facebook.....	22, 28

Freud.....	26, 63, 70
GED.....	51
Google.....	14, 22, 31, 39, 48, 51, 69, 70
Grammatisation.....	14, 68
Homme augmenté.....	12, 14, 21, 22, 23, 47, 69
Hottois.....	22, 24, 25, 70
Hugo.....	14, 48, 61, 70
Humanités Numériques.....	1, 19, 67, 80
Humanity+.....	22, 25
Huxley.....	21, 70
Implants.....	22, 28, 42, 58
Implants cérébraux.....	22, 28, 42
Imprimerie.....	14, 19, 48, 61
Informatique.....	5, 9, 18, 20, 27, 28, 31, 40, 46, 48, 50, 53, 54, 55, 60, 69, 80
Innovation.....	8, 17, 19, 21, 26, 31, 61, 63, 68, 71, 72
Intelligence artificielle.....	11, 20, 21, 28, 39, 40, 49, 52, 60, 64, 68, 73
Intelligence biologique.....	28, 44
Interface.....	14, 18, 34, 42, 57, 58, 66
Internet.....	11, 19, 31, 48, 52, 60, 62
Kurzweil.....	15, 27, 28, 33, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 49, 50, 52, 53, 55, 56, 57, 59, 64, 65, 70, 78
La Mettrie.....	54, 70
Leroi-Gourhan.....	12, 13, 25, 49, 65, 71, 72
Lévy.....	59, 60, 71
LMS.....	20
Luddiste.....	65
MÉMOIRE.....	1, 4, 5, 8, 13, 20, 27, 35, 36, 42, 45, 46, 50, 51, 52, 60, 69, 72
Mémoire biologique.....	20, 51
Minh.....	62, 63, 66, 73
Minsky.....	21
MOOC.....	20
Moore.....	39
Mythologie.....	12

Nachez.....	8, 24, 25, 71
Nanotechnologie.....	21, 33, 34, 35, 44
NBIC.....	21, 22, 23, 26, 34, 35, 65, 66
Néo-luddisme.....	65
Noosphère.....	59, 62
Nsf.....	5, 17, 21, 22, 33, 34, 35, 41, 43, 45, 50, 55, 56, 57, 58, 59, 61, 62, 66
Omniscience.....	31, 48
Pearce.....	22
Pédagogie.....	8, 9, 19, 29, 73, 80
Popper.....	30, 31, 59, 60, 72
Posthumanité.....	15, 24, 48, 67
Pratiques pédagogiques.....	15, 19
Préhistoire.....	10, 12, 62
Prothèse.....	12, 13, 14, 29, 36, 47
Révolution numérique.....	18, 72
Robida.....	7, 72, 78
Science-fiction.....	7, 8, 26, 62, 69, 71
Sciences cognitives.....	1, 21, 23, 33, 34, 51, 73
Searle.....	27, 53, 54
Serres.....	12, 14, 15, 48, 50, 72
Singularité.....	14, 20, 33, 41, 45, 59
Sloterdijk.....	7, 26, 72
Smartphone.....	11, 47
Stiegler.....	12, 13, 14, 15, 21, 27, 30, 51, 72
Technique.....	8, 10, 13, 14, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 48, 49, 60, 61, 71
Technologie.....	5, 8, 9, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 31, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 53, 56, 57, 58, 63, 65, 66, 71, 72, 80
Teilhard de Chardin.....	21, 59, 60, 62, 72
Testart.....	22, 24, 25, 29, 72
TIC.....	8, 18, 19, 57
TICE.....	19
Transhumanisme.....	21, 22, 24, 25, 33, 54, 55, 68, 69, 70, 71, 72

Transhumanistes.....	5, 22, 23, 24, 25, 27, 46, 52, 72
Truong.....	27, 28, 73
Ubiquité.....	12, 19, 48
Utopie.....	1, 8, 9, 15, 23, 24, 46, 54, 57, 59, 65, 66, 80
Valéry.....	9, 11, 12, 73, 80
Varela.....	57, 73
Wikipédia.....	14, 28

LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

Figure 1 - Page 5

Le téléphonoscope dessiné par Albert Robida (Robida, 1892, p. 11)

Figure 2 - Page 11

Émergence historique des grandes découvertes. Graphe réalisé à partir du tableau fourni par les auteurs (Meunier et al., 2014)

Figure 3 - Page 40

Croissance exponentielle versus croissance linéaire (Kurzweil, 2007, P. 32)

Figure 4 - Page 47

L'ENIAC, un ordinateur des années 1950