

Le rapport scientifique

# L'humain augmenté

Année 3

Module : FHES

Responsable du module : Emmanuelle ATHIMON



Ursuline BEAUVAIS  
Gabriel BOUCNEAU  
Williams HENRY  
Laure WARLOP

# ISEN

ALL IS DIGITAL!

**QUEST**



yncréa

<b>Introduction.....</b>	<b>3</b>
<b>Enjeux technologiques et d'ingénierie.....</b>	<b>6</b>
<b>Enjeu Santé.....</b>	<b>10</b>
<b>Enjeux économique.....</b>	<b>13</b>
<b>Enjeu Environnemental.....</b>	<b>16</b>
<b>Enjeu Géopolitique.....</b>	<b>19</b>
<b>Enjeu Juridique et Réglementaire.....</b>	<b>22</b>
<b>Enjeu Social.....</b>	<b>24</b>
<b>Enjeu Éthique.....</b>	<b>26</b>
<b>Enjeu Théologique.....</b>	<b>29</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>34</b>
Images : .....	34
Texte : .....	34

# Introduction

L'humain augmenté peut signifier plusieurs choses. L'humain augmenté est différent de l'homme augmenté, l'humain augmenté est une généralité, sur personne en particulier comparer à l'homme augmenté qui est beaucoup plus précis. L'augmentation peut être définie par des procédés chimiques ou technologiques visant à dépasser les capacités naturelles ou habituelles d'une personne. Cette amélioration peut concerner le corps ou l'esprit, être temporaire ou permanente, voire modifier la lignée génétique.<sup>1</sup> Pour pouvoir parler de ce sujet, nous devons définir quelques termes comme la technoscience et le transhumanisme.

La technoscience est un "ensemble dans lequel coopèrent institutions, chercheurs et ingénieurs afin de mettre en œuvre, pour des applications précises, les ressources de la science et de la technique."<sup>2</sup> Le transhumanisme quant à lui est le "courant de pensée qui vise l'amélioration des capacités intellectuelles, physiques et psychiques de l'être humain grâce à l'usage de procédés scientifiques et techniques."<sup>3</sup> Le préfixe « trans » dans « transhumanisme » est un vecteur qui communique de l'humanité vers l'infra-humain autant que vers le « supra-humain ».<sup>4</sup>

Le terme de technoscience a été inventé par Gilbert Hottois un philosophe belge et apparu dans les années 1970 pour la première fois. La technoscience va permettre "d'ouvrir de nouvelles perspectives à la philosophie des sciences."<sup>5</sup> Les nanotechnologies vont être un atout majeur dans la technologie.

Un des pionniers du transhumanisme est Robert Ettinger qui va vouloir dépasser la mort. Il pensait qu'en se faisant cryogéniser après sa mort, les nouvelles technologies du futur auront permis de le réanimer. "Le mouvement transhumaniste prône l'utilisation de la technologie pour augmenter les capacités humaines, prolonger la vie, et transcender les limites biologiques actuelles."<sup>6</sup>

Nous pouvons constater que le transhumanisme et la technoscience sont très liés de par les nouvelles technologies et la croyance en survivre après la mort.

---

<sup>1</sup> CLAVERIE, Bernard et LE BLANC, Benoît. Homme augmenté et augmentation de l'humain. Dans : KLEINPETER, Édouard (dir.), *L'humain augmenté* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013, p. 61-78. [Consulté le 7 novembre 2024]. Les essentiels d'Hermès. ISBN 978-2-271-12204-9. DOI 10.4000/books.editions-cnrs.19647. Container-title: L'humain augmenté

<sup>2</sup> LAROUSSE, Éditions. *Définitions : technoscience - Dictionnaire de français Larousse* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 20 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technoscience/76967>

<sup>3</sup> LAROUSSE, Éditions. *Définitions : transhumanisme - Dictionnaire de français Larousse* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 20 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/transhumanisme/188207>

<sup>4</sup> *Bioéthique, technosciences et transhumanisme | article | Espace éthique/Ile-de-France* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.espace-ethique.org/ressources/article/bioethique-technosciences-et-transhumanisme>

<sup>5</sup> GUCHET, Xavier. Les technosciences : essai de définition. *Philonsorbonne* [en ligne]. École doctorale de philosophie de l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Mai 2011, n° 5, p. 83-95. ISBN 9782859446802. DOI 10.4000/philonsorbonne.348

<sup>6</sup> Transhumanisme : la quête de l'immortalité. Dans : *France Inter* [en ligne]. 3 septembre 2024. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/la-terre-au-carre/la-terre-au-carre-du-mardi-03-septembre-2024-9578105>

De plus, nous avons aussi l'anthropotechnie qui consiste à "modifier l'être humain en intervenant sur son corps sans but médical. [...] Cela va donner quatre problématiques, l'égalité, la liberté, l'intérêt individuel/général, et les questions d'identité et de dignité."<sup>7</sup>

L'humain augmenté est un vaste sujet qui peut traiter la force, l'intelligence, la procréation, la sexualité, l'esthétique, l'état émotionnel, l'anti-âge, la création. Quelles sont les limites ? L'augmentation de l'humain cause des inégalités, peut créer une dépendance, des problèmes d'argent (non remboursé) mais peut aussi être réparateur, bénéfique.

De plus, ceci provoque des problèmes éthiques avec de nombreux enjeux comme l'enjeu économique avec le coût des techniques, pièces ... , des enjeux sociaux et juridiques car ces systèmes ne sont pas accessibles pour tout le monde, un enjeu politique et éthique on peut citer par exemple les Etats-Unis qui ont modifié le 4ème amendement pour inclure le téléphone comme une extension du corps humain d'une personne, un enjeu environnemental car il faut utiliser certains matériaux qu'il faut extraire, un enjeu technologique car l'amélioration est encore limitée il faut utiliser de nombreux outils technologiques, des enjeux théologiques et pour finir un enjeu de santé car ces améliorations physiques ou mentales ont certaines conséquences sur la santé.

Les acteurs jouant un rôle sur ce sujet sont des philosophes, des chercheurs et scientifiques, des entreprises comme Open Bionics ou bien Neuralink, des acteurs environnementaux, politiques et juridiques sont aussi mis en avant.

Faisons un point sur l'histoire, les plus anciennes traces d'un être humain remontent à 2,8 millions d'années. Depuis, l'humain n'a fait qu'augmenter ses capacités. Les plus vieux Homo sapiens datent de 300 000 ans. L'humain ne cesse d'augmenter avec le temps.

Il y a 40 000 ans, l'Homo Sapiens commence à construire des outils pour faciliter leur vie comme des haches, hameçons, arc, flèches, etc. L'agriculture existe depuis 12 000 ans. Lors du 19e siècle, l'électricité naît et la médecine fait des progrès. Louis Pasteur invente le vaccin contre la rage en 1885 qui va permettre de soigner de nombreuses personnes. En 1901, la première radiographie à rayon X voit le jour. Dans les années 1950 -1960, les premières greffes d'organes ont lieu. La première naissance issue d'une fécondation in vitro naît en 1978. En 2003, on annonce que la totalité du génome humain est séquencé.<sup>8</sup> En 2010 qui est l'année de la création de la Cyborg Foundation qui est une "plateforme en ligne axée sur l'exploration d'implants technologiques qui développent les sens humains. C'est aussi un haut-parleur pour l'art cyborg et un catalyseur pour les droits fondamentaux des cyborgs."<sup>9</sup> Nous avons aussi 2016 avec la création de l'entreprise Neuralink. Neuralink est une entreprise américaine spécialisée en neurotechnologie et transhumanisme.

Aujourd'hui nous avons un cyborg Neil Harbisson, qui est un humain ne voyant pas les couleurs avec une antenne faisant partie de son corps pour lui permettre d'entendre les couleurs. Représentons cela par une frise chronologique pour que ce soit plus clair.

---

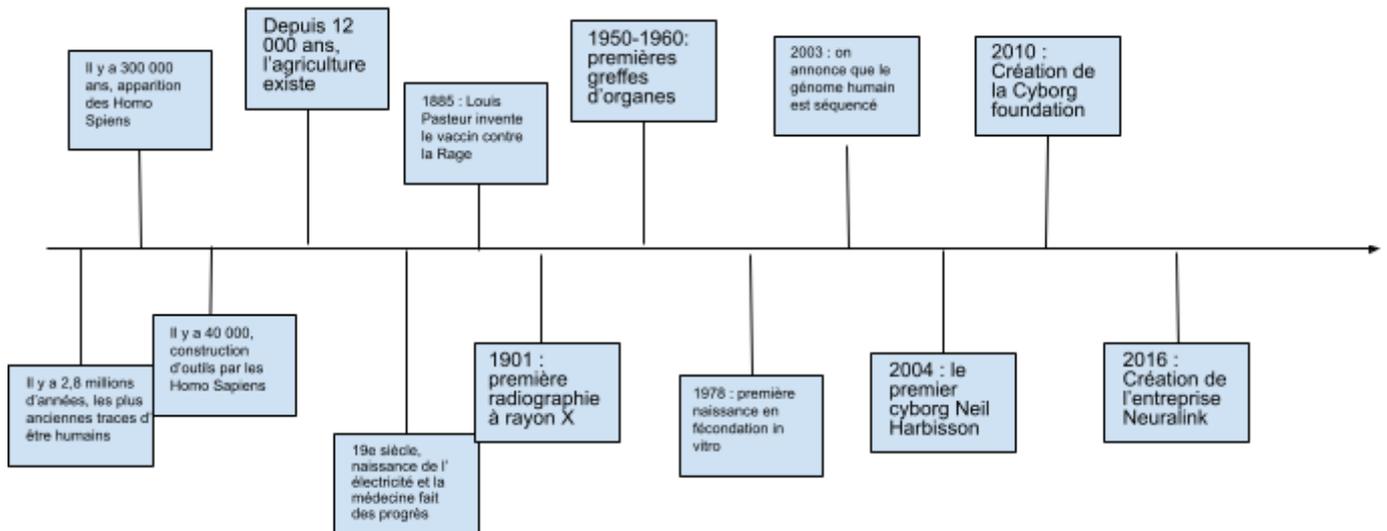
<sup>7</sup> GOFFETTE, Jérôme. De l'humain réparé à l'humain augmenté : naissance de l'anthropotechnie. Dans : KLEINPETER, Édouard (dir.), *L'humain augmenté* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013, p. 85-106. [Consulté le 7 novembre 2024]. Les essentiels d'Hermès. ISBN 978-2-271-12204-9. DOI 10.4000/books.editions-cnrs.19662. Container-title: L'humain augmenté

<sup>8</sup> LEFÈVRE, Thierry. Une très brève histoire de la technologie humaine. Dans : *Planète viable* [en ligne]. 18 avril 2013. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://planeteviable.org/histoire-technologie-humaine/>

<sup>9</sup> CYBORG FOUNDATION, LE FUTUR EST DÉJÀ LÀ. Dans : *sivasdescalzo.com* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.sivasdescalzo.com/fr/blog/cyborg-foundation-fr>



De plus l'humain augmenté est un sujet à plusieurs échelles spatiales, au niveau de la France il existe plusieurs législations éthiques qui existent notamment on considère que toute technologie de l'humain augmenté est illégale " Si le but est de modifier l'identité, la mémoire, la perception de soi et la perception d'autrui; à améliorer les capacités fonctionnelles à des fins de domination voire exercer une coercition sur les personnes qui n'en sont pas dotées."<sup>10</sup> Cependant, à l'échelle internationale d'autres pays n'ont pas les mêmes limites éthiques par exemple aux Etats-Unis il n'existe pas de limite éthique à ne pas franchir en particulier ce qui implique aussi que d'autres pays sont prêts à ne pas s'imposer de limites éthiques pour pouvoir rattraper les Etats-Unis en terme d'avancée technologique.<sup>11</sup>

Au niveau technique, il existe plusieurs modifications possibles pour l'humain augmenté : le génome, l'exosquelette avec par exemple le projet Hercule en France ou numérique avec le projet de lentille ultra connectée de la DARPA (Defense Advanced Research Project Agency)<sup>12</sup>. Pour la mise en place de prothèse on peut citer la méthode TMR (Targeted Muscle Reinnervation) qui consiste à lorsqu'un membre est sélectionné récupérer les nerfs qui ont été coupés puis de les connecter à des microprocesseurs permettant ainsi à une personne qui visualise un mouvement dans sa tête de pouvoir le réaliser.

<sup>10</sup> LAGASSE, Jérôme, [sans date]. L'Humain augmenté: quels enjeux éthiques et juridiques dans les politiques de Défense et de Sécurité intérieure? <https://hal.science/hal-03096725/document> .

<sup>11</sup> LAGASSE, Jérôme, [sans date]. L'Humain augmenté: quels enjeux éthiques et juridiques dans les politiques de Défense et de Sécurité intérieure? <https://hal.science/hal-03096725/document> .

<sup>12</sup> Super-soldats : l'humain augmenté en temps de guerre, [sans date]. *Polytechnique Insights* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/science/travail-handicap-armee-la-revolution-de-lhumain-augmente/super-soldats-lhumain-augmente-en-temps-de-guerre/>

# Enjeux technologiques et d'ingénierie

L'augmentation humaine englobe un intègre un ensemble diversifié de technologie. Aujourd'hui, des dispositifs comme les appareils auditifs, les stimulateurs cardiaques ou les prothèses sont déjà couramment utilisés, mais à l'avenir, ce terme pourrait également désigner des implants pour améliorer les capacités cognitives, des puces nous connectant à nos appareils intelligents, des yeux bioniques capables de restaurer la vue, et bien d'autres innovations. Quelles sont les différentes techniques qui existent ?

Voici quelques exemples d'innovations récentes :

Le fonctionnement d'un implant neuronal/ puce

Les interfaces cerveau-machine, une des techniques d'augmentation humaine, suscitent de nombreux débats. Prenons l'exemple de l'implant Neuralink. Neuralink est une société américaine cofondée par Elon Musk, qui vise à développer des technologies de communication directe entre le cerveau et les dispositifs numériques. Leurs puces se distinguent par leur petite taille : chaque implant mesure environ 23mm de diamètre pour 8 mm d'épaisseur et est relié à un réseau de fils extrêmement fins. Chacun de ces fils contient près de 1024 électrodes, capable d'enregistrer l'activité cérébrale. Ces données sont ensuite transmises sans fil (via Bluetooth) à un ordinateur. L'implant fonctionne grâce à une batterie rechargeable par induction. Les puces seraient par ailleurs implantées sans anesthésie générale à l'aide d'un robot chirurgical pour éviter les dommages au cerveau.<sup>13</sup>

Ces électrodes, qui captent l'activité électrique des neurones, peuvent également stimuler des zones spécifiques du cerveau permettant à court terme d'aider les personnes ayant des troubles neurologiques comme des personnes atteintes d'Alzheimer, de crise épileptique ou encore de paraplégie. Cela se fait en rétablissant certaines fonctions motrices ou sensorielles perdues. L'objectif futur de cette start-up fait allusion à un objectif d'augmentation du potentiel humain, en effet, la technologie de Neuralink pourrait aller bien au-delà de la réhabilitation médicale et devenir un outil pour améliorer les capacités cognitives, intellectuelles et sensorielles du grand public.<sup>14</sup>



<sup>13</sup> Neuralink : l'implant cérébral d'Elon Musk pourrait-il profiter aux patients épileptiques ? : Cortex Mag – Cerveau, cognition et neurosciences pour tous [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.cortex-mag.net/neuralink-limplant-cerebral-delon-musk-pourrait-il-profiter-aux-patients-epileptiques/>

<sup>14</sup> SCHENDEL, Amelia A., ELICEIRI, Kevin W. et WILLIAMS, Justin C. Advanced materials for neural surface electrodes. *Current Opinion in Solid State and Materials Science* [en ligne]. Décembre 2014, Vol. 18, n° 6, p. 301-307. DOI 10.1016/j.cossms.2014.09.006

## Et les exosquelettes ?

Un exosquelette est un dispositif que l'on porte sur le corps pour améliorer ou soutenir les mouvements. Il est composé d'un cadre rigide ou semi-rigide, souvent en métal, et peut fonctionner de manière motorisée ou mécanique. En version motorisée, il utilise des moteurs pour aider aux mouvements, tandis que les modèles mécaniques reposent sur des ressorts et des poulies pour alléger le poids supporté par l'utilisateur. Ces dispositifs permettent de réduire la fatigue et les efforts musculaires. Ils peuvent également aider lors de la rééducation de patients en difficultés de locomotion. L'exosquelette est une technique en pleine expansion qui met en concurrence plusieurs entreprises telles que Ekso Bionics et Levitate Technologies.<sup>15</sup>

Il existe bien d'autres méthodes pour améliorer certaines fonctions cognitives physiques, ou même émotionnelles chez les individus en bonne santé. Ces modifications humaines se font via des médicaments et substances chimiques, souvent appelés smart drugs ou néotropiques. Ces substances comprennent des stimulants comme la caféine et les amphétamines, ainsi que des composés spécifiquement utilisés pour améliorer la mémoire, la concentration et la créativité, tels que le modafinil. Si ces substances peuvent offrir des bénéfices cognitifs à court terme, elles comportent également des risques, notamment des effets secondaires comme des troubles du sommeil, des problèmes cardiaques, voire des dépendances.<sup>16</sup>

Pour chaque technique d'augmentation humaine, comme les prothèses bioniques, les exosquelettes et les interfaces cerveau-machine, différentes entreprises telles que Neuralink, Open Bionics, Ekso Bionics, et Cochlear Ltd promettent des améliorations significatives des performances humaines. Ces technologies permettent d'offrir des solutions aux personnes avec des handicaps, mais également d'optimiser les performances de chaque individu pour les tâches exigeantes.

Par exemple, la société Neuralink vise à développer des dispositifs capables de renforcer les capacités cognitives, comme la mémoire et l'apprentissage. Elle explore la possibilité de créer des interfaces qui permettent de télécharger et de stocker des informations directement dans le cerveau, ou de faciliter la communication entre cerveaux humains et intelligences artificielles. Cette vision a le potentiel de transformer la façon dont nous accédons aux connaissances et partageons des informations, en réduisant les limites actuelles de l'apprentissage humain et en rendant certaines informations instantanément disponibles.

## Quelles sont les limites et les défis technologiques à relever ?

---

<sup>15</sup> ADMIN-LEVITATE. How does The AIRFRAME™ work? Dans : *Levitate* [en ligne]. 28 janvier 2018. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.levitatetech.com/2018/01/28/how-do-exoskeletons-work/>

*How Do Exoskeletons Work?* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://eksobionics.com/how-do-exoskeletons-work/>

<sup>16</sup> RABOT, Aurélie. Smart drugs : à quoi servent les nootropiques ? | NHCO. Dans : *Laboratoires NHCO Nutrition* [en ligne]. 4 juin 2022. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://nhco-nutrition.com/journal/smart-drugs-a-quoi-servent-les-nootropiques/>

Ces innovations ouvrent des perspectives fascinantes pour améliorer les capacités humaines. Cependant, leur développement et leur intégration posent des défis techniques considérables, qui nécessitent des avancées en ingénierie et biomécanique.

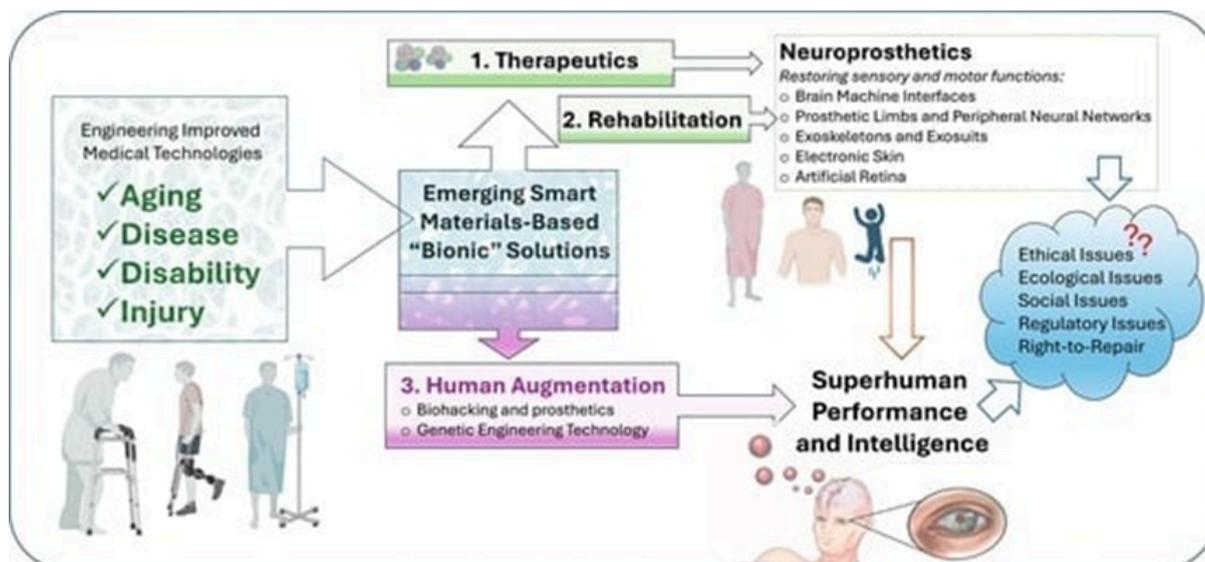
Un défi majeur réside dans la miniaturisation et dans la précision des dispositifs. Pour les interfaces neuronales, il est crucial de créer des électrodes suffisamment petites pour se connecter aux réseaux neuronaux sans causer de dommages aux tissus cérébraux délicats. La réduction de la taille et le perfectionnement des techniques de fixation sont indispensables pour garantir une implantation sécurisée et efficace.

La fiabilité de l'alimentation énergétique est une préoccupation majeure pour ces dispositifs. Les implants et les prothèses nécessitent une source d'énergie continue, stable et durable. Les dispositifs doivent pouvoir fonctionner pendant des heures sans devoir être rechargés fréquemment, tout en évitant d'émettre trop de chaleur, ce qui pourrait être inconfortable, voire dangereux pour l'utilisateur. L'intégration de batteries miniatures ou de systèmes de recharge par induction sans fil est ainsi essentielle pour maintenir la fonctionnalité de ces technologies et éviter l'obligation de remplacer et recharger de manière répétitive les batteries.

Enfin, un des défis majeurs est la question du biohacking et de la sécurisation des données personnelles. En effet, ces innovations soulèvent de la fascination, mais aussi des craintes. L'usage de dispositifs connectés et d'implants biométriques soulève des préoccupations importantes autour de la confidentialité et du contrôle des données. Qui a accès à ces informations, et comment sont-elles protégées ? Les entreprises développant ces technologies sont souvent de l'ordre du privé qui ne sont pas toujours transparentes. Cela suscite des inquiétudes quant aux risques de surveillance et de perte de contrôle de l'individu sur ses propres informations corporelles.<sup>17</sup>

---

<sup>17</sup> LIU, Xiang, GONG, Yan, JIANG, Zebin, STEVENS, Trevor et LI, Wen. Flexible high-density microelectrode arrays for closed-loop brain-machine interfaces: a review. *Frontiers in Neuroscience* [en ligne]. Frontiers, Avril 2024, Vol. 18. [Consulté le 9 novembre 2024]. DOI 10.3389/fnins.2024.1348434



MANERO, Albert, RIVERA, Viviana, FU, Qiushi, SCHWARTZMAN, Jonathan D., PROCK-GIBBS, Hannah, SHAH, Neel, GANDHI, Deep, WHITE, Evan, CRAWFORD, Kaitlyn E. et COATHUP, Melanie J. Emerging Medical Technologies and Their Use in Bionic Repair and Human Augmentation. *Bioengineering* [en ligne]. Juillet 2024, Vol. 11, n° 7, p. 695. DOI 10.3390/bioengineering11070695 Disponible à l'adresse : <https://www.mdpi.com/2306-5354/11/7/695>

L'image tirée de l'article de MDPI offre une vue d'ensemble des avancées technologiques qui permettent d'augmenter les capacités humaines. Cette illustration présente une progression de l'ingénierie médicale. Nous y retrouvons les nombreux défis techniques vus précédemment. On peut ainsi voir que la barrière entre réhabilitation et augmentation humaine est très fine. Les avancées destinées à traiter l'âge, les maladies et les blessures s'étendent maintenant vers des capacités "surhumaines" via des matériaux intelligents et des neuroprothèses. Cela soulève toutefois des questions éthiques, sociales, et légales, soulignant la nécessité de régulation pour un usage responsable.<sup>18</sup>

Dans la presse généraliste, les technologies de l'humain augmenté sont souvent abordées sous l'angle des avancées spectaculaires mais potentiellement inquiétantes. Souvent, les articles illustrent un futur où ces innovations pourraient rendre les humains « surpuissants », dérivé des films de science-fiction, mais soulignent aussi les risques de dérives. On peut alors y relever 2 camps ; les acteurs issus du secteur technologique voient dans ces innovations des moyens d'améliorer la qualité de vie et de développer de nouvelles aptitudes (par exemple, Neuralink d'Elon Musk) et les plus sceptiques qui sont plus sensibles à l'éthique et aux droits humains.<sup>19</sup>

<sup>18</sup> MANERO, Albert, RIVERA, Viviana, FU, Qiushi, SCHWARTZMAN, Jonathan D., PROCK-GIBBS, Hannah, SHAH, Neel, GANDHI, Deep, WHITE, Evan, CRAWFORD, Kaitlyn E. et COATHUP, Melanie J. Emerging Medical Technologies and Their Use in Bionic Repair and Human Augmentation. *Bioengineering* [en ligne]. Juillet 2024, Vol. 11, n° 7, p. 695. DOI 10.3390/bioengineering11070695 Disponible à l'adresse : <https://www.mdpi.com/2306-5354/11/7/695>

<sup>19</sup> « Innover, c'est aussi chercher à améliorer nos conditions de vie ». Dans : *CNRS Le journal* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://lejournal.cnrs.fr/articles/innover-cest-aussi-chercher-a-ameliorer-nos-conditions-de-vie>

Dans la littérature scientifique, l'accent est mis sur les défis techniques et les expérimentations. On y trouve des études sur les implants cérébraux, les exosquelettes, et les prothèses avancées. Les scientifiques traitant ce sujet viennent de disciplines variées : neurosciences, robotique, bioéthique et informatique. Les acteurs incluent des entreprises comme NextMind (start up française spécialisée dans les interfaces neuronales), qui vise à développer des interfaces cerveau-machine, et des start-ups en robotique. En France, des chercheurs de l'INSERM explorent les limites éthiques de ces technologies. On y voit plus clairement les visions opposées entre les acteurs du secteur privé, qui poussent à l'innovation rapide, et les scientifiques publics, qui prônent la prudence. Ainsi, les débats portent souvent sur la limite entre médecine et augmentation.<sup>20</sup>

## Enjeu Santé

Les technologies d'augmentation humaine, bien qu'elles soient discutées de manière mitigée, représentent une avancée importante en médecine. Ce n'est pas la première fois que des innovations touchant à notre santé suscitent des craintes. Par exemple, lors de l'introduction des pacemakers, il y avait beaucoup de scepticisme. Aujourd'hui, ils sont largement acceptés et sauvent des vies. Les technologies d'augmentation humaine pourraient demain permettre de traiter des maladies actuellement incurables, comme Parkinson, par exemple, grâce à la stimulation nerveuse par implants sous-cutanés, augmentant ainsi l'espérance de vie des patients.

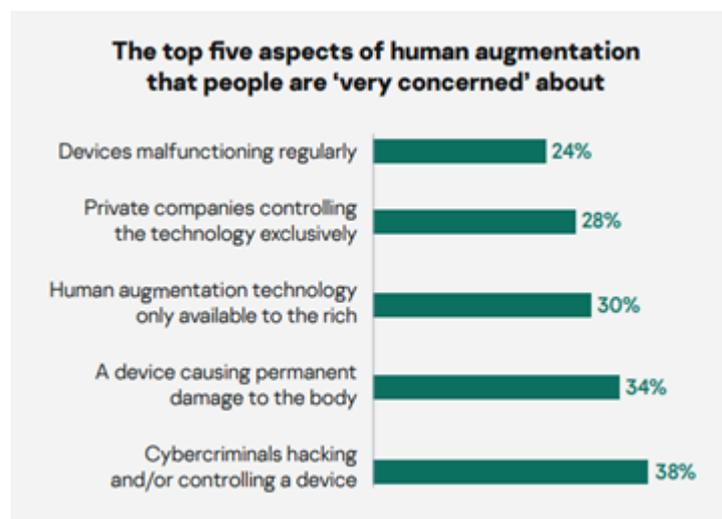
L'une des principales préoccupations autour des implants concerne les effets secondaires potentiels. Des entreprises comme Neuralink ont commencé des essais, mais avec des résultats mitigés. Par exemple, lors d'un test sur des chimpanzés, certains sujets ont ressenti des vertiges et d'autres symptômes neurologiques. Une autre expérience a révélé des problèmes de déconnexion de fils dans les implants, ce qui a causé une inflammation sévère et des douleurs chez certains animaux testés. Ces résultats montrent que les effets à long terme de ces technologies sont encore incertains, en particulier pour les implants cérébraux, et nécessitent davantage de recherche avant d'être appliqués à grande échelle. La durabilité et la biocompatibilité des matériaux utilisés représentent également un défi important. Étant donné que ces dispositifs sont souvent implantés à l'intérieur du corps humain, ils doivent être résistants aux fluides corporels et ne pas provoquer de réponse immunitaire ou d'inflammation prolongée. Le choix des matériaux et les innovations en nanotechnologie jouent un rôle central pour assurer cette biocompatibilité tout en préservant les performances à long terme.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> KLEIN, Alexandre. Édouard Kleinpeter (dir.), *L'Humain Augmenté. Lectures* [en ligne]. Liens Socio, Décembre 2013. [Consulté le 9 novembre 2024]. DOI 10.4000/lectures.12835

<sup>21</sup> SCHENDEL, Amelia A., ELICEIRI, Kevin W. et WILLIAMS, Justin C. Advanced materials for neural surface electrodes. *Current Opinion in Solid State and Materials Science* [en ligne]. Décembre 2014, Vol. 18, n° 6, p. 301-307. DOI 10.1016/j.cossms.2014.09.006

L'enjeu de santé dans l'augmentation humaine divise plusieurs groupes d'acteurs. En général, le grand public se montre prudent vis-à-vis de ces technologies. Les sondages révèlent un intérêt plus marqué pour les implants réparateurs, comme les implants cochléaires pour la surdité, mais des réserves lorsque les technologies visent à augmenter des capacités sans besoin médical.



LEGENDE : PREUSS, Marco, [sans date].

Kaspersky-The-Future-of-Human-Augmentation-Report.pdf. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://media.kasperskydaily.com/wp-content/uploads/sites/86/2020/09/17130024/Kaspersky-The-Future-of-Human-Augmentation-Report.pdf>

Une enquête européenne montre que 34 % des personnes sont inquiètes des effets secondaires à long terme inconnus et des impacts sur la personnalité et la santé mentale.

Les scientifiques et chercheurs, en réponse aux entreprises créant ces innovations, insistent sur le besoin de davantage de tests cliniques pour évaluer les risques avant toute généralisation. Ils soulignent également le manque de recul sur les effets à long terme et s'inquiètent de la possibilité d'une dépendance psychologique aux implants, qui pourrait perturber la santé mentale et l'équilibre des patients. Quant aux médecins et chirurgiens, ils sont à la fois intéressés par le potentiel thérapeutique de ces innovations, mais mettent en garde contre la complexité des interventions, les risques de rejet et la difficulté de gérer les complications post-opératoires.<sup>22</sup>

---

<sup>22</sup> Human augmentation: where it's at and where it's headed. Dans : *XPRIZE* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.xprize.org/articles/human-augmentation-where-it-s-at-and-where-it-s-headed>

Les médias traitent souvent ces innovations sous l'angle social, en mettant l'accent sur les implications éthiques et les risques de dépendance à la technologie. En France, l'ANSM<sup>23</sup>(Agence nationale de sécurité du médicament) joue un rôle clé dans l'évaluation de ces risques. L'agence réglemente les dispositifs médicaux et effectue des études pour évaluer leur sécurité. D'autre part, à l'échelle internationale, des entreprises comme Medtronic et Cochlear sont des leaders dans ce domaine et cherchent à commercialiser rapidement leurs technologies. Cependant, des chercheurs critiquent cette démarche en mettant en avant le besoin de plus de tests pour mieux comprendre les effets secondaires possibles.

Une étude de cas est réalisée sur les implants cérébraux pour améliorer la mémoire. Dans cette étude, les chercheurs ont observé des améliorations de mémoire significatives chez certains sujets. Cependant, des effets indésirables tels que des crises d'épilepsie ont été constatés chez d'autres. Ces résultats mettent en lumière le potentiel de ces technologies, tout en rappelant les risques encourus et le besoin de prudence dans leur développement.<sup>24</sup>

---

<sup>23</sup> ADMIN, Super et ADMIN, Super. ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé). Dans : *Ministère de la santé et de l'accès aux soins* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<sup>24</sup> *Neuralink's Brain Chip Implant Marks New Era in Human-Computer Synergy - Neuroscience News* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://neurosciencenews.com/neuralink-bci-neuroethics-255555/>

# Enjeux économique

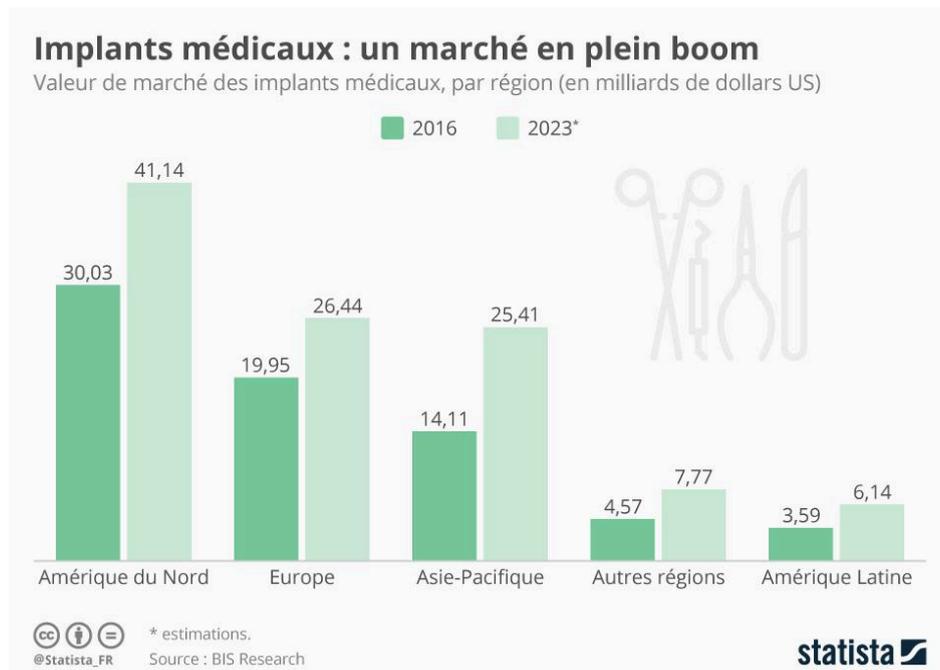
Les enjeux économiques sont les “Objectifs à atteindre en matière d’argent.”<sup>25</sup>

Il existe différents aspects pour augmenter ses capacités. Soit en augmentant notre corps humains ou en augmentant du matériel pour pouvoir réaliser de plus grandes choses par la suite. Cependant augmenter son corps où ses capacités n’est pas gratuit.

De plus, notre corps à un prix. La vie d’un humain serait estimée à 10 000 dollars si l’on devait le remplacer mais en dépensant 15 000 euros dans des machines, l’humain en question pourrait être sauvé.<sup>26</sup>

Pour augmenter tout ce qui est physique sur l’humain, les matériaux utilisés ont un coût assez important mais pas seulement. Il faut aussi des spécialistes dans le domaine qu’il faut rémunérer.

Prenons l’exemple des prothèses. Les premières prothèses sont estimées entre 2600 et 3400 d’âge. Elle était construite à base de bois. Au fil des années, surtout après la guerre de 1860 les prothèses se sont améliorées niveaux structures et confort et étaient plus fonctionnelles. De nos jours, les matériaux sont différents et plus légers, nous sommes plus sur du plastique, de l’aluminium, du titane et du silicone. Des projets sont même en cours utilisant des électrodes implantés dans des muscles permettant d’envoyer des signaux pour faire bouger les parties prothétiques.<sup>27</sup> Les implants médicaux représentent un marché en essor.



<sup>25</sup> *Enjeux économiques : Définition simple et facile du dictionnaire* [en ligne]. 1 janvier 2024. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l’adresse :

<https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/enjeux-economiques/>

<sup>26</sup> *La vie humaine a-t-elle un prix? - Telos* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://www.telos-eu.com/fr/societe/la-vie-humaine-a-t-elle-un-prix.html>

<sup>27</sup> *Prosthetics through the ages*. Dans : *NIH MedlinePlus Magazine* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l’adresse :

<https://magazine.medlineplus.gov/article/prosthetics-through-the-ages>

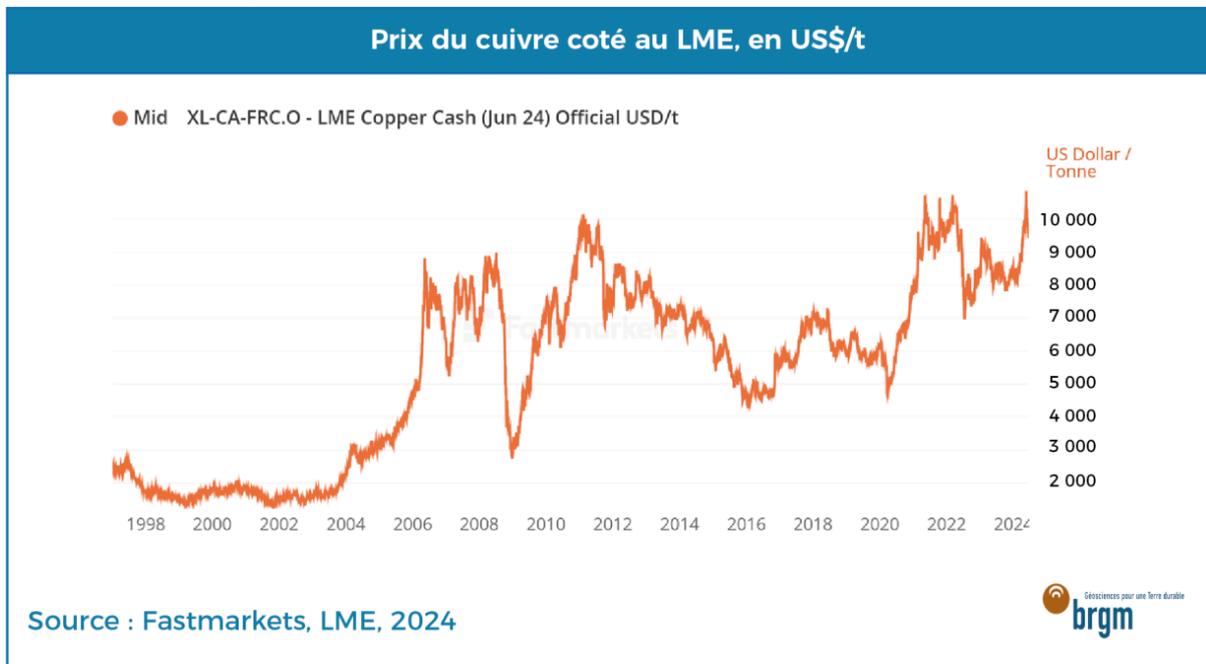
<sup>28</sup> Infographie: Implants médicaux : un marché en plein boom. Dans : *Statista Daily Data* [en ligne]. 26 novembre 2018. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l’adresse :

<https://fr.statista.com/infographie/16206/valeur-marche-implants-medicaux-monde>

Comme le montre ce graphique, nous pouvons voir que les implants médicaux sont de plus en plus utilisés.

Les métaux les plus utilisés en médecine sont l'acier inoxydable, le cuivre, le titane, le chrome cobalt, l'aluminium et le magnésium.<sup>29</sup>

Ces matériaux ont un prix. L'acier inoxydable est à 900 la tonne et la Chine en produit 80% pour le monde.<sup>30</sup><sup>31</sup> Pour le cuivre, son prix a beaucoup augmenté au fil du temps comme peut le montrer ce graphique.



32

Dans certains pays à faible revenu, entre seulement 5% et 15% ayant besoin de prothèses orthopédiques y ont accès. Pour remédier à cela, Handicap International, une ONG de solidarité internationale fondée en 1982, intervient en imprimant des pièces avec des imprimantes 3D depuis 2017. Cependant, l'importation de matière est devenue trop coûteuse. La solution envisagée pour régler ce problème serait d'imprimer avec du plastique recyclé qui serait trouvé sur place mais il faut qu'il soit imprimable et durable dans le temps.<sup>33</sup> Le coût du plastique va être déterminé selon plusieurs critères comme le contexte sanitaire et géopolitique, les difficultés d'importation, la crise énergétique et économique, l'abondance

<sup>29</sup> Les 6 métaux les plus importants utilisés en médecine – 3D PRINT – Engineering and production of industrial parts [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.3dprint.fr/les-6-metaux-les-plus-importants-utilises-en-medecine/>

<sup>30</sup> Prix de l'acier inoxydable | NVA METAL | Kingersheim, France. Dans : *nvametal* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.nvametal.fr/inox>

<sup>31</sup> Tout savoir sur la fabrication de l'inox. Dans : *KissPlanet* [en ligne]. 20 juillet 2022. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.kissplanet.shop/blog/cuisine-zero-dechet-7/tout-savoir-sur-la-fabrication-de-linox-123>

<sup>32</sup> Le marché du cuivre frappé par le manque de concentrés miniers disponibles | *MineralInfo* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.mineralinfo.fr/fr/ecomine/marche-du-cuivre-frappe-par-manque-de-concentres-miniers-disponibles>

<sup>33</sup> Transformer les plastiques recyclés en appareillages orthopédiques pour les populations vulnérables. Dans : *INSA Lyon* [en ligne]. 7 novembre 2023. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.insa-lyon.fr/fr/actualites/transformer-plastiques-recycles-en-appareillages-orthopediques-pour-populations>

ou la rareté de certaines familles de polymères, la restriction des quantités allouées. Le prix au kilo a augmenté de 80% en seulement 8 mois ce qui est une augmentation forte et rapide.<sup>34</sup>

Les prix des prothèses articulaires vont dépendre du type de prothèse et des matériaux utilisés. Par exemple, le prix d'une prothèse de genou se situe entre 2000€ et 3500€ et l'opération coûte entre 8000€ et 15000€ mais qui est pris en charge entre 80% et 100% par la sécurité sociale.<sup>35</sup> Cependant certains pays ne disposent pas de sécurité sociales ce qui rend l'accès à ses soins compliqués pour des personnes n'ayant pas des revenus suffisants. "Les entreprises européennes dépensent plus de 100 milliards de dollars pour équiper leurs employés de dispositifs techniques augmentant leurs capacités.

D'ici 2026, le marché européen de l'humain augmenté atteindra un volume d'affaires de plus de 100 milliards. Les technologies concernées sont la réalité augmentée et virtuelle, la biométrie, les exosquelettes, les wearables, l'informatique affective et d'autres outils et solutions à même de booster les capacités humaines naturelles."<sup>36</sup>

Les différents acteurs traitant ce sujet vont être des entreprises réalisant des machines avec des nouvelles technologies comme TechMed 3D qui rend leurs technologies disponibles dans le monde pour aider des personnes vivant dans des pays à faible revenu. Ils ont conçu une application permettant de prendre des mesures sur le corps humain plus facilement pour pouvoir transmettre les données pour fabriquer des prothèses adaptées.<sup>37</sup> Smith & Nephew une entreprise britannique de matériel médical est aussi un acteur important. Leurs implants orthopédiques vont récolter 40% de leur revenu. Des citoyens qui vont être les patients de ces outils leur permettant d'augmenter leur capacité. Cependant la barrière financière peut causer des problèmes. Des personnes vont devoir renoncer à des soins leur permettant d'aller mieux par cause de moyens insuffisants.<sup>38</sup> Par exemple, certaines personnes auraient besoin d'un exosquelette pour faciliter les conditions de travail physique mais n'étant pas remboursé par la sécurité sociale, il n'est pas facile pour tout le monde de s'en procurer.<sup>39</sup>

Le coût du matériel hospitalier pour réaliser les opérations nécessaires n'est pas à négliger, entre 2013 et 2015, les organismes de santé français ont investi environ 443 millions d'euros.<sup>40</sup>

---

<sup>34</sup> *Sociétés industrie Se renseigner sur le coût du plastique au kilo* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.societes-industrie.com/quel-est-le-prix-du-plastique-au-kilo.html>

<sup>35</sup> *Prix, Tarif de Prothèse en chirurgie orthopédique à Avignon, Cavaillon* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.chirurgie-orthopedique-medipole.fr/questions-frequentes/prix-prothese-chirurgie-orthopedique.html>

<sup>36</sup> *L'humain augmenté est un marché en pleine croissance* | *ICTJournal* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.ictjournal.ch/etudes/2022-08-11/lhumain-augmente-est-un-marche-en-pleine-croissance>

<sup>37</sup> *Les prothèses dans les pays en développement - TechMed 3D* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://techmed3d.com/fr/blog/meilleures-protheses-pays-developpement/>

<sup>38</sup> BLANCO-CAZEAUX, Iñaki. Accès aux soins : qui sont ces patients qui renoncent ? Dans : *The Conversation* [en ligne]. 16 janvier 2023. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<http://theconversation.com/acces-aux-soins-qui-sont-ces-patients-qui-renoncent-185613>

<sup>39</sup> *Exosquelette & Ergonomie avec HMT France* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://hmt-france.com/>

<sup>40</sup> RÉDACTION. Le système de santé français face au coût de remplacement des équipements médicaux obsolètes. Dans : *Hospitalia, le magazine de l'hôpital pour toute l'actualité et l'information hospitalière* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.hospitalia.fr/Le-systeme-de-sante-francais-face-au-cout-de-remplacement-des-equipements-medicaux-obsolètes\\_a214.html](https://www.hospitalia.fr/Le-systeme-de-sante-francais-face-au-cout-de-remplacement-des-equipements-medicaux-obsolètes_a214.html)

En conclusion, les enjeux économiques de l'humain augmenté sont importants, sans argent nous ne pourrions pas construire de machines, prothèses, posséder de nouvelles technologies pour permettre aux personnes d'augmenter leurs capacités.

## Enjeu Environnemental

Les enjeux environnementaux sont à prendre en compte aussi. Comme expliqué dans la partie économique, le cuivre est un métal important pour pouvoir fabriquer des matériaux médicaux comme les implants dentaires. Les réserves mondiales de cuivre se trouvent principalement en Amérique du Sud avec 23% pour le Chili. Pour extraire les minerais, il faut consommer une grande quantité d'eau ce qui impacte les coûts de production. Les activités minières provoquent des pollutions environnementales. "La production de 10 000 tonnes de cuivre raffiné en Chine donne lieu à 127,72 tonnes de déchets miniers, 2 tonnes de scories de fonderies, 30 kilos de fumées de métaux lourds et à des émissions de gaz néfastes tels que le CO<sub>2</sub> ou le SO<sub>2</sub>."<sup>41</sup>

Certains médicaments ont aussi un impact environnemental. Pour les traitements contre le cancer, des molécules cytostatiques sont utilisées. Les cytostatiques sont "des substances ayant la propriété de bloquer la multiplication cellulaire et employée dans le traitement des tumeurs."<sup>42</sup> Ces produits chimiques ingérés par des patients sont évacués dans les excréments qui se retrouvent dans les égouts où les stations de traitement des eaux usées ne peuvent pas éliminer complètement les substances chimiques qui vont se retrouver dans les écosystèmes aquatiques. Cela met en danger la biodiversité et perturbe le fonctionnement des écosystèmes. L'ifosfamide, un cytostatique, a un effet sur le gonflement de la vessie natale des poissons qui remplit une fonction essentielle pour maintenir la flottabilité dans l'eau. De plus, les cytostatiques ont aussi un effet sur la régulation des hormones thyroïdiennes dans les embryons de poissons. Les poissons servent d'indicateurs de la santé globale de l'écosystème.<sup>43</sup>

Les hôpitaux produisent beaucoup de déchets, 85% d'entre eux sont considérés comme non dangereux mais les 15% restants sont classés comme "des matières dangereuses qui peuvent être de type infectieux, toxique, cancérigène, inflammable, corrosif, réactif, explosif ou radioactif. [...] Les pays à revenu élevé produisent en moyenne jusqu'à 0,5 kg de déchets dangereux par lit d'hôpital et par jour, tandis que les pays à revenu faible en produisent en moyenne 0,2 kg. Cependant, dans les pays à revenu faible, les déchets d'activités de soins ne sont souvent pas séparés en fonction du danger qu'ils présentent ou non, de ce fait la quantité réelle de déchets dangereux est beaucoup plus élevée. L'élimination des déchets d'activités de soins non traités dans les décharges peut entraîner la contamination de l'eau

---

<sup>41</sup> IFPEN | Le cuivre dans la transition énergétique : un métal essentiel, structurel et géopolitique ! Dans : *IFPEN* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cuivre-transition-energetique-metal-essentiel-structurel-et-geopolitique>

<sup>42</sup> LAROUSSE, Éditions. *Définitions : cytostatique - Dictionnaire de français Larousse* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cytostatique/21453>

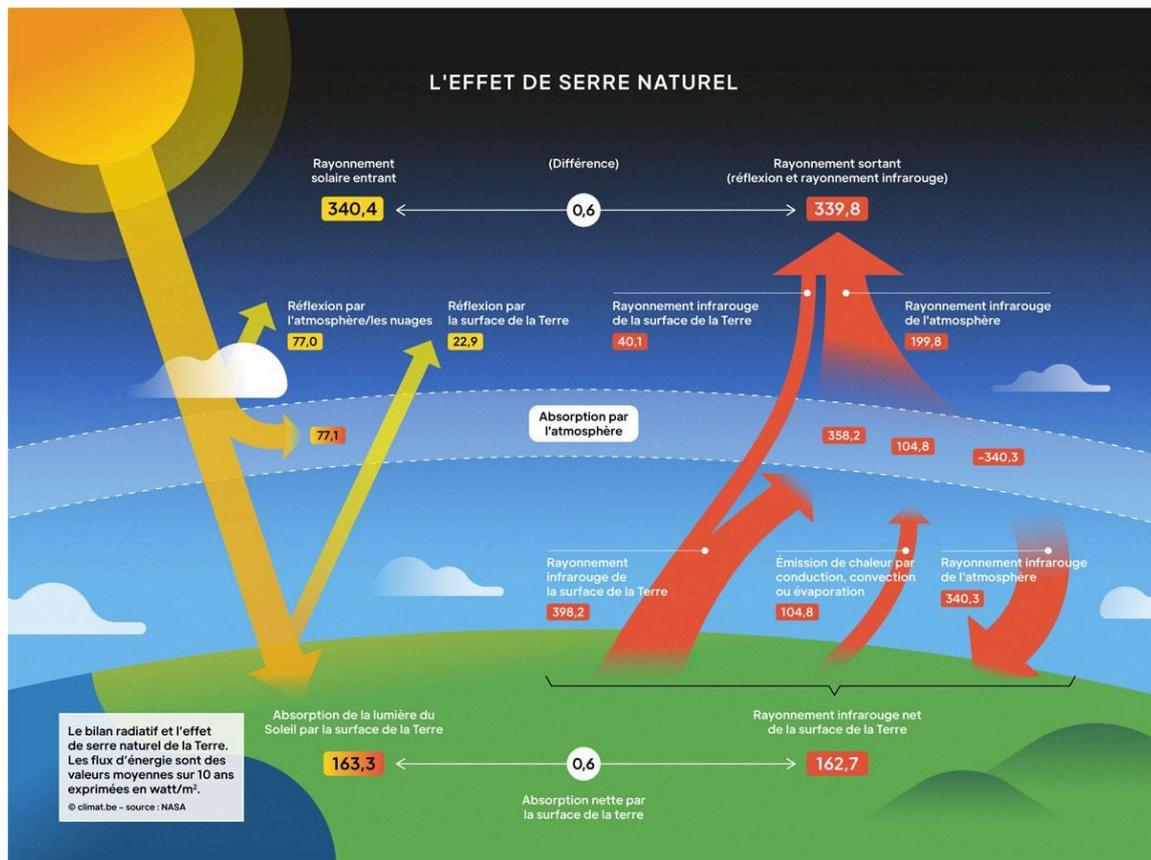
<sup>43</sup> S&V, Rédaction. La pollution par les médicaments anticancéreux est une préoccupation mondiale croissante. Dans : *Science et vie* [en ligne]. 30 octobre 2024. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.science-et-vie.com/corps-et-sante/la-pollution-par-les-medicaments-anticancereux-est-une-preoccupation-mondiale-croissante-182970.html>

de boisson, des eaux de surface et des eaux souterraines si ces décharges sont mal construites.”<sup>44</sup>

Les équipements médicaux génèrent plusieurs impacts environnementaux comme la consommation énergétique, la production de déchets électroniques et l’extraction des ressources.<sup>45</sup> La consommation d’énergie par les appareils médicaux n’est pas négligeable. Les hôpitaux ont “une consommation énergétique moyenne estimée à 320 kWh par m<sup>2</sup> et par an, le secteur sanitaire et social représentant à lui seul 11% de la consommation d’énergie du tertiaire.”<sup>46</sup>

“Les systèmes de soins de santé représentent 4 à 10 % des émissions de gaz à effet de serre, dont 20 à 30 % sont attribuées à l’activité chirurgicale.”<sup>47</sup>

L’impact des activités humaines tel que le transport de matières premières ou la construction d’hôpitaux provoque aussi un déséquilibre de l’effet de serre.



<sup>44</sup> *Déchets d'activités de soins* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

<sup>45</sup> L'impact environnemental du numérique dans le domaine santé. Dans : <https://www.master-environnement.fr> [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.master-environnement.fr/les-enjeux-de-limpact-environnemental-du-numerique-dans-le-domaine-de-la-sante.html>

<sup>46</sup> FLIPO, Charlotte. *Facture énergétique des hôpitaux : comment stopper l'hémorragie ?* Dans : *Ubigreen* [en ligne]. 31 octobre 2014. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ubigreen.com/2014/10/31/facture-energetique-des-hopitaux-comment-stopper-lhemorragie/>

<sup>47</sup> DELAIE, Camille. *Impact écologique de la réalisation d'une prothèse totale de genou : analyse du cycle de vie de la matière première jusqu'aux implants définitifs*. Décembre 2021, p. 72

L'effet de serre "est un phénomène naturel par lequel les gaz naturellement présents dans l'atmosphère (principalement la vapeur d'eau) retiennent une partie de la chaleur émise par notre planète."<sup>48</sup>

Par exemple, la construction de bâtiments tels que des hôpitaux a un impact sur l'environnement car les ressources naturelles sont exploitées, la biodiversité est impactée, l'atmosphère est polluée et de nombreux déchets sont créés. Pour construire un bâtiment, des pierres brut, du gravier, du sable et du bois sont utilisés mais ce ne sont pas des ressources infinies. La biodiversité est mise en danger avec la pollution de l'air et de l'eau, les impacts hydrologiques, l'isolement, la fragmentation des populations. Ces changements ont un impact sur les animaux qui doivent changer leur mode de vie. "Le secteur de la construction est responsable de 39% des émissions de dioxyde de carbone liées à l'énergie et aux processus." Les déchets ne sont pas forcément recyclés.<sup>49</sup>

Les acteurs de cet enjeux vont être les humains car par leurs activités, ils vont dégrader l'environnement. Mais aussi les éléments chimiques qui vont impacter les écosystèmes aquatiques.

L'humain augmenté va impacter l'environnement par l'extraction de matériaux pour pouvoir construire des appareils médicaux permettant d'augmenter l'homme mais aussi par les produits chimiques à l'intérieur des médicaments qui impactent la biodiversité ainsi que la quantité de déchets causés par les hôpitaux qui ne sont pas négligeable.

---

<sup>48</sup> Effet de serre. Dans : *Klimaat | Climat* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://climat.be/changements-climatiques/causes/effet-de-serre>

<sup>49</sup> DOBROWOLSKA, Karolina. Comment la construction affecte-t-elle l'environnement ? Dans : *Archdesk* [en ligne]. 4 mars 2021. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://archdesk.com/fr/blog/comment-la-construction-affecte-t-elle-lenvironnement/>

# Enjeu Géopolitique

Médiatiquement, le sujet de l'humain augmenté est majoritairement abordé de manière négative. Le peuple est sceptique à ce sujet, et les médias le reflètent ainsi.

Les sondages concernant le sujet montrent des résultats rarement binaires. Selon Jenn Hatfield et Alec Tyson, 56% des personnes interrogées sont pour l'implémentation massive de puces électroniques dans le cerveau pour augmenter les capacités cognitives, 13% contre et 31% ne sont pas sûrs. Même si deux grands groupes de personnes sont pour et contre, il y a généralement une part non négligeable des interrogés qui ne sont pas sûrs de leur réponse. Cela soulève le fait que certains n'ont pas assez d'information, ne sont pas allés faire des recherches assez profondes où que cela ne les concerne pas assez pour avoir un avis propre.

Les principaux pays qui développent des technologies liées à l'humain augmenté sont la Chine et les États-Unis. Ils développent des armes et technologies militaires de plus en plus avancées ce qui pose des problèmes éthiques et de sécurité. Des inégalités peuvent se créer entre les personnes les plus fortunées et ceux avec moins de moyen en termes d'accessibilité par exemple, ce qui peut mener à de grande disparité et des dilemmes éthiques à propos de l'identité humaine.

Les gens sont plutôt méfiants à ce sujet notamment lorsque ça concerne les domaines autres que médicaux comme militaire par exemple. On retrouve donc d'un côté les gouvernements qui soutiennent activement et participent aux recherches et création des technologies de l'humain augmenté, et d'un autre côté on a le peuple, qui a du mal à être du même avis. La presse incite généralement à la méfiance vis-à-vis de ses technologies et invite à prioriser l'utilisation de l'humain augmenté dans un cadre éthique et équitable dans le but d'éviter les tensions politiques au sein d'un pays voire même à l'international.

Le Département de la Défense Américain s'intéresse depuis plusieurs années par le développement de soldats augmentés car selon eux les "super soldats" sont "la clé de la survie et de la domination opérationnelle à l'avenir"<sup>50</sup>.

Pour parvenir à créer ses soldats, il existe plusieurs moyens plus ou moins avancés d'y parvenir.

---

<sup>50</sup> JULIENNE, M. *Super-soldats : l'humain augmenté en temps de guerre*. Dans <https://www.polytechnique-insights.com/>, 9 Novembre 2022 [Consulté le 7 novembre 2024] disponible à l'adresse : <https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/science/travail-handicap-armee-la-revolution-de-lhumain-augmente/super-soldats-lhumain-augmente-en-temps-de-guerre/>

D'abord, on a l'exosquelette qui est le moyen le plus connu aujourd'hui. Même si peu développé sur le terrain à cause de la complexité des mouvements humains, il existe de nombreux prototypes en phase de test, comme par exemple :

- le modèle Onyx de l'entreprise Lockheed Martin qui aide le soldat à effectuer des mouvements nécessitant les membres inférieurs. (figure xyz)
- Un autre exemple serait le Wyss Exosuit par Harvard qui se focalise sur le même type de mouvement mais promet d'être plus léger et de moins interférer avec les mouvements humains.



51

Pour rester dans le domaine de la mobilité, on a le projet Z-Man qui cherche à permettre au soldat d'escalader des obstacles tout en transportant une lourde charge comme de l'équipement et le tout sans utiliser de corde ou autre.

---

<sup>51</sup> Lockheed Martin présente l'exosquelette ONYX lors de la journée de l'innovation, dans <https://defence-blog.com/>, 4 août 2018 [Consulté le 7 novembre 2024] disponible à l'adresse : <https://defence-blog.com/lockheed-martin-present-onyx-exoskeleton-innovation-day/>

Des moyens chimiques existent aussi et sont utilisés depuis une centaine d'années et bien plus répandus.

Des drogues comme les amphétamines ou le modafinil visent à réduire la fatigue et à augmenter l'attention des soldats, au détriment du sommeil, de la tension artérielle et d'autres facteurs de santé. Des drogues telles que l'opium et la morphine ont aussi été utilisées à des mêmes fins et depuis aussi plus d'un siècle. Un fait important à souligner est que cette utilisation de substance chimique se fait par les États, les armées ainsi que par des groupes armés non étatiques.

Outre les enjeux éthiques que ces technologies peuvent poser, cette pratique pose de gros enjeux politiques et géopolitiques. En effet, les pays principaux sont la Chine et les États-Unis mais d'autres pays tel que la France cherche à être à armes égales. Cependant cela provoque une inégalité entre les pays, qui vont devoir faire face à cette nouvelle menace militaire car ce n'est qu'une question de temps avant que les différentes avancées technologiques arrivent à maturité.

La Chine cherche à innover au-delà de la guerre "traditionnelle" en se focalisant sur des armes de contrôle mental. Le programme NeuroStrike du CCP (Chinese Communist Party) nous montre que la Chine cherche à mener une guerre hybride qui introduit des armes psychologiques avec pour but "d'incapaciter les ennemis à travers des moyens cognitif et psychologiques."<sup>52</sup>

Ils développent plusieurs armes qui ont pour but de manipuler le système nerveux ainsi que de causer des dégâts de gravité plus ou moins forte, tel que des "déficits/perturbations vestibulaires, déficits oculomoteurs, maux de tête/pression frontale, anxiété, troubles du sommeil, sensibilité à la lumière, saignements de nez, douleurs auriculaires, perturbation des fonctions exécutives, désorientation, symptômes auditifs, modifications de la vision et nausées."<sup>53</sup> Ce rapport de recherche indique aussi que des dégâts sur le long terme voire permanents pourraient être observés sur les victimes.

Ce développement d'une nouvelle arme pose d'énormes problèmes géopolitiques, car il existe peu voir pas de moyen de protection face à ses armes cognitives. Cela ajoute un autre domaine auquel il faut prêter attention en termes de stratégie de défense, nécessitant des moyens et du personnel supplémentaires. De plus, cette menace cognitive est invisible à l'œil nu, ce qui instaure ce sentiment de paranoïa. Des simples maux de têtes pourraient être

---

<sup>52</sup> Eads, L., Clarke, R., Lin, S., & McCreight, R. Rapport de recherche, 2023, p. 8 [Consulté le 7 novembre 2024] disponible à l'adresse :

<https://iatranshumanisme.com/wp-content/uploads/2023/12/Warfare-in-the-Cognitive-Age-NeuroStrike-and-the-PLAs-Advanced-Psychological-Weapons-and-Tactics.pdf>

<sup>53</sup> Eads, L., Clarke, R., Lin, S., & McCreight, R. Rapport de recherche, 2023, p. 4 et 5 [Consulté le 7 novembre 2024] disponible à l'adresse :

<https://iatranshumanisme.com/wp-content/uploads/2023/12/Warfare-in-the-Cognitive-Age-NeuroStrike-and-the-PLAs-Advanced-Psychological-Weapons-and-Tactics.pdf>

naturels ou seraient le premier signe qu'une arme psychologique est en usage à proximité, pouvant faire bien pire que ça.

Cela représente un problème de sécurité internationale surtout pour les pays en voie de développement qui ont peu de moyen pour se défendre face à ce type de menace.

## Enjeu Juridique et Réglementaire

L'humain augmenté pose aussi beaucoup de défis au niveau réglementaire et juridique.

En effet, les technologies les plus performantes et prometteuses sont souvent les plus récentes et les plus intrusives, mais il faut tout de même savoir où tracer la limite. Par exemple, est-ce que les lunettes de vue doivent être réglementées ?

Tout d'abord, on peut commencer par un exemple de l'armée américaine. En 2002, un avion de l'armée américaine a frappé un groupe de soldats alliés avec une bombe de 227 kilos. Quand les pilotes ont été interrogés, le responsable n'était pas eux, mais la Dexedrine qu'ils avaient prise. Cette substance qui a pour but d'augmenter l'attention et de réduire le sommeil, les aurait rendus nerveux.<sup>54</sup>

Une réglementation est donc nécessaire pour éviter ce genre d'incident, et elle existe, mais elle est incomplète et varie dans chaque pays. Par exemple, pour les États-Unis, un examen est effectué si le "dispositif d'augmentation [est] considéré comme une nouvelle arme, un nouveau moyen ou une nouvelle méthode de guerre."<sup>1</sup> Ce jugement reste très subjectif et les lois concernant le sujet ne sont pas assez détaillées.

Mais un autre problème se pose. Il a été prouvé que les substances chimiques affectent le principe de distinction et de proportionnalité. Ainsi, des problèmes de jugement peuvent se poser en fonction des substances et de la quantité utilisée, ce qui peut provoquer des accidents.

Après qu'un soldat a quitté l'armée, on doit se demander si des modifications sont nécessaires avant qu'il soit réintégré dans la société. D'un côté, s'il garde les technologies ou implants, il peut bénéficier d'avantages parfois injustes comparé à des gens "normaux" sur les lieux de travail par exemple.

Il faut donc mettre en place une réglementation concernant le retrait d'implants et de prothèses mais ce genre de réglementation n'est pas uniformément appliqué et diffère en fonction des juridictions.

Une des propositions du *US Naval War College* serait de remplacer les prothèses des soldats par des versions plus appropriées pour une utilisation civile, avec des puissances réduites par exemple, car un civil n'aura pas à porter tout un équipement militaire.

---

<sup>54</sup> Pierre Bourgois, *L'Enjeu du soldat augmenté pour les puissances démocratiques : les États-Unis à l'heure du choix*, Étude 82, IRSEM, juin 2021. p67-69, [Consulté le 7 novembre 2024] disponible à l'adresse : <https://www.irsem.fr/media/5-publications/etude-irsem-82-bourgois-soldat-augment.pdf>

Mais d'un autre côté, la suppression des améliorations peut avoir des effets physiologiques sur le corps humain, comme le cerveau : si des modifications sont apportées au système nerveux, les retirer peut altérer les voies neuronales d'une personne et causer d'éventuels dégâts si le cerveau ne peut pas se réadapter. Si c'est le cas, le droit à l'intégrité corporelle se trouve violé et pour des cas plus sensibles la pratique peut être considérée comme inhumaine.

En outre, des effets psychologiques peuvent être observés. Si on reprend l'exemple du soldat, après la fin de son service, les améliorations qui lui ont été implantées peuvent être profondément enracinées dans son comportement, sa manière de bouger et de faire les choses. Si l'amélioration est retirée, il faut donc que celle qui l'a remplacée ait des fonctions proches voire identiques.

Tout cela implique qu'il faut instaurer des limites claires dans l'utilisation des biotechnologies. Elles doivent être encadrées et utilisées de manière responsable tout en maîtrisant les risques et effets secondaires.

Pour être plus précis :

- La vie privée et les données personnelles des hommes augmentés sont à risque car des informations biométriques et d'activité cérébrale sont constamment surveillées et enregistrées lorsqu'on utilise des puces électroniques directement implantées dans le cerveau. La vie privée n'est donc plus réellement privée.
- Il est très important d'informer l'utilisateur des potentiels effets secondaires psychologiques ou physiques, qu'ils soient temporaires ou permanents, est un aspect crucial de l'Humain augmenté.
- L'égalité et l'accessibilité des technologies d'améliorations doivent être régulées de manière à ce qu'elles ne soient pas utilisées de manière excessive et que les inégalités ne soient pas trop importantes notamment dans les lieux publics comme le travail par exemple.
- La question des responsabilités se pose aussi. Des cadres juridiques doivent être implémentés de telle sorte à ce que le responsable en cas de défaillance ou de dommage causé par ses améliorations soit correctement identifié

# Enjeu Social

Les enjeux sociaux sont les “ Objectifs à atteindre en matière sociale. Relatif à la population “(Enjeux sociaux : Définition simple et facile du dictionnaire 2024), c’est à dire les différents impacts qu’une technologie peut avoir sur l’aspect social d’une société. Au sein de la presse généraliste, les enjeux sociaux sont assez présents. Tout d’abord l’enjeu social le plus présent au sein de la presse généraliste est l’inégalité d’accès dû au coût de cette technologie qui se révèle être chère et qui dans l’exemple des prothèses médicales n’est pas remboursée par la sécurité sociale en Europe (source). Le second enjeu social abordé est la peur de créer plusieurs camps et même d’avoir la mise en place de plusieurs “classes sociales” dû à cette technologie (source). Ainsi à travers la presse généraliste, l’humain augmenté suscite une crainte de la création de deux camps dans la société, de plus on peut observer la création de deux camps : d’un côté les acteurs qui croient que cette technologie est bénéfique pour la société comme par exemple l’entreprise SpaceX et son créateur Elon Musk et de l’autre côté les scientifiques et chirurgiens tels que Laurent Alexandre qui critiquent l’impact que pourrait avoir cette technologie sur la société. Concernant la littérature scientifique, beaucoup de médecins et de psychologues se questionnent sur les impacts des humains augmentés sur la société notamment plusieurs protocoles et graphiques ont été proposé dans le but de proposer un protocole pour éviter que cette technologie aie des impacts trop graves sur notre société :

Dimension	Issue	Explanation	Examples
<b>Privacy Concerns</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Unauthorized Access to Personal Data</li> <li>2. Data Security and Breaches</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wearable devices acquire sensitive data, increasing privacy and security issues.</li> <li>• Data on wearable devices must be secure to avoid breaches and safeguard user privacy.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Example: Identity theft or abuse of personal information might result from unauthorised access to fitness tracker biometric data.</li> <li>• Example: If there is a data breach in a smartwatch, sensitive health data could be lost or stolen.</li> </ul>
<b>Ethical</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Coercion and Manipulation</li> <li>2. Privacy in Public Spaces</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wearable devices may restrict autonomy by monitoring people and forcing them to behave.</li> <li>• Users must understand how wearable devices gather and utilise their data.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Example: Fitness monitors that force users to reach exercise goals may compromise personal liberty.</li> <li>• Example: Wearable device users should be advised of the risks of sharing location data and given the option to opt out.</li> </ul>
<b>Social Impact</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Socioeconomic Disparities</li> <li>2. Digital Literacy and Education</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wearable technology access restricts social mobility, expanding the divide between rich and poor.</li> <li>• Equal access to wearable technologies entails tackling digital literacy and education gaps.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Example: High wearable device prices may restrict low-income devices from using health monitoring technologies.</li> <li>• Example: Training and resources for underprivileged areas may help them choose wearable devices.</li> </ul>
<b>Healthcare</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Altered Social Dynamics</li> <li>2. Informed Decision-Making</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wearable devices challenge social conventions and etiquette, possibly ruining relationships.</li> <li>• Wearable technologies may invade public privacy, generating surveillance issues.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Example: Overuse of augmented reality glasses may reduce face-to-face interactions and interpersonal bonds.</li> <li>• Example: Wearable cameras that record audio or video without authorization may invade public privacy.</li> </ul>

## Table for relevant ELSI considerations for Wearable Innovations for Human Augmentation<sup>55</sup>

Ainsi dans ce tableau on peut voir que les quatre thèmes pour les problèmes de cette technologie sur notre société sont : la vie privée, l'éthique (ce sujet sera traité plus largement dans la partie suivante du rapport), l'impact social et la santé. Les différents problèmes mentionnés sont pour la vie privée : l'accès illégal aux données personnelles et le risque de cyberattaque, en effet ces deux problèmes sont importants puisque des données sensibles telles que certaines informations du dossier médical de patients pourraient être volées ou pire dans le cas de cyberattaque il pourrait y avoir des usurpations d'identités des patients, on pourrait aussi redouter la panne volontaire de certains composants ou la prise de contrôle de ces derniers. Concernant l'impact social, les deux problèmes mentionnés sont la socio-économie et l'accès à l'éducation et à la littérature. Tout d'abord, la socio-économie est définie comme ce qui est "Relatif aux problèmes sociaux dans leur relation avec les problèmes économiques."<sup>56</sup> Ainsi les enjeux socio-économique ici sont : tout d'abord que cette technologie est encore très chère et non prise en charge par la sécurité sociale en Europe ce qui pourrait élargir l'écart entre les populations riches et les populations démunies<sup>57</sup> mais aussi qu'un employeur pourrait avoir accès à des données sensibles sur ses employés via ces technologies entraînant le risque de discrimination dans le monde du travail entraînant ainsi des inégalités sociales comme déjà mentionné dans certains articles de la presse généraliste. Le second problème concerne les manques de connaissances de certaines personnes concernant ces technologies notamment dans les zones défavorisées. Enfin le problème concernant la santé sont le fait que ces technologies pourraient créer des tensions sociales comme évoquées par certains articles de la presse généraliste.

---

<sup>55</sup> RAY, Samrat, [sans date].

INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024].

Disponible à l'adresse :

[https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641\\_INTERNATIONAL\\_JOURNAL\\_OF\\_MULTIDISCIPLINARY\\_RESEARCH\\_Wearable\\_Innovations\\_for\\_Human-Augmentation\\_Ethical\\_and\\_Social\\_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641_INTERNATIONAL_JOURNAL_OF_MULTIDISCIPLINARY_RESEARCH_Wearable_Innovations_for_Human-Augmentation_Ethical_and_Social_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf)

<sup>56</sup> Définitions : socio-économique - Dictionnaire de français Larousse, [sans date]. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/socio-%C3%A9conomique/73163>

<sup>57</sup> *Vous êtes formidables - Pays de la Loire Greffe de bras bioniques : l'incroyable technique d'un chirurgien nantais*, 2023. [en ligne]. [Consulté le 14 octobre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.france.tv/france-3/pays-de-la-loire/vous-etes-formidables-pays-de-la-loire/5029459-emission-du-vendredi-16-juin-2023.html>

# Enjeu Éthique

Les enjeux éthiques concernent des situations qui transgressent une valeur ou un principe moral, ainsi dans le cadre de la société on parlera d'éthique sociale qui est "une réflexion systématique sur les dimensions morales des structures, des systèmes, des enjeux et des communautés sociales. Elle implique l'application du raisonnement éthique aux problèmes sociaux"<sup>58</sup>. Ainsi dans la presse généraliste on évoque trois enjeux : le risque d'inégalités sociales, la dénaturation de l'humain et la bioéthique. Tout d'abord comme évoqué précédemment ces augmentations pourraient entraîner des inégalités sociales créant ainsi une société élitiste d'individus augmentés<sup>59</sup>. Ensuite, le risque de la dénaturation de l'humain, en effet dans un entretien la championne paralympique Marie-Amélie Le Fur exprime une peur concernant le transhumanisme "Le transhumanisme me fait peur. A trop vouloir instrumentaliser le corps, on dérive. Saura-t-on contrôler la machinerie que l'on peut nous mettre sur le corps ?"<sup>60</sup>. Enfin la bioéthique est "l'Étude des problèmes moraux soulevés par la recherche biologique, médicale ou génétique de certaines applications."<sup>61</sup>, ainsi ici la crainte concerne les grandes questions sur les manipulations génétiques et les innovations technologiques avec par exemple la manipulation génétique des bébés et ses conséquences sur la société de demain<sup>62</sup>.

Ainsi au sein de la presse généraliste il existe deux grands camps qui sont d'un côté le point de vue favorable à l'innovation et l'optimisation humaine défendu par des experts et de l'autre un point de vue préoccupé par les dérives éthiques et sociales défendu par des chercheurs comme par exemple Jean-Michel Besnier qui souligne les dangers d'une nouvelle norme définie par l'humain augmenté<sup>63</sup>.

---

<sup>58</sup> Social Ethics - an overview | ScienceDirect Topics, [sans date]. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.sciencedirect.com.translate.goog/topics/social-sciences/social-ethics?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=fr&\\_x\\_tr\\_hl=fr&\\_x\\_tr\\_pto=rq](https://www.sciencedirect.com.translate.goog/topics/social-sciences/social-ethics?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=fr&_x_tr_hl=fr&_x_tr_pto=rq)

<sup>59</sup> Quand le « transhumanisme » fait fausse route, 2017. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.lemonde.fr/livres/article/2017/04/08/quand-le-transhumanisme-fait-fausse-route\\_5108216\\_3260.html](https://www.lemonde.fr/livres/article/2017/04/08/quand-le-transhumanisme-fait-fausse-route_5108216_3260.html)

<sup>60</sup> Marie-Amélie Le Fur : « Le transhumanisme me fait peur », 2016. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.lemonde.fr/economie/article/2016/11/16/marie-amelie-le-fur-le-transhumanisme-me-fait-peur\\_5032360\\_3234.html](https://www.lemonde.fr/economie/article/2016/11/16/marie-amelie-le-fur-le-transhumanisme-me-fait-peur_5032360_3234.html)

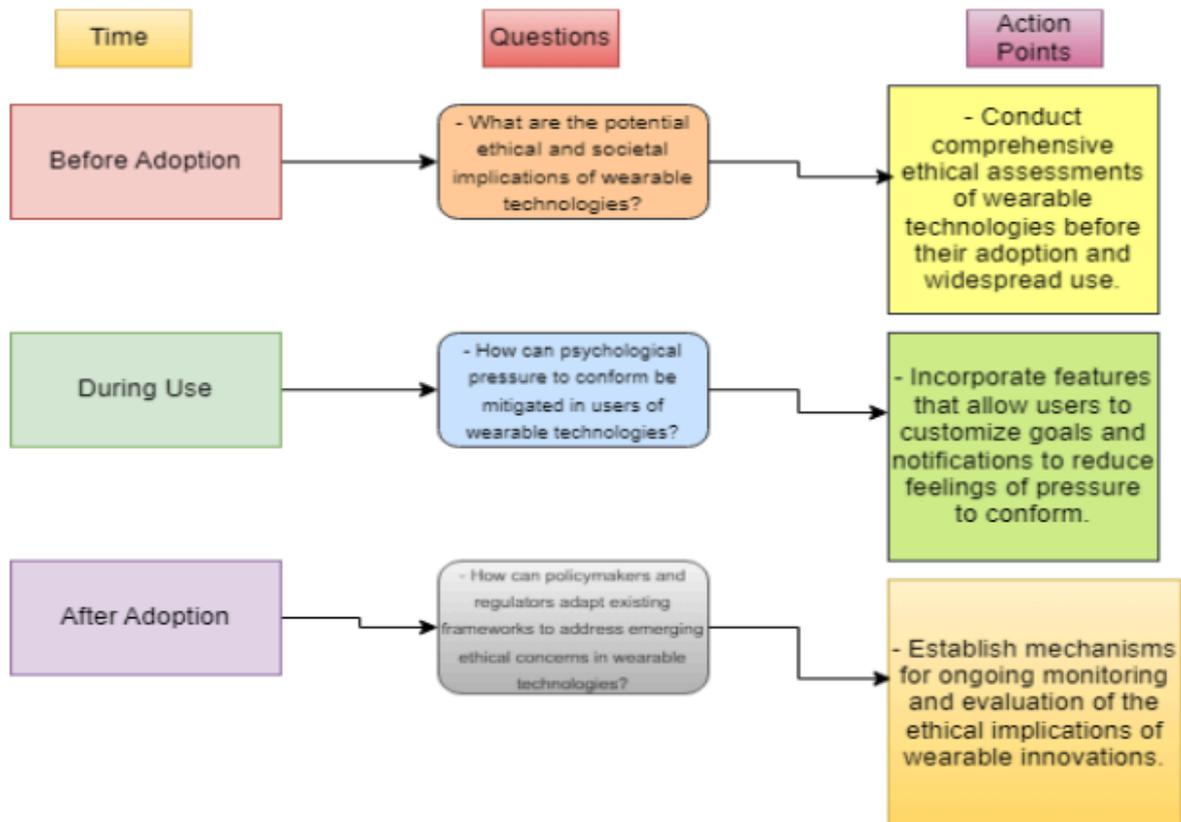
<sup>61</sup> LAROUSSE, Éditions, [sans date]. Définitions : bioéthique - Dictionnaire de français Larousse. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/bio%C3%A9thique/9412>

<sup>62</sup> Bioéthique : comment réécrire les lois de la vie ?, 2018. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.lemonde.fr/bioethique/article/2018/06/04/bioethique-comment-reecire-les-lois-de-la-vie\\_5309134\\_5243590.html](https://www.lemonde.fr/bioethique/article/2018/06/04/bioethique-comment-reecire-les-lois-de-la-vie_5309134_5243590.html)

<sup>63</sup> CIGREF, 2021. Du transhumanisme au posthumanisme : fantasmes et imaginaires technologiques avec Jean-Michel Besnier. *Cigref* [en ligne]. 19 février 2021. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.cigref.fr/du-transhumanisme-au-posthumanisme>

Au sein de la littérature scientifique, il existe plusieurs acteurs avec différents points de vue tout d'abord il y a Nick Bostrom qui est un philosophe connu pour ses travaux sur l'impact des technologies futuristes ainsi dans le "Journal of Evolution and Technology" ce dernier explore les débats actuels autour de l'augmentation humaine en parlant principalement des risques autour de la discrimination sociale, un autre thème évoqué est la sécurité des individus ainsi que leur consentement enfin il insiste sur l'importance d'un cadre juridique mondial nécessaire pour gérer ces évolutions<sup>64</sup>. Un autre thème abordé par la presse scientifique est la modification génétique et surtout ses question de responsabilité et de justice surtout concernant la génération future avec la manipulation génétique des bébés qui pourraient entraîner une discrimination génétique et des inégalités sociales. De plus le cadre éthique autour des manipulations génétiques diffère puisqu'il n'y a pas de normes mondiales ce qui nécessite une régulation stricte pour éviter les écarts<sup>65</sup>.

Certains diagrammes permettent d'étudier une analyse possible pour évoquer les différentes questions éthiques liées à ces technologies et ainsi éviter des impacts éthiques importants au niveau des relations sociales et psychologiques :



#### Questions and Action points <sup>66</sup>

<sup>64</sup> BOSTROM, Nick, [sans date]. human-enhancement-ethics.pdf. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://nickbostrom.com/ethics/human-enhancement-ethics.pdf>

<sup>65</sup> MCCONNELL, Sean C. et BLASIMME, Alessandro, 2019. Ethics, Values, and Responsibility in Human Genome Editing. *AMA Journal of Ethics*. 1 décembre 2019. Vol. 21, n° 12, pp. 1017-1020. DOI [10.1001/amajethics.2019.1017](https://doi.org/10.1001/amajethics.2019.1017).

<sup>66</sup> RAY, Samrat, [sans date]. INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641\\_INTERNATIONAL\\_JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641_INTERNATIONAL_JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf)

Ce diagramme propose une méthode d'analyse des questions éthiques autour des implants technologiques à travers leur cycle de vie. Tout d'abord avant l'adoption d'un implant la question éthique est de savoir quelles sont les implications éthiques et sociétales potentielles de ces implants ? Ainsi pour permettre de les identifier il est recommandé de réaliser une étude éthique, ce qui permettrait d'anticiper les risques et bénéfices potentiels sur la société et les individus. Le second point est durant leur utilisation et la question est de savoir comment peut-on atténuer la pression psychologique des utilisateurs à devoir se conformer ?, en effet à travers l'utilisation d'implants technologique certains utilisateurs préféreront choisir des activités virtuelles et numériques plutôt que d'avoir des relations avec des personnes réelles mais aussi que certains utilisateurs risquent de limiter leur liberté d'agir pour pouvoir obéir à des normes digitales à travers des objectifs sportifs, de santé ou de production, les implants technologiques concernant le monde du jeux-vidéo pourrait aussi exercer une pression sur les personnes n'ayant pas accès à cette technologie en les incitant à acheter ces technologies<sup>67</sup>. Ainsi il faudrait proposer aux utilisateurs de personnaliser leurs objectifs par exemple pour réduire certaines pressions liées à la conformité sociale. Enfin concernant après l'adoption de ces implants, comment doit-on adapter les cadres existants pour aborder les nouvelles préoccupations éthiques apportées par ces implants ? Il est proposé d'établir des mécanismes de surveillance continue et d'évaluation des implications éthiques de ces technologies cependant cette solution impliquerait l'utilisation de cybersurveillance ce qui pourrait ne pas être considéré comme acceptable par les utilisateurs.

Ainsi dans la littérature scientifique, l'enjeu éthique autour de l'humain augmenté est discuté de manière beaucoup plus approfondie, en effet la littérature scientifique n'est pas seulement limitée à des enjeux autour des conséquences directes de ces technologies sur les utilisateurs et la société mais évoque aussi les conséquences futures ce des dernières, il y a aussi une approche beaucoup moins dramatique de ces technologies dans la littérature scientifique avec des solutions proposées pour limiter les impacts de cette technologie sur les utilisateurs et la société contrairement à la presse généraliste. Ces deux différences proviennent notamment de la différence entre le public ciblé de ces deux moyens de communications mais aussi la différence dans la méthodologie utilisée pour la rédaction, en effet là où la presse généraliste cible un public large et doit marquer les esprits, la littérature scientifique se concentre sur des spécialistes de différents domaines tout en adoptant une méthode plus rigoureuse et détaillée.

---

[L\\_OF\\_MULTIDISCIPLINARY\\_RESEARCH\\_Wearable\\_Innovations\\_for\\_Human\\_Augmentation\\_Ethical\\_and\\_Social\\_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641_INTERNATIONAL_JOURNAL_OF_MULTIDISCIPLINARY_RESEARCH_Wearable_Innovations_for_Human_Augmentation_Ethical_and_Social_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf)

<sup>67</sup> RAY, Samrat, [sans date].

INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024].

Disponible à l'adresse :

[https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641\\_INTERNATIONAL\\_JOURNAL\\_OF\\_MULTIDISCIPLINARY\\_RESEARCH\\_Wearable\\_Innovations\\_for\\_Human\\_Augmentation\\_Ethical\\_and\\_Social\\_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641_INTERNATIONAL_JOURNAL_OF_MULTIDISCIPLINARY_RESEARCH_Wearable_Innovations_for_Human_Augmentation_Ethical_and_Social_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf)

# Enjeu Théologique

Premièrement, la théologie est : “ L’étude concernant la divinité et plus généralement la religion.”<sup>68</sup>, les enjeux théologiques de l’humain augmenté concernent principalement le transhumanisme. Sa définition même n’implique pas de dimension religieuse mais il existe des raisons d’expliquer la relation entre transhumanisme et religion. Tout d’abord certains penseurs transhumanistes comme William Sims Bainbridge et Julian Huxley considèrent ce mouvement comme une alternative spirituelle proposant une forme de religion adaptée aux transformations technologiques et au progrès humain<sup>69</sup>. Ensuite d’autres interprétations, inspirées par les théoriciens comme Lincoln Cannon de la Mormon Transhumanist Association, suggèrent que le transhumanisme réalise les promesses chrétiennes de transformation et d’élévation de l’humanité<sup>70</sup>. Enfin d’autres voient la technologie elle-même comme une expérience quasi-mystique capable de transcender les limites humaines. Cette vision vient du mouvement extropien et des interprétations ésotériques qui associent le transhumanisme au gnosticisme et à l’idée de dépassement du corps<sup>71</sup>.

Ainsi le transhumanisme a de nombreux points communs avec la religion ce qui permet de le qualifier comme tel, au sein de la presse généraliste, on peut trouver beaucoup de documentation sur le transhumanisme. Pour commencer, un article de La Tribune<sup>72</sup> montre la complexité du transhumanisme en évoquant les différents types qui existe de ce dernier à savoir le transhumanisme “technoprogessiste” qui prône le maintien de certaines caractéristiques humaines et à leurs amélioration progressiste plutôt qu’une rupture radicale avec elles<sup>73</sup>Il existe aussi le transhumanisme religieux en considérant une comptabilité entre les textes religieux et le développement technologique. Cependant toutes ces visions du transhumanisme partagent des similitudes : les transhumanistes discutent tous de l’immortalité incluant des projets comme ceux de Neuralink. Certains transhumaniste parlent d’amortalité qui désigne “La prolongation de la durée de vie pour une période non définie sans être éternelle”<sup>74</sup> mais malgré tout les transhumanistes espèrent tous prolonger

---

<sup>68</sup> LAROUSSE, Éditions, [sans date]. Définitions : théologie - Dictionnaire de français Larousse. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/th%C3%A9ologie/77718>

<sup>69</sup> DAMOUR, Franck, 2019. Le transhumanisme est-il soluble dans la religion ? *Revue d’éthique et de théologie morale*. 19 juin 2019. Vol. 302, n° 2, pp. 11-27. DOI [10.3917/retm.303.0011](https://doi.org/10.3917/retm.303.0011).

<sup>70</sup> DAMOUR, Franck, 2019. Le transhumanisme est-il soluble dans la religion ? *Revue d’éthique et de théologie morale*. 19 juin 2019. Vol. 302, n° 2, pp. 11-27. DOI [10.3917/retm.303.0011](https://doi.org/10.3917/retm.303.0011).

<sup>71</sup> DAMOUR, Franck, 2019. Le transhumanisme est-il soluble dans la religion ? *Revue d’éthique et de théologie morale*. 19 juin 2019. Vol. 302, n° 2, pp. 11-27. DOI [10.3917/retm.303.0011](https://doi.org/10.3917/retm.303.0011).

<sup>72</sup> Transhumanistes : qui sont-ils ?, 2023. *La Tribune* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/transhumanistes-qui-sont-ils-954882.html>

<sup>73</sup> Transhumanistes : qui sont-ils ?, 2023. *La Tribune* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/transhumanistes-qui-sont-ils-954882.html>

<sup>74</sup> amortalité, 2024. *Wiktionnaire, le dictionnaire libre* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://fr.wiktionary.org/w/index.php?title=amortalit%C3%A9&oldid=34673899>

significativement la vie humaine et surmonter les limites du corps humain ce qui implique tout de même des questions concernant les limites à poser d'augmentation sur notre corps. On peut aussi trouver des entretiens de philosophes sur ce sujet comme par exemple cet entretien du Figaro<sup>75</sup> où les philosophes expriment leurs points de vue sur le transhumanisme à savoir une révolution technologique qui pourrait bouleverser la société<sup>76</sup>, il y a le point de vue de deux philosophes : Luc Ferry qui est optimiste concernant le transhumanisme et Michel Onfray qui est pessimiste concernant l'efficacité et l'intérêt de l'existence du transhumanisme, il évoque le risque que seul certaines personnes auront accès à cette technologie pour pouvoir gagner des années de vie supplémentaires mais aussi son scepticisme lié au transhumanisme " Les transhumanistes ne veulent pas fabriquer de neurones mais utiliser ceux que nous avons pour les apparier à des machines.[...] À cette heure, ils ne revendiquent pas la création d'un cyborg total mais de créer des chimères avec du mécanique et du vivant: sortir le cerveau du corps et le remettre dans une machine, un support." déclare Michel Onfray<sup>77</sup>. Enfin le journal Le Monde montre surtout les aspects négatifs et l'influence du transhumanisme sur la culture populaire et la science-fiction à travers de nombreux articles, évoquant l'histoire du transhumanisme<sup>78</sup> mais aussi la vision effrayante que peut représenter ce mouvement sur la société en modifiant l'origine même du corps humain<sup>79</sup>.

Ainsi à travers la presse généraliste, il y a deux grands camps : les transhumanistes et ceux qui soutiennent le transhumanisme avec notamment le philosophe Luc Ferry et de l'autre les personnes sceptiques du transhumanisme qui est le camp avec le plus d'articles dans la presse généraliste.

---

<sup>75</sup> Luc Ferry & Michel Onfray: le transhumanisme, progrès de la civilisation ou barbarie?, 2022. *Le Figaro* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.lefigaro.fr/vox/societe/luc-ferry-michel-onfray-le-transhumanisme-progres-de-la-civilisation-ou-barbarie-20221014>

<sup>76</sup> Luc Ferry & Michel Onfray: le transhumanisme, progrès de la civilisation ou barbarie?, 2022. *Le Figaro* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.lefigaro.fr/vox/societe/luc-ferry-michel-onfray-le-transhumanisme-progres-de-la-civilisation-ou-barbarie-20221014>

<sup>77</sup> Luc Ferry & Michel Onfray: le transhumanisme, progrès de la civilisation ou barbarie?, 2022. *Le Figaro* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.lefigaro.fr/vox/societe/luc-ferry-michel-onfray-le-transhumanisme-progres-de-la-civilisation-ou-barbarie-20221014>

<sup>78</sup> « Bien avant le métavers de la Silicon Valley, bouddhistes et hindous ont imaginé un transhumanisme sans machine », 2024. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.lemonde.fr/le-monde-des-religions/article/2024/02/04/bien-avant-le-metavers-de-la-silicon-valley-bouddhistes-et-hindous-ont-imagine-un-transhumanisme-sans-machine\\_6214689\\_6038514.html](https://www.lemonde.fr/le-monde-des-religions/article/2024/02/04/bien-avant-le-metavers-de-la-silicon-valley-bouddhistes-et-hindous-ont-imagine-un-transhumanisme-sans-machine_6214689_6038514.html)

<sup>79</sup> Les vertiges du transhumanisme, 2015. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : [https://www.lemonde.fr/culture/article/2015/02/12/les-vertiges-du-transhumanisme\\_4575491\\_3246.html](https://www.lemonde.fr/culture/article/2015/02/12/les-vertiges-du-transhumanisme_4575491_3246.html)

Dans la littérature scientifique, on nomme directement les deux camps comme étant les “bioconservateurs” et les “transhumanistes”<sup>80</sup>, cet article étudie aussi les enjeux éthiques autour du risque de perte d’identité humaine lié à la modification excessive du corps humain et donc un lien direct avec la bioéthique. Certains scientifiques comme Klaus-Gerd Giesen voient le transhumanisme comme “une quatrième révolution industrielle”<sup>81</sup> en effet d’après lui le transhumanisme à “trois axes à visée politique : l’être humain est obsolète et doit être amélioré par la technologie, il convient de pleinement fusionner l’être post-humain et la machine et il convient de dépasser l’humanisme”<sup>82</sup> qui représentent l’idéologie du transhumanisme. De plus ce mouvement peut compter l’aide de la Silicon Valley et de toutes les entreprises qui la constitue ce qui en ferait un “moteur économique”<sup>83</sup> ce qui permettrait d’en faire une véritable politique et de modifier grandement la société par le fait de vouloir dépasser les limites humaines. Enfin la littérature scientifique voit le transhumanisme comme une religion qui pourrait poser des problèmes de libre arbitre en s’opposant aux valeurs de justice et d’humilité avec les dogmes des traditions religieuses classiques<sup>84</sup>. Pour conclure, le transhumanisme représente un enjeu théologique important puisqu’il prône la transformation de la nature humaine par les technologies mais aussi l’immortalité et la transcendance et enfin implique des questions d’éthiques en se demandant si le transhumanisme classique a vraiment des limites en terme de modification du corps humain. Ainsi, la différence principale entre la presse généraliste et la littérature scientifique est la comparaison avec la religion classique mais aussi que la littérature scientifique évoque beaucoup plus d’acteurs comme Gilbert Hottois ou Franck Damour <https://shs.cairn.info/dossiers-2023-13-page-1?lang=fr><sup>85</sup>. Concernant l’absence de comparaison avec la religion classique dans la presse généraliste, la raison est probablement dû à la sensibilité de traiter ce sujet et le risque de s’attirer des problèmes. De plus, la presse généraliste parle plus d’une vision négative du transhumanisme pour pouvoir plus facilement intéresser son public contrairement aux articles de la littérature scientifique qui sont majoritairement neutres.

## Conclusion

---

<sup>80</sup> PORTER, Allen, 2017. Bioethics and Transhumanism. *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine*. 1 juin 2017. Vol. 42, n° 3, pp. 237-260. DOI [10.1093/jmp/jhx001](https://doi.org/10.1093/jmp/jhx001).

<sup>81</sup> POSTEL-VINAY, Olivier, 2023. Perspectives et dangers du transhumanisme. *Dossiers Cairn* [en ligne]. 13 février 2023. N° 13. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://shs.cairn.info/dossiers-2023-13-page-1>

<sup>82</sup> POSTEL-VINAY, Olivier, 2023. Perspectives et dangers du transhumanisme. *Dossiers Cairn* [en ligne]. 13 février 2023. N° 13. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://shs.cairn.info/dossiers-2023-13-page-1>

<sup>83</sup> POSTEL-VINAY, Olivier, 2023. Perspectives et dangers du transhumanisme. *Dossiers Cairn* [en ligne]. 13 février 2023. N° 13. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://shs.cairn.info/dossiers-2023-13-page-1>

<sup>84</sup> DAMOUR, Franck, 2019. Le transhumanisme est-il soluble dans la religion ? *Revue d’éthique et de théologie morale*. 19 juin 2019. Vol. 302, n° 2, pp. 11-27. DOI [10.3917/retm.303.0011](https://doi.org/10.3917/retm.303.0011).

<sup>85</sup> POSTEL-VINAY, Olivier, 2023. Perspectives et dangers du transhumanisme. *Dossiers Cairn* [en ligne]. 13 février 2023. N° 13. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l’adresse : <https://shs.cairn.info/dossiers-2023-13-page-1>

Pour terminer, ce rapport sur l'humain augmenté a pour but d'explorer toutes les facettes de ce sujet de manière équilibrée. Les avancées technologiques sont très prometteuses avec des performances exceptionnelles mais sont également très préoccupantes. Comme vous avez pu le voir, ce sujet touche à beaucoup d'enjeux et est très délicat. Les technologies dérivées de l'humain augmenté ont prouvé qu'elles peuvent avoir des conséquences sur nous voir sur un pays entier.

Mais cela ne veut pas dire qu'il faut arrêter l'innovation mais plutôt qu'il faut se poser des questions sur ce qui est nécessaire et voulu. Beaucoup d'innovations sont techniquement faisables mais cela ne veut pas dire qu'elles doivent être développées. Comme on a pu le voir dans la partie juridique et réglementaire, des limites doivent être respectées et quelques fois créées, tout en prenant en compte les besoins de la société dans son ensemble.

Il faut aussi se poser la question de savoir si l'on souhaite vivre dans un monde où l'homme augmenté est courant mais accessible à certains et où on cherche à toujours repousser les limites du possible pour avoir une compétition entre les entités qui développe ce genre de technologie, ou est-ce qu'on veut prioriser la réductions les inégalités et la la préservation de notre santé, au détriment des performances potentiellement atteignable ?

Aussi, d'un point de vue économique et industriel, cette course aux performances toujours plus élevées peut exercer une pression sur les industries qui produisent les solutions de l'humain augmenté. Cela peut les pousser à vendre leurs produits en promettant des performances peut-être irréaliste si ils veulent absolument vendre leur produit, ou si l'acheteur veut absolument les produits d'une entreprise en particulier et que cette dernière ne peut suivre la cadence, elle pourrait précipiter la production, ce qui peut avoir un impact sur la qualité du produit et sur les employés. D'un autre côté, si une autre entreprise ou un gouvernement est client par exemple, il est possible que le budget soit mal réparti et peut être qu'il aurait pu avoir un meilleur impact ailleurs.

Cela nous amène au côté écologique de la situation. En effet, les technologies de l'humain augmenté comme les dispositifs implantables et interfaces neuronales sont fabriqués à partir de matériaux rares. Or dans le contexte actuel, on commence déjà à manquer de certains d'entre eux et la durée de vie des ressources des autres terres rares ne sont pas très longues non plus, de l'ordre de quelques dizaines d'années voire moins. Si on commence à implémenter en masse les puces électroniques implantables, les ressources vont commencer à manquer encore plus vite, sans parler du coût énergétique supplémentaire que toute cette industrie générera en plus.

Ensuite, et l'un des aspects plus discuté aujourd'hui, est l'aspect éthique de l'humain augmenté. Par exemple, les effets sur le long terme de l'implémentation de puces dans le cerveau restent inconnus. Et pour ce qui est des augmentations chimiques, certains effets négatifs et secondaires sont déjà connus mais l'absence de régulation met en danger la santé des utilisateurs.

En parlant de régulation, avant de développer et de distribuer en masse les technologies de l'humain augmenté, il faudrait se demander si les bénéfices humains justifient un tel déploiement. Il faudrait aussi privilégier les technologies qui répondent à des besoins essentiels plutôt que de participer à la course à la performance.

Pour finir, il faut se décider si l'on veut un avenir où l'amélioration de l'humain est disponible seulement pour certaines personnes mais peut être avec des performances plus élevées, ou si l'on veut se focaliser sur la réduction des inégalités sociales et la préservation de la santé

de chacun. Une autre question à se poser serait : est-ce que les profits et les performances doivent être les principaux moteurs dans la recherche et l'innovation de ces technologies, ou bien faut-il adopter une vision plus durable et prudente en faisant attention aux impacts humains et environnementaux des technologies?

## Bibliographie

### Images :

ASMP2018. Jean-François Mattei: L'homme augmenté. Dans : *Académie des Sciences Morales et Politiques* [en ligne]. 16 novembre 2020. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://academiesciencesmoralesetpolitiques.fr/2020/11/16/jean-francois-mattei-lhomme-augmente/>

RAY, Samrat, [sans date].

INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf. [en ligne]. [Consulté le 8 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641\\_INTERNATIONAL\\_JOURNAL\\_OF\\_MULTIDISCIPLINARY\\_RESEARCH\\_Wearable\\_Innovations\\_for\\_Human\\_Augmentation\\_Ethical\\_and\\_Social\\_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641_INTERNATIONAL_JOURNAL_OF_MULTIDISCIPLINARY_RESEARCH_Wearable_Innovations_for_Human_Augmentation_Ethical_and_Social_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf)

### Texte :

Quand le secteur de la santé nuit à l'environnement... et donc à la santé ! Dans : *Actu-Environnement* [en ligne]. Actu-environnement, 24 mars 2010. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.actu-environnement.com/ae/news/sante\\_environnement\\_9876.php4](https://www.actu-environnement.com/ae/news/sante_environnement_9876.php4)

ADMIN, Super et ADMIN, Super. ANSM (Agence nationale de sécurité du médicament et des produits de santé). Dans : *Ministère de la santé et de l'accès aux soins* [en ligne]. 11 novembre 2024. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://sante.gouv.fr/ministere/acteurs/agences-et-operateurs/article/ansm-agence-nationale-de-securite-du-medicament-et-des-produits-de-sante>

ADMIN-LEVITATE. How does The AIRFRAME™ work? Dans : *Levitare* [en ligne]. 28 janvier 2018. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.levitatetech.com/2018/01/28/how-do-exoskeletons-work/>

ARNOUX, Florence. La santé haute définition: Autour de la notion d'homme « augmenté ». *médecine/sciences* [en ligne]. Avril 2010, Vol. 26, n° 4, p. 427-432. DOI 10.1051/medsci/2010264427

ARTE Corps augmenté : jusqu'où peut-on aller ? Dans : *ARTE* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 14 octobre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.arte.tv/fr/articles/corps-augmente-jusqu-ou-peut-on-aller>

ASMP2018. Jean-François Mattei : L'homme augmenté. Dans : *Académie des Sciences Morales et Politiques* [en ligne]. 16 novembre 2020. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://academiesciencesmoralesetpolitiques.fr/2020/11/16/jean-francois-mattei-lhomme-augmente/>

BLANCO-CAZEAUX, Iñaki. Accès aux soins : qui sont ces patients qui renoncent ? Dans : *The Conversation* [en ligne]. 16 janvier 2023. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<http://theconversation.com/acces-aux-soins-qui-sont-ces-patients-qui-renoncent-185613>

BIGET, Sylvain. Neuralink : Elon Musk veut donner la vue aux aveugles et faire marcher les paralysés. Dans : *Futura* [en ligne]. 9 novembre 2024. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.futura-sciences.com/tech/actualites/intelligence-artificielle-neuralink-elon-musk-veut-donner-vue-aveugles-faire-marcher-paralyses-95495/>

BOURGOIS, P. (2023). *Introduction. Le soldat augmenté : une complexité en question. Les Champs de Mars*, N° 37(2), 7–24. <https://doi.org/10.3917/lcdm.037.0007>

Prix, Tarif de Prothèse en chirurgie orthopédique à Avignon, Cavaillon [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.chirurgie-orthopedique-medipole.fr/questions-frequentes/prix-prothese-chirurgie-orthopedique.html>

CLAVERIE, Bernard et LE BLANC, Benoît. Homme augmenté et augmentation de l'humain. Dans : KLEINPETER, Édouard (dir.), *L'humain augmenté* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013, p. 61-78. [Consulté le 4 novembre 2024]. Les essentiels d'Hermès. ISBN 978-2-271-12204-9. DOI 10.4000/books.editions-cnrs.19647. Container-title: L'humain augmenté

CLAVERIE, Bernard et LE BLANC, Benoît. Homme augmenté et augmentation de l'humain. Dans : KLEINPETER, Édouard (dir.), *L'humain augmenté* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013, p. 61-78. [Consulté le 7 novembre 2024]. Les essentiels d'Hermès. ISBN 978-2-271-12204-9. DOI 10.4000/books.editions-cnrs.19647. Container-title: L'humain augmenté

CNRS, L'humain augmenté. (2013). CNRS Éditions eBooks. <https://doi.org/10.4000/books.editions-cnrs.19608>

« Innover, c'est aussi chercher à améliorer nos conditions de vie ». Dans : *CNRS Le journal* [en ligne]. 9 novembre 2024. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://lejournel.cnrs.fr/articles/innover-cest-aussi-chercher-a-ameliorer-nos-conditions-de-vie>

COLLECTIF. *L'humain augmenté*. [S. l.] : CNRS Éditions via OpenEdition, 29 octobre 2019. ISBN 978-2-271-12204-9. Google-Books-ID: QGq6DwAAQBAJ

CYBORG FOUNDATION, LE FUTUR EST DÉJÀ LÀ. Dans : *sivasdescalzo.com* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.sivasdescalzo.com/fr/blog/cyborg-foundation-fr>

DAMOUR, Franck, 2019. Le transhumanisme est-il soluble dans la religion ? *Revue d'éthique et de théologie morale*. 19 juin 2019. Vol. 302, n° 2, pp. 11-27. DOI [10.3917/retn.303.0011](https://doi.org/10.3917/retn.303.0011).

Taille, Part De Marché, Tendances, Analyse Et Prévisions Du Marché Des Prothèses Orthopédiques D'Ici 2029 [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.databridgemarketresearch.com/fr/reports/global-orthopedic-prosthetics-market>

DELAIE, Camille. *Impact écologique de la réalisation d'une prothèse totale de genou : analyse du cycle de vie de la matière première jusqu'aux implants définitifs*. Décembre 2021, p. 72

DE VIGNEMONT, Frédérique. Un homme augmenté mais à quel prix ? *Cahiers Droit, Sciences & Technologies* [en ligne]. PUP, Novembre 2020, n° 11, p. 23-30. ISBN 9782731411805. DOI 10.4000/cdst.2307

DINNISS, H., & Kleffner, J. (n.d.).Publié par le Stockton Center pour l'étude des lois internationales Soldier 2.0: Military Human Enhancement and International Law Soldier 2.0: Military Human Enhancement and International Law.  
<https://digital-commons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1695&context=ils>

DOBROWOLSKA, Karolina. Comment la construction affecte-t-elle l'environnement ? Dans : *Archdesk* [en ligne]. 4 mars 2021. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://archdesk.com/fr/blog/comment-la-construction-affecte-t-elle-lenvironnement/>

EADS, L., Clarke, R., Lin, S., & Mccreight, R. (2023). rapport de recherche.  
<https://iatranshumanisme.com/wp-content/uploads/2023/12/Warfare-in-the-Cognitive-Age-NeuroStrike-and-the-PLAs-Advanced-Psychological-Weapons-and-Tactics.pdf>

Consommation d'électricité et de combustible dans la santé. Dans : *Energie Plus Le Site* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://energieplus-lesite.be/donnees/consommations2/consommation-d-energie-par-batiment/consommation-d-electricite-et-de-combustible-dans-la-sante/>

Luc Ferry & Michel Onfray: le transhumanisme, progrès de la civilisation ou barbarie?, 2022. *Le Figaro* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.lefigaro.fr/vox/societe/luc-ferry-michel-onfray-le-transhumanisme-progres-de-la-civilisation-ou-barbarie-20221014>

FLIPO, Charlotte. Facture énergétique des hôpitaux : comment stopper l'hémorragie ? Dans : *Ubigreen* [en ligne]. 31 octobre 2014. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ubigreen.com/2014/10/31/facture-energetique-des-hopitaux-comment-stopper-lhemorragie/>

Transhumanisme : la quête de l'immortalité. Dans : *France Inter* [en ligne]. 3 septembre 2024. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.radiofrance.fr/franceinter/podcasts/la-terre-au-carre/la-terre-au-carre-du-mardi-03-septembre-2024-9578105>

GOFFETTE, Jérôme. De l'humain réparé à l'humain augmenté : naissance de l'anthropotechnie. Dans : KLEINPETER, Édouard (dir.), *L'humain augmenté* [en ligne]. Paris : CNRS Éditions, 2013, p. 85-106. [Consulté le 7 novembre 2024]. Les essentiels d'Hermès. ISBN 978-2-271-12204-9. DOI 10.4000/books.editions-cnrs.19662. Container-title: L'humain augmenté

GUCHET, Xavier. Les technosciences : essai de définition. *Philonsorbonne* [en ligne]. École doctorale de philosophie de l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Mai 2011, n° 5, p. 83-95. ISBN 9782859446802. DOI 10.4000/philonsorbonne.348

HOTTOIS, G. *Bioéthique, technosciences et transhumanisme | article | Espace éthique/Ile-de-France* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.espace-ethique.org/ressources/article/bioethique-technosciences-et-transhumanisme>

*Exosquelette & Ergonomie avec HMT France* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://hmt-france.com/>

*L'humain augmenté est un marché en pleine croissance* | *ICTjournal* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ictjournal.ch/etudes/2022-08-11/lhumain-augmente-est-un-marche-en-pleine-croissance>

*L'humain augmenté est un marché en pleine croissance* | *ICTjournal* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ictjournal.ch/etudes/2022-08-11/lhumain-augmente-est-un-marche-en-pleine-croissance>

IFPEN | Le cuivre dans la transition énergétique : un métal essentiel, structurel et géopolitique ! Dans : *IFPEN* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/article/cuivre-transition-energetique-metal-essentiel-structurel-et-geopolitique>

Infographie: Implants médicaux : un marché en plein boom. Dans : *Statista Daily Data* [en ligne]. 26 novembre 2018. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://fr.statista.com/infographie/16206/valeur-marche-implants-medicaux-monde>

L'humain augmenté, un futur souhaitable ? · Inserm, La science pour la santé. Dans : *Inserm* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 14 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.inserm.fr/actualite/lhumain-augmente-un-futur-souhaitable/>

Interface cerveau-machine (ICM) · Inserm, La science pour la santé. Dans : *Inserm* [en ligne]. 11 novembre 2024. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.inserm.fr/dossier/interface-cerveau-machine-icm/>

JAESA. Biohacking et transhumanisme : Un rapport sur l'augmentation humaine. Dans : *Intelligence Artificielle et Transhumanisme* [en ligne]. 19 septembre 2020. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://iatranshumanisme.com/2020/09/19/biohacking-et-transhumanisme-un-rapport-sur-augmentation-humaine/>

JAESA. (23 Décembre 2023). Chine : La guerre du cerveau inclut des armes du sommeil et le contrôle des pensées. *Intelligence Artificielle et Transhumanisme; Transhumanisme et Intelligence Artificielle*. <https://iatranshumanisme.com/2023/12/23/chine-la-guerre-du-cerveau-inclut-des-armes-du-sommeil-et-le-contrôle-des-pensees/>

JULIENNE, M. (22 Juin 2022). Polytechnique Insights. <https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/science/travail-handicap-armee-la-revolution-de-lhumain-augmente/super-soldats-lhumain-augmente-en-temps-de-guerre/>

KLEIN, Alexandre. Édouard Kleinpeter (dir.), *L'Humain Augmenté. Lectures* [en ligne]. Liens Socio, Décembre 2013. [Consulté le 9 novembre 2024]. DOI 10.4000/lectures.12835

Effet de serre. Dans : *Klimaat | Climat* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://climat.be/changements-climatiques/causes/effet-de-serre>

Tout savoir sur la fabrication de l'inox. Dans : *KissPlanet* [en ligne]. 20 juillet 2022. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.kissplanet.shop/blog/cuisine-zero-dechet-7/tout-savoir-sur-la-fabrication-de-linox-123>

Transformer les plastiques recyclés en appareillages orthopédiques pour les populations vulnérables. Dans : *INSA Lyon* [en ligne]. 7 novembre 2023. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.insa-lyon.fr/fr/actualites/transformer-plastiques-recycles-en-appareillages-orthopediques-pour-populations>

l'MTECH. L'humain technologiquement augmenté : les dessous d'un mythe. Dans : *l'MTech* [en ligne]. 27 février 2017. [Consulté le 20 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://imtech.imt.fr/2017/02/27/humain-augmente-dessous-mythe/>

L'homme augmenté, la vie rêvée d'Elon Musk. *La Croix* [en ligne]. 7 janvier 2021. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.la-croix.com/Economie/Lhomme-augmente-vie-reve-dElon-Musk-2021-01-07-1201133741>

Transhumanistes : qui sont-ils ?, 2023. *La Tribune* [en ligne]. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.latribune.fr/opinions/tribunes/transhumanistes-qui-sont-ils-954882.html>

LAGASSE, Jérôme, [sans date]. L'Humain augmenté: quels enjeux éthiques et juridiques dans les politiques de Défense et de Sécurité intérieure? <https://hal.science/hal-03096725/document>

LAROUSSE, Éditions. *Définitions : cyostatique - Dictionnaire de français Larousse* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/cyostatique/21453>

LAROUSSE, Éditions. *Définitions : technoscience - Dictionnaire de français Larousse* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 20 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/technoscience/76967>

LAROUSSE, Éditions. *Définitions : transhumanisme - Dictionnaire de français Larousse* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 20 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/transhumanisme/188207>

LE DÉVÉDEC, Nicolas et GUISS, Fany. L'humain augmenté, un enjeu social. *SociologieS* [en ligne]. Association internationale des sociologues de langue française (AISLF), Novembre 2013. [Consulté le 14 octobre 2024]. DOI 10.4000/sociologies.4409

L'ECHO Ces 10 machines vont changer votre vie. Dans : *L'Echo* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://bit.ly/hommemachine>

LEFÈVRE, Thierry. Une très brève histoire de la technologie humaine. Dans : *Planète viable* [en ligne]. 18 avril 2013. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://planeteviable.org/histoire-technologie-humaine/>

LE MONDE, « Bien avant le métavers de la Silicon Valley, bouddhistes et hindous ont imaginé un transhumanisme sans machine », 2024. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre

2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.lemonde.fr/le-monde-des-religions/article/2024/02/04/bien-avant-le-metavers-de-la-silicon-valley-bouddhistes-et-hindous-ont-imaginer-un-transhumanisme-sans-machine\\_6214689\\_6038514.html](https://www.lemonde.fr/le-monde-des-religions/article/2024/02/04/bien-avant-le-metavers-de-la-silicon-valley-bouddhistes-et-hindous-ont-imaginer-un-transhumanisme-sans-machine_6214689_6038514.html)

LE MONDE Les vertiges du transhumanisme, 2015. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.lemonde.fr/culture/article/2015/02/12/les-vertiges-du-transhumanisme\\_4575491\\_3246.html](https://www.lemonde.fr/culture/article/2015/02/12/les-vertiges-du-transhumanisme_4575491_3246.html)

Smith & Nephew, leader européen des implants orthopédiques et du matériel médical. Dans : *L'Express* [en ligne]. 24 octobre 2022. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.lexpress.fr/economie/smith-nephew-leader-europeen-des-implants-orthopedique-s-et-du-materiel-medical\\_2182131.html](https://www.lexpress.fr/economie/smith-nephew-leader-europeen-des-implants-orthopedique-s-et-du-materiel-medical_2182131.html)

*Enjeux économiques : Définition simple et facile du dictionnaire* [en ligne]. 1 janvier 2024. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.linternaute.fr/dictionnaire/fr/definition/enjeux-economiques/>

L'impact environnemental du numérique dans le domaine santé. Dans :

<https://www.master-environnement.fr> [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 11 novembre 2024].

Disponible à l'adresse :

<https://www.master-environnement.fr/les-enjeux-de-limpact-environnemental-du-numerique-dans-le-domaine-de-la-sante.html>

*Le marché du cuivre frappé par le manque de concentrés miniers disponibles | MineralInfo* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.mineralinfo.fr/fr/ecomine/marche-du-cuivre-frappe-par-manque-de-concentres-miniers-disponibles>

LIU, Xiang, GONG, Yan, JIANG, Zebin, STEVENS, Trevor et LI, Wen. Flexible high-density microelectrode arrays for closed-loop brain-machine interfaces: a review. *Frontiers in Neuroscience* [en ligne]. Frontiers, Avril 2024, Vol. 18. [Consulté le 11 novembre 2024]. DOI 10.3389/fnins.2024.1348434

MANERO, Albert, RIVERA, Viviana, FU, Qiushi, SCHWARTZMAN, Jonathan D., PROCK-GIBBS, Hannah, SHAH, Neel, GANDHI, Deep, WHITE, Evan, CRAWFORD, Kaitlyn E. et COATHUP, Melanie J. Emerging Medical Technologies and Their Use in Bionic Repair and Human Augmentation. *Bioengineering* [en ligne]. Juillet 2024, Vol. 11, no 7, p. 695. DOI 10.3390/bioengineering11070695

*Depuis quand l'humain existe-t-il | MNHN* [en ligne]. 8 octobre 2024. [Consulté le 20 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.mnhn.fr/fr/depus-quand-l-humain-existe-t-il>

*Prothèses orthopédiques Taille du Marché | Mordor Intelligence* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.mordorintelligence.com/fr/industry-reports/orthopedic-prosthetics-market>

NASCIMENTO-DUARTE, Barbara. L'augmentation humaine « underground » : quelles limites pour le corps ? : Revue d'éthique et de théologie morale [en ligne]. Septembre 2015, Vol. n° 286, no 4, p. 89-102. DOI 10.3917/retm.286.0089

Neuralink : après avoir été implantée dans un cerveau humain, la puce d'Elon Musk rencontre un dysfonctionnement. Dans : *CNEWS* [en ligne]. 9 mai 2024. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.cnews.fr/science/2024-05-09/neuralink-apres-avoir-ete-implantee-dans-un-cerveau-humain-la-puce-delon-musk>

*Neuralink : l'implant cérébral d'Elon Musk pourrait-il profiter aux patients épileptiques ? : Cortex Mag – Cerveau, cognition et neurosciences pour tous* [en ligne]. 9 novembre 2024. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.cortex-mag.net/neuralink-limplant-cerebral-delon-musk-pourrait-il-profiter-aux-patients-epileptiques/>

*Neuralink's Brain Chip Implant Marks New Era in Human-Computer Synergy - Neuroscience News* [en ligne]. 10 novembre 2024. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://neurosciencenews.com/neuralink-bci-neuroethics-255555/>

Prosthetics through the ages. Dans : *NIH MedlinePlus Magazine* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://magazine.medlineplus.gov/article/prosthetics-through-the-ages>

Prix de l'acier inoxydable | NVA METAL | Kingersheim, France. Dans : *nvametal* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.nvametal.fr/inox>

Super-soldats : l'humain augmenté en temps de guerre, [sans date]. *Polytechnique Insights* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.polytechnique-insights.com/dossiers/science/travail-handicap-armee-la-revolution-de-lhumain-augmente/super-soldats-lhumain-augmente-en-temps-de-guerre/>

PORTER, Allen, 2017. Bioethics and Transhumanism. *The Journal of Medicine and Philosophy: A Forum for Bioethics and Philosophy of Medicine*. 1 juin 2017. Vol. 42, n° 3, pp. 237-260. DOI [10.1093/jmp/jhx001](https://doi.org/10.1093/jmp/jhx001).

POSTEL-VINAY, Olivier, 2023. Perspectives et dangers du transhumanisme. *Dossiers Cairn* [en ligne]. 13 février 2023. N° 13. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://shs.cairn.info/dossiers-2023-13-page-1>

[https://www.propersona.fr/wp-content/uploads/2023/05/ANTHROPOLOGIE-11\\_WEB-IMPRI-MABLE.pdf](https://www.propersona.fr/wp-content/uploads/2023/05/ANTHROPOLOGIE-11_WEB-IMPRI-MABLE.pdf) [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 4 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.propersona.fr/wp-content/uploads/2023/05/ANTHROPOLOGIE-11\\_WEB-IMPRI-MABLE.pdf](https://www.propersona.fr/wp-content/uploads/2023/05/ANTHROPOLOGIE-11_WEB-IMPRI-MABLE.pdf)

RABOT, Aurélie. Smart drugs : à quoi servent les nootropiques ? | NHCO. Dans : *Laboratoires NHCO Nutrition* [en ligne]. 4 juin 2022. [Consulté le 10 novembre 2024].

Disponible à l'adresse :

<https://nhco-nutrition.com/journal/smart-drugs-a-quoi-servent-les-nootropiques/>

RAY, Samrat, [sans date].

INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf. [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641\\_INTERNATIONAL\\_JOURNAL\\_OF\\_MULTIDISCIPLINARY\\_RESEARCH\\_Wearable\\_Innovations\\_for\\_Human\\_Augmentation\\_Ethical\\_and\\_Social\\_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Samrat-Ray/publication/381258641_INTERNATIONAL_JOURNAL_OF_MULTIDISCIPLINARY_RESEARCH_Wearable_Innovations_for_Human_Augmentation_Ethical_and_Social_Implications/links/6663ebb785a4ee7261ae311f/INTERNATIONAL-JOURNAL-OF-MULTIDISCIPLINARY-RESEARCH-Wearable-Innovations-for-Human-Augmentation-Ethical-and-Social-Implications.pdf)

RÉDACTION. Le système de santé français face au coût de remplacement des équipements médicaux obsolètes. Dans : *Hospitalia, le magazine de l'hôpital pour toute l'actualité et l'information hospitalière* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

[https://www.hospitalia.fr/Le-systeme-de-sante-francais-face-au-cout-de-remplacement-des-equipements-medicaux-obsoletes\\_a214.html](https://www.hospitalia.fr/Le-systeme-de-sante-francais-face-au-cout-de-remplacement-des-equipements-medicaux-obsoletes_a214.html)

SAVULESCU, Julian et BOSTROM, Nick. *Human Enhancement*. [S. l.] : OUP Oxford, 22 janvier 2009. ISBN 978-0-19-155960-0. Google-Books-ID: gCeQDwAAQBAJ

S&V, Rédaction. La pollution par les médicaments anticancéreux est une préoccupation mondiale croissante. Dans : *Science et vie* [en ligne]. 30 octobre 2024. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.science-et-vie.com/corps-et-sante/la-pollution-par-les-medicaments-anticancereux-est-une-preoccupation-mondiale-croissante-182970.html>

SCHENDEL, Amelia A., ELICEIRI, Kevin W. et WILLIAMS, Justin C. Advanced materials for neural surface electrodes. *Current Opinion in Solid State and Materials Science* [en ligne]. Décembre 2014, Vol. 18, n° 6, p. 301-307. DOI 10.1016/j.cossms.2014.09.006

*Sociétés industrie Se renseigner sur le coût du plastique au kilo* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 6 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.societes-industrie.com/quel-est-le-prix-du-plastique-au-kilo.html>

*Les prothèses dans les pays en développement - TechMed 3D* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://techmed3d.com/fr/blog/meilleures-protheses-pays-developpement/>

*La vie humaine a-t-elle un prix? - Telos* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 7 novembre 2024]. Disponible à l'adresse :

<https://www.telos-eu.com/fr/societe/la-vie-humaine-a-t-elle-un-prix.html>

TYSON, J. H. and A. (1er février 2024). In 2021, most Americans said widespread use of brain chips to improve cognitive function would be bad for society. Pew Research Center. [https://www.pewresearch.org/short-reads/2024/02/01/computer-chips-in-human-brains-how-americans-view-the-technology-amid-recent-advances/sr\\_24-02-01\\_brainchip\\_1-png/](https://www.pewresearch.org/short-reads/2024/02/01/computer-chips-in-human-brains-how-americans-view-the-technology-amid-recent-advances/sr_24-02-01_brainchip_1-png/)

*L'humain réparé et augmenté | Variances* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://variances.eu/?p=7198>, <https://variances.eu/?p=7198>

*Déchets d'activités de soins* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.who.int/fr/news-room/fact-sheets/detail/health-care-waste>

*L'humain augmenté : espoirs, défis et enjeux éthiques* [en ligne]. 21 mars 2022. [Consulté le 14 octobre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.youtube.com/watch?v=gZJLgixHyWI>

*Les 6 métaux les plus importants utilisés en médecine – 3D PRINT – Engineering and production of industrial parts* [en ligne]. [s. d.]. [Consulté le 9 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.3dprint.fr/les-6-metaux-les-plus-importants-utilises-en-medecine/>

*Brain implants revive cognitive abilities long after traumatic brain injury | News Center | Stanford Medicine* [en ligne]. 11 novembre 2024. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://med.stanford.edu/news/all-news/2023/12/traumatic-brain-injury-implant.html>

*How Do Exoskeletons Work?* [en ligne]. 10 novembre 2024. [Consulté le 10 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://eksobionics.com/how-do-exoskeletons-work/>

Human augmentation: where it's at and where it's headed. Dans : *XPRIZE* [en ligne]. 11 novembre 2024. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://www.xprize.org/articles/human-augmentation-where-it-s-at-and-where-it-s-headed>

amortalité, 2024. *Wiktionnaire, le dictionnaire libre* [en ligne]. [Consulté le 11 novembre 2024]. Disponible à l'adresse : <https://fr.wiktionary.org/w/index.php?title=amortalit%C3%A9&oldid=34673899>