

Présentation générale L'homme face à ses technologies : augmentation, hybridation, (trans)humanisme

Édouard Kleinpeter

Le magazine scientifique *Pour la science* consacrait le dossier de son numéro de décembre 2012 à «L'homme 2.0» avec, comme sous-titre de couverture: «L'être humain réparé, transformé, augmenté... Jusqu'où?» Cette triade réparation-transformation-augmentation est en effet l'un des axes importants de la problématique de l'homme augmenté qui nous occupera dans cet ouvrage, mais ce n'est pas la seule. La question des limites, de ce qui est faisable face à ce qui est souhaitable ou, plus généralement, du futur que nous construisons pour l'espèce humaine, constituera l'une des directions privilégiées de notre réflexion. Car ce que recouvre le vocable «homme augmenté»

1. En suivant la terminologie la plus fréquemment utilisée dans la littérature du domaine, on parlera d'«homme augmenté» pour

ne se limite pas à un accroissement des performances (motrices, physiques, intellectuelles, etc.) ou à un allongement de la durée de vie, mais cristallise la forme la plus actuelle de l'ambiguïté du rapport que l'être humain entretient avec les technologies qu'il crée.

Ambivalences et cacophonies

Chaque fois que nous développons nos connaissances sur le monde, nous nous engageons dans un jeu paradoxal entre un sentiment accru de maîtrise de notre avenir et une inquiétude sans cesse grandissante d'être dépassé par les productions issues de ces connaissances. En chacun de nous cohabitent un technophile et un technophobe, pour paraphraser le philosophe Jean-Michel Besnier. Cette dynamique d'attraction-répulsion, si elle n'est certes pas nouvelle, trouve aujourd'hui une ampleur inédite dans le fait que, peut-être pour la première fois dans l'histoire, l'être humain est capable de se modifier *lui-même*, à la fois en tant qu'individu, groupe d'individus et

désigner l'individu augmenté, homme ou femme, par opposition à « humain augmenté » qui concerne l'humain en tant qu'espèce. Le fait que le terme masculin ait été consacré n'est sans doute pas neutre eu égard à des considérations de sociologie et de philosophie du genre, mais ces questions ne seront pas développées ici.

en tant qu'espèce, dans son corps autant que dans sa *nature*.

La convergence annoncée entre nanotechnologies, biotechnologies, sciences de l'information et sciences cognitives, dite « **convergence NBIC*** » (voir Roco et Bainbridge, 2003), pousse en ce sens : en comprenant, simulant et manipulant la matière et l'information à des volumes sans cesse plus importants et des échelles sans cesse plus petites, nous serions à même de modéliser et, partant, de modifier ce que nous sommes et ce, au degré le plus intime. Les espoirs et les craintes suscités trouvent, dès lors, un écho sans cesse grandissant dans les médias et dans l'opinion, alimentés par des effets d'annonces spectaculaires et un lobbying puissant dont les racines se retrouvent sans difficulté en Californie². Lorsque Raymond Kurzweil fonde l'université de la **Singularité*** et déclare que nous pourrions bientôt vivre éternellement (Kurzweil et Grossman, 2006), bénéficiant du soutien financier de Google et de la Nasa (entre autres), il ne passe évidemment pas inaperçu ! Ces discours ronflants tendent toutefois à masquer une réalité plurielle et les transhumanistes, comme il convient d'appeler les défenseurs de cette transformation de l'humain

2. Pour une histoire du transhumanisme, voir l'excellent livre de Sussan, 2005.

par les technologies, ne se rangent pas tous derrière ces grands leaders d'opinion, loin s'en faut.

L'urgence d'une réflexion éthique sur ces sujets est palpable car, bien entendu, les craintes sont à la hauteur des espoirs. D'aucuns s'inquiètent de ce brouillage des frontières, de la technodépendance qui guette notre société, de la perte de la spécificité de l'homme et, peu à peu, se développent des mouvements pour la simplicité volontaire, critiques d'une technologie aliénante dans les pas de Jacques Ellul (1988). Dans l'introduction d'un court article, le journaliste Xavier de La Porte (2013) résume l'ambivalence de cette situation en une phrase: «Les technologies vont-elles faire de nous des surhommes immortels ou des légumes assistés par ordinateur?»

Si la question peut paraître rhétorique (et elle l'est), il n'en reste pas moins que c'est en ces termes manichéens que se pose le débat dans l'opinion. Des logiques contradictoires s'affrontent sur le terrain moral, fondant ainsi l'enjeu communicationnel. Si modifier la nature de l'homme est une hérésie pour les uns, les autres répondent qu'il serait à l'inverse immoral de ne pas exploiter au maximum nos capacités techniques pour améliorer nos vies. Lorsque certains mettent en garde contre la perte des repères issus de la modernité, d'autres en appellent à cette même modernité pour en justifier la continuation dans le **transhumanisme***. Quand d'aucuns craignent

que les technologies d'augmentation accroissent les inégalités entre les populations qui y ont accès et celles qui n'y ont pas accès, d'autres répondent que c'est de la somme des bonheurs individuels que naît le bonheur collectif. Les uns promettent un homme du futur plus fort, plus rapide, plus intelligent et presque immortel, les autres s'inquiètent de ce qu'ils considèrent comme un rejet, voire une haine de l'homme du présent avec ses imperfections et sa finitude.

Dès lors, comment se saisir de ces questions sans tomber dans l'un ou l'autre excès, sans donner ni dans l'exaltation sensationnaliste ni dans le pessimisme désabusé? C'est l'objectif que se fixe l'Institut des sciences de la communication du CNRS (ISCC) avec ce numéro des Essentiels. Il s'inscrit dans la continuité d'un travail de recherche interdisciplinaire amorcé en 2010, regroupant des chercheurs en sciences humaines et sociales (philosophie, histoire, anthropologie, psychologie) ainsi qu'en informatique, robotique, biologie et sciences cognitives. Un premier colloque *L'humain augmenté. État des lieux et perspectives critiques*³ a eu lieu le 14 décembre 2012, coorganisé par l'ISCC, la Mission pour l'interdisciplinarité du CNRS (MI) et soutenu par l'Institut national de la santé et de

3. Les vidéos du colloque, le programme et les textes des interventions sont accessibles en ligne sur le site de l'ISCC: <http://www.iscc.cnrs.fr/spip.php?article1668>

la recherche médicale (Inserm). Ce livre aspire à proposer au lecteur une présentation à la fois large, synthétique et didactique des enjeux et controverses en cours autour de la notion d'homme augmenté.

Traduire l'*enhancement*: état des lieux

L'expression elle-même est une traduction de l'anglais *human enhancement*, apparue dans les années 1990 et provenant du *genetic enhancement* dont on parlait à la fin des années 1960 en microbiologie, puis du *human genetic enhancement* dont il était question lors des débats sur le nouvel eugénisme qui ont eu lieu dans les années 1970. Le terme d'augmentation a notamment été préféré en français à celui d'amélioration, jugé trop ouvertement axiologique et valorisant. Simone Bateman et Jean Gayon (2012) soulignent que la traduction par « augmentation », si elle paraît certes plus descriptive et permet d'envisager la construction d'une métrique (on peut être « plus ou moins » augmenté), n'en demeure pas moins problématique. Qui, en effet, souhaiterait voir ses capacités diminuées ? Ils avancent que la traduction la plus proche du sens que donnent les Anglo-Saxons au terme *enhancement* est « réhaussement » (*ibid.*), mais l'usage ne l'a pas retenue.

Dans l'article qu'ils proposent ici (p. 31), Bateman et Gayon indiquent que le *human enhancement* recouvre trois strates de signification conceptuellement distinctes: l'augmentation des capacités de l'individu, l'amélioration de la nature de l'homme et, enfin, l'amélioration de soi. La première est sans doute celle qui vient à l'esprit le plus facilement et qui s'inscrit directement dans la continuité du *genetic enhancement*: l'utilisation de moyens techniques, biologiques et chimiques pour accroître la force, l'intelligence, la longévité, etc. La deuxième relève du transhumanisme, dont il sera question plus loin, et consiste en quelque sorte à l'application du sens précédent à l'ensemble de l'humanité, avec pour objectif la création d'un homme nouveau au sens abstrait et philosophique du terme: le **posthumain***. La troisième est plus rarement évoquée lorsqu'on parle d'augmentation humaine. Elle désigne tous les moyens et activités visant à aider l'individu à atteindre l'accomplissement de son projet de vie, à se « réaliser ».

Cet ouvrage s'articule autour de trois thématiques principales: une mise en perspective, grâce à l'histoire des techniques, et un état des lieux de ce que recouvre la notion d'augmentation, la question du rapport au corps et, enfin, une interrogation plus prospective autour de la problématique du transhumanisme. Plusieurs axes transversaux permettent, en outre, de construire la réflexion qui sera poursuivie

tout au long du livre et de tisser des liens entre ces nœuds. Le premier d'entre eux consiste à comprendre ce que recouvre la notion d'augmentation aujourd'hui, quelles sont les technologies existantes qui appartiennent à son champ, celles qui sont raisonnablement envisageables dans un avenir proche et celles qui relèvent davantage du fantasme et de la science-fiction.

Bernard Claverie et Benoît Le Blanc définissent l'augmentation comme « un ensemble de procédures, méthodes ou moyens, chimiques ou technologiques, dont le but est de dépasser les capacités naturelles ou habituelles d'un sujet » (p. 61). Ils distinguent ainsi trois degrés de maturité de ces techniques : existant, émergent et spéculatif. Ainsi, si les **exosquelettes***, la thérapie génique et la stimulation cérébrale profonde font déjà partie des pratiques courantes, la bio-ingénierie moléculaire et le *body hacking* sont encore en cours de développement. Plus hypothétiques, ils identifient les projets associés au transhumanisme comme des technologies spéculatives, dont on ne sait si elles seront un jour réalisées : convergence NBIC, *uploading* de la pensée, etc. Célestin Sedogbo fournit à cet égard un témoignage intéressant sur l'intérêt que portent les industriels à ces technologies d'augmentation, dont il s'agit, pour l'instant, essentiellement d'étudier et de quantifier le gain potentiel (p. 79).

La transformation dans la continuité

Il convient de s'interroger ensuite sur la possible continuité déjà évoquée entre réparation, transformation et augmentation. De fait, les technologies d'augmentation proviennent – du moins celles qui se caractérisent par des interventions directes sur le corps – de la prise de conscience qu'il est possible d'utiliser des techniques médicales à des fins non thérapeutiques. Le dopage des sportifs en est un exemple bien connu: l'érythropoïétine (plus connue sous l'acronyme EPO), par exemple, est une substance qui augmente le nombre de globules rouges et est à l'origine un médicament servant, notamment, dans des cas d'insuffisance rénale ou de maladies hématologiques. L'administration de cette hormone à un individu sain va faciliter le transport d'oxygène dans l'organisme, donc accroître l'endurance et les performances musculaires prolongées. La chirurgie reconstructrice, à l'origine destinée à «réparer» les conséquences visibles d'un accident ou d'une malformation, est aujourd'hui utilisée à des fins esthétiques par des personnes non physiologiquement souffrantes. Environ un quart des étudiants américains font un usage détourné de la Ritaline (méthylphénidate), un médicament prescrit dans les cas de troubles déficitaires de l'attention chez les enfants, afin d'augmenter leurs performances

lors des examens, malgré les études montrant son inefficacité chez le sujet sain (Gonon *et al.*, 2012).

On ne pourrait cependant en conclure que l'on doive parler de « réparation » lorsque ces techniques médicales sont appliquées à des patients souffrants, et d'« augmentation » lorsqu'elles sont administrées à des personnes en bonne santé. En premier lieu parce que, dans ce cas, les notions ne sont pas toujours clairement séparables. Une personne médicalement saine peut souffrir, par exemple, d'un défaut physique qui handicape sa vie sociale et qu'elle souhaite corriger, nécessitant une intervention chirurgicale. Dans ce cas, ne tendrait-on pas à dire qu'elle est, en un certain sens, réparée davantage qu'augmentée ? À l'inverse, certains peuvent vivre comme une augmentation ce que d'autres voient comme une réparation. Benoît Walther, membre de l'association d'étude et d'aide aux enfants concernés par l'agénésie (p. 107) et agénésique lui-même, explique qu'il ne ressent pas son propre corps comme « réparé » par la prothèse qu'il porte. Il met l'accent sur le regard des autres, qui *perçoivent* son corps comme incomplet et souligne donc la fonction avant tout *sociale* de la prothèse dans son cas particulier. Le philosophe Jérôme Goffette (p. 85) forge le concept d'*anthropotechnie* pour décrire ces « arts ou techniques de transformations extramédicales de l'être humain par intervention sur son corps » et réfute la pertinence de l'application dans ce cas de

la distinction établie par Georges Canguilhem (1966) entre le normal et le pathologique pour lui préférer un axe allant de l'ordinaire au modifié.

Un autre aspect important de notre problématique consiste à savoir si l'homme augmenté symbolise une rupture dans notre conception de l'humain ou s'il s'inscrit dans la continuité logique du progrès technique. Remarquons tout d'abord que la poursuite de l'accroissement des capacités de l'être humain n'est pas conceptuellement attachée à l'homme moderne ni aux NBIC. L'historien François Dingremont (p. 55) analyse le concept de *charis*⁴ qui, dans la Grèce antique, désignait une qualité que les dieux déversaient sur les corps, les paroles et les objets afin de les embellir. Si la thématique du dépassement était absente chez les Grecs (contrairement, notamment, aux mouvements transhumanistes contemporains), la poursuite de *charis*, donc d'amélioration, était en revanche consubstantielle à la nature humaine. Lorsqu'on se réfère aux Grecs dans le débat sur l'augmentation, on cite souvent les notions d'*hubris*, pour désigner le sens de la démesure et l'orgueil de l'individu qui veut s'élever au-dessus de sa condition (souvent attachée au personnage d'Icare, mort pour avoir voulu voler

4. On peut traduire *charis* par «grâce». Il est notamment la racine du mot «charisme».

trop près du soleil), ou celle de *tekhmnè*, le savoir-faire de l'ingénieur, voire celle de *mètis*, l'intelligence rusée du technicien (Detienne et Vernant, 2008). Ici plus pertinente, la notion de *charis* donne corps à cette volonté d'amélioration constante dans le contrat qui liait les hommes aux dieux. Jacques Perriault (p. 37) qualifie la recherche de l'augmentation des capacités comme un *invariant* de l'être humain, *via* l'externalisation des capacités en question. Marc Roux, président de l'association Technoprog!⁵, exprime lui aussi cette continuité et voit, par exemple, dans le désir des transhumanistes de repousser toujours plus loin les frontières de la mort, ni plus ni moins qu'une perpétuation de l'action millénaire de la médecine (p. 157).

Cependant, comme il a déjà été évoqué, la singularité de l'époque contemporaine réside en premier lieu dans la capacité acquise par l'être humain de se modifier lui-même, au niveau le plus intime et, pour certains, cela indique une rupture. Le philosophe Jean-Michel Besnier (p. 177 et Besnier, 2009) décèle dans les idéaux transhumanistes et les discours qui se construisent autour d'eux une volonté d'en finir avec la modernité. Cette dernière, explique-t-il, s'est construite autour de grands partages (humain/

5. Association française transhumaniste :
<http://www.transhumanistes.com>

non humain, nature/culture, matière/esprit, etc.), de frontières que la science et les technologies actuelles ne cessent de brouiller. Car, si ma pensée peut être adéquatement imitée par une machine alors, finalement, en quoi ne suis-je pas moi-même une machine? Sans un minimum de repères, comment espérer fonder et saisir ce qui fait la spécificité de l'humain? Au-delà du constat, le philosophe se déclare en colère contre l'apathie qui nous pousse à accepter cette évolution technique, présentée comme inéluctable, sans en questionner les menaces potentielles, prêts que nous sommes à abandonner notre nature contre un peu de confort.

Simplifier pour augmenter

De ces réflexions philosophiques émerge un troisième axe qui guide la lecture que l'on peut faire de l'augmentation et qui consiste à se demander si, finalement, celle-ci ne conduirait pas, au contraire, à une simplification de l'homme. Tout d'abord, dire que l'on souhaite «augmenter» l'individu *via* un accroissement de ses capacités, de sa longévité, de son rayon d'action, etc. sous-tend une conception dudit individu comme un ensemble de *fonctions* qu'il s'agit de maximiser. L'être humain est alors, de fait, découpé

en sous-parties qui peuvent, présume-t-on, être modifiées indépendamment les unes des autres, en supposant une plasticité corporelle et psychique suffisante pour lui permettre de s'adapter à ces changements. On créerait ainsi un individu désubstantialisé, sans épaisseur, simple agrégat de qualités autonomes. Brigitte Munier (p. 171) explore cette thématique en passant par le mythe hébraïque du Golem qui, écrite, représente, non pas le robot avec lequel on a tendance à l'identifier, mais bien davantage cet homme sans âme que construit le « progrès ».

Par ailleurs, comme le souligne Jean-Michel Besnier (p. 177 et Besnier, 2012), la technologie tend naturellement à l'uniformisation, à la reproduction du même, donc à la négation de l'autre (Wolton, 2009). Le philosophe exprime l'urgence de problématiser la tension entre les idéaux d'égalité et de liberté, déjà théorisée par Tocqueville et qui se réactualise dans les débats contemporains sur l'augmentation. Car, si les dispositifs techniques nous permettent d'accroître quantitativement (et de façon considérable) nos capacités d'interaction avec nos semblables, ils sont aussi vecteurs de standardisation. En suivant cet argument, Colin T. Schmidt s'intéresse aux effets de l'augmentation sur la communication entre êtres humains, et entre êtres humains et machines (p. 137). Il dénonce l'abandon de l'aspect proprement dialogique de l'acte de communication pour lui préférer une conception

purement informationnelle, simple transfert de messages entre un émetteur actif et un récepteur passif. Or, c'est précisément la faculté d'empathie, dont les machines sont dépourvues, qui nous conduit à intégrer dans nos échanges le fait que le récepteur puisse ne pas interpréter le message transmis comme l'émetteur eût souhaité qu'il l'interprète et qui, partant, fonde l'essence de nos relations communicationnelles. Néanmoins, souligne-t-il, on assiste aujourd'hui à une accélération exponentielle de notre pratique de communication, qui nécessite de réfléchir à une «communication hybridée» entre l'humain et la machine.

La course à l'artificialisation – qui n'est pas sans rappeler, toutes proportions gardées, la course à l'espace des années 1950-1970 – est aujourd'hui à celui qui le premier parviendra à simuler un cerveau humain à l'aide de superordinateurs. Dans la continuité du projet Blue Brain, l'Europe a, en janvier 2013, confié à Henry Markram de l'École polytechnique fédérale de Lausanne l'un de ses deux projets phares pour la décennie à venir, le Human Brain Project. En 2008, la Chine a désigné le chercheur australien Hugo de Garis, remplacé en 2010 par l'américain Ben Goertzel, à la tête du China Brain Project. La même année, IBM lance aux États-Unis son projet Synapse avec le soutien financier de l'Agence américaine pour les projets de recherche avancée de

défense (DARPA⁶). L'excitation grandit autour de ces recherches et chacun aspire à être le premier à poser le pied sur cette nouvelle *terra incognita*, partant du principe que lorsqu'on saura *simuler*, on pourra *comprendre*. Le présupposé philosophique est clair et, le plus souvent, revendiqué : un matérialisme fort qui considère que la pensée est une propriété émergente de l'interaction informationnelle entre un grand nombre d'entités connectées. Qu'il s'agisse de neurones biologiques, de puces électroniques ou d'agents simulés par ordinateur, finalement, importe peu.

L'hybridation technologique, qui représente l'un des avatars de l'augmentation, mérite elle aussi d'être interrogée. En effet, comme l'écrit Jacques Perriault, est-il possible d'établir une différence de nature entre les augmentations par hybridation (désignant dans ce cas les interventions *directes* sur le corps) et celles qui relèvent du perfectionnement par la formation, l'entraînement ou la méditation ? Bernard Andrieu définit l'hybridation comme « le mélange de systèmes biologiques et de systèmes technologiques par une connexion dans le corps humain » (p. 113) et aborde le problème du vécu du corps hybridé. Lorsque le schéma corporel, qui désigne la représentation que l'individu se fait de son propre corps, tant au niveau

6. Defense Advanced Research Projects Agency.

neural que subjectif, se trouve modifié par l'adjonction d'un mécanisme exogène, apparaît un trouble identitaire. Une recomposition est alors nécessaire, et elle ne va pas de soi. Le vécu social est également impacté et l'individu hybridé peut aller jusqu'à changer de catégorie.

Le sud-africain Oscar Pistorius, amputé des deux jambes sous le genou à la naissance, est ainsi le premier athlète appareillé⁷ à avoir été autorisé à courir le 400 m et le relai 4 x 400 m avec les valides lors des Jeux olympiques de Londres en 2012. Suite à sa première requête en 2008, la question de sa participation a longtemps fait débat, le problème consistant à déterminer si ses prothèses lui procuraient ou non un avantage. Finalement, décision a été rendue de l'autoriser à concourir en raison d'une absence de preuves en faveur d'un avantage, et uniquement dans son cas particulier. Damien Issanchou et Éric de Léséleuc identifient dans cet exemple la mise en échec de la normativité sportive (p. 131) due à une hybridité transcatégorielle. Oscar Pistorius s'apparente ainsi à la

7. Notons qu'il n'est pas le premier athlète handicapé à participer aux épreuves réservées aux valides, mais il est le premier dans ce cas à utiliser un appareillage pour produire sa performance. Pistorius porte en effets des «lames» en carbone souple, spécialement conçues pour la compétition handisport, qui remplacent le bas de ses jambes.

figure du « monstre », telle que théorisée par Michel Foucault, dans la mesure où il remet en cause les frontières permettant habituellement ou classiquement de distinguer le même de l'autre.

Dire le progrès

Quel futur souhaitons-nous construire? Quelle évolution pour notre société hautement technologisée? Par bien des égards, les problèmes que pose l'homme augmenté sont des réactualisations de controverses anciennes, sans doute exacerbées par nos ardents désirs de machines. Beaucoup de mots sont attachés aux technologies des sciences de l'information et de la communication, repris à leur compte par les technoprophètes : réseaux sociaux⁸, intelligence distribuée, cerveau global, avatar digital, objets intelligents, post- et transhumain, hybridation, *Big data* et *data mining*, *Cloud computing*, identité numérique, etc. Mais, comme le pointe Jean-Michel Besnier, nous manquons encore du potentiel langagier qui nous permettrait de mettre la technologie elle-même, avec ses aspects positifs et négatifs, en mots, donc en culture. Les controverses autour des notions d'homme et d'humain

8. Voir Stenger et Coutant, 2011.

augmentés prennent sans doute racine dans cette incapacité que nous avons à exprimer nos désaccords, à trouver le vocabulaire qui nous permettrait de comprendre la « langue de l'autre ». Donner à comprendre que des visions du monde se confrontent, chacune se revendiquant du même progressisme humaniste, en soulignant l'urgence d'une réflexion commune sur ces sujets est l'objet de ce numéro des Essentiels d'Hermès.

Références bibliographiques

BATEMAN, Simone et GAYON, Jean, « L'amélioration humaine : trois usages, trois enjeux », *Médecine/Sciences*, volume 28, n° 10, octobre 2012, p. 887-891.

BESNIER, Jean-Michel, *Demain les posthumains. Le futur a-t-il encore besoin de nous ?*, Paris, Hachette littératures, coll. « Haute tension », 2009.

BESNIER, Jean-Michel, *L'homme simplifié. Le syndrome de la touche étoile*, Paris, Fayard, 2012.

CANGUILHEM, Georges, *Le normal et le pathologique*, Paris, PUF, coll. « Galien », 1966.

DETIENNE, Marcel et VERNANT, Jean-Pierre, *Les ruses de l'intelligence. La mètis des Grecs*, Paris, Flammarion, coll. « Champs essais », 2008.

ELLUL, Jacques, *Le bluff technologique*, Paris, Hachette, coll. « La force des idées », 1988.

GONON, François, KONSMAN, Jan-Pieter, COHEN, David et BORAUD, Thomas, « Why Most Biomedical Findings Echoed by Newspapers Turn Out to Be False: The Case of Attention

L'humain augmenté

Deficit Hyperactivity Disorder», *PLoS ONE*, volume 7, n° 9, septembre 2012, p. e44275.

KURZWEIL, Ray et GROSSMAN, Terry, *Serons-nous immortels? Oméga 3, nanotechnologies, clonage...*, Paris, Dunod, coll. « Quai des sciences », 2006.

LA PORTE (DE), Xavier, « L'homme, une machine comme les autres? », *Beaux Arts Magazine*, n° 346, avril 2013, p. 34.

ROCO, Mihail C. et BAINBRIDGE, William Sims, *Converging Technologies for Improving Human Performance. Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science*, rapport commandé par la National Science Foundation et le Department of Commerce, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 2003.

STENGER, Thomas et COUTANT, Alexandre (dir.), *Hermès*, n° 59, *Ces réseaux numériques dits sociaux*, 2011.

SUSSAN, Rémi, *Les utopies posthumaines. Contre-culture, cyber-culture, culture du chaos*, Sophia Antipolis, Omniscience, coll. « Les essais », 2005.

WOLTON, Dominique, *Informé n'est pas communiquer*, Paris, CNRS Éditions, coll. « Débats », 2009.