

# 5G

## La nouvelle utopie



Le mythe sans limite

Première édition, janvier 2021  
**Seconde édition, juillet 2021** (corrections minimales).

## A propos de l'auteur

Miguel Coma s'est récemment reconverti en auteur et conférencier sur les impacts sociétaux au sens large liés à la technologie 5G. Il défend le potentiel qu'a la technologie à amener un progrès durable, tenant compte des besoins humains et environnementaux dans leur ensemble.

Il n'a aucun conflit d'intérêt lié à ses publications. Voir également ses articles en anglais sur Wall Street International magazine (<https://wsimag.com/authors/943-miguel-coma>)

Miguel Coma est un ingénieur électricien (MSc) belge avec une spécialisation en électronique et télécommunications.

Sa carrière de plus de 20 ans dans les technologies de l'information et de la communication (TIC ou ICT) débute dans l'industrie des télécoms durant une dizaine d'années, dont un équipementier et deux opérateurs de téléphonie mobile. Son rôle va d'ingénieur logiciel embarqué (protocoles télécom, tolérance aux pannes, applications mobiles), en passant par l'analyse métier, la gestion d'applications, à l'architecture informatique. Il travaille actuellement comme consultant dans un secteur différent, ce qui lui confère l'indépendance nécessaire à une remise en question des visions de l'industrie des télécommunications.

## Contact

miguel.coma@protonmail.com

## Responsabilité

Cette publication n'engage que son auteur et ne saurait engager la responsabilité de personnes physiques ou morales y ayant contribué ou y étant citées.

## Remerciements

La publication de ce rapport a été rendue possible grâce à de nombreuses et riches collaborations, toutes bénévoles et bienveillantes.

Ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à **mon épouse** pour avoir inspiré ce rapport et pour son soutien inconditionnel, et à mes trois enfants pour leur patience.

Merci à Ir **Bernard Pieters**, PhD, à **Katie Singer** et aux membres de l'équipe **ondes.brussels** pour les riches échanges et leur important travail de collecte et de synthèse des informations scientifiques sur les aspects physiques, biologiques et sanitaires. Leur travail a inspiré plusieurs sections de ce rapport.

Merci au Prof. **Jérôme Louveaux**, PhD ainsi qu'à l'ingénieur en chef responsable de la 5G chez un opérateur, pour leur disponibilité et leurs éclairages experts en télécoms.

Merci au Prof. **David Bol**, PhD, à **Arnaud Boulenger**, BSc et à Ir **Thibault Pirson**, PhD pour leur temps précieux et leur expertise en empreinte environnementale de la technologie.

Merci à Me **Philippe Vanlangendonck** pour son expertise juridique, à **Jérémy Grosman**, MSc, pour son expertise en éthique et usage de la technologie, ainsi qu'à un consultant expert du marché de la 5G en Belgique.

Merci à Ir **Pol Cuvelier** et **Timothy D. Schoechele**, PhD pour leur expertise en réseaux intelligents et comptage intelligent, ainsi qu'à un ingénieur expert en télémédecine.

Des remerciements tout particuliers à l'association **Réseau Citoyen** asbl (Belgique) et à Ir **Côme Girschig**, MSc (France) pour leur soutien à la publication et à la diffusion de ce rapport.

Enfin, ma profonde gratitude encore au Prof. **David Bol**, PhD, à **Arnaud Boulenger**, BSc, Ir **Pol Cuvelier**, Ir **Alain Glibert**, **Anne-Marie Godfrin**, au Prof. **Jérôme Louveaux**, PhD, à **Marianne Nielsen** et Ir **Thibault Pirson**, PhD et à d'autres amis anonymes pour leurs relectures attentives.

Le rapport complet est disponible sur [https://recit.be/5G/5G\\_la\\_nouvelle\\_utopie.pdf](https://recit.be/5G/5G_la_nouvelle_utopie.pdf)

La synthèse des conclusions sur [https://recit.be/5G/5G\\_la\\_nouvelle\\_utopie\\_synt.pdf](https://recit.be/5G/5G_la_nouvelle_utopie_synt.pdf)



LICENCE

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Image : Telekom Netz, YouTube

Le projet de déploiement mondial de la 5G est à notre porte.  
Le cortège de controverses que la 5G entraîne souligne l'urgence  
d'une réflexion et d'un débat citoyen au sens large.

Un éclairage indépendant, libéré des conflits d'intérêt,  
est essentiel pour que puisse émerger, autour des enjeux de la 5G,  
une discussion sur des bases saines.

L'utopie de la 5G dépeinte par l'industrie est décalée de la réalité.  
Son mythe auréolé d'idées reçues est déjà bien ancré dans les esprits.

Nous sommes à un moment charnière de l'histoire de notre civilisation.  
A l'heure des grands choix, ce rapport tente humblement d'amener  
un point de vue citoyen et une réflexion sur l'avenir.

Cette exploration des différentes dimensions de la 5G reprend des éléments provenant de  
centaines de publications, principalement récentes et non biaisées par les intérêts industriels.

Elle est le fruit de nombreuses collaborations et propose une vue large sur la 5G :  
santé, environnement, économie, météorologie, climatologie, sécurité informatique et nationale,  
vie privée, lois et régulations, éthique et droits humains, utilité et usages.

Une vision alternative de la connectivité est proposée, évitant les écueils de la 5G,  
impliquant des déploiements ciblés à ses réels bénéficiaires  
et tenant compte des besoins de l'Homme et de la société dans son ensemble.

# Table des matières

<b>Introduction</b>	<b>11</b>
<b>1. La technologie 5G en bref (version simplifiée)</b>	<b>14</b>
<b>2. Arguments Sanitaires</b>	<b>16</b>
<b>2.1 Des milliers d'études scientifiques démontrant des impacts biologiques</b>	<b>16</b>
2.1.1 National Toxicology Program (USA)	16
2.1.2 Institut Ramazzini (Italie)	17
2.1.3 BioInitiative (International)	17
<b>2.2 Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G</b>	<b>18</b>
2.2.1 Des fréquences encore inexploitées dans les réseaux mobiles	19
2.2.2 Des faisceaux concentrés ciblant directement les personnes	19
2.2.3 Une exposition permanente à de fortes puissances	20
2.2.4 Un échauffement supérieur de la peau mais plus encore	21
2.2.5 Des effets sanitaires mal connus dus aux ondes millimétriques et au massive MIMO	23
2.2.6 Mises en garde sur les ondes millimétriques	25
2.2.7 Conclusions sanitaires concernant les caractéristiques des ondes de la 5G	26
<b>2.3 Problèmes posés par les "directives de sécurité"</b>	<b>27</b>
<b>2.4 Sensibilité du vivant aux caractéristiques des radiofréquences</b>	<b>29</b>
2.4.1 Intensité du rayonnement	30
2.4.2 Fréquence porteuse du rayonnement	31
2.4.3 Modulation et pulsation du rayonnement	31
2.4.4 Polarisation du rayonnement	34
<b>2.5 Effets des radiofréquences sur la santé à des niveaux non-thermiques</b>	<b>35</b>
2.5.1 Cancer et tumeurs cancéreuses	35
2.5.2 Effets sur l'ADN cellulaire	36
2.5.3 Effets sur la fertilité	37
2.5.4 Maladies et malformations congénitales	38
2.5.5 Effets cognitifs, neurologiques et neuropsychiatriques	39
2.5.6 Apoptose ou mort cellulaire	40
2.5.7 Stress oxydant et dommages causés par les radicaux libres	40
2.5.8 Troubles cardiaques	40
2.5.9 Maladies dégénératives	41
2.5.10 Hypersensibilité Electromagnétique (HSEM ou EHS)	41
2.5.11 Effets sur le système endocrinien (hormonal)	42
2.5.12 Effets sur le système immunitaire	43
<b>2.6 Mécanismes d'action des champs et rayonnements électromagnétiques</b>	<b>43</b>
<b>2.7 Conclusions sur les impacts sanitaires de la 5G</b>	<b>45</b>
<b>3. Arguments environnementaux</b>	<b>47</b>
<b>3.1 Impacts significatifs de la 5G sur la consommation électrique</b>	<b>51</b>
3.1.1 Consommation électrique du numérique et de la 4G en 2019	51
3.1.2 Facteurs d'évaluation du surplus de consommation électrique du réseau 5G	54
3.1.3 Efficacité énergétique du réseau 5G : des questions encore sans réponse	59
3.1.4 Estimation minimale du surplus de consommation électrique du réseau 5G	62

3.1.5	Inconnues sur la consommation électrique des terminaux 5G	63
<b>3.2</b>	<b>Impacts énergétiques liés à la production de matériel 5G</b>	<b>65</b>
<b>3.3</b>	<b>Consommation énergétique de la 5G : synthèse</b>	<b>69</b>
<b>3.4</b>	<b>Impact de la 5G sur le changement climatique</b>	<b>70</b>
<b>3.5</b>	<b>Pollutions intrinsèques aux équipements télécoms 5G</b>	<b>71</b>
3.5.1	5G, lithium et besoins en eau	72
3.5.2	Une exploitation minière extrêmement polluante et dénaturant le paysage	73
3.5.3	Une catastrophe écologique et sanitaire liée aux terres rares et à la délocalisation	74
3.5.4	Des décharges monumentales et un recyclage improbable voire impossible	76
3.5.5	Conclusions au sujet des pollutions intrinsèques de la 5G	78
<b>3.6</b>	<b>Raréfaction des ressources naturelles et décroissance accélérée</b>	<b>78</b>
<b>3.7</b>	<b>Impacts sur la faune et la flore</b>	<b>80</b>
<b>3.8</b>	<b>Impact environnemental des ondes millimétriques</b>	<b>81</b>
3.8.1	Effets thermiques sur les organismes et organes exposés de petite taille	81
3.8.2	Mise en résonance des organismes exposés de petite taille	82
3.8.3	Impact sur les bactéries et résistance aux antibiotiques	82
3.8.4	Abattage des arbres entravant la propagation des ondes millimétriques	82
3.8.5	Interférences avec les prévisions météo et le suivi du changement climatique	83
<b>3.9</b>	<b>Vers un Internet plus durable</b>	<b>85</b>
<b>3.10</b>	<b>Conclusions sur les impacts environnementaux de la 5G</b>	<b>86</b>
<b>4.</b>	<b><i>Arguments économiques</i></b>	<b>88</b>
<b>4.1</b>	<b>Une industrie mobile en permanente mutation</b>	<b>88</b>
<b>4.2</b>	<b>Les promesses économiques de la 5G</b>	<b>89</b>
<b>4.3</b>	<b>Les failles du Plan d'Action 5G européen</b>	<b>90</b>
<b>4.4</b>	<b>Les intérêts économiques des acteurs de la 5G</b>	<b>93</b>
4.4.1	Les intérêts des constructeurs de matériel 5G	94
4.4.2	Les intérêts des Etats	95
4.4.3	Les intérêts du monde académique	96
4.4.4	Les intérêts des opérateurs	97
<b>4.5</b>	<b>Le dilemme des opérateurs de téléphonie mobile</b>	<b>98</b>
4.5.1	Une industrie déjà en grande difficulté économique	98
4.5.2	Après l'échec économique de la 4G, le gouffre de la 5G	98
4.5.2.1	Les opérateurs critiques face à la 5G	98
4.5.2.2	Le dilemme de l'opérateur prisonnier de la 5G	100
4.5.2.3	La 5G implique une hausse spectaculaire des coûts pour les opérateurs	101
4.5.2.4	Des réductions des coûts aux impacts limités et incertains	102
4.5.2.5	Des revenus sans hausse significative attendue	103
4.5.2.6	Un retour sur investissement plus qu'incertain	105
4.5.3	Les opérateurs développent des stratégies de survie	105
<b>4.6</b>	<b>Pertes économiques collatérales causées par la 5G</b>	<b>107</b>
<b>4.7</b>	<b>Conclusions sur les impacts économiques de la 5G</b>	<b>109</b>

<b>5. Arguments légaux et réglementaires</b>	<b>111</b>
5.1 Le déploiement mondial de la 5G est contraire aux Lois internationales	111
5.2 Les “limites de protection” sont définies sur des bases pseudo-scientifiques	112
5.3 La science biaisée par l’industrie	113
5.4 L’ICNIRP est sous le contrôle de l’industrie	114
5.5 Conclusions sur les problèmes légaux et réglementaires liés à la 5G	116
<b>6. Arguments démocratiques et sociétaux</b>	<b>118</b>
6.1 Des appels internationaux alarmants	118
6.2 Les associations citoyennes en action	121
6.3 Opinion majoritaire contre la 5G et mobilisation	122
6.4 La place du vivant, des écosystèmes et des ressources dans notre société	123
6.5 Des conditions de vie inhumaines liées à l’extraction des minerais	124
6.6 Les objets connectés et la protection de la vie privée	125
6.7 La 5G : une menace à la sécurité des personnes, des données et des nations	128
6.7.1 Une cybercriminalité en hausse et de plus en plus organisée	128
6.7.2 La 5G pose de nouveaux risques pour les vies humaines	129
6.7.3 Des faiblesses de sécurité inhérentes à la conception de la 5G	130
6.7.4 La sécurité nationale et l’équilibre géopolitique mis à mal par la 5G	131
6.8 La 5G pose des questions d’ordre éthique	132
6.8.1 Le changement climatique mènera-t-il à la régression ou à l’évolution de la société ?	133
6.8.2 La 5G : expérimentation de masse	134
6.8.3 Des personnes hypersensibles bannies de la société	135
6.8.4 Des phénomènes d’addiction à la technologie	137
6.8.5 La 5G : nécessité, besoin, ou envie ?	140
6.8.6 La place de l’humain dans un monde tout-connecté	144
6.8.7 L’Intelligence Artificielle et le soulèvement des machines	147
6.8.8 La 5G ouvre la voie vers un monde hypermnésique	151
6.8.9 La place des mondes virtuels dans le monde réel	152
6.8.10 L’industrie aux manettes de l’OMS et du pouvoir ?	155
6.8.11 Les dérives du capitalisme de surveillance	156
6.8.12 Une hausse de la fracture numérique	158
6.8.13 La censure des anti-5G et l’absence d’un vrai débat citoyen	160
6.9 Conclusions sur les impacts sociétaux de la 5G	163
<b>7. Faux arguments sur la 5G</b>	<b>167</b>
7.1 Faux arguments technologiques	168
7.1.1 Il n’y aurait pas d’alternative à la 5G pour le futur de la connectivité	169
LE MYTHE DE LA 5G	169
LE RÔLE DU CÂBLE ET DE LA FIBRE OPTIQUE	170
7.1.2 La 5G serait indispensable à l’innovation dans de nombreux secteurs	172
7.1.3 Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G	172
7.1.4 Les besoins futurs en latence ne seraient pas satisfaits sans la 5G	175
7.1.5 Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G	176

7.1.6	La 5G est une vision déconnectée de la réalité	180
7.1.6.1	L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G	180
7.1.6.2	La Réalité Virtuelle et Augmentée auraient besoin de la 5G	183
7.1.6.3	Le secteur de la santé tirerait profit de la 5G	185
7.1.6.4	Les véhicules autonomes auraient besoin de la 5G	187
7.1.6.5	Les drones auraient besoin de la 5G	191
7.1.6.6	Les réseaux intelligents auraient besoin de la 5G	192
7.1.6.7	L'accès mobile à large bande aurait besoin de la 5G	194
7.1.6.8	La mobilité accrue aurait besoin de la 5G	195
7.1.6.9	Les communications en temps réel auraient besoin de la 5G	196
7.1.6.10	Les services de secours auraient besoin de la 5G	197
7.1.6.11	La robotique industrielle aurait besoin de la 5G	197
7.1.6.12	Les prévisions météo seraient améliorées grâce à la 5G	199
<b>7.2</b>	<b>Faux arguments sanitaires</b>	<b>200</b>
7.2.1	La 5G remplacera les 2G et 3G et il n'y aurait donc pas plus de danger	200
7.2.2	La 5G nous exposerait à moins de danger que la 4G	200
7.2.3	Les antennes de la 5G seraient moins puissantes et donc moins nocives	201
7.2.4	Les effets des ondes millimétriques sur la santé seraient négligeables	202
7.2.5	Les ondes 5G n'auraient pas assez d'énergie pour endommager nos cellules	203
7.2.6	Les ondes de la 5G ne cibleraient que les appareils qui en ont besoin	203
7.2.7	La 5G nous exposerait moins par ses transferts de données plus courts	205
7.2.8	La portée réduite des ondes de la 5G réduirait le danger	205
7.2.9	Les bâtiments nous protégeraient des ondes de la 5G	206
7.2.10	La 5G serait moins nocive que les rayons du soleil	206
7.2.11	La 5G serait nécessaire pour sauver des vies	207
7.2.12	La toxicité cancéreuse des radiofréquences ne serait pas un problème	208
7.2.13	Il n'y aurait pas d'explication plausible à l'impact sanitaire des radiofréquences	209
7.2.14	Les études scientifiques indiquant un risque sanitaire seraient biaisées	209
<b>7.3</b>	<b>Faux arguments environnementaux</b>	<b>210</b>
7.3.1	La 5G serait plus efficace énergétiquement que les précédentes générations	210
7.3.2	La 5G soutiendrait les économies d'énergie dans d'autres secteurs	211
<b>8.</b>	<b>La sonnette d'alarme avant le basculement ?</b>	<b>215</b>
<b>9.</b>	<b>L'alternative à la 5G</b>	<b>217</b>
9.1	Un déploiement de la 5G ciblé à ses bénéficiaires	217
9.2	Des alternatives câblées et sans fil	218
9.3	L'heure des choix décisifs pour notre avenir connecté	219
9.4	Une vision alternative de la connectivité	221
<b>Conclusions</b>		<b>224</b>
<b>Annexes</b>		<b>226</b>
La technologie 5G en bref (pour les geeks)		226
Liste non exhaustive de substances nécessaires à la production de smartphones		228
<b>Glossaire</b>		<b>229</b>
<b>Abréviations</b>		<b>233</b>

# Table des illustrations

Figure 1 – Smartphone 5G double écran (photo de Mika Baumeister sur Unsplash)	13
Figure 2 – Le spectre électromagnétique (source : NASA)	14
Figure 3 – antennes de micro-cellule (source : YouTube)	15
Figure 4 – pylône de macro-cellule équipé d'antennes 5G (source : CommScope)	15
Figure 5 – fibre optique	15
Figure 6 – Augmentation des limites d'exposition avant la 5G (Bruxelles)	28
Figure 7 – Répartition de la consommation des applications vidéo sur un smartphone en 4G (2019)	51
Figure 8 – Evolution des puissances d'émission des antennes de macro-cellules	55
Figure 9 – Multiplication de la consommation électrique due à la 5G (résumé)	57
Figure 10 – Répartition de la consommation électrique du numérique	64
Figure 11 – Empreinte globale comparée de la 5G en Energie Primaire	69
Figure 12 – Salars d'extraction du lithium	73
Figure 13 – rejets toxiques radioactifs dans le lac de Baotou, Chine (vidéo de Tim Maughan, YouTube)	75
Figure 14 – Image satellite 3/9/19 de l'ouragan Dorian à l'Est de la Floride (NOAA via AP)	84
Figure 15 – Consommation électrique comparée de la connexion sans fil d'un smartphone	85
Figure 16 – La technologie 5G en bref	227

« Ceux qui ont le privilège de savoir ont le devoir d'agir. »

Albert Einstein

# Introduction

Toute innovation ayant l'ambition de redéfinir l'avenir d'une société et visant à remanier certains de ses fondements devrait s'accompagner d'une **compréhension correcte et globale de ses enjeux**. Un éclairage avisé devrait conditionner toute décision politique. Vu les nombreuses controverses faisant rage au sujet de la 5G, une profonde remise en cause des arguments lancés par l'industrie devient une condition nécessaire au fonctionnement démocratique.

Les graves mises en garde des scientifiques, médecins et ingénieurs indiquent qu'il relève de notre **devoir de vigilance en tant que citoyens de nous informer de ce qu'est réellement la 5G**. Une grande confusion règne autour de ses problématiques, dont une frange de la presse se fait malheureusement complice en diffusant des informations non vérifiées, souvent relayées ensuite par les réseaux sociaux.

L'aspect sanitaire n'est qu'une des facettes du débat, mais il devrait être une priorité pour mener une politique et une stratégie de l'information à moyen et long terme. Les discours diffèrent fondamentalement entre les autorités et le monde médico-scientifique, qui lui se base sur des études rigoureuses. Les premiers disent qu'il n'y a pas de problème, les autres disent que nous allons droit à la crise sanitaire.

Ce rapport se veut une **synthèse large des différentes dimensions** liées à la 5G, à la lumière de publications récentes abordant les impacts prévisibles pour notre société au niveau global : santé, environnement, économie, météorologie, climatologie, sécurité informatique et nationale, vie privée, lois et régulations, éthique et droits humains.

La révolution numérique de la société de l'information est en route depuis quelques décennies, mais toute révolution est davantage définie par les progrès qu'elle amène que par les moyens qu'elle emploie. Nous explorons donc les discours autour des bénéfices annoncés par les promoteurs de la 5G. En réalité, ces récits dépeignent **une utopie bancale** dont les promesses sont dénuées de bon sens. Nous apportons une réflexion sur les **alternatives** pour amener un réel progrès tout en évitant les écueils de la 5G. Nous proposons **une vision du progrès** indépendante, qui tienne compte des besoins de l'Homme dans leur ensemble, impliquant une utilisation ciblée de la technologie 5G.

Le progrès tel que nous l'entendons passe par une prise en considération et une évaluation des impacts potentiels sur la population et sur l'environnement. Malgré un panel de risques et de problèmes en opposition totale avec les intérêts humains et écologiques, le déploiement de la 5G semble faire exception à toute précaution élémentaire. Chaque génération de téléphonie mobile augmente tout un éventail de risques qui ont été jusqu'à présent largement ignorés. La 5G ne serait-elle pas la goutte de trop ?

Au 18<sup>e</sup> siècle déjà, Adam Smith<sup>1</sup> mettait en garde sur les dangers de confier aux marchands la réglementation des marchés. Plus de deux siècles plus tard, ce sont pourtant encore les industriels qui, à force de lobbying, parviennent à leurs fins en prenant le contrôle de nos institutions, des

---

<sup>1</sup> "Recherches sur la nature et les causes de la richesse des nations" (en anglais, "An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations")

débats politiques et de la presse. Le secteur des télécommunications n'y fait pas exception avec le déploiement de la 5G.

En pleine tentative de déploiement mondial et national de la 5G, sans véritable débat citoyen, il nous semblait donc **essentiel et urgent en 2021 de publier ce rapport**. Il est destiné au monde politique mais également à tout citoyen désireux de s'informer sur la 5G auprès de sources indépendantes et sans conflit d'intérêt, dans le respect de nos droits fondamentaux et du bien commun.

Ce rapport tente humblement de remettre une **information indépendante au centre du débat**. Il démantèle une série d'idées reçues sur la 5G, parfois ridicules ou curieuses, mais cependant déjà bien ancrées dans les esprits. **Nous demandons à nos représentants politiques de rester critiques** quant aux informations qu'ils reçoivent, d'évaluer leur fiabilité, les intérêts en jeu et les conflits d'intérêt sous-jacents. Nous leur demandons de prendre les décisions politiques en complète connaissance de cause et d'en assumer pleinement la responsabilité.

**Ce rapport se positionne entre les deux visions extrêmes et opposées de la 5G** les plus souvent rencontrées. D'une part, la vision du rouleau compresseur de l'industrie de la 5G, qui presse les gouvernements à un déploiement massif mondial. D'autre part, celle des anti-5G qui demandent un moratoire sur tout déploiement. Nous promouvons à travers ce rapport un **réel progrès** technologique. Nous reconnaissons pleinement le rôle essentiel de **l'innovation**, en particulier dans le domaine des télécommunications, comme vecteur de ce progrès. Par conséquent, nous proposons une vision intermédiaire sans déploiement massif d'un réseau public 5G, qui privilégie les **réseaux 5G privés pour les entreprises** qui pourraient en tirer un bénéfice. Cette vision est réalisable sous certaines conditions reprises dans ce rapport. Elle implique cependant un engagement tant citoyen que politique.

**Chaque chapitre peut être pris séparément et touchera le lecteur ou la lectrice selon sa sensibilité, ses valeurs, ses convictions et ses expériences.** Nous laissons le lecteur ou la lectrice juger du poids de chaque argument menant à la vision proposée dans ce rapport. Certains pourraient s'arrêter au terme de la lecture d'un seul chapitre et déjà adhérer à cette vision. D'autres préféreront se faire une idée globale des différentes problématiques. D'autres encore voudront mener leurs propres recherches, que nous encourageons, afin d'alimenter ce débat essentiel. L'ordre de lecture des différents chapitres ne se veut pas contraignant. Chaque chapitre peut être passé sans porter préjudice à la compréhension des autres ou de l'ensemble. Afin d'éviter les répétitions, nous renvoyons régulièrement à d'autres chapitres. Les références sont données à travers des liens « cliquables » (hors livres imprimés), facilitant l'accès aux sources.

Le premier chapitre explique brièvement l'essentiel de la **technologie 5G**. Les chapitres 2 à 6 reprennent les **grandes thématiques** autour de la 5G : santé, environnement, économie, lois et réglementations, démocratie et société. Chacun de ces chapitres possède ses propres conclusions, permettant de s'en faire rapidement une idée. Le chapitre 7 aborde de **fausses vérités** autour de la 5G, tant technologiques que sanitaires et environnementales. Le chapitre 8 reflète une réflexion plus **personnelle** de l'auteur sur la société. Enfin, le chapitre 9 résume notre proposition d'une **vision alternative de la connectivité**. Suite aux **conclusions**, un **glossaire** et une liste d'**abréviations** permettront une lecture aisée des sections plus techniques.

Remarque : ce document ne concerne pas la technologie dite « **5G par satellite** »<sup>2</sup> liée à l'utilisation de satellites de télécommunications. Ces satellites sont complémentaires à la 5G terrestre abordée dans ce rapport, et mériteraient un rapport dédié.



Figure 1 – Smartphone 5G double écran (photo de Mika Baumeister sur Unsplash)

---

<sup>2</sup> <https://justaskthales.com/fr/quel-est-le-role-des-satellites-dans-le-deploiement-de-la-5g/>

# 1. La technologie 5G en bref (version simplifiée)

Pour le lecteur avec plus d'affinités techniques, voir la version alternative page 226. La lecture de ce court chapitre technique n'est pas nécessaire à la compréhension du reste du document.

Les télécommunications sans fil utilisent les **ondes électromagnétiques** pour transporter l'information. Ces ondes se déplacent à la vitesse de la lumière et forment un certain nombre de « vagues » (ondulations) à chaque seconde qui s'écoule. Ce nombre est appelé la **fréquence** de l'onde. Plus la fréquence augmente, plus la **longueur d'onde** est courte. En partant de la fréquence la plus faible à la plus élevée, de gauche à droite sur la figure, on trouve notamment les radiofréquences, la lumière visible, les rayons X et les rayons gamma. La téléphonie mobile utilise

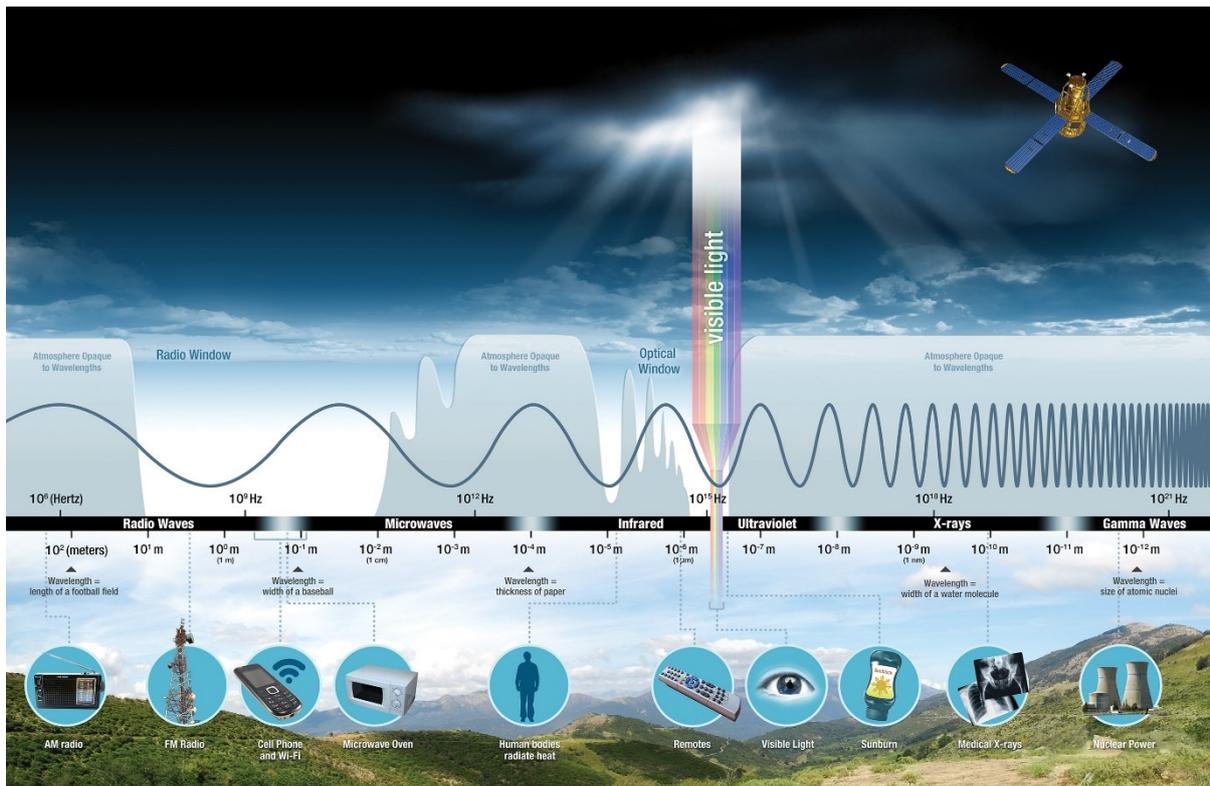


Figure 2 – Le spectre électromagnétique (source : NASA)

les radiofréquences, tout comme le font la radio AM/FM, le Wi-Fi, les radars, les satellites, ou les fours à micro-ondes.

Depuis les années 80 chaque décennie vit l'apparition d'une nouvelle génération de téléphonie mobile : la **1G** comptait très peu d'utilisateurs. La **2G** vit la création du standard GSM, des appels numériques sécurisés de qualité et des SMS. La vitesse de la **3G** permet de surfer sur Internet, et coïncida avec l'apparition de l'iPhone qui fit exploser la demande en données mobiles. La **4G**

La 5G vise une véritable **révolution vers une société hyper-connectée**.

Les promesses de la 5G tiennent en 3 améliorations :

- La **vitesse**
- Le **temps de réponse**
- Une **multitude d'objets connectés**

répondit aux demandes de plus en plus exigeantes des utilisateurs. On pourrait donc s'attendre à

ce que la **5G** soit une suite logique aux quatre dernières générations, comme les télécoms nous y ont habitués.

La couverture 5G du territoire repose sur le rajout d'antennes-relais « classiques » (antennes de **macro-cellule**) sur les pylônes existants, mais aussi sur de nouveaux pylônes. Mais pour atteindre les performances de la 5G, il est prévu d'utiliser de nouvelles fréquences beaucoup plus élevées appelées **ondes millimétriques**. Ces ondes permettent de transporter beaucoup plus de données mais ont l'inconvénient de s'affaiblir plus vite, et elles traversent également difficilement la matière comme les murs, le vivant ou le feuillage.

Pour remédier à ces problèmes, la 5G nécessite l'installation d'innombrables petites antennes (**micro-cellules**) proches de la population. La 5G émettra également des faisceaux concentrés qui ciblent les appareils.



Figure 4 – pylône de macro-cellule équipé d'antennes 5G  
(source : CommScope)

Lorsqu'un utilisateur téléphone ou surfe sur Internet, les antennes 5G ne constitueront que le premier pas de la connexion. Plus loin, ce sont principalement des câbles en **fibres optiques** qui transportent les données et la voix.

La 5G dépend donc fortement de la fibre optique.

La 5G réutilise divers concepts existants hérités de la 4G, par exemple :

1. Des avantages différents selon les utilisateurs (vitesse, temps de réponse, fiabilité)
2. Des faisceaux concentrés ciblant les appareils
3. Un traitement des données à une distance plus courte des utilisateurs

**Ce que la 5G n'est pas** : on associe souvent à tort la 5G avec des applications auxquelles elle pourrait offrir une connexion, au même titre que d'autres technologies parfois plus adaptées : *Internet des Objets (Internet of Things)*, Véhicules Autonomes, Télé-Chirurgie, Intelligence Artificielle, *Smart City*, *Smart Grid*, *Smart Factory*... Ces applications et bien d'autres sont décodées une par une à la section *Faux arguments technologiques* (page 168).



Figure 3 – antennes de micro-cellule  
(source : YouTube)

Au-delà des antennes-relais, la 5G prévoit également des évolutions du **cœur du réseau**.



Figure 5 – fibre optique

## 2. Arguments Sanitaires

### 2.1 Des milliers d'études scientifiques démontrant des impacts biologiques

Il est impossible de rendre justice au travail colossal et essentiel réalisé par les centaines de scientifiques à travers le monde au cours des dernières 3-4 décennies, qui ont produit des **milliers d'études scientifiques** (indépendantes, publiées dans des revues scientifiques et revues par leurs pairs) démontrant les effets biologiques des radiofréquences à des niveaux de puissance très inférieurs aux « limites de sécurité » actuelles.

Ces limites se basent principalement sur des effets dits « *thermiques* », qui sont le résultat d'un échauffement des tissus vivants soumis à un rayonnement électromagnétique, comme dans un four à micro-ondes. Les « limites de sécurité » ignorent tous les effets « *non-thermiques* » pourtant observés à des niveaux de puissance nettement inférieurs.

Il faut ici souligner et saluer le courage des scientifiques réellement indépendants, qui doivent souvent faire face aux conséquences de leur choix déontologique. Ils s'exposent au mieux aux critiques des industriels ou de leurs pairs travaillant pour les intérêts de l'industrie, au pire à des menaces, agressions, voire attentats criminels, ou à des licenciements. Les conséquences des partenariats entre les mondes industriel et académique, biaisent les conclusions des études dans le sens d'une minimisation ou d'un déni des effets sanitaires. Un reportage de la télévision flamande en 2016 révèle les menaces et agressions dont les scientifiques, osant remettre en question l'innocuité des technologies de télécommunications mobiles, peuvent être les victimes<sup>3</sup>.

Les initiatives qui ont tenté de dénombrer et synthétiser les études démontrant un impact des rayonnements artificiels de type radiofréquences sur le vivant, en comptent **plus de 4000**.

Nous ne pouvons donc aborder qu'une infime partie des études disponibles. Nous reprenons une sélection d'études parmi les plus citées, qui nous semblaient pertinentes et utiles dans le cadre d'un débat citoyen ou politique. Ceci n'enlève en rien le mérite que nous reconnaissons au travail immense réalisé dans le cadre des autres études dans ce domaine. Pour aller plus loin, nous invitons la lectrice ou le lecteur à découvrir les listes bibliographiques en fin de dossier du rapport ondes.brussels de novembre 2018<sup>4</sup>.

#### 2.1.1 National Toxicology Program (USA)

Les résultats finaux très attendus de l'étude du National Toxicology Program (NTP)<sup>5</sup>, programme gouvernemental de recherche américain en toxicologie, sont disponibles depuis peu, après un

<sup>3</sup> Emission en anglais, néerlandais et allemand (sans sous-titres en français)  
[https://www.youtube.com/watch?v=1V4kDjLn\\_YY](https://www.youtube.com/watch?v=1V4kDjLn_YY) (en particulier min 10-12 en anglais et 28-34)

<sup>4</sup> <https://ondes.brussels/5G>

<sup>5</sup> Wyde et al, "NTP technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (1,900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones", 2018 Nov <https://www.emf-portal.org/en/article/35974>  
Exposé de 15 min par Dr Ronald Melnick: <https://www.radiationresearch.org/articles/the-ntp-cell-phone-study-explained-with-dr-ron-melnick-youtube/>

long processus de peer-review. Amorcée en 2003 et réalisée sur 10 ans, cette étude est venue réfuter l'hypothèse selon laquelle les rayonnements de radiofréquences des téléphones cellulaires ne peuvent pas causer d'effets nocifs sur des systèmes vivants à des intensités d'exposition *non thermiques*. Autrement dit, les rayonnements de radiofréquences sont bel et bien capables de provoquer des effets néfastes sur des systèmes vivants à des niveaux inférieurs au seuil d'échauffement des tissus vivants.

L'étude a notamment signalé une augmentation de l'incidence des tumeurs du cerveau et du cœur chez les rats exposés aux rayonnements de radiofréquences. Ces tumeurs sont du même type que celles observées dans certaines études épidémiologiques sur des utilisateurs de téléphones cellulaires. Ces résultats en champ proche concordent et renforcent ceux de l'étude de l'Institut Ramazzini décrite ci-dessous.

### 2.1.2 Institut Ramazzini (Italie)

L'étude expérimentale menée à l'Institut Ramazzini en Italie sur l'exposition en champ lointain aux rayonnements de radiofréquences, a vu ses résultats publiés en août 2018<sup>6</sup>.

Les résultats de ces deux études expérimentales pris conjointement fournissent, selon les auteurs, « *suffisamment de preuves pour justifier la réévaluation des conclusions du CIRC<sup>7</sup> concernant le potentiel cancérigène des rayonnements de radiofréquences chez les êtres humains.* »<sup>8</sup> (notre traduction). Il semble, selon de nombreux spécialistes, que nous disposions à présent d'éléments suffisants pour reclassifier les rayonnements du sans-fil en **catégorie cancérigènes certains** (catégorie 1). Bien sûr, ces deux études majeures n'ont pas tardé, dès la publication de leurs résultats préliminaires, à faire l'objet de critiques en tous genres. Ronald Melnick, toxicologiste du National Institutes of Health, a dirigé l'équipe qui a conçu l'étude du NTP. Dans un article paru en janvier 2019<sup>9</sup>, il répond à ces critiques, qui sont selon lui sans fondement.

### 2.1.3 BioInitiative (International)<sup>10</sup>

BioInitiative est un groupe international formé de scientifiques et médecins. Le groupe a publié en 2007 (mise à jour en 2012) un rapport de plus de 600 pages (mise à jour de plus de 1500 pages) sur les effets biologiques des champs et rayonnements électromagnétiques. Il y synthétise **plus de 3800 études scientifiques** et catégorise les types d'effets biologiques et sanitaires observés aux différents niveaux d'exposition.

---

<sup>6</sup> Falcioni L et al, "Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission", 2018 Aug, Environ Res. 165:496-503  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29530389>

<sup>7</sup> **CIRC (IARC en anglais)** = Centre International de Recherche contre le Cancer, agence spécialisée de l'OMS pour la recherche sur le cancer, créée en mai 1965  
[https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208\\_F.pdf](https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_F.pdf)

<sup>8</sup> Falcioni L et al, 2018

<sup>9</sup> Melnick R, "Commentary on the utility of the National Toxicology Program study on cell phone radiofrequency radiation data for assessing human health risks despite unfounded criticisms aimed at minimizing the findings of adverse health effects", 2019 Jan, Environmental Research Volume 168, Pages 1-6  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0013935118304973>

<sup>10</sup> <https://bioinitiative.org/>

En conclusion, on peut y lire :

« *Les êtres humains sont des systèmes bioélectriques. Nos cœurs et nos cerveaux sont régulés par des signaux bioélectriques. L'exposition à des Champs Electro-Magnétiques artificiels (CEM) peut interagir avec les procédés fondamentaux du corps humain .... La corrélation entre l'exposition aux CEM et les cancers et maladies neurodégénératives est suffisamment forte pour mériter des actions préventives ... Les normes actuelles sont loin d'être adéquates pour protéger la santé publique.* »

La mise à jour de 2012 confirme des effets biologiques clairement établis à de très faibles niveaux, dès quelques minutes d'exposition aux antennes des réseaux mobiles, au Wi-Fi, et aux compteurs intelligents.

En 2007, sur ces bases scientifiques, le groupe formule une recommandation d'intensité maximale d'exposition aux antennes mobiles, revue en 2012 suite à l'analyse des nouvelles études. **L'intensité recommandée est 3 millions de fois inférieure à la limite internationale<sup>11</sup>**. En raison du manque d'études sur les expositions à long terme ou sur les populations plus sensibles comme les enfants, cette recommandation tient compte du principe de précaution. En effet, **des effets biologiques ont été observés à partir de niveaux 300 000 fois inférieurs à la limite actuelle<sup>12</sup>** définie par l'ICNIRP depuis 1998.

Le rapport BioInitiative a été validé et **soutenu par l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE)**. Le 4 septembre 2008 le **Parlement européen** votait une Résolution qui recommande une révision à la baisse des normes d'exposition, qualifiées d'obsolètes. Le 6 mai 2011, l'Assemblée Parlementaire du **Conseil de l'Europe** publiait un rapport approuvant la position de l'AEE sur le rapport BioInitiative : "*Le danger potentiel des champs électromagnétiques et leur effet sur l'environnement*"<sup>13</sup>.

**L'effet sanitaire sur l'être humain** d'une exposition chronique aux rayonnements électromagnétiques des technologies sans fil, a été démontré à travers l'étude épidémiologique du Dr Waldmann Selsam en 2005. Ses observations indiquent des effets nombreux et divers sur la santé, **à des niveaux d'exposition de l'ordre du million de fois inférieurs aux recommandations internationales<sup>14</sup>**.

## 2.2 Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G

Pour atteindre des débits supérieurs de plusieurs ordres de grandeur à ceux des systèmes de communication sans fil actuels, la 5G prévoit — si pas dans la première phase de son déploiement,

---

<sup>11</sup> 0,035 V/m correspond à env. 0,0003 microwatt par centimètre carré (0,0003  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), soit 3 millions de fois moins que la limite actuelle à **1000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$**

<sup>12</sup> 0,1 V/m correspond à env. 0,003 microwatt par centimètre carré, soit 300 000 fois moins que la limite actuelle à **1000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$**

<sup>13</sup> <https://assembly.coe.int/nw/xml/xref/xref-xml2html-fr.asp?fileid=17994>

<sup>14</sup> Waldmann Selsam C., "Documented Health Damage Under the Influence of High Frequency Electromagnetic Fields", 2005  
<http://www.teslabel.be/001/documents/Documented%20Health%20Damage%20under%20the%20Influence%20of%20HF%20EMF.pdf>

Effets sanitaires observés dès 0,06 V/m (0,001  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) soit 1 million de fois moins que la limite actuelle à **1000  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$**

au moins dans des phases ultérieures — l'utilisation d'**ondes millimétriques** posant divers problèmes décrits dans cette section.

### 2.2.1 Des fréquences encore inexploitées dans les réseaux mobiles

**Les ondes millimétriques** oscillent à des fréquences supérieures à 30 gigahertz (GHz), bien plus élevées que la 4G (max 2,6 GHz). Les fréquences prioritaires à déployer, selon la DG Connect de la Commission Européenne, sont situées autour de 26 GHz, 42 GHz et 66 GHz<sup>15</sup>.

Il n'est pas étonnant que ces fréquences n'aient encore jamais été utilisées dans un réseau de télécommunication mobile terrestre, car elles posent de nombreux défis techniques. Plus sa fréquence est élevée, plus l'onde se propage difficilement. Les ondes *millimétriques* imposent donc des pertes plus importantes de signal. Les murs, le feuillage des arbres et même la pluie font obstacle à leur passage. Par conséquent, la 5G exige un déploiement d'antennes beaucoup plus dense que pour la 4G, non plus disposées le plus haut possible, mais au plus proche de la population. Les demandes des opérateurs de relever les limites de protection dans certains pays et régions afin de déployer la 5G *millimétrique*, comme à Bruxelles ou en Wallonie, sont un signal indiquant une exposition probablement supérieure des êtres vivants. Cette densification pourrait donc amener un risque d'**exposition plus élevée et permanente de la population**.

### 2.2.2 Des faisceaux concentrés ciblant directement les personnes

Dès aujourd'hui en 4G, des "réseaux d'antennes phasés" (*massive MIMO*)<sup>16</sup> sont parfois utilisés pour **concentrer la puissance dans des faisceaux** focalisés vers les appareils connectés. Avec la 5G, l'utilisation de ces faisceaux concentrés deviendra cependant la norme. L'avantage technique de l'utilisation de faisceaux ciblés, est de réduire les interférences entre les différents terminaux et d'augmenter ainsi la capacité du trafic de données de l'*antenne-relais*, en réutilisant la même fréquence pour différents utilisateurs.

Les faisceaux concentrés pourront être utilisés pour diverses fréquences de la 5G. Dans le cas des ondes *millimétriques* (les plus hautes fréquences), la concentration de puissance en faisceaux va notamment palier à la propagation plus difficile de ces ondes, **augmentant ainsi leur pénétration à travers les murs** et fenêtres.

Ces faisceaux sont conçus pour "tracker" la position des utilisateurs et les suivre dès lors qu'ils sont en mouvement ou qu'un obstacle s'interpose entre l'antenne et le terminal. Dans ce cas, un nouveau faisceau est alors envoyé afin de retrouver la connexion en ligne directe ou par réflexion sur une surface. La technologie permet également d'envoyer plusieurs faisceaux vers le même appareil pour augmenter encore le débit.

---

<sup>15</sup> **GHz** = gigahertz (unité de fréquence) ; la fréquence 26 GHz est juste sous celle des ondes *millimétriques*

<sup>16</sup> **MIMO** = Multiple-Input and Multiple-Output (« entrées multiples, sorties multiples » en français) est une technique de multiplexage utilisée dans les radars, réseaux sans fil et les réseaux mobiles permettant des transferts de données à plus longue portée et avec un débit plus élevé qu'avec des antennes utilisant la technique SISO (Single-Input Single-Output). Utilise plusieurs antennes tant au niveau de l'émetteur que du récepteur. Par extension, **Massive MIMO (mMIMO)** indique la présence de dizaines ou centaines d'antennes (typiquement 64, 128, 256,...) émettant avec des déphasages (légers décalages dans le temps) permettant de générer des faisceaux (**beamforming**) d'ondes électromagnétiques dans des directions ciblées. De nombreux faisceaux peuvent être envoyés simultanément vers chaque utilisateur sans interférence entre eux en réutilisant les mêmes ressources (fréquence, temps), augmentant l'efficacité spectrale et donc la capacité du trafic de données, mais aussi l'efficacité énergétique.

Bien qu'aucune étude en conditions réelles ne permette encore de le confirmer, le problème de concentration de puissance dans les faisceaux *Massive MIMO* (*mMIMO*) pourrait être d'autant plus présent en extérieur, en l'absence de barrière entre le corps et les antennes.

Le corps humain est infranchissable pour ces ondes *millimétriques*. Les rayonnements *millimétriques* touchant la surface du corps sont en partie réfléchis (renvoyés), et en partie transmis à l'intérieur du corps, dans une proportion dépendant de la fréquence, de la polarisation<sup>17</sup> et de l'angle d'entrée de l'onde avec la peau<sup>18</sup>. **L'intégralité de la puissance des rayonnements transmis est absorbée par le corps.** Même la position des doigts sur le smartphone peut poser problème au passage du signal. Les personnes passant sans le savoir sur le chemin du faisceau y seront intégralement exposées. Comment éviter ce nouveau type d'exposition avec un smartphone 5G logé dans une poche ou dans un sac proche du corps ?

En pratique, il sera **impossible d'éviter ces rayonnements concentrés soit directement sur notre propre appareil, soit focalisés sur des personnes autour de nous et pour qui notre corps forme tout à coup un obstacle, ou encore les réflexions sur les bâtiments et le sol. Qu'en sera-t-il dans les zones très fréquentées ou les lieux de rassemblement ? Aucune étude d'exposition n'est actuellement disponible en conditions d'utilisation réelles.**

### 2.2.3 Une exposition permanente à de fortes puissances

Les petites antennes de la 5G, appelées *micro-cellules* (« small cells » ou « micro-cells »), doivent être installées avec une densité supérieure à ce que nous connaissons actuellement en 4G. La raison principale de la densification des cellules se trouve dans l'utilisation d'ondes *millimétriques*, qui voyagent moins loin. On compte également d'autres facteurs de densification, lié à l'usage de données. Une augmentation de la demande des utilisateurs, tant en volume de données qu'en vitesse de transmission, implique la multiplication de ces petites cellules dans une même zone géographique. Selon une étude du gouvernement britannique, dans les zones urbaines les plus peuplées on atteindrait une densité jusqu'à **37 micro-cellules par kilomètre carré**<sup>19</sup>.

De plus, et ceci déjà avec la 3G, le rayonnement présente des impulsions liées à la modulation faisant augmenter brutalement l'intensité du signal. Le Prof. Paul Héroux dans une interview de mai 2020<sup>20</sup> faisait **l'analogie entre une impulsion et un coup de poing.**

Par ailleurs, la 5G envisage la connexion de dizaines de milliards d'appareils de *l'Internet des Objets* (IdO). Chaque appareil représente une nouvelle source de transmission, plus difficile à localiser et donc à éviter, afin de limiter son exposition. La 5G nous promet de pouvoir connecter

---

<sup>17</sup> **Polarisation** : direction du champ électrique de l'onde, ici expliquée en vidéo (français canadien, 5 min) : <https://www.youtube.com/watch?v=KBBziEwSTZA>

<sup>18</sup> Wu T. et al, "The Human Body and Millimeter-Wave Wireless Communication Systems: Interactions and Implications", 2015 <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1503/1503.05944.pdf>

<sup>19</sup> E.J. Oughton & Z. Frias, "Exploring the Cost, Coverage and Rollout Implications of 5G in Britain", 2016 [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/577965/Exploring\\_the\\_Cost\\_Coverage\\_and\\_Rollout\\_Implications\\_of\\_5G\\_in\\_Britain\\_-\\_Oughton\\_and\\_Frias\\_report\\_for\\_the\\_NIC.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/577965/Exploring_the_Cost_Coverage_and_Rollout_Implications_of_5G_in_Britain_-_Oughton_and_Frias_report_for_the_NIC.pdf) pg 7

<sup>20</sup> Interview vidéo de Paul Héroux: « Les Effets de la 5G sur la Santé » (1h51), mai 2020 (min 13-15) [https://www.youtube.com/watch?v=T\\_Tyrr5MKx0](https://www.youtube.com/watch?v=T_Tyrr5MKx0)

jusqu'à un million d'objets par kilomètre carré. Au sujet du rôle de la 5G dans l'IdO, voir la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180).

Cette combinaison de la proximité des antennes de *micro-cellules* et des appareils connectés de *l'Internet des Objets*, des faisceaux concentrés, et de fortes impulsions, implique des **puissances réellement absorbées (comme des coups de poing) bien plus élevées que les valeurs moyennes auxquelles s'appliquent les limites de sécurité**<sup>21</sup>. **L'ensemble de ces caractéristiques du signal et leurs effets sur les systèmes biologiques sont totalement ignorées dans l'élaboration des limites de sécurité.** La problématique des limites nécessaires à la 5G est décrite à la section *Les "limites de protection" sont définies sur des bases pseudo-scientifiques* (page 112).



Les limites de protection à Bruxelles sont aujourd'hui plus strictes qu'ailleurs. Cependant, pour déployer la 5G, les limites de puissance devraient y être multipliées par 50. Cette augmentation indique clairement que **la 5G devrait exposer les populations à une puissance de rayonnement bien supérieure** à la 4G, à toute heure du jour et de la nuit et en tout lieu (à des niveaux variant suivant l'utilisation du réseau). Voir également *Problèmes posés par les "directives de sécurité"*(page 27).

Précisons qu'il s'agit principalement d'une augmentation de l'exposition aux antennes-relais, non aux appareils des utilisateurs, auxquels il est plus facile de s'extraire en s'éloignant de l'appareil. Aujourd'hui, pour limiter fortement son exposition aux radiofréquences, il suffit d'éteindre ou de s'éloigner des appareils émetteurs ou d'éviter la proximité d'une antenne *macro-cellule*. **Avec les macro-cellules et micro-cellules 5G, il sera très difficile de s'extraire à cette hausse de l'exposition aux ondes.**

#### 2.2.4 Un échauffement supérieur de la peau mais plus encore

Les rayonnements électromagnétiques de type radiofréquence ont la caractéristique d'être affaiblis lorsqu'ils traversent certains matériaux. L'épaisseur de matière traversée par l'onde diminue quand sa fréquence est plus élevée. Ce phénomène est connu sous le nom d'« effet de peau<sup>22</sup> », qui est associé à la notion d'« épaisseur de peau » d'un matériau par les ingénieurs. Pour les ondes *millimétriques* de la 5G, l'épaisseur de peau est de 1 à 2 millimètres.

<sup>21</sup> ICNIRP GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS (100 KHZ TO 300 GHZ), mars 2020

Il n'y a pas de distinction faite entre champs pulsés et non pulsés : "(...) as there is no evidence that continuous (e.g., sinusoidal) and discontinuous (e.g., pulsed) EMFs result in different biological effects (...), no theoretical distinction has been made (...)". pg 487

La *densité de puissance* admissible pour le grand public, pour toutes les fréquences, est basée sur la valeur moyenne (rms) et non les pics de puissance des impulsions : fig. 2 pg 494

<https://www.icnirp.org/en/activities/news/news-article/rf-guidelines-2020-published.html>

<sup>22</sup> Atténuation due à des charges électriques libres dans un matériau conducteur. Le champ électrique de l'onde met en mouvement ces charges, et provoque une dissipation sous forme de chaleur (effet Joule local). L'épaisseur de peau est la profondeur de pénétration à laquelle l'amplitude du champ électrique du rayonnement s'est atténuée d'un facteur 2,72. Elle est inversement proportionnelle à la racine carrée de la fréquence.

Sur base de cette propriété, les ingénieurs de l'industrie des télécommunications soutiennent qu'il n'y a pas lieu de s'inquiéter : les ondes *millimétriques* de la 5G seraient absorbées à une profondeur inférieure à 1-2 mm sous la surface de la peau. C'est une conclusion erronée basée sur un raisonnement incomplet.

Il faut bien comprendre que l'effet de peau ne signifie en rien que le rayonnement *millimétrique* s'arrête au-delà de la peau des êtres vivants. Une fraction non absorbée pénètre bien plus profondément que l'épaisseur de peau. Pour déterminer à quelle profondeur les ondes peuvent avoir des effets biologiques, il faut prendre en compte le niveau d'apparition d'effets biologiques chez les individus les plus sensibles<sup>23</sup>, soit une *densité de puissance* de l'ordre de 10 millions de fois inférieure aux limites d'exposition internationales. Ce niveau de puissance<sup>24</sup> est en réalité atteint 8 fois plus en profondeur que l'épaisseur de peau, avec une activation possible d'autres mécanismes biologiques. **L'apparition d'effets biologiques est donc notamment possible à une profondeur 8 fois supérieure à l'épaisseur de peau.**

Il faut aussi savoir que les ingénieurs modélisent les tissus vivants par des matériaux conducteurs homogènes et inertes. Ils ignorent les sciences biologiques et médicales, ainsi que le rôle des champs électromagnétiques dans le monde du vivant. Ils réduisent le vivant à un matériau dont une des seules réactions aux radiofréquences serait de chauffer, comme dans un four à micro-ondes, appelé « *effet thermique* ». De plus, la peau et les tissus sous-cutanés sont en connexion avec le reste du corps, notamment à travers les vaisseaux sanguins, les lymphes, le système nerveux et la communication intercellulaire. Certains mécanismes biologiques qui peuvent avoir des impacts au-delà de la peau sont abordé dans les sections suivantes.

Les ingénieurs ont démontré déjà en 1986 que les *effets thermiques* des ondes *millimétriques* concentrés sur la peau sont aggravés par le port de **vêtements ou tissus, qui joueraient un rôle de transformateur** à ces fréquences, et augmenteraient ainsi la puissance absorbée par la peau. Les vêtements pourraient également induire un effet de serre ralentissant l'évacuation de la chaleur accumulée par la peau<sup>25</sup>. Cette augmentation de l'*effet thermique* dû aux vêtements pourrait donc également avoir un impact sur le plan biologique.

Il est utile de bien faire la distinction entre **effet biologique**, effet **néfaste** et effet **sanitaire** néfaste. Un effet biologique peut être bénéfique, neutre ou néfaste. De plus, un effet néfaste n'induit pas nécessairement l'apparition de troubles de santé ou de maladies, si le corps a la capacité de compenser suffisamment, réparer ou supprimer cet effet néfaste (comme la réparation possible des dommages à l'ADN). L'effet sanitaire néfaste apparaît quand la capacité du corps à compenser, réparer ou supprimer l'effet néfaste, est dépassée.

L'étude épidémiologique du Dr Waldmann Selsam de 2005, sur les effets de l'exposition aux antennes-relais (*stations de base*)<sup>26</sup> conclut à des **effets sanitaires à un niveau d'exposition de l'ordre du million de fois inférieurs aux limites d'exposition internationales.**

---

<sup>23</sup> Belyaev I. et al, "EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses", 2016 Sep, Rev Environ Health, 31(3):363-97

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27454111/>

<sup>24</sup> Atténuation de  $10^{-7}$  pour la puissance, donc  $10^{-7/2}$  pour le champ électrique

<sup>25</sup> Absorption of Millimeter Waves by Human Beings and Its Biological Implications, IEEE, Om P. Gandhi, Abbas Riaz, 1986: <https://ieeexplore.ieee.org/document/1133316>

<sup>26</sup> Waldmann Selsam C., "Documented Health Damage Under the Influence of High Frequency Electromagnetic Fields", 2005

Nous reprenons aux sections suivantes diverses mises en garde avec de nombreux effets possibles mis en évidence par les scientifiques, en contradiction avec les messages rassurants de l'industrie invoquant la faible pénétration des ondes *millimétriques* au-delà de la peau.

## 2.2.5 Des effets sanitaires mal connus dus aux ondes millimétriques et au massive MIMO

Les effets sur la santé des ondes *millimétriques* ont été relativement peu étudiés à ce stade, mais ont fait néanmoins l'objet de **plus d'une centaine d'études scientifiques**.

Parmi les macro-études les plus notables à ce jour, celle de Myrtill Simkó et Mats-Olof Mattsson<sup>27</sup> de septembre 2019, couvre 94 études sur les ondes *millimétriques*, et indique que **80% des études in vivo et 58% des études in vitro ont démontré des effets sur le vivant**. Financée par le secteur (Deutsche Telekom), elle conclut sans surprise et malgré une large majorité des études avec effets, que davantage d'études sont nécessaires afin d'établir une évaluation sanitaire et la présence d'un *effet non thermique*.

Plus récemment encore, un article scientifique<sup>28</sup> sur les effets néfastes de la 5G, paru dans le journal Toxicology Letter en janvier 2020, met en garde : « *Cet article identifie des effets indésirables. Il souligne que la plupart des expériences de laboratoire menées à ce jour ne sont pas conçues pour identifier les effets néfastes les plus graves reflétant l'environnement d'exploitation réel dans lequel fonctionnent les systèmes de rayonnement sans fil. De nombreuses expériences n'incluent pas les impulsions et la modulation du signal porteur. La grande majorité ne tient pas compte des effets néfastes synergiques d'autres stimuli toxiques (tels que chimiques et biologiques) agissant de concert avec le rayonnement sans fil. Cet article présente également des preuves que la technologie naissante de réseau mobile 5G affectera non seulement la peau et les yeux, comme on le croit généralement, mais aura également des effets systémiques néfastes.* » (notre traduction).

Alfonsina Ramundo-Orlando, de l'Institut de pharmacologie du Conseil national de recherche (Italie), indique déjà en 2010 que les ondes *millimétriques* sont utilisées **en médecine pour leurs effets sur les tissus vivants** dans le traitement des ulcères gastriques, troubles cardiovasculaires, traumatismes et tumeurs<sup>29</sup>. Elle confirme qu' « *un grand nombre d'études cellulaires ont indiqué que les ondes millimétriques peuvent altérer les propriétés structurales et fonctionnelles des membranes (cellulaires)* ». (notre traduction)

---

<http://www.teslabel.be/001/documents/Documented%20Health%20Damage%20under%20the%20Influence%20of%20HF%20EMF.pdf>

<sup>27</sup> Myrtill Simkó et Mats-Olof Mattsson, "5G Wireless Communication and Health Effects—A Pragmatic Review Based on Available Studies Regarding 6 to 100 GHz," Int J Environ Res Public Health, vol. 16, no. 18, septembre 2019, p. 3406. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6765906/>

<sup>28</sup> Kostoff R. et al., "Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions," Toxicology Letters, vol. 323, 2020  
[https://www.researchgate.net/publication/338827082\\_Adverse\\_health\\_effects\\_of\\_5G\\_mobile\\_networking\\_technology\\_under\\_real-life\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/338827082_Adverse_health_effects_of_5G_mobile_networking_technology_under_real-life_conditions)

<sup>29</sup> Ramundo-Orlando A, "Effects of millimeter waves radiation on cell membrane - A brief review", Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves. 2010; 31(12):1400-1411  
[https://www.researchgate.net/publication/220043219\\_Review\\_Article\\_Effects\\_of\\_millimeter\\_waves\\_radiation\\_on\\_cell\\_membrane](https://www.researchgate.net/publication/220043219_Review_Article_Effects_of_millimeter_waves_radiation_on_cell_membrane)

**Ces études et publications indiquent qu'à ce jour, des effets biologiques préoccupants et bien au-delà de la peau ont été observés suite à une exposition aux ondes *millimétriques*. Néanmoins la qualité de ces études remet en question la possibilité d'en tirer des conclusions permettant de définir des limites sanitaires, car les effets les plus néfastes pourraient être passés inaperçus en raison des conditions d'expérimentation non représentatives de la vie réelle.**

Bien comprendre les mécanismes complexes par lesquels les ondes *millimétriques* peuvent induire des effets bien au-delà de la peau, nécessite des connaissances approfondies dans plusieurs disciplines, à la fois dans le domaine de la physique, de la biochimie et de la biologie. Les interactions inter-cellulaires et entre les différents tissus vivants, notamment à travers les systèmes nerveux, lymphatique et sanguin, ne devraient pas être ignorées. Les médiateurs chimiques impliqués par exemple dans l'inflammation pourraient également avoir un rôle à jouer. Tentons d'y voir plus clair à travers une série de faits déjà observés.

Plusieurs études<sup>30</sup> se sont intéressées aux mécanismes impliquant **les canaux sudoripares de la peau, qui se comportent tels des réseaux d'antennes en forme d'hélices, et sont capables de transformer et de ré-émettre les ondes *millimétriques* bien plus profondément et à des intensités non négligeables**. Paul Ben-Ishai, PhD, chercheur à l'Université Ariel (Israël), explique le rôle de ces canaux dans un exposé<sup>31</sup> où il décrit également leur influence sur l'absorption du signal dans le corps (DAS)<sup>32</sup>. Il rappelle que les armes non létales de contrôle des foules (Active Denial System<sup>33</sup>) utilisent ces ondes *millimétriques* et ce mécanisme pour induire des réactions de brûlure désagréables, faisant reculer instantanément les personnes ciblées par les faisceaux d'ondes.

En comparant les dégâts causés à l'ADN observés dans deux études indépendantes<sup>34,35</sup>, il apparaît qu'à intensité équivalente, les rayonnements non *ionisants* de nos technologies sans fil **peuvent générer davantage de dégâts à l'ADN et aux cellules que des rayonnements *ionisants***<sup>36</sup>. Le

<sup>30</sup> Betzalel N, Ben Ishai P, Feldman Y, "The human skin as a sub-THz receiver - Does 5G pose a danger to it or not?", 2018 May, Environ Res. 163:208-216

Tripathi SR, Miyata E, Ben Ishai P, Kawase K, "Morphology of human sweat ducts observed by optical coherence tomography and their frequency of resonance in the terahertz frequency region", 2015, Sci Rep, 5:9071

Hayut I et al., "The Helical Structure of Sweat Ducts: Their Influence on the Electromagnetic Reflection Spectrum of the Skin", 2013, IEEE Trans Terahertz Sci Technol, 3(2):207-215

Kawase K, Hayashi S, "THz techniques for human skin measurement. Infrared, Millimeter and Terahertz Waves (IRMMW-THz)", 2011 36th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves (IRMMW-THz 2011) Houston, USA; 2011

Shafirstein G, Moros EG, "Modelling millimetre wave propagation and absorption in a high resolution skin model: The effect of sweat glands", 2011, Phys Med Biol, 56(5):1329–1339

Yang B, Donnan RS, Zhou M, Kingravi AA. Reassessment of the electromagnetic reflection response of human skin at W-band. Opt Lett. 2011 Nov 1;36(21):4203-5

<sup>31</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=VuVtGldYXK4> (min 24)

<sup>32</sup> DAS = Débit d'Absorption Spécifique (SAR en anglais) <https://www.anfr.fr/controle-des-frequences/exposition-du-public-aux-ondes/le-das/presentation-du-das/>

<sup>33</sup> [https://www.youtube.com/watch?time\\_continue=2&v=kzG4oEutPbA](https://www.youtube.com/watch?time_continue=2&v=kzG4oEutPbA)

<sup>34</sup> Schwarz C, Kratochvil E, Pilger A, Kuster N, Adlkofer F, Rüdiger HW, "Radiofrequency electromagnetic fields (UMTS, 1,950 MHz) induce genotoxic effects in vitro in human fibroblasts but not in lymphocytes.", Int Arch Occup Environ Health 81: 755-767 (2008)

<sup>35</sup> Lutz J., Adlkofer F., "Objections against current limits for microwave radiation.", Proceedings WFMN07, Chemnitz, Germany, pp. 119-123 (2007)

[http://www.mobilfunk-debatte.de/pdf/studien/Lutz\\_Adlkofer\\_WFMN07\\_III\\_A1.pdf](http://www.mobilfunk-debatte.de/pdf/studien/Lutz_Adlkofer_WFMN07_III_A1.pdf)

<sup>36</sup> rayonnements électromagnétiques *ionisants*: ultraviolets UV-C, rayons X, rayons gamma

phénomène est simplement plus long à se manifester. Vu notamment la courte longueur d'onde de la 5G *millimétrique*, on peut se poser la question du risque d'augmentation du nombre de mélanomes et autres cancers de la peau.

Une étude de Esra Neufeld & Niels Kuster (Suisse) de décembre 2018<sup>37</sup>, basée sur une modélisation des tissus biologiques mais sans validation par des mesures, indique que **l'intensité des impulsions** tolérée dans les limites d'expositions actuelles, peut causer un échauffement provoquant des **dommages irréversibles aux tissus**. Il faut cependant remarquer que le niveau d'impulsions très élevé (1000) utilisé dans ce cas précis est supérieur au niveau de la 5G.

Le Dr William Ross Adey de l'Université de Californie (USA), avait déjà en 1993 indiqué<sup>38</sup> qu'à des fréquences élevées, **des interactions vibratoires ou rotatives résonnantes pourraient se produire avec des molécules ou des parties de molécules**.

Plusieurs scientifiques alertent sur les risques possibles pour les **cellules de l'œil et sur la possibilité de troubles oculaires : cataracte, décollement de la rétine, glaucome, dégénérescence maculaire**. Les études sur ce sujet sont malheureusement rares.

Le Dr Agostino Di Ciaula, MD, de l'Azienda Sanitaria Locale Barletta-Andria-Trani (Italie), publie en février 2018<sup>39</sup>: « *Des observations préliminaires ont montré que les ondes millimétriques augmentent la température de la peau, modifient l'expression des gènes, favorisent la prolifération cellulaire et la synthèse des protéines liées au stress oxydant, aux processus inflammatoires et métaboliques, pourraient générer des dommages oculaires, affecter la dynamique neuromusculaire.* » (notre traduction)

## 2.2.6 Mises en garde sur les ondes millimétriques

Certaines observations, études et revues scientifiques sur le sujet des ondes *millimétriques* et les particularités des rayonnements de la 5G, sont brièvement reprises à la section ci-dessus. Ces publications s'accompagnent bien évidemment de diverses mises en garde plus générales, demandant de poursuivre la recherche sur ce sujet.

Ronald Melnick, PhD, toxicologue des National Institutes of Health (USA), a dirigé l'équipe qui a conçu l'étude du National Toxicology Program. En 2017, il décrit ses préoccupations : « *Il est urgent d'évaluer les effets de la 5G sur la santé avant que des millions de personnes ne soient exposées. Nous devons savoir si la 5G augmente le risque de maladies de la peau comme le mélanome ou d'autres cancers de la peau.* »<sup>40</sup> (notre traduction)

En juillet 2017, selon le Prof. Igor Belyaev, PhD, du Cancer Research Institute à Bratislava (Slovaquie): « *Dans quelle mesure la technologie 5G et l'Internet des Objets affecteront le vivant et*

<sup>37</sup> Neufeld, Esra; Kuster, Niels, "Systematic Derivation of Safety Limits for Time-Varying 5G Radiofrequency Exposure Based on Analytical Models and Thermal Dose", 2018 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30247338/>

<sup>38</sup> Adey W.R., "Biological effects of electromagnetic fields", 1993, Journal of Cellular Biochemistry 51:410-416 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jcb.2400510405>

<sup>39</sup> Di Ciaula A, "Towards 5G communication systems: Are there health implications?", 2018 Feb, Int J Hyg Environ Health, doi: 10.1016/j.ijheh.2018.01.011. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29402696>

<sup>40</sup>

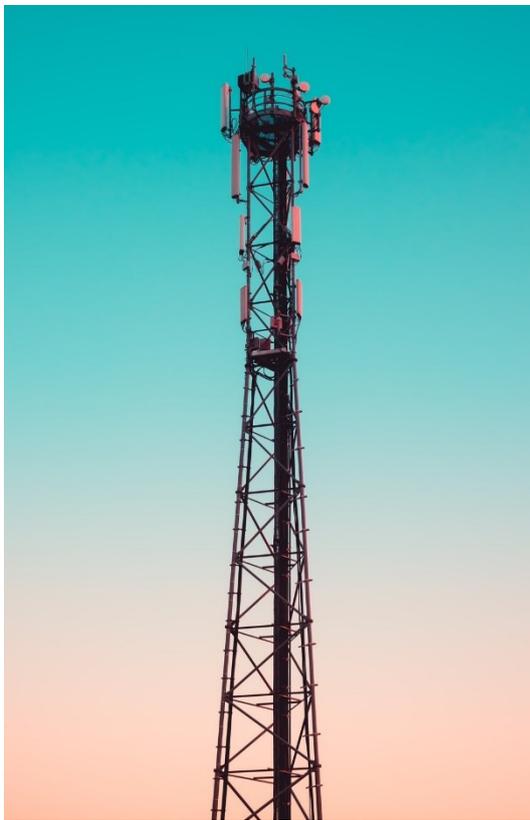
<https://ecfsapi.fcc.gov/file/106070048305926/Scientists%20Questions%20the%20Safety%20of%20Untested%205G%20Technology%20at%20International%20Conference.pdf>

la santé humaine, on ne le sait pas mais, sur base du rôle potentiellement fondamental des ondes millimétriques dans la régulation de l'homéostasie, sur base de l'absence presque totale de ces ondes millimétriques dans notre environnement du fait de leur absorption et, donc, **sur base du manque d'adaptation à ce type de rayonnements, les effets des expositions chroniques peuvent être plus significatifs** que pour toute autre gamme de fréquences. » (notre traduction)

Il expliquait déjà en 2000 que les **effets non thermiques des ondes millimétriques** peuvent varier d'une étude à l'autre, car ils dépendent de variables physiques et biologiques :

« Nous avons observé une forte dépendance des effets des ondes millimétriques en fonction de la fréquence et de la polarisation à des densités de puissance non thermiques. Plusieurs autres facteurs étaient importants, comme le génotype de la souche bactérienne étudiée, le stade de croissance des cultures bactériennes et le délai entre l'exposition et l'enregistrement de l'effet. Les effets des ondes millimétriques dépendaient aussi de la densité cellulaire pendant l'exposition. Ce résultat suggère une **interaction entre les ondes et la communication intercellulaire**. »<sup>41</sup> (notre traduction)

## 2.2.7 Conclusions sanitaires concernant les caractéristiques des ondes de la 5G



De nombreux scientifiques tirent la sonnette d'alarme face à un **cocktail de nouvelles technologies** dans notre paysage quotidien : des ondes *millimétriques*, combinées à des faisceaux concentrés et un relâchement des normes de sécurité. Ils annoncent un **large éventail de risques accrus pour la santé** de tout un chacun, pouvant mener à des **problèmes sanitaires à une échelle jamais rencontrée**. Les arguments de l'industrie affirmant l'innocuité de la 5G et ses ondes *millimétriques* nient simplement les éléments de preuve scientifiques déjà disponibles.

**Des études scientifiques sur les effets biologiques et sanitaires des ondes millimétriques existent. Cependant les connaissances ne sont pas suffisantes pour définir des normes de sécurité fiables adaptées à ces fréquences encore inutilisées dans le cadre d'un usage public. Ceci étant, ces connaissances ne permettent en aucun cas de conclure à l'absence de risque sanitaire de l'usage des ondes millimétriques.**

D'autre part, les faisceaux concentrés dynamiques de la 5G posent des difficultés non encore résolues en termes de simulation et de mesure de l'exposition. En avril 2019, le département thématique des politiques économiques, scientifiques et de la qualité de la vie, sous l'impulsion de la commission ITRE (Commission de l'industrie, de la recherche et de l'énergie) du Parlement

<sup>41</sup> Belyaev I et al, "Nonthermal Effects of Extremely High-Frequency Microwaves on Chromatin Conformation in Cells in vitro - Dependence on Physical, Physiological, and Genetic Factors", 2000 Nov, IEEE Trans Microwave Theory Tech 48(11):2172-2179 [https://www.avaate.org/IMG/pdf/IEEE\\_MTT\\_paper.pdf](https://www.avaate.org/IMG/pdf/IEEE_MTT_paper.pdf)

européen, confirme le problème dans une analyse approfondie : « *il n'est pas possible actuellement de simuler ou de mesurer avec précision les émissions 5G dans le monde réel* »<sup>42</sup>. Dans ces conditions, il n'est **pas possible d'assurer un quelconque contrôle de l'exposition**.

En raison, d'une part, des possibles risques graves pour la santé et l'environnement, et d'autre part, des grandes incertitudes qui subsistent au sujet des technologies auxquelles la 5G a recours, le **principe de précaution doit être appliqué**.

## 2.3 Problèmes posés par les “directives de sécurité”

Les "directives de sécurité" en vigueur font l'objet de très vives critiques. Nous y reviendrons à la section *Les “limites de protection” sont définies sur des bases pseudo-scientifiques* (page 112).

Les normes actuelles, inspirées des "directives de sécurité" internationales, ne semblent pas aptes à protéger la population. Or, pour rendre la 5G possible, une augmentation des expositions s'impose dans des régions possédant les normes les plus strictes. Pour Bruxelles (Belgique), les opérateurs télécoms et le régulateur IBPT<sup>43</sup> ont déterminé que la première phase de déploiement de la 5G allait nécessiter une multiplication par 2,3 de cette norme pour les lieux intérieurs et par 5,8 pour les lieux extérieurs<sup>44,45</sup>. A terme et afin de permettre le déploiement aisé des antennes à faisceaux concentrés (*mMIMO*), l'IBPT a préconisé une **multiplication de la norme actuelle par 50 en extérieur**. Selon l'IBPT : « *Cela nous permettra de faire partie de la tête du peloton européen en matière de déploiement de réseaux 5G* »<sup>46</sup>.

La figure ci-dessous montre cette évolution des normes d'exposition à Bruxelles afin de pouvoir déployer la 5G (avec ou sans ondes *millimétriques*). Le niveau du milieu correspond à une situation intermédiaire encore insuffisante pour un déploiement de la 5G<sup>47</sup>.

<sup>42</sup> [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL\\_IDA\(2019\)631060\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2019/631060/IPOL_IDA(2019)631060_EN.pdf)

<sup>43</sup> IBPT (BIPT en anglais) = Institut Belge des Postes et Télécommunications, le régulateur belge du secteur

<sup>44</sup> Nouvelle norme en intérieur (Bruxelles): 9,1 V/m (22,2 µW/cm<sup>2</sup>) actuellement à 6 V/m (**9,6 µW/cm<sup>2</sup>**), soit x **2,3** en *densité de puissance* - extérieur : 14,5 V/m (55,7 µW/cm<sup>2</sup>) par rapport à 6 V/m (9,6 µW/cm<sup>2</sup>), soit x **5,8** en *densité de puissance* pour la prochaine phase; à terme 41,5 V/m (**457 µW/cm<sup>2</sup>**), soit x **48** (arrondi à 50 par lisibilité)

<sup>45</sup> Le V/m ou "Volt par mètre" est l'unité de mesure de l'**intensité** du champ électrique autour de l'antenne à un endroit donné; le µW/cm<sup>2</sup> ou "microwatt par centimètre carré" est l'unité de mesure équivalente à un centième de W/m<sup>2</sup> ou "watt par mètre carré" de la **densité de puissance** qui est utile pour comparer les puissances absorbées par les êtres vivants. La conversion entre les deux unités est la suivante:  
*densité de puissance* (µW/cm<sup>2</sup>) = intensité (V/m)<sup>2</sup> / 3,77

<sup>46</sup> <https://www.ibpt.be/consommateurs/publication/libpt-publie-un-rapport-technique-sur-limpact-des-normes-de-rayonnement-bruxelloises-actuelles-sur-le-dploiement-de-reseaux-mobiles>

<sup>47</sup> <https://www.ibpt.be/consommateurs/publication/etude-du-12-septembre-2018-concernant-limpact-des-normes-de-rayonnement-bruxelloises-sur-le-dploiement-des-reseaux-mobiles>

valeurs 4G : 6 V/m (**9,6 µW/cm<sup>2</sup>**) ; 5G court terme 14,5 V/m (**55,7 µW/cm<sup>2</sup>**) ; 5G moyen terme 41,5 V/m (**457 µW/cm<sup>2</sup>**)

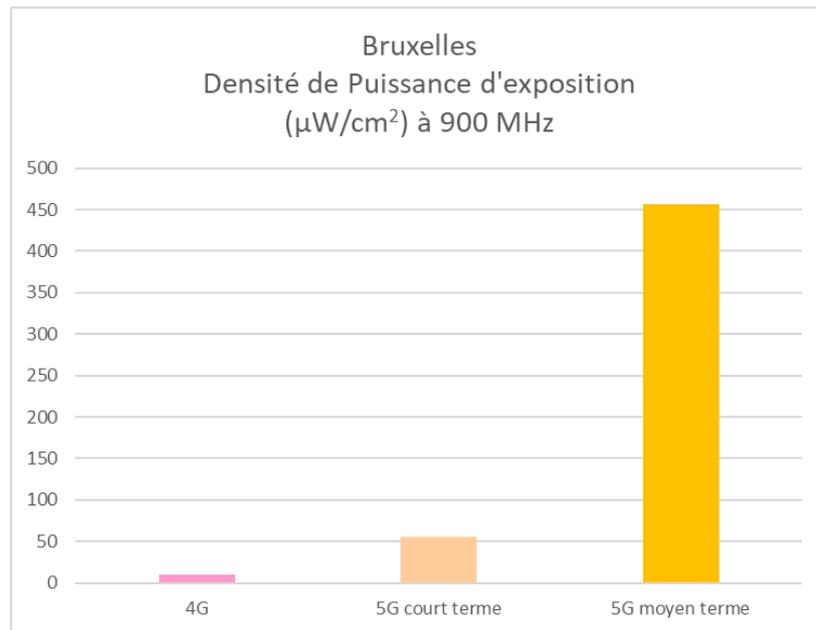


Figure 6 – Augmentation des limites d'exposition avant la 5G (Bruxelles)

A l'augmentation proposée des normes, s'ajoute le fait que les mesures sur le terrain sont minimisées artificiellement par une formule qui fait intervenir la fréquence. Par exemple, imaginons qu'on mesure près d'une antenne  $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  (à une fréquence supérieure à 2000 MHz). Selon la formule, cette mesure sera réduite à  $457 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  (la norme à 900 MHz) et sera considérée conforme à la nouvelle norme de  $457 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Ainsi, une **densité de puissance réelle (mesurée) de  $1000 \mu\text{W}/\text{cm}^2$  100 fois supérieure à la valeur de la norme actuelle ( $10 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ), serait donc encore considérée comme sûre**. Cette conversion est faite en vertu des recommandations de l'ICNIRP<sup>48</sup>, qui tiennent compte uniquement des *effets thermiques* (échauffement) et non des effets biologiques réels<sup>49</sup>. Dans les lignes directrices de l'ICNIRP, les densités de puissance admissibles augmentent d'un facteur 5 entre 0,4 et 2 GHz (aux fréquences supérieures, la *densité de puissance* admissible selon l'ICNIRP ne change plus avec la fréquence).

Les niveaux d'exposition autorisés par les nouvelles limites envisagées sont du même ordre de grandeur que celle que subit la tête d'un utilisateur lors d'une communication avec un téléphone mobile proche de l'oreille. Or l'exposition au téléphone mobile est identifiée comme cancérigène par l'étude NTP (USA). A cela s'ajoutent, dans le cas de l'exposition aux rayonnements des antennes, les facteurs aggravants suivants :

- l'exposition due aux antennes est prolongée, voire **permanente, et sur le corps entier**,
- l'exposition aux antennes est **inévitable** car on ne peut ni les éteindre ni les éloigner alors que l'on peut éteindre ou éloigner un téléphone mobile.

Les "directives de sécurité" internationales et les normes en vigueur en Belgique comme dans de nombreux pays reflètent un déni de la science. **Les études indépendantes récentes démontrent des effets biologiques à des niveaux plus d'un million de fois inférieurs à ces limites**, comme expliqué à la section *BioInitiative (International)* (page 17).

<sup>48</sup> ICNIRP = Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non *ionisants*, ICNIRP en anglais dont les guidelines (1998) guident encore à ce jour les recommandations de l'OMS

<sup>49</sup> Certains autres effets sont maintenant également pris en compte comme la stimulation des muscles, des nerfs ou des organes sensoriels (sons), ou le risque d'interférence sur les implants, mais sans approche sanitaire globale

## Conclusions concernant les limites d'exposition :

- Une révision à la baisse des limites d'exposition est absolument nécessaire pour préserver la santé des citoyens. Ceci implique non seulement une diminution des normes en fonction des recommandations publiées par le monde médical et scientifique, conformément au principe ALARA<sup>50</sup>, en particulier dans les lieux où séjournent des enfants, des femmes enceintes, des malades, des personnes âgées, mais également une remise en cause complète des fondements mêmes des "directives de sécurité" afin de tenir compte des résultats des études scientifiques indépendantes et des connaissances accumulées en matière d'impact sanitaire des rayonnements.
- Cette demande est appuyée par un grand nombre de scientifiques et de membres du corps médical
- La révision à la baisse des normes d'exposition pour protéger la population demandera un courage politique certain.

## 2.4 Sensibilité du vivant aux caractéristiques des radiofréquences

Une publication de mars 2020 du Service de recherche du Parlement européen (EPRS)<sup>51</sup> met en garde sur les caractéristiques particulières des signaux utilisés par la 5G.

Ce document se base notamment sur une méta-étude<sup>52</sup> au sujet des dommages causés à l'ADN en fonction des différentes caractéristiques du signal de la téléphonie mobile. Cette étude indique : « *Les champs électromagnétiques de la téléphonie mobile (CEM TM) étaient significativement plus bioactifs, même pour des durées d'exposition beaucoup plus courtes que les autres champs électromagnétiques. De plus, ils étaient plus dommageables que les agents cytotoxiques testés précédemment comme certains produits chimiques, la famine, la déshydratation. Les paramètres individuels des CEM TM réels tels que l'intensité, la fréquence, la durée d'exposition, la polarisation, la pulsation, la modulation, sont discutés en termes de leur rôle dans la bioactivité. Le paramètre crucial pour une bioactivité intense semble être l'extrême variabilité des signaux de téléphonie mobile polarisés, principalement en raison des grands changements d'intensité (N.D.L.R. : pulsations) imprévisibles.* » (notre traduction)

Nous reprenons ci-dessous les caractéristiques qui sont à prendre en compte dans l'évaluation des effets biologiques des rayonnements électromagnétiques. **Les « limites de sécurité » actuelles ne tiennent compte que de l'intensité moyenne du rayonnement. C'est une des raisons de leur inefficacité actuelle et de la nécessité urgente de revoir leurs fondements scientifiques.**

Sauf indication contraire, les sections qui suivent ne sont pas spécifiques à la 5G, mais bien aux rayonnements de radiofréquences utilisés par les technologies de télécommunications sans fil

<sup>50</sup> ALARA = As Low As Reasonably Achievable, trad. : aussi bas que raisonnablement possible

<sup>51</sup> "Effects of 5G wireless communication on human health" PE 646.172

[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS\\_BRI\(2020\)646172\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI(2020)646172_EN.pdf)

<sup>52</sup> Panagopoulos D., "Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields", 2019 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383574218300991>

depuis des décennies. Ces caractéristiques sont révélatrices de multiples hypothèses de travail erronées faites par l'industrie dans la définition des « normes de sécurité », notamment à travers les cinq générations de téléphonie mobile.

#### 2.4.1 Intensité du rayonnement

Diverses études (voir notes 53,54,55,56,57,58,59,60,61) démontrent que le vivant ne réagit pas de manière linéaire, ce qui signifie que le rapport entre la variation d'un effet biologique causé par le rayonnement et la variation de l'intensité<sup>62</sup> d'exposition de ce rayonnement n'est pas constante. En d'autres mots, une forte augmentation de l'intensité peut mener à une faible augmentation de l'effet, et inversement une faible augmentation de l'intensité peut mener à une forte augmentation de l'effet. Plus notablement, on observe même **dans certains cas une augmentation des effets biologiques suite à une réduction d'intensité du rayonnement.**

Il existe ainsi des **fenêtres d'intensité dans lesquelles les effets sont bien plus importants.** Cela avait déjà été mis en évidence vers 1976 par le Dr. William Ross Adey..

Il semble donc essentiel pour des questions sanitaires de cesser de supposer à tort, comme c'est encore trop souvent le cas, que les effets augmentent de façon monotone avec l'intensité du rayonnement et, inversement, qu'ils diminuent de façon monotone quand l'intensité diminue.

---

<sup>53</sup> Adey W.R., "Frequency and power windowing in tissue interactions with weak electromagnetic fields". Proc IEEE 68, 119-125, 1980

<sup>54</sup> Belyaev, I.Y., "Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects". In: Markov, M.S. (Ed), Electromagnetic Fields in Biology and Medicine, CRC Press, New York, pp 49-67, 2015

<sup>55</sup> Belyaev, I.Y., "Non-thermal biological effects of microwaves". Microwave Rev. 11, 13-29, 2005

<sup>56</sup> Blackman C.F., Kinney LS, House DE, Joines WT, "Multiple power density windows and their possible origin". Bioelectromagnetics 10:115-128, 1989

<sup>57</sup> Markov M.S., "Myosin light chain modification depending on magnetic fields" II. Electromagn Biol Med 23:125-140, 2004

<sup>58</sup> Panagopoulos D.J., Margaritis LH., "Biological health effects of mobile telephone radiations". Int J Med Biol Front 15:33-76, 2009

<sup>59</sup> Persson B.R.R., Eberhardt J, Malmgren L, Persson MB, Brun A, Salford LG., "Effects of microwaves from GSM mobile phones on blood-brain barrier and neurons in rat brain". PERS Online 1:638-641, 2005

<sup>60</sup> Thompson C.J., Yang YS, Anderson V, Wood AW., "A cooperative model for Ca<sup>++</sup> efflux windowing from cell membranes exposed to electromagnetic radiation". Bioelectromagnetics 21:455-464, 2000

<sup>61</sup> Wei Q, Cao ZJ, Bai XT, "Effect of 900 MHz electromagnetic fields on the expression of the GABA receptor of cerebral cortex cortical neurons in postnatal rats", Wei Sheng Yan Jiu 34: 546-548, 2005

<sup>62</sup> L'intensité du rayonnement d'une onde électromagnétique est exprimée soit par l'**intensité** du champ électrique de l'onde mesurée en *volt par mètre* (V/m), soit par la **densité de puissance** du flux (tenant également compte de l'intensité du champ magnétique) mesurée en *watt par mètre carré* (W/m<sup>2</sup>). Voir les équations de Maxwell pour plus de détails scientifiques.

Le  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  ou *microwatt par centimètre carré* est équivalent à un centième de W/m<sup>2</sup>

La formule de **conversion** entre les deux unités est la suivante :

*densité de puissance* ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) = carré de l'intensité du champ électrique (en V/m) / 3,77

Quand on parle ici de réponse biologique non linéaire, on fait référence à la variation d'un effet biologique par rapport à la variation de la *densité de puissance* (et non du champ électrique).

## 2.4.2 Fréquence porteuse du rayonnement

Pour *transporter* une information, les technologies des télécommunications utilisent des ondes électromagnétiques oscillant à une fréquence appelée *fréquence porteuse*, sur laquelle l'information est encodée. Dans un langage courant, on parle plus simplement de « fréquence », évoquant de manière implicite la fréquence porteuse. A celle-ci viennent s'ajouter d'autres fréquences liées à la modulation de l'onde porteuse et à d'autres phénomènes, abordés à la section suivante.

De la même manière que pour l'intensité du rayonnement décrite ci-dessus, des **fenêtres de fréquence** ont été rapportées par diverses études scientifiques<sup>63,64,65,66</sup>.

Il est démontré que les niveaux d'exposition auxquels des rayonnements peuvent produire des effets peuvent varier de plusieurs ordres de grandeur selon la fréquence des rayonnements. Cette différence marquée existe même pour des fréquences proches. Pour expliquer ce phénomène, une hypothèse plausible est la mise en résonance des tissus biologiques.

Dans le cas de la fréquence porteuse du rayonnement, il est erroné de supposer, comme beaucoup le font, que des rayonnements de fréquences proches donneront des effets similaires à intensités égales. Au contraire, les effets peuvent être significativement différents. On ne peut faire l'impasse sur la complexité des organismes vivants.

## 2.4.3 Modulation et pulsation du rayonnement

Les technologies de télécommunication permettent de transmettre un signal à distance. Ce signal est encodé sur l'onde électromagnétique appelée « porteuse », grâce à la **modulation** de l'onde porteuse. La modulation est le changement des caractéristiques de l'onde (intensité, fréquence, phase) au cours du temps. Le résultat de la modulation est un signal modulé présentant des **pics** de puissance. A ceci viennent s'ajouter des interruptions très courtes causant une intermittence de l'exposition au rayonnement, appelées **pulsation du rayonnement**. Cette section aborde brièvement ces deux caractéristiques importantes de l'exposition aux ondes (pics et pulsation) et leurs implications importantes sur les êtres vivants.

Des techniques de modulation très diverses sont utilisées à travers les technologies de télécommunications (avec ou sans fil). La 5G utilise la modulation de type OFDM<sup>67</sup>, utilisée dans de nombreuses technologies de transmission à haut débit de données. En raison de cette modulation, le rayonnement auquel les tissus vivants sont exposés change très rapidement de caractéristiques. L'intensité du champ électrique de l'onde peut notamment varier brusquement et dans des proportions relativement importantes. Une brusque variation d'intensité est ce qu'on appelle une impulsion, caractérisée par un **pic** d'intensité (appelé aussi crête) significativement

---

<sup>63</sup> Déjà cité : Adey W.R., "Frequency and power windowing in tissue interactions with weak electromagnetic fields". Proc IEEE 68, 119-125, 1980

<sup>64</sup> Belyaev I.Y., "Dependence of non-thermal effects of microwaves on physical and biological parameters". Eur J Oncol Library 5: 187-217, 2010

<sup>65</sup> Déjà cité : Belyaev, I.Y., "Non-thermal biological effects of microwaves". Microwave Rev. 11, 13-29, 2005

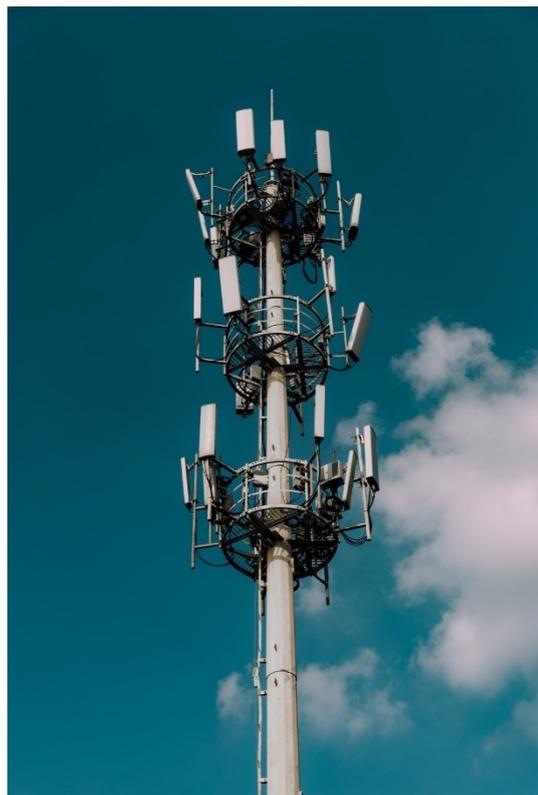
<sup>66</sup> Déjà cité : Belyaev, I.Y., "Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects". In: Markov, M.S. (Ed), Electromagnetic Fields in Biology and Medicine, CRC Press, New York, pp 49-67, 2015

<sup>67</sup> OFDM = Orthogonal Frequency Division Multiplexing [https://fr.wikipedia.org/wiki/Orthogonal\\_frequency\\_division\\_multiplexing](https://fr.wikipedia.org/wiki/Orthogonal_frequency_division_multiplexing)

plus élevé que l'intensité moyenne. La puissance de crête peut ainsi être jusqu'à 8 à 30 fois plus élevée que la puissance moyenne du signal.

La 5G utilise le même type de modulation (OFDM) que la 4G, et rien n'indique donc que la *puissance relative* des impulsions par rapport à la valeur moyenne du signal serait plus élevée avec la 5G qu'avec la 4G. Cependant, si des puissances d'exposition supérieures sont attendues avec la 5G, **la puissance absolue des pics augmentera dans les mêmes proportions que la puissance moyenne d'exposition**. Par exemple, à Bruxelles, si la demande des opérateurs d'augmenter les limites aboutit, la population pourra être exposée à des pics de puissance 50 fois plus élevés qu'actuellement sans la 5G<sup>68</sup>. La demande de relèvement des limites est liée au besoin d'augmenter le nombre et la puissance d'émission des antennes-relais, pour absorber davantage de trafic de données et desservir un plus grand nombre d'utilisateurs.

Aux pics de puissance liés à la modulation, s'ajoutent des **pulsations**, qui sont des coupures brutales, suivies de reprises brutales de la puissance d'exposition. Trois phénomènes entrent en jeu dans la création des pulsations. Premièrement, comme indiqué dans une étude belge de l'ISSEP<sup>69</sup> sur le caractère pulsé des émissions, notamment de la 4G, l'*antenne-relais* émet des **signaux de contrôle** à intervalles réguliers, qui sont qualifiés de pulsations, lorsqu'ils ne sont pas noyés dans des signaux de données. Deuxièmement, selon un rapport de Nokia<sup>70</sup>, certaines antennes-relais tant 4G que 5G peuvent utiliser des **microcoupures** (mode veille) dans la transmission, afin d'économiser l'énergie en période de faible trafic. Enfin, le **balayage** de l'espace par les antennes à faisceaux concentrés (*mMIMO*) pourrait créer un effet similaire à des flash d'exposition lors du passage très rapide du faisceau. A notre connaissance, ce dernier type de pulsation liée au balayage des faisceaux n'a pas encore été étudiée en conditions réelles.



Cette distinction entre pics de puissance et pulsations peut mener à envisager **différents mécanismes d'interaction biologique** suite à l'exposition à ces deux phénomènes physiques.

D'une part, tant les pics de puissance causés par la modulation que les pulsations, impliquent des

---

<sup>68</sup> Concrètement, en 4G on pourrait avoir un signal de puissance moyenne 10 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) et des impulsions de l'ordre de 100 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ). Suite à l'augmentation des limites, en 4G ou en 5G, on pourrait avoir un signal de puissance moyenne 500 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ) et des impulsions de l'ordre de 5000 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ). Avant augmentation des normes, la différence de puissance entre l'impulsion et la moyenne est de 90 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ). Avec les nouvelles limites, cette différence s'élève à 4500 ( $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ ).

<sup>69</sup> L'ISSEP propose une définition technique du terme "pulsé" à l'émission des ondes (mais pas pour l'exposition des populations à ces émissions)

<https://www.issep.be/wp-content/uploads/RP1-RAP-12-00172-WPI-janv.pdf>

<sup>70</sup> <https://gsacom.com/paper/5g-network-energy-efficiency-nokia-white-paper/>

variations brutales de l'intensité des champs électrique et magnétique de l'onde. Or selon les lois fondamentales de l'électromagnétisme découvertes par Faraday et Maxwell<sup>71</sup>, plus les variations du champ magnétique sont brutales, plus le **champ électrique induit (créé)** par ce champ magnétique est **intense**. Un champ électrique induit plus intense, exerce des forces (mécaniques) supérieures sur les charges électriques présentes dans le corps, ainsi que des courants (électriques) corporels plus intenses.

D'autre part, la ou les fréquences de pulsation des ondes pourraient induire notamment des effets de **résonance** dans des structures biologiques, molécules, ou parties de molécules, ou encore des **interférences** avec les ondes cérébrales ou d'autres fréquences utilisées naturellement par les êtres vivants.

Diverses études (voir notes 72,73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84) révèlent que, à intensité moyenne équivalente, **les rayonnements modulés et/ou pulsés sont souvent beaucoup plus actifs biologiquement** que les rayonnements non modulés et non pulsés. Relevons qu'en l'absence de définitions officielles par l'industrie, ces études utilisent les termes « impulsion », « pulsation » ou « pulsé » (en anglais *pulse* ou *pulsed*) pour indiquer tant les pics de puissance que les pulsations.

La découverte du Dr Richard Albanese, de l'U.S. Air Force (USA), mérite d'être signalée. Il accuse l'armée d'expérimentation de masse sur la population de Cape Cod, Massachussets. Le journal Microwave News dévoilait en 2002<sup>85</sup> le résultat de dizaines d'années de recherches. Celles-ci démontrent que le système radar à réseau phasé PAVE PAWS, utilisé pour la détection de missiles,

---

<sup>71</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quations\\_de\\_Maxwell](https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89quations_de_Maxwell)

<sup>72</sup> Batista Napotnik T, Reberšek M, Vernier PT, Mali B, Miklavčič D. 2016 "Effects of high voltage nanosecond electric pulses on eukaryotic cells (in vitro): A systematic review". Bioelectrochemistry. 2016 Aug;110:1-12. doi: 10.1016/j.bioelechem.2016.02.011.

<sup>73</sup> Déjà cité : Belyaev, I. 2015. "Biophysical mechanisms for nonthermal microwave effects". In: Electromagnetic Fields in Biology and Medicine, Marko S. Markov, ed, CRC Press, New York, pp 49-67

<sup>74</sup> Belyaev I.Y. 2005 "Non-thermal biological effects of microwaves: current knowledge, further perspective and urgent needs". Electromagn Biol Med 24(3):375-403.

<sup>75</sup> Déjà cité : Belyaev I.Y. 2005 "Non-thermal biological effects of microwaves". Microwave Rev 11:13-29.

<sup>76</sup> Creighton MO, Larsen LE, Stewart-DeHaan PJ, Jacobi JH, Sanwal M, Baskerville JC, Bassen HE, Brown DO, Trevithick JR. 1987 "In vitro studies of microwave-induced cataract". II. "Comparison of damage observed for continuous wave and pulsed microwaves". Exp Eye Res 45:357-373.

<sup>77</sup> Frey AH. 1974 "Differential biologic effects of pulsed and continuous electromagnetic fields and mechanisms of effect". Ann N Y Acad Sci 238: 273-279.

<sup>78</sup> Grigor'ev luG. 1996 "Role of modulation in biological effects of electromagnetic radiation". Radiats Biol Radioecol 36:659-670.

<sup>79</sup> Markov MS. 2007 "Pulsed electromagnetic field therapy: History, state of the art and future". The Environmentalist 27:465-475.

<sup>80</sup> Osipov YuA, 1965 "Labor hygiene and the effect of radiofrequency electromagnetic fields on workers". Leningrad Meditsina Publishing House, 220 pp.

<sup>81</sup> Déjà cité : Panagopoulos D., "Comparing DNA damage induced by mobile telephony and other types of man-made electromagnetic fields", 2019 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383574218300991>

<sup>82</sup> Déjà cité : Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL, "Real versus simulated mobile phone exposures in experimental studies", 2015, BioMed Res Int, article ID 607053 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Real+versus+simulated+mobile+phone+exposures+in+experimental+studies>

<sup>83</sup> Pollack H, Healer J. 1967 "Review of Information on Hazards to Personnel from HighFrequency Electromagnetic Radiation". Institute for Defense Analyses; Research and Engineering Support Division. IDA/HQ 67-6211, Series B, May 1967.

<sup>84</sup> Van Boxem K, Huntoon M, Van Zundert J, Patijn J, van Kleef M, Joosten EA. 2014 "Pulsed radiofrequency: a review of the basic science as applied to the pathophysiology of radicular pain: a call for clinical translation". Reg Anesth Pain Med. 2014 Mar-Apr;39(2):149-59.

<sup>85</sup> Albanese R, Microwave News (2002) <https://microwavenews.com/news/backissues/m-a02issue.pdf>

produit des effets beaucoup plus en profondeur dans le corps que les radars conventionnels (sans réseau phasé). Les **impulsions extrêmement courtes** utilisées par ce radar **induisent** un phénomène appelé "**précurseur de Brillouin**". Des changements de phase suffisamment rapides dus aux impulsions produites par le radar dans les faisceaux, à une intensité suffisante, génèrent de nouveaux **champs électromagnétiques à l'intérieur du corps, d'une intensité significative**. En conséquence, les perturbations électromagnétiques induites par le rayonnement incident peuvent atteindre le corps en profondeur.

Il y a des raisons de penser que la 5G aussi provoquera ce phénomène. En effet, la technologie *massive MIMO* utilise également des réseaux phasés (« phased array »). Elle produira des impulsions rapides, à des intensités inédites pour un réseau de communication civile.

Les « limites de sécurité » établies par l'ICNIRP ne tiennent compte que de la valeur moyenne de la puissance des rayonnements de radiofréquences. **Les effets biologiques résultant spécifiquement des pics de puissance et des pulsations des ondes auxquels nous exposerons la 5G ne sont pas pris en compte dans l'établissement des limites actuelles.**

#### 2.4.4 Polarisation du rayonnement

Les rayonnements électromagnétiques naturels dans lesquels les êtres vivants ont baigné depuis la nuit des temps ne sont pas (ou peu) polarisés, c'est-à-dire que leur champ électrique<sup>86</sup> n'a pas de direction déterminée. Au contraire, les rayonnements artificiels modernes sont fortement polarisés. Cette polarisation artificielle est volontaire et nécessaire aux télécommunications. On polarise l'onde grâce à la position (souvent verticale ou horizontale) et la forme de l'antenne afin de construire un signal plus « propre » et prévisible pour l'antenne réceptrice. Quand elle est de type linéaire, cette polarisation cause des effets *d'interférence constructive*, c'est-à-dire une superposition des signaux émis par les différentes antennes émettant avec la même polarisation. Les champs électriques des ondes artificielles sont donc additionnés, alors qu'ils s'annulent totalement pour des ondes naturelles.

Avec les technologies des télécommunications sans fil et même avec le réseau électrique triphasé d'extrêmement basse fréquence, les êtres vivants sont exposés à des champs électriques fortement polarisés. Peu d'études se sont intéressées à ce jour à cette problématique essentielle.

Une étude<sup>87</sup> de 2015 a identifié que **les champs électriques polarisés, même de très faible intensité, peuvent forcer l'ouverture des canaux ioniques tensiodépendants dans les membranes cellulaires, et occasionner de ce fait une cascade d'effets**. Elle indique : « (...) *les champs et rayonnements électromagnétiques artificiels polarisés peuvent déclencher des effets biologiques alors que les champs électromagnétiques non polarisés / rayonnements non ionisants beaucoup plus puissants et d'énergie (fréquence) plus élevées (par exemple la chaleur ou la lumière naturelle) ne le peuvent pas. (...) les organismes vivants sur Terre se sont adaptés aux champs électromagnétiques naturels (non polarisés ou même partiellement polarisés) depuis le début de la vie, mais pas à des variations de leurs intensités normales de l'ordre de 20% et on ne s'attend donc*

<sup>86</sup> Déjà cité : la **polarisation** expliquée dans une vidéo (5 min)

<https://www.youtube.com/watch?v=KBBziEwSTZA>

<sup>87</sup> Panagopoulos D. et al, "Polarization: A Key Difference between Man-made and Natural Electromagnetic Fields, in regard to Biological Activity", 2015, Nature Scientific Reports 5, Article number:14914  
<https://www.nature.com/articles/srep14914>

*pas à ce qu'ils s'adaptent aux champs et rayonnements électromagnétiques artificiels (totalement polarisés) ». (notre traduction)*

## 2.5 Effets des radiofréquences sur la santé à des niveaux non-thermiques

Nous avons tenu à répertorier très sommairement les effets sanitaires déjà identifiées lors des expositions aux rayonnements de radiofréquences à ce jour. Chaque maladie ou trouble mériterait bien sûr un traitement bien plus détaillé et en profondeur, mais ce n'est pas le propos de ce rapport qui adopte une perspective large des problématiques.

Vu le nombre important d'études scientifiques disponibles sur le sujet, et afin d'éviter d'alourdir notre rapport, nous référons le lecteur aux listes bibliographiques en fin de dossier du rapport ondes.brussels de novembre 2018<sup>88</sup>.

Lorsqu'un effet sanitaire est repris par le **Conseil Supérieur de la Santé en Belgique en 2019**, nous y référons le lecteur en bas de page.

Sans doute est-il utile de mentionner que toutes les conséquences sanitaires des technologies déjà en place n'ont pas encore été entièrement révélées. Des pathologies comme le cancer, par exemple, se développent sur le long terme. Ainsi se peut-il qu'il faille plusieurs décennies d'exposition avant que des augmentations significatives de cas ne soient rapportées.

### 2.5.1 Cancer et tumeurs cancéreuses

Le CIRC<sup>89</sup> a classé en 2011 les émissions de hautes fréquences (radiofréquences / micro-ondes) parmi les substances cancérogènes possibles (classe 2B). Il est prévu que cette classification soit réévaluée avant 2024. Compte tenu des études les plus récentes sur le sujet et selon l'avis de nombreux scientifiques (dont ceux de l'institut Ramazzini de recherche en cancérologie environnementale), il est probable que les émissions de hautes fréquences soit classées au niveau cancérogène certain (classe 1).

Les nombreuses études réalisées sur cette catégorie ont identifié entre autres les effets suivants:

- initiation, promotion et progression tumorale
- invasion tissulaire
- métastases

---

<sup>88</sup> <https://ondes.brussels/5G>

<sup>89</sup> Déjà cité : **CIRC (IARC en anglais)** = Centre International de Recherche contre le Cancer, agence spécialisée de l'OMS pour la recherche sur le cancer, créée en mai 1965  
[https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208\\_F.pdf](https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_F.pdf)

Les types de cancers et tumeurs aggravés et/ou causés par les radiofréquences selon ces études sont les suivants :

- Tumeurs cérébrales malignes ou bénignes dont gliomes<sup>90</sup> (tumeurs malignes des cellules gliales) et neurinome de l'acoustique (tumeur bénigne du nerf acoustique) :
  - En lien avec l'utilisation du téléphone mobile
  - Plausibilité d'une relation de cause à effet renforcée par l'apparition de tumeurs homolatérales, c'est-à-dire des tumeurs qui se développent du côté de la tête où le téléphone a été majoritairement utilisé. Une équipe de chercheurs s'est notamment intéressée à l'incidence du type le plus malin de tumeur cérébrale, le glioblastome multiforme, en Angleterre entre 1995 et 2015. Dans un article publié en juin 2018<sup>91</sup>, les auteurs montrent une augmentation linéaire, importante et statistiquement très significative des tumeurs primaires de type glioblastome multiforme sur cette période de 21 ans, en particulier dans les lobes frontaux et temporaux du cerveau, à savoir les parties les plus exposées aux rayonnements provenant du téléphone portable sans fil.
- Tumeur de la glande parotide
  - En lien avec l'utilisation du téléphone portable
- Leucémie<sup>92</sup>
  - En lien avec l'exposition du corps entier (ex. dans le domaine militaire)
- Lymphome (cancer du système lymphatique)
  - En lien avec l'exposition du corps entier (ex. dans le domaine militaire)
- Cancer du sein

Concernant les effets cancérologiques encore à étudier, ils sont repris à la section *Des effets sanitaires mal connus dus aux ondes millimétriques et au massive MIMO* (page 23).

Certains types de tumeurs du cerveau pourraient être expliquées par une action néfaste (seule ou en combinaison avec d'autres facteurs) des rayonnements de radiofréquences sur la barrière hémato-encéphalique dont le rôle est de filtrer les agents toxiques présents dans le sang afin qu'ils ne pénètrent pas dans le cerveau.

## 2.5.2 Effets sur l'ADN cellulaire

Divers effets ont été constatés confirmant un effet sur l'ADN, qui est la molécule essentielle à toute forme de vie connue et contenant le code génétique.

---

<sup>90</sup> **Conseil Supérieur de la Santé**: Dans son avis n°9404 rendu en mai 2019 page 35 (Hardell et al., 2013) et (Levis et al., (2011)

<sup>91</sup> Alasdair Philips et al, "Brain Tumours: Rise in Glioblastoma Multiforme Incidence in England 1995–2015 Suggests an Adverse Environmental or Lifestyle Factor", 2018 June, Journal of Environmental and Public Health, Article ID 7910754

<sup>92</sup> Maladies malignes complexes, consistant en un envahissement de la moëlle osseuse et d'autres organes, caractérisées par la prolifération des globules blancs

On constate les effets suivants sur l'ADN suite à une exposition à des rayonnements non *ionisants* du type micro-ondes utilisé par les télécommunications mobiles :

- ruptures simple brin et double brin
- effets sur les bases oxydées dans l'ADN cellulaire
- mutations chromosomiques produites par les ruptures double brin d'ADN

Des dommages à l'ADN peuvent apporter une explication plausible notamment à l'apparition de tumeurs cancéreuses, de problèmes de fertilité, de maladies congénitales ainsi que de malformations.

Les dommages causés à l'ADN par les rayonnements de radiofréquences sont aujourd'hui largement établis mais les **conséquences génotoxiques et mutagènes des rayonnements électromagnétiques non *ionisants* sont encore controversées.**

Le lien entre exposition aux rayonnements de radiofréquences et mutations semble pourtant bien observé, sur base d'expériences scientifiques. Voir également la section *Maladies et malformations congénitales* (page 38).

### 2.5.3 Effets sur la fertilité

Les rayonnements de radiofréquences utilisés par la téléphonie mobile et le sans-fil en général, peuvent avoir des conséquences multiples sur la fertilité féminine et masculine, observées dans la littérature scientifique :



- Fertilité masculine
  - remodelage tissulaire au niveau des testicules
  - baisse du nombre de spermatozoïdes, de leur motilité et autres paramètres des spermatozoïdes
- Fertilité féminine
  - remodelage ovarien
  - chute des ovocytes (follicules)
  - baisse des taux d'œstrogène, de progestérone et de testostérone (taux des hormones sexuelles)
  - augmentation du risque de fausse couche
  - baisse de libido

## 2.5.4 Maladies et malformations congénitales

Vu le caractère aléatoire des gènes endommagés, il serait vain de tenter de dénombrer de façon exhaustive les maladies congénitales et malformations potentielles liées à l'exposition aux radiofréquences. Nous ne citerons donc qu'une seule étude à ce sujet afin d'illustrer le potentiel de dommages sur le vivant. Ensuite, nous identifierons les mécanismes par lesquels des conséquences à long terme peuvent apparaître sur le génome et en particulier celui de l'humain.

Des malformations congénitales ont été observées chez les poulets suite à une exposition à la téléphonie mobile. Une étude<sup>93</sup> de 2012 exposant les poulets de façon intermittente (quatre fois 15 minutes par jour), a observé notamment des embryons plus gros, des saignements sous-cutanés, des malformations cérébrales, une augmentation de la croissance des yeux, une augmentation significative de l'épaisseur de la rétine de l'œil ainsi que d'autres problèmes rétiniens.

Ainsi, bien qu'encore peu nombreuses, des études existent sur le sujet des dommages congénitaux en lien avec l'exposition aux rayonnements des technologies sans fil. Elles indiquent que des malformations et maladies congénitales peuvent apparaître dès la première génération exposée.

Plus inquiétant encore, certains dommages causés aujourd'hui à l'ADN et pouvant mener à des malformations ou maladies congénitales sont susceptibles d'être transmis aux générations suivantes.

Les conséquences peuvent ne pas apparaître directement mais seulement après plusieurs générations<sup>94</sup> :

*« Croyez-le ou non, la perte de fertilité induite électromagnétiquement est la bonne nouvelle puisque cela signifie que les embryons gravement endommagés sont moins susceptibles d'être conçus. La mauvaise nouvelle est que tout gène endommagé nécessaire au développement de l'embryon mais non nécessaire au fonctionnement normal de l'ovule ou du sperme, ne sera pas éliminé de cette manière. Ces gènes peuvent encore trouver leur chemin dans le fœtus et causer des **dommages génétiques permanents**. L'effet peut ne pas être apparent dans la première génération puisqu'un gène non fonctionnel d'un parent peut souvent être compensé si l'autre parent fournit une bonne version du même gène. En fait, de graves problèmes peuvent ne pas survenir pendant de nombreuses générations jusqu'à ce que par hasard deux versions défectueuses du même gène se retrouvent dans le même fœtus. Ce qui se passe alors dépend du gène concerné, mais il est peu susceptible d'être bénéfique et peut être mortel ».* (notre traduction)

Barrie Trower, retraité de la Royal Navy britannique, expert de longue date en armement basé sur les micro-ondes, a ainsi développé une large connaissance liée à leurs effets sanitaires (volontaires dans ce cas précis). Il détient un profil rare combinant des connaissances en physique et en physiologie. Il nous met particulièrement en garde sur les risques de **dommages irréparables aux cellules humaines les plus vulnérables : les ovules des jeunes filles**.

---

<sup>93</sup> Al Qudsi F. et al, "Effect of Electromagnetic Mobile Radiation on Chick Embryo Development", 2012 [https://www.researchgate.net/publication/232262365\\_Effect\\_of\\_Electromagnetic\\_Mobile\\_Radiation\\_on\\_Chick\\_Embryo\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/232262365_Effect_of_Electromagnetic_Mobile_Radiation_on_Chick_Embryo_Development)

<sup>94</sup> Goldsworthy A., "The biological effects of weak electromagnetic fields", 2007 <https://ecfsapi.fcc.gov/file/7521098551.pdf>

Militant contre l'installation du Wi-Fi dans les écoles, voici un court extrait de son témoignage assermenté devant la Cour de Portland (Oregon, USA)<sup>95</sup> :

« *Le problème posé aux jeunes filles est que l'irradiation par micro-ondes endommagent la structure génétique dans leurs ovaires. Les filles naissent avec tous les ovules dont elles ont besoin dans leurs ovaires. Ce sont des œufs immatures, donc sensibles aux dommages pendant la croissance. Les micro-ondes sont génotoxiques (des expériences montrent qu'un rayonnement de téléphonie mobile de bas niveau sur des enfants perturbe la biochimie des cellules folliculaires dans l'ovaire), par conséquent, l'irradiation par micro-ondes pourrait affecter la structure génétique dans les ovules. **Le problème est ici que l'ADN mitochondrial, les gènes à l'intérieur des ovaires, est irréparable. Si vous avez une petite fille chez qui il y a des dommages, par ce mécanisme, à la structure génétique de l'un de ses ovules et qu'elle a une fille, cette fille portera ce problème génétique. C'est irréparable. Et sa fille portera à son tour ce problème génétique, car il est irréparable. Et chaque femme pour toujours, dans cette lignée, portera ce problème à perpétuité, car il est irréparable.*** » (notre traduction)

Andrew Goldsworthy cité plus haut conclut son étude ainsi :

« *La conclusion générale est que les dommages génétiques causés par l'exposition aux rayonnements électromagnétiques peuvent avoir un effet presque immédiat sur la fertilité, mais que les dommages à la progéniture peuvent prendre plusieurs générations à apparaître. **Si nous ne faisons rien pour limiter notre exposition aux rayonnements électromagnétiques, nous pouvons anticiper un lent déclin de la viabilité du génome humain pour de nombreuses générations à venir. Il est ironique qu'ayant tout juste découvert le génome humain, nous nous sommes déjà mis à le détruire systématiquement.*** » (notre traduction)

### 2.5.5 Effets cognitifs, neurologiques et neuropsychiatriques

De nombreux effets cognitifs ou neurologiques étudiés dans la littérature scientifique, seraient en lien avec l'exposition aux rayonnements de radiofréquences artificiels :

- troubles du sommeil/insomnie
- fatigue/fatigabilité
- maux de tête
- dépression/symptômes dépressifs
- manque de concentration/attention/déficience cognitive, TDAH
- étourdissements/vertiges
- troubles de la mémoire
- nervosité, tension, anxiété/stress/agitation, irritabilité
- troubles du comportement et du langage chez l'enfant<sup>96</sup>
- démence, voir aussi maladie d'Alzheimer
- différentes formes d'autisme
- acouphènes
- tremblements

---

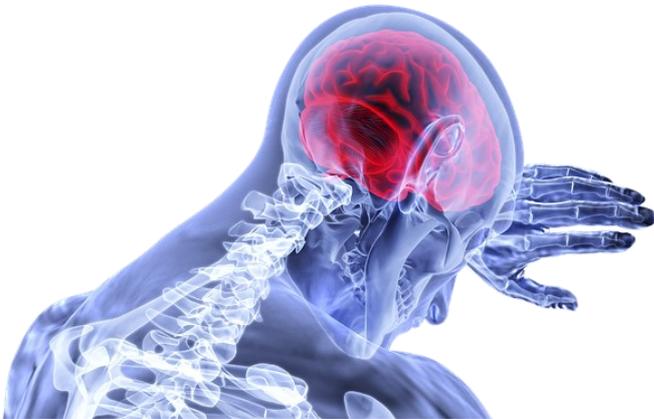
<sup>95</sup> <https://olis.leg.state.or.us/liz/201311/Downloads/CommitteeMeetingDocument/41774>

Divers exposés et entretiens de Barrie Trower sont également disponibles en vidéo (parfois sous-titrés).

<sup>96</sup> **Conseil Supérieur de la Santé**: Dans son avis n°9404 rendu en mai 2019 page 35 (Birks et al., 2017 ; Zarei et al., 2015)

**L'humain est un être électromagnétique dont les fonctions sont régulées par des extrêmement basses fréquences**, qui sont présentes naturellement sur Terre.

Notre nature électromagnétique est confirmée notamment dans une étude de 2018 qui indique que la fréquence de 10 Hz<sup>97</sup> correspond à celle des ondes alpha du cerveau. Son utilisation dans les signaux pulsés du Wi-Fi, perturbe l'horloge biologique interne et l'électro-encéphalogramme des sujets même des heures après l'exposition aux ondes, et ce à des niveaux bien en-dessous des limites de sécurité.



Une **action néfaste des radiofréquences sur la barrière hémato-encéphalique** protégeant le cerveau d'agents toxiques présents dans le sang, pourrait également jouer un rôle dans l'apparition de troubles cognitifs, neurologiques et neuropsychiatriques.

### 2.5.6 Apoptose ou mort cellulaire

Le processus d'apoptose intervient dans l'apparition de maladies neurodégénératives ainsi que dans l'infertilité, explorées plus haut. Il est donc utile d'indiquer que cette mort cellulaire peut expliquer le lien entre une exposition aux rayonnements de radiofréquences et ces catégories de pathologies. Cependant, les mécanismes biologiques complexes impliqués dans l'apoptose dépassent le cadre de ce rapport.

### 2.5.7 Stress oxydant et dommages causés par les radicaux libres

Les radicaux libres interviennent dans des mécanismes importants causant un stress oxydant, impliqué dans les maladies chroniques, le vieillissement précoce, ainsi que les dommages à l'ADN cellulaire. Ce rapport n'a pas pour ambition de traiter ces processus complexes délétères. Il est néanmoins utile de garder à l'esprit le rôle néfaste que peut jouer le stress oxydant suite à une exposition aux ondes des télécommunications sans fil.

### 2.5.8 Troubles cardiaques

Divers troubles cardiaques parfois mortels ont été étudiés et identifiés dans le cadre d'études sur l'exposition humaine aux rayonnements radiofréquences :

- tachycardie
- arythmie

---

<sup>97</sup> Wilke I, "Biological and pathological effects of 2.45 GHz radiation on cells, fertility, brain, and behavior", 2018 Feb, *umwelt • medizin • gesellschaft* 2018; 31 (1) Suppl: 1-32  
<https://www.emfdata.org/en/studies/detail?id=439>, pg 8

- bradycardie
- arrêt cardiaque (infarctus)

### 2.5.9 Maladies dégénératives

Des études rapportent que les rayonnements de radiofréquences peuvent contribuer à l'apparition de :

- maladie d'Alzheimer  
Cette maladie dégénérative apparaît à des âges de plus en plus précoces. Selon le Prof. Dominique Belpomme<sup>98</sup>, il existe une vingtaine d'études épidémiologiques indiquant un lien entre l'exposition aux champs électromagnétiques et la maladie d'Alzheimer.
- sclérose latérale amyotrophique

Ces maladies sont énumérées dans une méta-étude de 2020<sup>99</sup> reprenant une vue très large couvrant 5400 études dans la littérature scientifique.

### 2.5.10 Hypersensibilité Electromagnétique (HSEM ou EHS)

Il existe une forte présomption de causalité entre la pollution électromagnétique toujours croissante liée aux technologies sans fil, et un véritable problème épidémique voire pandémique faisant de plus en plus de victimes parmi les personnes électro-hypersensibles (HSEM ou EHS).

L'OMS a bien identifié ce trouble mais n'admet pas l'existence d'un lien de cause à effet avec les champs et rayonnements électromagnétiques, prétextant le manque d'études scientifiques à ce jour<sup>100</sup>. Elle n'admet pas non plus qu'on puisse en faire un diagnostic médical. Elle se contente d'en énoncer les symptômes sans pouvoir établir un lien avec les causes : **symptômes dermatologiques (rougeurs, picotements et sensations de brûlure), des symptômes neurasthéniques et végétatifs (fatigue, lassitude, difficultés de concentration, étourdissements, nausées, palpitations cardiaques et troubles digestifs)**. L'OMS n'a pas revu son opinion sur la question de l'EHS depuis 2014.

L'association belge francophone pour la reconnaissance de l'électrohypersensibilité, l'AREHS<sup>101</sup> identifie d'autres symptômes non repris par l'OMS : **maux de tête, troubles de sommeil, troubles de la mémoire, acouphènes, troubles de la vision, douleurs musculaires et articulaires, ou irritabilité**.

Le **corps médical** se trouve encore démuné face à ce syndrome qui n'est pas abordé dans le cursus académique. La formation médicale semble donc un pilier fondamental encore à construire afin

<sup>98</sup> Auditions au Sénat de Belgique, Commission des Matières transversales  
Prof. D. Belpomme, 27/11/2020, 1 min (voir: 3h15min50s)  
<https://youtu.be/QP4yP3NbrdY?t=11750>

<sup>99</sup> Déjà cité : Kostoff R. et al., "Adverse health effects of 5G mobile networking technology under real-life conditions," Toxicology Letters, vol. 323, 2020  
[https://www.researchgate.net/publication/338827082\\_Adverse\\_health\\_effects\\_of\\_5G\\_mobile\\_networking\\_technology\\_under\\_real-life\\_conditions](https://www.researchgate.net/publication/338827082_Adverse_health_effects_of_5G_mobile_networking_technology_under_real-life_conditions)

<sup>100</sup> <https://www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs296/fr/>

<sup>101</sup> AREHS asbl <https://www.arehs.be/l-electrohypersensibilite>

de limiter les conséquences sanitaires liées aux champs électromagnétiques artificiels. Des premières initiatives ont été lancées à Bruxelles et à Genève afin d'intégrer l'EHS dans le cursus universitaire<sup>102</sup>.

Les **associations de défense** des personnes électro-hypersensibles se multiplient à travers le monde et leurs rangs sont toujours plus nombreux. Pourtant, par manque de reconnaissance et donc de statistiques officielles, il est très difficile d'évaluer leur nombre parmi la population. Le Prof. Olle Johansson a rassemblé un ensemble d'études à travers le monde, et conclut en janvier 2020 à une incidence de l'EHS située **entre 3,5 et 13,3% de la population**. L'EHS semble frapper **toutes les catégories sociales et toutes les classes d'âges, indépendamment du style de vie**. Le nombre de cas d'hyper sensibilité électromagnétique serait **plus élevé chez les femmes** (65% des cas) d'après certaines études. Selon les associations et divers médecins, les victimes des champs électromagnétiques ne naissent pas EHS. Elles **développent une hypersensibilité suite à une exposition** relativement forte et/ou prolongée aux rayonnements électromagnétiques artificiels. La réaction biologique à l'exposition peut être immédiate et cesser tout aussi immédiatement suite à l'arrêt de l'exposition. Cependant la **réaction biologique peut être également décalée dans le temps**, survenir après le début de l'exposition ou suite à une accumulation de l'exposition, et se prolonger plus ou moins longtemps après l'exposition.

Les causes médicales encore controversées de l'EHS ainsi que le manque de protection des populations, posent un **problème sociétal et éthique**, repris à la section *Des personnes hypersensibles bannies de la société* (page 135).

En complément à la lecture cette section, nous vous invitons à découvrir deux auditions enregistrées en vidéo<sup>103</sup> au Sénat de Belgique. A la fin de la première vidéo, le Prof. Dominique Belpomme dénonce un « *crime de santé publique* » et une « **pandémie électromagnétique** ».

### 2.5.11 Effets sur le système endocrinien (hormonal)

Afin de rappeler le rôle, l'importance et la complexité du système hormonal, mais aussi du système immunitaire, nous reprendrons un extrait du site de *Physicians for Safe Technology*<sup>104</sup> : « *Les systèmes immunitaire et endocrinien sont des systèmes organiques critiques qui sont également étroitement liés au système nerveux et peuvent avoir un impact profond sur la reproduction, le développement et la fonction du fœtus ainsi que sur la promotion / prévention du cancer, la défense contre les infections, la cicatrisation des plaies, la fonction neurologique, l'homéostasie métabolique et le vieillissement. Le système immunitaire peut également cibler les propres tissus sains du corps, qui se manifestent par diverses maladies auto-immunes telles que le diabète de type 1, le lupus, la polyarthrite rhumatoïde et le psoriasis.* » (notre traduction).

Cette source indique l'observation d'effets néfastes sur la fonction **thyroïdienne**.

---

<sup>102</sup> Auditions au Sénat de Belgique, Commission des Matières transversales  
Prof. D. Belpomme, 27/11/2020, 1 min (voir: 2h44min55s - 2h46min03s)  
<https://youtu.be/QP4yP3NbrdY?t=9896>

<sup>103</sup> Auditions au Sénat de Belgique, Commission des Matières transversales  
Prof. D. Belpomme, 27/11/2020, 48 min (voir: 2h29min45s - 3h17min55s)  
<https://youtu.be/QP4yP3NbrdY?t=8990>

ARHES, 6/11/2020, 16 min (voir: 1h39min30s - 1h55min30s)  
<https://youtu.be/vM14hJv4IHw?t=5970>

<sup>104</sup> <https://mdsafetech.org/immune-system/>

Des changements dans les **hormones stéroïdiennes et non stéroïdiennes** ont été observés suite à une exposition aux rayonnements de radiofréquences artificiels. Par exemple, le stress oxydant et l'inflammation provoqués par l'exposition peuvent mener à une diminution de la production de **mélatonine** (appelée parfois « hormone du sommeil »). A cela s'ajoute le fait que la mélatonine, un antioxydant puissant, est consommée par l'organisme pour pallier les effets du stress oxydant. A la longue, un déficit en mélatonine peut apparaître qui peut être à l'origine de plusieurs types de troubles, dont des troubles du sommeil.

Pour aller plus loin, *Physicians for Safe Technology* référence de nombreuses sources liées aux effets des rayonnements de radiofréquences sur le système endocrinien.

### 2.5.12 Effets sur le système immunitaire

Selon *Physicians for Safe Technology*, la recherche à ce stade n'est pas toujours cohérente dans ses méthodes ni ses résultats, au sujet du système immunitaire.

**Les effets des rayonnements de radiofréquences sur le système immunitaire sont encore mal connus et parfois incohérents.** Joel Moskowitz<sup>105</sup> de l'Université Berkeley de Californie indique qu'il semblerait que des **expositions de longue durée peuvent déprimer certaines fonctions immunitaires**, alors que des **expositions de courte durée semblent au contraire les stimuler.**

Pour aller plus loin, *Physicians for Safe Technology* référence de nombreuses sources liées aux effets des rayonnements de radiofréquences sur le système immunitaire.

## 2.6 Mécanismes d'action des champs et rayonnements électromagnétiques

Au-delà de l'observation scientifique et clinique permettant de constater les différents troubles et maladies liés directement ou indirectement à une exposition aux rayonnements de radiofréquences artificiels, il est utile de s'interroger sur les mécanismes sous-jacents liant les causes à leurs effets biologiques.

Une meilleure compréhension de ces mécanismes permet d'orienter les choix dans l'entreprise de nouvelles études, afin de compléter les connaissances scientifiques, mais aussi de faire avancer la recherche sur les solutions et traitements limitant ces troubles.

Le champ électrique lié à l'onde électromagnétique agit sur toute particule chargée électriquement (électrons, protons, ions, groupes de molécules chargées) et sur les molécules polaires. Le rayonnement électromagnétique peut donc **perturber les flux d'ions, la conformation spatiale des protéines, les réactions enzymatiques, le fonctionnement des membranes cellulaires, etc.**

---

<sup>105</sup> Blog de Moskowitz J.M., "Research on Wireless Radiation Exposure to the Immune System"  
<https://www.saferemr.com/2020/03/wireless-radiation-effects-on-immune-system.html>

On sait aujourd'hui que les champs et rayonnements électromagnétiques affectent l'activité des canaux ioniques tensiodépendants présents dans les membranes cellulaires<sup>106</sup>. On connaît l'extraordinaire sensibilité de leurs senseurs de tension entraînant leur ouverture. On sait que l'ouverture inopportune des canaux calciques tensiodépendants peut générer toute une cascade de réactions qui occasionnent une large gamme d'effets repris plus haut dans ce rapport.

L'ouverture des canaux calciques crée un afflux d'ions calcium à travers la membrane cellulaire. Au sein de la cellule, la forte concentration en calcium déclenche une série de réactions biochimiques : augmentation de la signalisation calcique et de la production de radicaux libres, qui sont source de **stress oxydant**, inflammation.

Divers effets délétères observés à travers les études scientifiques, peuvent être causés par le stress oxydant. Celui-ci cause une oxydation des protéines, des lipides et des acides nucléiques, entraînant une diminution des fonctions physiologiques et de l'intégrité métabolique. On observe également l'implication du stress oxydant dans les maladies chroniques, notamment le cancer, la maladie de Parkinson et la maladie d'Alzheimer.

Ces mécanismes peuvent également provoquer l'ouverture de la barrière hémato-encéphalique, l'apoptose, des dommages aux systèmes de réparation de l'ADN et des **dommages à l'ADN** non réparé, une surconsommation de mélatonine (comme antioxydant) en donc des troubles du sommeil, des perturbations des hormones et neurotransmetteurs, une moindre production d'énergie par les mitochondries, etc.

En particulier, l'action sur la **barrière hémato-encéphalique protégeant le cerveau** d'agents toxiques présents dans le sang, pourrait expliquer tout un ensemble de troubles et cancers liés au cerveau. Des études<sup>107</sup> ont démontré qu'une exposition de 2h à un téléphone portable GSM pouvait ouvrir cette barrière durant 8 semaines chez les rats, laissant la voie libre aux toxines et provoquant des lésions cérébrales. Ils ont aussi démontré que ces effets se produisent encore à une distance de 1,85 m du téléphone.

Les conséquences sanitaires potentielles de ces mécanismes sur le **long terme** sont nombreuses et délétères, comme nous l'avons vu précédemment.

---

<sup>106</sup> Pall ML, "Electromagnetic fields act via activation of voltage-gated calcium channels to produce beneficial or adverse effects", 2013, J Cell Mol Med 17:958-965 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23802593>

<sup>107</sup> Déjà cité : Persson BRR, Eberhardt J, Malmgren L, Persson MB, Brun A, Salford LG., "Effects of microwaves from GSM mobile phones on blood-brain barrier and neurons in rat brain", (2005) [https://www.researchgate.net/publication/224772674\\_Effects\\_of\\_Microwaves\\_from\\_GSM\\_Mobile\\_Phones\\_on\\_the\\_Blood-brain\\_Barrier\\_and\\_Neurons\\_in\\_Rat\\_Brain](https://www.researchgate.net/publication/224772674_Effects_of_Microwaves_from_GSM_Mobile_Phones_on_the_Blood-brain_Barrier_and_Neurons_in_Rat_Brain)  
Salford LG., Brun A., Eberhardt JL., Malmgren L., Persson BRR., "Nerve Cell Damage in Mammalian Brain after Exposure to Microwaves from GSM Mobile Phones", (2003) <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12782486/>

## 2.7 Conclusions sur les impacts sanitaires de la 5G

Il existe plusieurs milliers d'études scientifiques à ce jour indiquant l'existence de nombreux effets biologiques (*non thermiques*) liés à l'exposition du vivant aux champs et rayonnements électromagnétiques artificiels. Elles apportent de nombreuses indications quant à l'existence d'un lien de cause à effet entre l'exposition et d'innombrables troubles (parfois irréversibles), maladies (parfois incurables ou mortelles), malformations et dommages génétiques (parfois irréparables à jamais sur toute une lignée familiale), tant chez l'animal que l'humain.

La 5G et ses caractéristiques innovantes présentent un risque sanitaire fortement accru. Cette technologie n'a fait l'objet d'aucune évaluation préalable avant sa mise sur le marché. **Les facteurs d'accroissement du risque sanitaire inhérents à la 5G, pourtant multiples, sont totalement ignorés dans ses plans de déploiement : ondes millimétriques, faisceaux concentrés, puissances d'exposition plus élevées, impulsions d'intensité plus élevée.**

Dans un déni des données et connaissances scientifiques qui nuisent à ses intérêts économiques, l'industrie des télécommunications, auto-régulée en matière sanitaire, se réfugie derrière des **limites dites « de sécurité »** définies par un organisme privé à la gouvernance opaque, l'ICNIRP, qui entretient des liens étroits avec l'industrie des télécoms et agit sous le couvert de l'OMS. Les limites s'avèrent tant obsolètes qu'inefficaces à protéger les populations et font donc partie intégrante du **problème sanitaire majeur auquel nous faisons face avec la 5G, qui ne fait qu'amplifier une situation déjà fort préoccupante.**

Les « limites de sécurité » actuelles sont fondamentalement **biaisées pour le compte de l'industrie**, car elles se basent principalement sur des effets dits « *thermiques* » (échauffement des tissus vivants) et sur la puissance moyenne des rayonnements sur une durée de quelques minutes. Les limites ne tiennent pas compte des effets observés à des niveaux de puissance bien inférieurs. Les fenêtres d'intensité et de fréquence, les modulations, les pulsations et la polarisation du signal, la sensibilité particulière des enfants, des embryons, des gamètes, les effets synergiques « cocktail » avec des substances chimiques, la nature électromagnétique de l'humain, ainsi que les facteurs de risque inhérents à la 5G évoqués plus haut, sont totalement passés sous silence.

**Depuis près de 10 ans, de nombreux appels impliquant des milliers de scientifiques, médecins et étudiants, organisations officielles et associations citoyennes, appuyés par des résolutions du Parlement européen et du Conseil de l'Europe, demandent une refonte des fondements mêmes des « limites de sécurité » prenant en compte les données et connaissances scientifiques les plus récentes. Ces demandes soutiennent l'application du principe ALARA<sup>108</sup>, en particulier dans les endroits où séjournent les personnes les plus sensibles. Tous ces appels demeurent lettre morte, sans réaction à ce jour.**

Un tel déni des preuves scientifiques et en particulier la propagande pro-5G visant à nous convaincre de l'absence de preuves d'effets sanitaires, rappelle malheureusement des épisodes du passé que personne ne devrait plus tolérer. Parmi les plus connus, le tabagisme. Il était considéré à une époque comme une simple habitude de vie. Son impact sanitaire était ignoré

---

<sup>108</sup> Déjà cité : ALARA = As Low As Reasonably Achievable, trad. : aussi bas que raisonnablement possible

malgré les alertes du monde scientifique et médical. Il a fallu des décennies de lutte contre les lobbies de l'industrie du tabac pour mettre en place une régulation raisonnable de ce secteur et pour protéger la santé de tous les citoyens. Plus récemment, on a connu la lutte continue contre l'amiante, les pesticides, les perturbateurs endocriniens, la pollution atmosphérique, les plastiques. Ces exemples d'absence de protection de la santé publique représentent autant d'échecs.

Notre société ne devrait-elle pas tirer les leçons de ses échecs répétés inlassablement au fil des décennies, et apprendre à percer la propagande et le lobbying soutenant les stratégies de vente des industriels au détriment de la santé publique ?
--

**A l'étendue des risques encourus avec les technologies sans fil existantes, la 5G ajoute des risques inédits. Des dommages sanitaires pourraient se révéler à une échelle difficilement concevable aujourd'hui, sur plusieurs générations à venir.** Les innombrables incertitudes scientifiques entourant la 5G et l'inefficacité des limites de sécurité actuelles nous amènent à conclure que nous avançons à l'aveugle et hors de toute maîtrise des risques.

**Vu la gravité et la prolifération des maladies liées de façon possible ou certaine aux rayonnements de radiofréquences des télécommunications sans fil, et l'absence actuelle de mécanisme de protection efficace des populations, en particulier les plus sensibles, il semble urgent que le monde politique, soutenu par les citoyens, prenne des décisions courageuses afin de protéger la santé, le bien-être et l'avenir de notre espèce, sans céder aux pressions de l'industrie sous prétextes de reprise économique, de compétitivité ou d'emploi.**

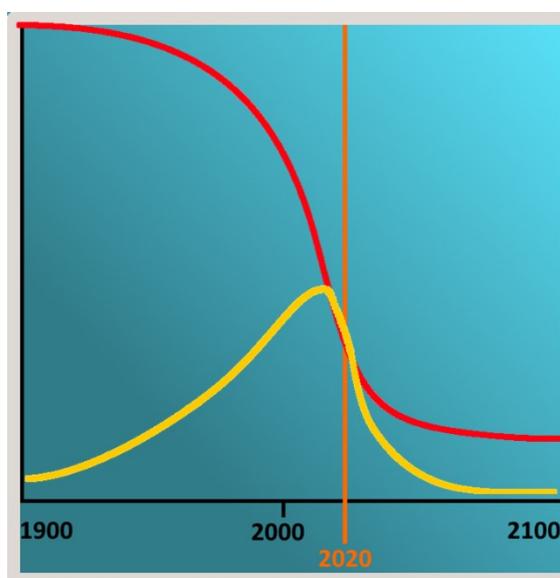
**En conclusion, le recours immédiat au principe de précaution sous la forme d'un moratoire sur le déploiement de réseaux publics 5G est nécessaire, afin de protéger les populations actuelles et les générations futures.**

### 3. Arguments environnementaux

Selon Gary Cook, analyste senior chez Greenpeace, « **Internet est la chose la plus vaste que nous allons construire en tant qu'espèce. Si nous le construisons de la bonne manière, avec les sources énergétiques adéquates, ceci pourrait réellement accélérer notre transition vers les énergies renouvelables. Si nous le construisons de la mauvaise manière, cela pourrait en réalité aggraver le problème.** »<sup>109</sup> (notre traduction)

Les mises en garde sévères sur l'évolution exponentielle de la consommation énergétique et de ses effets sur le climat de notre Terre se succèdent depuis une cinquantaine d'années. Les alertes répétées des scientifiques, dont celles des experts en climatologie du GIEC<sup>110</sup>, indiquent une **catastrophe climatique globale dont nous ne ressentons que le début des effets**. En conséquence, une réelle mobilisation citoyenne à l'échelle internationale s'est développée avec des objectifs internationaux en matière de réduction de l'empreinte carbone. La conscientisation de masse au sujet du bouleversement climatique en cours semble donc bien produire certains effets dans nos habitudes de vie, mais semble cependant ignorer totalement l'empreinte carbone liée aux technologies numériques.

**La croissance productiviste** dans laquelle baigne notre civilisation depuis la révolution industrielle de la fin du 18<sup>e</sup> siècle, quelle que soit l'idéologie politique sous-jacente à l'Est comme à l'Ouest, **a fini par atteindre ses limites**, comme le prédisait le rapport Meadows du MIT<sup>111,112</sup> il y a près de 50 ans. En bref, l'exploitation de toute ressource naturelle suit une évolution en forme de « cloche » due à leur finitude et à la difficulté croissante d'exploiter les réserves restantes. Or la fabrication de nos technologies numériques dépend de plus de mille ressources différentes dont une partie essentielle est déjà proche du sommet de la courbe, et donc du déclin. Arrivée au sommet de la courbe, la production d'une ressource ne peut plus que décroître inéluctablement ainsi que sa consommation. Il s'agit bien d'un problème systémique global. Le rythme de la décroissance est la grande inconnue imposée par les lois de l'offre et de la demande du marché, car la raréfaction d'une ressource fait nécessairement augmenter son prix.



Seules une réflexion et une remise en question profonde de notre civilisation consumériste pourrait encore ralentir la vitesse de l'effondrement des ressources dont nous dépendons.

<sup>109</sup> <https://www.theatlantic.com/technology/archive/2015/12/there-are-no-clean-clouds/420744/>

<sup>110</sup> GIEC = Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat  
<https://www.ipcc.ch/languages-2/francais/publications/>

<sup>111</sup> <https://www.clubofrome.eu/limits-to-growth-the-30-year>

<sup>112</sup> MIT : Massachusetts Institute of Technology <https://web.mit.edu/>

Pourtant, aujourd’hui, une famille française possède en moyenne 34 appareils numériques<sup>113</sup>.

Pour justifier l’augmentation exponentielle de son empreinte écologique, la vision de la 5G se base sur un raisonnement pointé par William Webb<sup>114</sup> comme décalé de la réalité. Premièrement, elle brandit l’argument du **trafic de données** sur réseaux mobiles qui suivrait une croissance sans fin, mais oublie qu’il est probable que nous atteindrons un palier de consommation, évalué ici *en moyenne* à 20 gigaoctets (ou gigabytes) par mois par personne (voir page 176). La seconde erreur qui semble commise par les télécoms est de supposer que le **débit de transfert** des données doit encore et toujours augmenter, alors que les études indiquent clairement que les débits de la 4G satisfont déjà très largement la demande — voir la section *Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 172). La troisième faille au raisonnement est celle du **temps de réponse** (*latence*) des antennes qui serait trop long. La réalité est que les temps actuels de la 4G sont parfaitement adaptés aux besoins du public. Ces différents aspects sont abordés en détail à la section *Faux arguments technologiques* (page 168).

William Webb compare le secteur des télécoms à celui de l’aviation, qui a bien dû se résoudre à arrêter d’augmenter sans cesse la vitesse des avions. Sa comparaison à l’avion supersonique le Concorde, conclut que la 5G pourrait se terminer comme « *un superbe exploit d’ingénierie mais de valeur limitée pour tous sauf une petite minorité* »<sup>115</sup>. (notre traduction)

Afin d’évaluer de façon synthétique l’empreinte environnementale de la 5G, reprenons le travail du Digital Power Group, où Mark P. Mills identifie les différents facteurs de l’explosion de la consommation énergétique d’Internet dans son rapport de 2013 "The Cloud Begins With Coal"<sup>116</sup>:

- les centres de données (*data centers*),
- les *réseaux* de communication omniprésents,
- la myriade d'appareils des *utilisateurs*,
- les installations nécessaires à la fabrication de tout ce matériel.

---

<sup>113</sup> F. Bordage, GreenIT.fr, présentation du rapport *Empreinte environnementale du numérique mondial* Déc 2019 <https://www.youtube.com/watch?v=dD-Bbc0zzfc>

<sup>114</sup> William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 22-26

<sup>115</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 14

<sup>116</sup> Mills, Mark P. (2013). The Cloud Begins With Coal: Big Data, Big Networks, Big Infrastructure and Big Power. Digital Power Group [https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud\\_Begins\\_With\\_Coal.pdf](https://www.tech-pundit.com/wp-content/uploads/2013/07/Cloud_Begins_With_Coal.pdf)

Même si nous reprenons certains éléments essentiels de consommation liés aux **data centers** qui hébergent le *cloud*, nous ne nous pencherons pas en détail sur cet aspect, car l'impact du *cloud* sur l'empreinte environnementale n'est pas encore étudié dans le cadre d'une analyse de cycle de vie globale<sup>117</sup>. Aussi, même s'il faut bien sûr s'en préoccuper, il s'agit du facteur le moins impactant parmi les quatre. Enfin, avec ou sans 5G, l'architecture du *cloud* est en plein changement, afin de permettre des temps de réponse relativement plus faibles de certains services, à travers une



multiplication de petits *data centers* de proximité, conformément au concept de *MEC (Mobile Edge Computing)*. Certains aspects du réseau mobile lui-même sont virtualisés avec la *NFV (Network Functions Virtualization)*. Néanmoins, les dimensions et la consommation des *data centers* augmenteront en raison du volume supérieur de données consommées. Si la vision de la 5G se réalise, elle a l'ambition de permettre une

multiplication du trafic par 100. Mais comme expliqué ci-dessus, il est possible voire probable que le trafic (sur les réseaux mobiles) atteindra un palier, et que cette augmentation sera donc relativement faible.

Les **réseaux de communication**, en particulier les réseaux de téléphonie mobile, sont les plus énergivores si on considère la consommation électrique, et sont abordés dans les sections qui suivent.

Les milliards d'**appareils utilisateurs** présentent une large empreinte énergétique lors de leur utilisation, mais c'est leur fabrication qui représente la majeure partie de leur empreinte énergétique. Ils ont déjà consommé beaucoup d'énergie avant même d'être allumés pour la première fois.

Les **installations de production** de tout ce matériel (réseaux et appareils smart) présentent l'empreinte environnementale la plus lourde. Les processus industriels impliqués dans la fabrication de notre technologie numérique, ainsi que les pollutions qui en découlent, sont donc abordés également.

---

<sup>117</sup> Déjà cité : F. Bordage, GreenIT.fr, présentation du rapport *Empreinte environnementale du numérique mondial* Déc 2019 <https://www.youtube.com/watch?v=dD-Bbc0zzfc> (questions-réponses)

Les sections suivantes abordent l’empreinte environnementale de la 5G suivant quatre angles distincts :

1. **L’énergie nécessaire au fonctionnement** des équipements (*cloud*, réseaux et appareils) et ses émissions de *gaz à effet de serre*, voir section *Impacts significatifs de la 5G sur la consommation électrique* (page 51).
2. **L’énergie nécessaire à la production** des équipements (*cloud*, réseaux et appareils) et ses émissions de *gaz à effet de serre*, voir section *Impacts énergétiques liés à la production de matériel 5G* (page 65).
3. **Les pollutions générées par la production** et la mise en décharge des équipements (*cloud*, réseaux et appareils), voir section *Consommation énergétique de la 5G : synthèse* (page 69)
4. **La raréfaction des ressources naturelles nécessaires à la production** des équipements (*cloud*, réseaux et appareils), voir section *Raréfaction des ressources naturelles* (page 78).

Plus loin, le rapport aborde **l’impact sur les écosystèmes** dû aux rayonnements de type radiofréquences en général, afin de comprendre la situation actuelle : *Impacts sur la faune et la flore* (page 80).

Ensuite, les particularités des **ondes millimétriques de la 5G** et leurs impacts sur l’environnement sont abordés dans des sections dédiées, y compris l’impact sur le vivant, le paysage urbain, les prévisions météorologiques et le suivi du changement climatique : voir *Impact environnemental des ondes millimétriques* (page 81).

Sans avoir la prétention de pouvoir résoudre les problèmes environnementaux causés par les valeurs de notre civilisation, nous abordons ensuite de façon non exhaustive des **alternatives et solutions plus durables** glanées dans quelques publications, tant en matière de technologie, de style de vie, que de politique et réglementation, voir *Vers un Internet plus durable* (page 85).

### 3.1 Impacts significatifs de la 5G sur la consommation électrique

Le lecteur intéressé uniquement par les résultats de l'estimation de la consommation électrique, peut se rendre directement à la section *Estimation minimale du surplus de consommation électrique du réseau 5G* (page 62).

#### 3.1.1 Consommation électrique du numérique et de la 4G en 2019

En septembre 2019, Frédéric Bordage de Green IT France révélait dans une étude sur l'empreinte environnementale globale du secteur du numérique<sup>118</sup>, que l'ensemble des **technologies numériques consumaient 5,5% de l'électricité mondiale à ce jour**. Ceci reprend tous les équipements numériques, dont le nombre est estimé à 34 milliards, comme les ordinateurs, les smartphones, smart TV, tablettes, consoles de jeux vidéo, objets smart, calculateurs embarqués dans les voitures, réseaux de télécommunications et serveurs des centres informatiques, etc.

Déjà aujourd'hui, les réseaux mobiles 4G que nous utilisons pour leur disponibilité en déplacement, ont une lourde part de responsabilité dans cette consommation. Ces antennes et ces équipements attachés aux pylônes de télécommunications sont en effet très énergivores. Une étude de 2019<sup>119</sup> a analysé la répartition de la consommation électrique des applications vidéo typiques sur un smartphone à partir d'un réseau 4G. La part d'électricité consommée par le réseau **4G est représentée en rose**, par le smartphone en bleu, par les *data centers* en vert, par le *cœur du réseau* Internet ou « *core* » en gris :

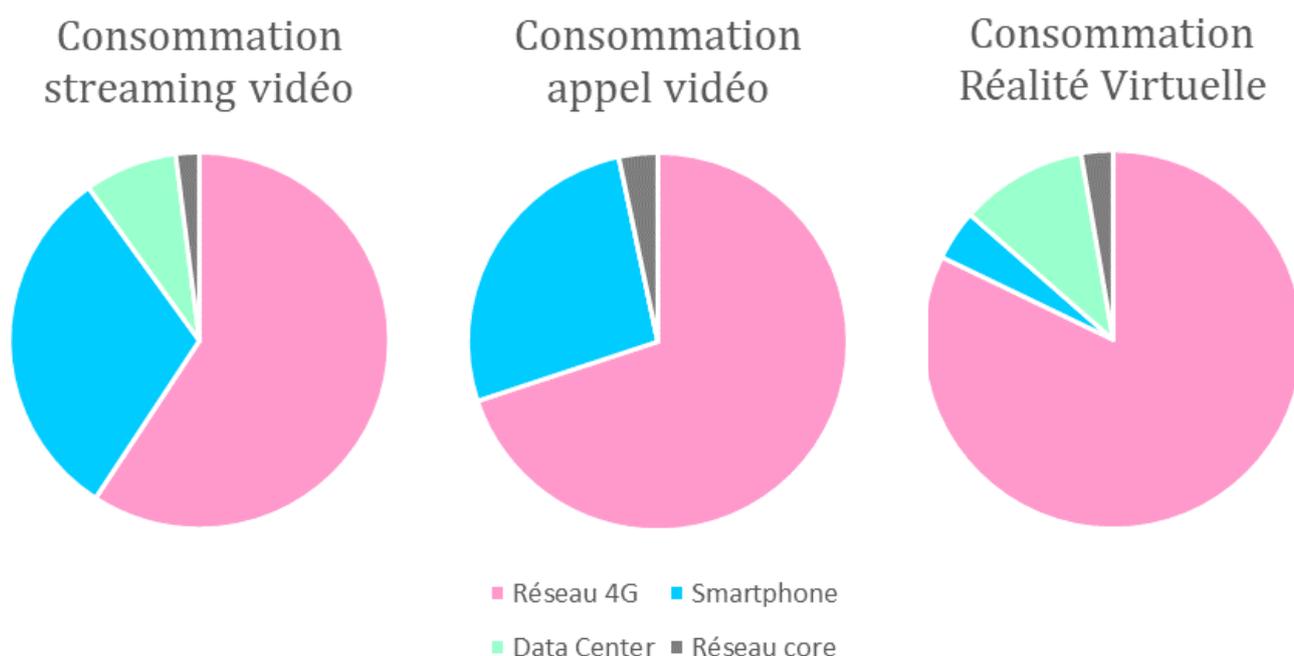


Figure 7 – Répartition de la consommation des applications vidéo sur un smartphone en 4G (2019)

<sup>118</sup> F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

<sup>119</sup> Yan et al, "Modeling the Total Energy Consumption of Mobile Network Services and Applications", 2019 [https://www.researchgate.net/publication/330201584\\_Modeling\\_the\\_Total\\_Energy\\_Consumption\\_of\\_Mobile\\_Network\\_Services\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/330201584_Modeling_the_Total_Energy_Consumption_of_Mobile_Network_Services_and_Applications)

Pour le streaming vidéo, qui est l'application consommant de très loin le plus de données mobiles, **59% de la consommation électrique est due au réseau mobile (4G)**. Pour les appels vidéo, on monte à 70% et pour la *Réalité Virtuelle* (VR) même à 82%. Selon Ericsson<sup>120</sup>, **la vidéo sur smartphone représente 63% du trafic mobile, soit un volume de 28 EB<sup>121</sup> (exabytes) par mois**.

Afin d'évaluer l'empreinte du fonctionnement global du réseau 4G, on peut reprendre les évaluations actuelles du nombre de *stations de base*, ainsi que celles de leur consommation moyenne. Ces deux indicateurs permettent d'estimer un ordre de grandeur de la puissance électrique globale consommée par la 4G en 2020, et ensuite de l'*énergie primaire* bien supérieure nécessaire à sa production.

Le **nombre global de stations de base 4G** est estimé à un minimum de **7 millions** en 2019 (sites physiques)<sup>122</sup>, un nombre en forte croissance vu les déploiements toujours en cours de la 4G. Pour des raisons politiques, la Chine possède un nombre d'antennes *per capita* élevé, autour de **3 sites par millier d'habitants**. Par comparaison en Europe (28 Etats membre, Norvège et Suisse), ce nombre est de 1,1 site par millier d'habitants, avec de fortes variations par pays (entre 0,7 pour l'Allemagne et 3,7 en Finlande)<sup>123</sup>. Aux Etats-Unis la densité d'antennes est plus faible.

Selon Nokia<sup>124</sup>, les *stations de base* consomment 80% de l'électricité des réseaux mobiles, les 20% restants étant consommés dans le *cœur du réseau* « core » et dans la connexion (*backhaul*) entre les *stations de base* et le core. La consommation des *stations de base* est donc primordiale, mais pas la seule à considérer.

Des consommations très variables sont observées entre les opérateurs, entre différents types de *stations de base*, et même pour un même modèle dans des conditions d'utilisation différentes. Nous prendrons donc des données à l'échelle de réseaux entiers afin d'intégrer ces différences. Mais malgré ces précautions, de larges différences se dessinent suivant la densité du réseau et le trafic par antenne. Prenons quatre exemples : la Chine, la Suède, la Finlande, et les Etats-Unis. Pour les trois premiers, on observe une consommation électrique annuelle du réseau par site ou par *station de base* correspondant respectivement à 13 MWh<sup>125</sup> (4G, 2016), 15 MWh<sup>126</sup> (2-3-4G,

---

<sup>120</sup> Ericsson Mobility Report Juin 2020 : actuellement trafic 45 EB/mois dont 63% de vidéos

<https://www.ericsson.com/fr/mobility-report/reports/june-2020>

<sup>121</sup> EB = exabyte (anglais) = exaoctet (français) = un milliard de milliard d'octets ; 1 octet = 8 bits ; 1 bit = 0 ou 1

<sup>122</sup> <https://www.mobileworldlive.com/blog/blog-global-base-station-count-7m-or-4-times-higher/> et <https://www.globaltimes.cn/content/1172513.shtml> et <https://www.statista.com/statistics/989888/china-4g-mobile-base-station-number/>

<sup>123</sup>

[http://research.rewheel.fi/downloads/Rewheel\\_Tutela\\_LTE\\_5G\\_performance\\_drivers\\_Europe\\_17022019\\_FINAL.pdf](http://research.rewheel.fi/downloads/Rewheel_Tutela_LTE_5G_performance_drivers_Europe_17022019_FINAL.pdf) pg 7

<sup>124</sup> Déjà cité : <https://gsacom.com/paper/5g-network-energy-efficiency-nokia-white-paper/>

<sup>125</sup> kWh, MWh, GWh, TWh sont des unités de mesure de l'énergie (en général électrique).

En 2016 les 1,51 millions de *stations de base* 4G de China Mobile avaient consommé approx. 20 000 GWh d'énergie électrique, soit **13 MWh/an** par *station de base* (on ignore donc ici la 2G et la 3G), selon Yan et al, Modeling the Total Energy Consumption of Mobile Network Services and Applications, 2019 (déjà cité)

[https://www.researchgate.net/publication/330201584\\_Modeling\\_the\\_Total\\_Energy\\_Consumption\\_of\\_Mobile\\_Network\\_Services\\_and\\_Applications](https://www.researchgate.net/publication/330201584_Modeling_the_Total_Energy_Consumption_of_Mobile_Network_Services_and_Applications)

<sup>126</sup> En 2015 les 10 000 sites physiques (*stations de base* 2/3/4G) de l'opérateur Telia en Suède avaient consommé approx. 150 GWh d'énergie électrique, soit **15 MWh/an** par site selon Malmodin, J., & Lundén, D. (2016), The energy and carbon footprint of the ICT and E&M sector in Sweden 1990-2015 and beyond. Proceedings of the ICT4Sustainability Conference, (Ict4s), 209– 218 <https://www.semanticscholar.org/paper/The-energy-and-carbon-footprint-of-the-ICT-and-E%26M-Malmodin-Lund%C3%A9n/ed118b56fa846b2264b8f91d87c32542533124cd>

2015) et 30 MWh<sup>127</sup> (2-3-4G, 2016). La faible consommation en Chine pourrait s'expliquer par le faible trafic mensuel par utilisateur chinois en 2016 (par utilisateur 0,7 Go, par antenne 700 Go), en croissance à tendance exponentielle depuis lors. Les chiffres très élevés en Finlande s'expliquent par un trafic mensuel par utilisateur, très élevé déjà en 2016, de 15,9 Go (4300 Go par antenne). Il est connu que la consommation d'énergie de tout réseau de télécommunication augmente avec le trafic. Un rapport américain de juin 2020 sur le marché des *stations de base*<sup>128</sup> indique (indirectement) une puissance électrique moyenne de l'ordre de 1,1 kilowatt par *station de base* 4G<sup>129</sup>, ce qui correspond à 9,5 MWh annuels. A ceci, il faut ajouter 20% de consommation du réseau *backhaul* et *core*, pour arriver à un total d'environ **12 MWh** (2019) pour un trafic mensuel étatsunien en 2018 pourtant assez élevé de 7 Go (et surtout un trafic énorme de 7000 Go par antenne). Afin de mener une **approche optimiste** minimale nous prendrons cette dernière valeur qui est la plus faible, semblant pourtant assurer un trafic élevé, tant pour estimer l'empreinte actuelle de la 4G que celle de la 5G par extrapolation.

Un calcul simple indique que le fonctionnement de la 4G seule consomme 81 terawatt-heure (TWh)<sup>130</sup> au niveau mondial, au minimum. L'*énergie primaire* (EP) correspondante dépend des sources d'énergie utilisées à la production de cette électricité, et dépend donc du « mix énergétique » des régions du monde où cette électricité est produite. Par cohérence avec l'étude de Green IT<sup>131</sup>, nous prenons un facteur PEF de 3,4<sup>132</sup>.

**Sur cette base, l'énergie primaire consommée par le fonctionnement des stations de base des réseaux mobiles 4G est donc au minimum de l'ordre de 275 TWh. La 4G en 2020 consomme donc au minimum un cinquième de toute l'énergie nécessaire au fonctionnement des 1,3 milliards<sup>133</sup> d'équipements des réseaux de télécommunication de la planète (une partie des 34 milliards d'équipements numériques). Il faut l'équivalent de**

<sup>127</sup> En 2016 les 20 350 (3,7 par 1000 habitants) sites physiques (*stations de base* 2/3/4G) cumulés des 3 opérateurs finlandais avaient consommé approx. 616 GWh d'énergie électrique, soit **30 MWh/an** par site selon Pihkola et al, Energy consumption of mobile data transfer – Increasing or decreasing? – Evaluating the impact of technology development & user Behavior, 2018 <https://easychair.org/publications/open/GHs3>

<sup>128</sup> Global 5G Base Station Market 2020 by Company, Regions, Type and Application, Forecast to 2026  
Texte exact extrait du communiqué de presse du 3/12/2020 : « Because 5G uses a larger array antenna and higher bandwidth, the full load power of a single station is close to 3800W, which is 3.5 times the power consumption of a 4G base station. Considering the energy consumption of other equipment in the computer room, we believe that the energy consumption of 5G base stations will reach 5300W. »

<https://www.marketwatch.com/press-release/5g-base-station-market-2020-industry-analysis-global-trends-market-size-share-and-growth-opportunities-forecast-to-2025-2020-12-03>

Ce rapport est soumis à un coût de licence, mais le communiqué de presse correspondant de décembre 2020 (qui pourrait ne plus être disponible) indiquait ces données de consommation des *stations de base*.

<sup>129</sup> Le rapport part de 3800 W en 5G (sans tout l'équipement), qui correspond à 3,5 fois la 4G (il faut rajouter les 20% du réseau *core* et du *backhaul*)

<sup>130</sup> 1,1 kW x 7 millions (de *stations de base*) x 1,2 (*backhaul/core*)= 9,2 GW. Pour arriver à la consommation électrique annuelle, il faut multiplier ce chiffre par le nombre d'heures dans une année (8760) soit 81000 GWh ou 81 TWh.

<sup>131</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

<sup>132</sup> PEF *Primary Energy Factor*. Pour information (Europe) : [https://download.dalicloud.com/fis/download/66a8abe211271fa0ec3e2b07/2e71fed6-5124-4fc2-8163-b643c3ee98f6/Co-signed\\_PEF\\_Statement\\_final-2017.pdf](https://download.dalicloud.com/fis/download/66a8abe211271fa0ec3e2b07/2e71fed6-5124-4fc2-8163-b643c3ee98f6/Co-signed_PEF_Statement_final-2017.pdf)

(USA): [https://www.researchgate.net/publication/266918041\\_Calculating\\_Primary\\_Energy\\_and\\_Carbon\\_Emission\\_Factors\\_for\\_the\\_United\\_States'\\_Energy\\_Sectors](https://www.researchgate.net/publication/266918041_Calculating_Primary_Energy_and_Carbon_Emission_Factors_for_the_United_States'_Energy_Sectors)

<sup>133</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

**minimum 9 réacteurs nucléaires pour alimenter la 4G, dont environ 6 réacteurs nucléaires (63%) rien que pour le trafic vidéo sur smartphone.**

Selon les prévisions d'Ericsson sur la croissance du trafic mondial, cette consommation devra encore augmenter avec un trafic multiplié par 4 d'ici 2025, sans compter l'impact de la 5G abordé ci-dessous.

### 3.1.2 Facteurs d'évaluation du surplus de consommation électrique du réseau 5G

Dans les sections qui précèdent, notre analyse a évalué la situation de 2020 sans la 5G. Pour évaluer l'impact représenté par la 5G, il faut tenir compte de ses performances énergétiques. Selon ses promoteurs, la 5G améliorerait l'efficacité énergétique d'un facteur 10. Il faut comprendre que ces annonces de marketing considèrent une hypothétique augmentation du trafic de données mobiles par un facteur d'environ 100, qui pourrait en réalité ne jamais se réaliser en raison d'un palier de consommation (voir page 176). En bref, le raisonnement de l'industrie des télécoms est qu'en multipliant par 100 le trafic, mais en ne multipliant la consommation d'énergie « que » par 10, la 5G proposera une technologie 10 fois plus efficace énergétiquement<sup>134</sup>.



**Ce que le marketing 5G ne dit pas, c'est que la consommation énergétique augmentera drastiquement en raison de sa technologie et de ses fréquences énergivores par nature. Il ne dit pas non plus que l'efficacité énergétique et la capacité nécessaire du réseau mobile peuvent être atteints déjà avec la 4G, si l'augmentation du trafic est répartie sur les réseaux moins énergivores déjà capables de l'absorber. Mais un frein à la**

**surconsommation en 4G nécessiterait une volonté politique ferme. Plutôt que d'encourager le déploiement de dizaines de millions d'antennes supplémentaires, pourquoi ne pas reporter le surplus attendu de trafic des réseaux mobiles vers les réseaux déjà disponibles (câble et Wi-Fi) ?**

Intéressons-nous à présent à l'évolution de la consommation électrique, d'abord au niveau du réseau mobile, puis au niveau des terminaux mobiles comme les smartphones.

Afin d'évaluer la consommation d'énergie propre à la 5G, nous nous basons sur les chiffres de consommation électrique avancés par les constructeurs de matériel, et non sur des estimations

<sup>134</sup> Selon Orange, l'efficacité énergétique (en bit par Joule) pourrait être multipliée par 10 en 2025 et par 20 en 2030 (par comparaison avec la 4G) <https://hellofuture.orange.com/fr/la-5g-lefficacite-energetique-by-design/>

hasardeuses tant en matière d'évolution du trafic de données, que d'énergie consommée par unité de données (Joule par bit ou J/b).

Afin de bien comprendre les enjeux, et pour commencer à l'échelle d'une seule *antenne-relais* (*station de base*) existante, examinons l'impact du rajout d'une antenne 5G sur un pylône 4G existant couvrant la même zone géographique (cellule). Il faut rappeler que dans le cas des antennes existantes, la 5G ne vient pas remplacer les générations précédentes 2, 3, 4G, mais vient les renforcer avec de nouveaux équipements rajoutés au pylône. Voici une comparaison des puissances prévues pour une *station de base* déjà installée en France par un opérateur<sup>135</sup>.

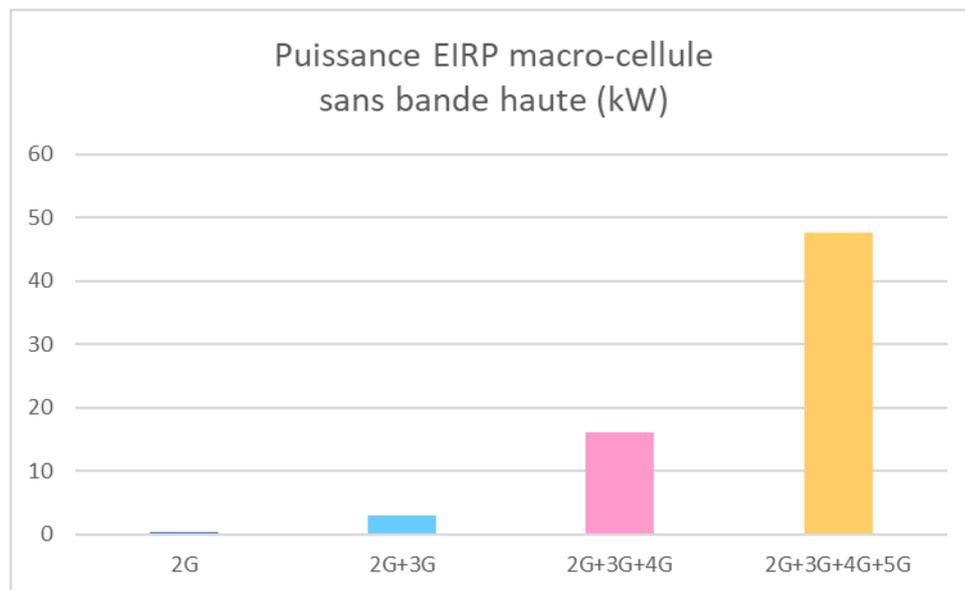


Figure 8 – Evolution des puissances d'émission des antennes de macro-cellules

Il faut noter qu'il s'agit sur ce graphique de la **puissance maximale émise** par l'antenne et non de l'énergie qu'elle consomme. La croissance de la consommation n'est pas nécessairement identique à celle de la puissance maximale. Le graphique ne correspond qu'à l'exemple d'une seule **macro-cellule existante**, renforcée avec 2 nouvelles antennes 5G (bande moyenne 3,5 GHz), sans utilisation des ondes *millimétriques*. **Deux réalités sont frappantes**. Tout d'abord, à **mesure que l'on avance dans les générations** de téléphonie mobile, les puissances nécessaires pour couvrir la même zone géographique (cellule) sont en forte augmentation.

Ensuite, on remarque que l'antenne 5G multiplie par 3 la puissance d'antenne installée sur le pylône. Dans le cas d'une antenne 5G typique (*mMIMO* 64x64), la consommation 5G serait 3 à 3,5 fois celle d'une antenne 4G pour la même configuration<sup>136</sup>, qu'il faut rajouter ici à la consommation des antennes 2G/3G/4G déjà installées. La consommation totale par *antenne-relais* serait donc multipliée par un facteur inférieur à 3-3,5. Pour mieux approcher ce facteur

<sup>135</sup> <https://www.ondes-expertise.com/antennes-relais/puissance-reelle-emission-5g/>

<sup>136</sup> Selon l'étude publiée par Huawei en 2019, d'après les données mesurées chez de multiples opérateurs dans le monde, la consommation d'une antenne 5G (64T64R, 3.5 GHz *Massive MIMO*, avec 1 BBU et 3 AAU/RRUs) est de 300% à 350% celle d'une 4G avec la même configuration

Le rapport a depuis été supprimé du site web d' Huawei.

Huawei, "5G Telecom Power Target Network White Paper", 2019

Lien (ne fonctionne plus): <https://carrier.huawei.com/~media/CNBGV2/download/products/network-energy/5G-Telecom-Energy-Target-Network-White-Paper.pdf>

Voici l'extrait exact:

"According to the measured data of multiple operators, the power consumption of one band 5G equipment (64T64R, 3.5 GHz *Massive MIMO*, including one BBU and three AAU/RRUs) is 300% to 350% of 4G with the same configuration."

d'augmentation par antenne, on peut se baser sur une étude d'un cabinet d'analystes américain<sup>137</sup> (se basant d'ailleurs sur les chiffres d'Huawei) qui indique une multiplication possible par 2 ou plus. Bien que les chiffres cités par ces trois sources présentent une très large marge d'erreur, ils sont bien cohérents. **Par antenne-relais, le facteur d'augmentation de la consommation** pour passer de la 4G à la 5G sera donc **situé entre 2 et 3**.

A ceci, il faut bien entendu rajouter que la 5G nécessite non seulement bien plus de puissance par antenne, mais également, de par ses ondes plus courtes voyageant moins loin, un nombre d'antennes supérieur à la 4G.

Pour compléter ces estimations de consommation électrique par antenne, il faut donc prendre en compte les prévisions de **consommation globale des opérateurs**. Yan Binfeng, directeur du comité technique du China Unicom Research Institute, a déclaré que le coût de l'électricité de l'équipement 5G devrait être plus de trois fois supérieur à celui de la 4G<sup>138</sup>, malgré un prix de l'électricité en baisse. La GSMA, l'association mondiale des opérateurs, table sur une multiplication de la consommation électrique par deux à trois, et précise par 1,7 à 2,4 (+70% à 140%) dans un scénario où seuls 80% de la population seraient couverts sur la période 2021-2025. Elle ne dit pas ce que consommerait un déploiement complet<sup>139</sup>. En France, Hugues Ferrebœuf et Jean-Marc Jancovici (respectivement Directeur du projet « sobriété numérique » et co-fondateur du **Shift Project**) estiment que la consommation électrique des opérateurs serait multipliée par 2,5 à 3 dans les cinq ans (donc pour un déploiement partiel). Ces estimations sont parues dans le journal Le Monde<sup>140</sup> en janvier 2020.

Ces indicateurs sont cohérents et nous prendrons donc un facteur de **multiplication de la consommation de 3** afin de tenir compte d'un déploiement à terme complet des réseaux publics 5G.

Le tableau ci-dessous synthétise les sources et chiffres utilisés dans notre rapport, indiquant une augmentation de la consommation électrique de la 5G (par comparaison avec la 4G) :

---

<sup>137</sup> <https://www.mtnconsulting.biz/product/operators-facing-power-cost-crunch/>

Citation : "A typical 5G base station consumes up to twice or more the power of a 4G base station. The disparity can grow at higher frequencies, due to a need for more antennas and a denser layer of small cells."

<https://www.fiercewireless.com/tech/5g-base-stations-use-a-lot-more-energy-than-4g-base-stations-says-mtn>

Citation : "Exact estimates differ by source, but MTN says the industry consensus is that 5G will double to triple energy consumption for mobile operators, once networks scale."

<sup>138</sup> <https://www.servicesmobiles.fr/la-consommation-denergie-des-equipements-5g-61769>

Et aussi:

<https://www.chinanews.com/cj/2019/10-19/8983688.shtml> (en mandarin, traduction possible dans certains navigateurs Internet) Traduction Google : "Yan Binfeng, directeur du comité technique de l'Institut de recherche China Unicom, a déclaré que la facture d'électricité pour les équipements 5G devrait être plus de trois fois supérieure à celle de la 4G."

<sup>139</sup> Vu l'augmentation attendue en consommation électrique, la GSMA recommande aux opérateurs de faire de la réduction d'énergie leur première priorité dans le cadre de la 5G: <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/>

Citations: "High performing 5G-era mobile networks (including legacy 2G, 3G and 4G networks, as well as new 5G rollouts) will require even more energy – up to 140% more in some deployment scenarios. (N.D.L.R.: Strategy one: Full scale 5G deployment)" et

"5G-era networks will be much more efficient on a per-bit basis. However, they are set to carry many more bits over more cell sites powered by energy-hungry Massive MIMO antennas, so 5G-era operators could face up to 2-3 times higher energy costs versus 4G."

<sup>140</sup> H. Ferrebœuf, J.-M. Jancovici, "Faut-il faire la 5G?" <https://jancovici.com/publications-et-co/articles-de-presse/faut-il-faire-la-5g/>

Multiplication de la consommation électrique due à la 5G				Facteur de multiplication de la consommation électrique entre 4G et 5G (déploiement complet)		
Source	Publication	Lien	Parution	Pour la bande de fréquence 5G 3,5 GHz (avec <i>mMIMO</i> )	Par <i>antenne-relais</i> (site physique)	Pour l'ensemble du réseau
Huawei	5G Telecom Power Target Network White Paper	supprimé	octobre 2019	3 à 3,5	2,33	
MTN Consulting	Operators facing power cost crunch	<a href="#">MTN</a>	mars 2020		2 à ?	
GSMA	5G-era Mobile Network Cost Evolution	<a href="#">GSMA</a>	août 2019			2 à 3 ou plus (note: 1,7 à 2,4 pour 80% de la population)
China Unicom Research Institute	Article China News	<a href="#">China News</a>	octobre 2019			3 à ?
Shift Project	Faut-il faire la 5G ?	<a href="#">Iancovici</a>	janvier 2020			2,5 à 3 (dans les cinq ans)
Valeur reprise pour les évaluations dans ce rapport (déploiement complet 2030)				-	2,33	3

Figure 9 – Multiplication de la consommation électrique due à la 5G (résumé)

Si on se penche à présent sur le nombre d'antennes-relais nécessaires à la 5G, Huawei estime à 4,75 millions le nombre de *macro-cellules* 5G avant 2026 en Chine<sup>141</sup>. Vu la répartition actuelle au niveau mondial des antennes 4G, où la Chine en possède environ la moitié, une extrapolation au reste du monde en fin de déploiement 5G voit doubler ce chiffre, soit environ 10 millions de sites 5G *macro-cellules*. Ce chiffre semble sous-estimé si on s'en réfère à l'association GSMA de l'industrie regroupant les constructeurs et opérateurs de téléphonie mobile, pour qui la croissance du nombre de *macro-cellules* devrait voir leur nombre passer de 11,1 millions (4G et 5G) actuellement jusqu'à atteindre **14,1 millions de *macro-cellules***<sup>142</sup>

Il faut également à l'échelle globale considérer la consommation électrique annuelle d'une *station de base* actuelle 4G qui est d'environ 12 MWh (valeur la plus optimiste) comme vu plus haut.

Ces chiffres peuvent mener à deux approches différentes dans le cadre d'une évaluation de la consommation électrique globale de la 5G :  
(limitée aux *macro-cellules*, l'impact des *micro-cellules* étant ici négligé)

<sup>141</sup> Déjà cité : (Le rapport a depuis été supprimé du site web d' Huawei)

Huawei, "5G Telecom Power Target Network White Paper", 2019

Lien (ne fonctionne plus): <https://carrier.huawei.com/~media/CNBGV2/download/products/network-energy/5G-Telecom-Energy-Target-Network-White-Paper.pdf>

<sup>142</sup> <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/mobile-backhaul-an-overview/>

1. Estimation du surplus de consommation électrique, sur base de la consommation minimaliste 4G (12 MWh par an), du facteur d'augmentation de la consommation par **antenne-relais** (x 2,33) et du nombre d'antennes-relais **5G** (14,1 millions) :

$$14,1 \text{ millions} \times (2,33 - 1) \times 12 \text{ MWh} = 226 \text{ TWh}$$

2. Estimation du surplus de consommation électrique, sur base de la consommation minimaliste 4G (12 MWh par an), du facteur d'augmentation de la consommation par **opérateur** (x 3) et du nombre d'antennes-relais **4G** (11,1 millions) :

$$11,1 \text{ millions} \times (3 - 1) \times 12 \text{ MWh} = 266 \text{ TWh}$$

Il est remarquable de constater que ces deux estimations diffèrent de seulement 18%. Elles sont donc proches et pourtant réalisées sur des bases très différentes. Le facteur d'incertitude principal y est la consommation actuelle d'une *antenne-relais* 4G, qui varie fortement d'un pays à l'autre suivant les habitudes de déploiement des opérateurs et les habitudes de consommation de la population (voir les quatre pays pris en exemple ci-dessus).

Notre **estimation minimaliste de la consommation annuelle rajoutée par la 5G**, vise à établir un ordre de grandeur. Nous reprendrons donc une valeur intermédiaire arrondie de **250 térawatt-heures (TWh)** pour les *stations de base* (existantes ou encore à installer) de type *macro-cellule*. Pour être tout à fait clair, la consommation réelle devrait se situer *au-delà* de 250 TWh.

On peut facilement convertir ce chiffre et donner une estimation optimiste de l'ordre de grandeur de la **puissance électrique 5G additionnelle** de **30 gigawatts (GW)**.

Il faudra également compter sur l'installation de **millions de nouvelles *micro-cellules***, qui complètent le travail des *macro-cellules* dans les zones où la demande en capacité (trafic) est importante, avec leurs ondes *millimétriques* spécifiques à la 5G. Pour estimer la quantité de *micro-cellules* à moyen terme, on peut se baser sur la même étude d'Huawei. Pour 2026, elle prédit en Chine 4,75 millions de *macro-cellules* 5G et 9,5 millions de *micro-cellules* 5G à ondes *millimétriques*. Ceci donne un rapport de 2 *micro-cellules* pour 1 *macro-cellule* sur un large territoire. Ce rapport x2 est un chiffre capital dans l'estimation de l'empreinte environnementale de la 5G. On entend souvent parler d'un rapport dix<sup>143</sup>, mais nous suivons toujours une approche optimiste. Si on extrapole ce chiffre à l'échelle globale, la Chine possédant environ la moitié des antennes 4G, au terme du déploiement 5G (en supposant que la Chine aura largement déployé la 5G *millimétrique* en 2026) on pourrait donc s'attendre au niveau global à minimum **28 millions de *micro-cellules***. Ce chiffre est cohérent avec les prédictions du secteur des *micro-cellules*, qui prédit 13 millions d'antennes 5G (ou 4G/5G combinées) au niveau mondial déjà en 2025, avec une forte tendance à la hausse pour les années suivantes<sup>144</sup>.

---

<sup>143</sup> <https://semiengineering.com/on-the-cusp-of-5g/>

<sup>144</sup> <https://scf.io/en/documents/050 - Small cells market status report December 2018.php> pg 15

### 3.1.3 Efficacité énergétique du réseau 5G : des questions encore sans réponse

Il est difficile de prédire **l'amélioration des performances énergétiques du matériel** obtenue grâce à la recherche et au développement. Du point de vue économique, les opérateurs ont tout intérêt à favoriser de nouvelles technologies d'antennes moins énergivores afin d'éviter une croissance exponentielle de leurs coûts d'exploitation, et les constructeurs d'équipements afin d'augmenter leurs ventes et devancer leurs concurrents. La décision d'un opérateur d'investir en capital dans du matériel neuf devra être mise en balance avec la réduction des coûts de fonctionnement, dans une évaluation du coût total (TCO *Total Cost of Ownership*) du réseau. Aussi, il pourrait être intéressant d'attendre une nouvelle génération de matériel qui offrira plus de bénéfices, en laissant tourner les anciennes antennes énergivores plus longtemps.

Revenons à la réalité qui révèle l'inefficacité énergétique du matériel actuel. **Une station de base 4G consomme 10 fois plus d'énergie qu'elle n'en émet par les ondes.** Le reste est perdu en chaleur à tel point que Nokia est sur le point d'offrir la possibilité d'utiliser ses antennes comme système de chauffage<sup>145</sup>! Les améliorations en termes d'efficacité énergétique annoncées à ce jour, par exemple par Nokia<sup>146</sup>, indiquent des économies possibles à l'échelle du réseau grâce à la 5G, mais dans un scénario peu plausible. Par rapport à la consommation d'une antenne 4G, elles s'appliquent uniquement dans des conditions de faible trafic de données. Nokia prévoit également à l'avenir des systèmes de refroidissement des *stations de base* par eau, plus efficaces. Ces améliorations supposent le remplacement complet — et de préférence rapide — des sites existants, alors que la durée de vie des équipements est en moyenne de 10 ans. Les opérateurs devront donc faire un choix entre un investissement en capital dans du matériel neuf et des coûts opérationnels élevés de consommation électrique.

**Aucune étude ne semble disponible au sujet de l'évolution de l'efficacité énergétique de la 5G ni au niveau global ni au niveau local, qui prendrait en compte son déploiement progressif en différentes phases** et l'évolution des technologies autorisant des économies d'énergie.

Il existe néanmoins des études proposant des améliorations énergétiques, par exemple au niveau des composants utilisés dans les *stations de base*, de la mise en veille des composants, de l'architecture du réseau, de la configuration et de la densité des antennes. Parmi les études les plus optimistes, il faut signaler celle de la fondation GreenTouch concluant par exemple à une réduction possible par un facteur 100 de la consommation des antennes, malgré une multiplication du trafic par 89, et des *micro-cellules* ne consommant que 2 watt<sup>147</sup> via une combinaison de différentes innovations.

D'autre part, le programme MAMMOET (N.D.L.R. : prononcer « mammoth ») lié également à GreenTouch et à la KULeuven en Belgique, financé par la Commission Européenne, a conclu à une division possible par 10 de la consommation des *macro-cellules* si on les remplace par la technologie *Massive MIMO*.

---

<sup>145</sup> <https://www.nokia.com/networks/technologies/zero-emission/> pg 10

<sup>146</sup> <https://gsacom.com/paper/5g-network-energy-efficiency-nokia-white-paper/>

<sup>147</sup> <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/belllabs-microsite-green-touch/uploads/documents/White%20Paper%20GreenTouch%20Mobile%20Technologies%20August%202015%20-%20v1.pdf>

Par ailleurs, Nokia prédit également des économies d'énergie atteintes par les modes veille ("sleep") dans des conditions précises de fonctionnement, lors des périodes de faible trafic, et sur les antennes peu sollicitées en zones faiblement peuplées<sup>148</sup>. Le rapport parle de -30 à -70% de consommation en 5G, par rapport à une antenne 4G avec mode "sleep". Ericsson prédit également des gains de consommation dans ce sens dans des conditions spécifiques de zones urbaines très denses et dans un scénario sans ondes *millimétriques*<sup>149</sup>, de l'ordre de -50 à -75% selon la densité des *micro-cellules*.

Pour revenir à la **réalité de fin 2019**, l'étude de Green IT indique que les **gains énergétiques dans le traitement de données se tassent** depuis des années<sup>150</sup>. Il devient aussi de plus en plus évident que les limites physiques de l'électronique et de son évolution sont à notre porte, menant à un **ralentissement inéluctable des améliorations**, jusqu'à un arrêt aux barrières des lois de la physique<sup>151</sup>, qui pourrait être très proche.

De plus, les études GreenTouch et MAMMOET datent respectivement de 2015 et 2016. Leurs conclusions semblent ignorées dans les prévisions d'efficacité énergétiques de 2019 avancées par les constructeurs. Ces améliorations d'efficacité énergétique ne semblent donc pas pouvoir s'appliquer aux déploiements 5G pour les années à venir.

Les économies d'énergie importantes annoncées par Nokia concernent également l'hypothétique décommissionnement de la 2G et 3G, qui n'est pas réaliste dans la plupart des pays. C'est ce qu'indiquent par exemple le régulateur belge des télécom<sup>152</sup> et un rapport finlandais<sup>153</sup> : 23% des téléphones en utilisation ne sont pas compatibles avec la 4G et la 2G reste indispensable aux communications entre machines (M2M *Machine-To-Machine*).

Dans ces circonstances, il est difficile d'imaginer une réduction substantielle de la consommation électrique des antennes avant plusieurs années.

Rappelons ici également que **l'amélioration des performances énergétiques peut avoir l'effet pervers d'augmenter la consommation globale de ressources primaires**. On observe ce paradoxe à tous les niveaux de notre économie productiviste. Ce phénomène aujourd'hui appelé « **effet rebond** »<sup>154</sup> avait déjà été identifié en 1865 par l'économiste William Jevons<sup>155</sup>, qui avait codifié ce paradoxe à travers l'efficacité énergétique accrue des machines à vapeur, qui induisait inexorablement une consommation accrue en charbon. L'histoire pourrait se répéter une fois de plus, comme il y a plus de 150 ans, touchant également le secteur des télécommunications qui tente de nous rassurer sur sa capacité à absorber toujours plus de trafic grâce à une meilleure

---

<sup>148</sup> <https://gsacom.com/paper/5g-network-energy-efficiency-nokia-white-paper/>

<sup>149</sup> <https://www.ericsson.com/en/blog/2019/9/energy-consumption-5g-nr>

<sup>150</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

<sup>151</sup> <https://www.irit.fr/networking2015/files/keynote-Mammela.pdf>

<sup>152</sup> Déjà cité : <https://www.ibpt.be/consommateurs/publication/libpt-publie-un-rapport-technique-sur-limpact-des-normes-de-rayonnement-bruxelloises-actuelles-sur-le-deploiement-de-reseaux-mobiles>

<sup>153</sup> Déjà cité : <https://easychair.org/publications/open/GHs3>

<sup>154</sup> Binswanger M., "Technological progress and sustainable development: what about the rebound effect?", 2000 <https://www.semanticscholar.org/paper/Technological-progress-and-sustainable-development%3A-Binswanger/9eca7f5f006aa36a0f23eccaf9af965840986d8d>

<sup>155</sup> Mills, Mark P., "Energy and the Information Infrastructure Part 3: The Digital 'Engines of Innovation' & Jevons' Delicious Paradox," Dec. 11, 2018, Real Clear Energy. [https://www.realclearenergy.org/articles/2018/12/11/energy\\_and\\_the\\_information\\_infrastructure\\_part\\_3\\_the\\_digital\\_engines\\_of\\_innovation\\_jevons\\_delicious\\_paradox\\_110368.html](https://www.realclearenergy.org/articles/2018/12/11/energy_and_the_information_infrastructure_part_3_the_digital_engines_of_innovation_jevons_delicious_paradox_110368.html)

efficacité. Une étude<sup>156</sup> de 2012 indique que l'effet rebond est encore sous-étudié dans le domaine des technologies de l'information et des communications. Pourtant, suite à l'introduction de nouvelles technologies dans le domaine des télécommunications, un changement de comportement des utilisateurs induit en général une augmentation de la consommation. On l'a vu par exemple dans l'évolution des téléphones cellulaires avec l'introduction de nouvelles applications comme le web, la photo, la vidéo, les réseaux sociaux, rendues possibles entre autres grâce à une vitesse de connexion en croissance permanente. Par effet rebond, l'efficacité énergétique supérieure de la 5G devrait donc inévitablement augmenter la consommation énergétique des réseaux mobiles.

Pour assurer une partie de la production de cette électricité nécessaire aux *stations de base*, les constructeurs envisagent bien sûr un accroissement de la part d'**énergies renouvelables**, mais cet argument est peu convaincant pour quatre raisons. La première est le **facteur matériel** rendant difficile cette transition, lié à la surface de panneaux solaires ou la taille d'une éolienne ; l'installation demanderait des autorisations supplémentaires, des aménagements plus vastes et volumineux, un investissement en capital et des coûts opérationnels supérieurs, et seraient rendus difficiles sur beaucoup des sites par manque d'espace, de support ou d'exposition favorable. La deuxième raison est le constat que les équipements nécessaires à transformer les énergies renouvelables en électricité contiennent une **énergie intrinsèque** à leur fabrication non négligeable dans l'équation énergétique globale. En effet, le bénéfice des énergies renouvelables est à mettre en balance avec les ressources nécessaires à leur fabrication et à leur fin de vie, mais ceci dépasse le cadre de ce rapport. La troisième raison est la présence de **batteries coûteuses avec une large empreinte écologique** (avec en dernier recours un générateur diesel). Ces batteries sont nécessaires à l'alimentation du matériel, entre autres lors des périodes où l'énergie renouvelable n'est pas disponible en suffisance, par manque de soleil ou de vent. La quatrième raison est l'accaparement par la 5G de diverses ressources nécessaires à la fabrication des panneaux solaires et éoliennes, mais aussi de la surface au sol nécessaire à leur installation, rendant ces ressources et sols indisponibles.

**Par manque d'études et de consensus entre constructeurs, opérateurs et monde académique nous ne pouvons donc pas encore tirer de conclusions finales sur l'évolution de l'efficacité énergétique de la 5G.** Concernant les *macro-cellules*, nous reprendrons donc les chiffres de 2019 d'Huawei. Ces chiffres sont repris et référencés à divers endroits et leur ordre de grandeur semblent faire le consensus du côté des constructeurs d'équipements et des opérateurs télécom.



Concernant les *micro-cellules* en particulier, leur déploiement en masse en Europe ne devrait se faire que dans une phase ultérieure au déploiement des *macro-cellules*. Ce délai permettrait des efforts soutenus d'ingénierie sur les *micro-cellules*, qui pourraient mener à une amélioration prometteuse de leur efficacité énergétique.

<sup>156</sup> Gossart C., "Rebound Effects and ICT: A Review of the Literature", 2012

[https://www.researchgate.net/publication/263658145\\_Rebound\\_Effects\\_and\\_ICT\\_A\\_Review\\_of\\_the\\_Literature/ink/0deec53b84073b668a000000/download](https://www.researchgate.net/publication/263658145_Rebound_Effects_and_ICT_A_Review_of_the_Literature/ink/0deec53b84073b668a000000/download)

### 3.1.4 Estimation minimale du surplus de consommation électrique du réseau 5G

Dans l'attente de plus d'études sur l'efficacité des *micro-cellules*, ce rapport ne prendra donc en compte que les impacts de consommation énergétiques de la 5G sur les *macro-cellules*, en négligeant la consommation des *micro-cellules* (plus nombreuses mais a priori moins énergivores que les *macro-cellules*).

**Sur base du raisonnement décrit ci-dessus, nous avons établi une première évaluation minimaliste de l'augmentation de la consommation électrique globale, pour passer de la 4G à la 5G. Cette estimation a été réalisée à couverture géographique égale, et est due au fonctionnement des stations de base macro-cellules de la 5G. L'estimation est de l'ordre de **30 gigawatt (GW), soit 250 térawatt-heures (TWh) par an.****

Pour aider le lecteur à se rendre compte de l'ordre de grandeur, ceci est comparable à :  
(estimation **minimaliste**)

- la puissance électrique d'un « **pays virtuel** » (dans le top 15 du classement des pays selon leur consommation électrique) comparable à l'Espagne ou au Mexique.
- la puissance électrique produite par **30 réacteurs nucléaires** (ou 18 de dernière génération<sup>157</sup>)

- **1% de la consommation électrique à l'échelle mondiale** (2017)
- Une **augmentation de 19%** de la consommation électrique du **numérique**<sup>158</sup> (2019)
- Une **augmentation de 63%** de l'empreinte liée à l'utilisation des **réseaux**<sup>159</sup> (2019)

En émissions de gaz à effets de serre, avec le « mix énergétique » actuel, faire fonctionner **la 5G correspondrait à rejeter annuellement plus de 120 mégatonnes de CO<sub>2</sub>**<sup>160</sup>, **soit un septième du secteur de l'aviation et plus d'un quart du secteur de l'agriculture**<sup>161</sup>.  
(avant Covid-19, estimation minimaliste)

Cet ordre de grandeur minimal (1% de la production électrique au niveau global) est cohérent avec les estimations de l'impact de la 5G de H. Ferreboeuf et J.-M. Jancovici. Leur estimation<sup>162</sup> de janvier 2020 est de **2%** pour la France (mais avant le terme du déploiement de la 5G).

<sup>157</sup> Réacteur nucléaire de type EPR (1,65 GW)

<https://www.edf.fr/en/the-edf-group/our-commitments/innovation/the-epr-is-a-third-generation-reactor-the-most-powerful-in-the-world>

<sup>158</sup> Selon l'Etude Green IT 2019: 1300 TWh d'électricité consommés par le numérique; la puissance électrique moyenne de la 5G est ici estimée à 30 GW (optimiste), soit une consommation annuelle supplémentaire de 250 TWh

<sup>159</sup> Selon l'Etude Green IT 2019: Empreinte globale annuelle du numérique en *énergie primaire* = (approx.) 6800 TWh dont 200 TWh (3%) pour la fabrication des réseaux, et 1360 TWh (20%) pour l'utilisation des réseaux ; Pour la 5G, consommation électrique annuelle de 250 TWh soit une *énergie primaire* d'utilisation autour de 850 TWh (plus ou moins en fonction de la méthode de calcul du PEF *Primary Energy Factor*, ici 3,4)

<sup>160</sup> En 2019 l'intensité des émissions pour la production d'électricité était de 475 gCO<sub>2</sub>/kWh

Pour produire 250 TWh d'électricité, on aurait rejeté 475 g CO<sub>2</sub>/kWh x 250 000 000 000 kWh ~ 120 Mt CO<sub>2</sub>

<https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019/emissions>

<sup>161</sup> Agriculture: 428 Mt CO<sub>2</sub> ; aviation en 2018: 900 Mt CO<sub>2</sub> <https://www.iea.org/topics/transport>

<sup>162</sup> Déjà cité : H. Ferreboeuf, J.-M. Jancovici, "Faut-il faire la 5G?" <https://jancovici.com/publications-et-co/articles-de-presse/faut-il-faire-la-5g/>

Encore plus récemment, en décembre 2020, toujours en France, le rapport<sup>163</sup> de CITIZING établi pour le **Haut conseil pour le climat**. Dans un scénario de déploiement complet et réaliste de la 5G, ce rapport prédit une augmentation de la consommation électrique des réseaux télécoms équivalente à **1,5%** de la consommation électrique totale. **Notre estimation minimaliste de 1% reste donc en deçà de celles des études disponibles récentes.**

Il faudrait attendre des progrès spectaculaires dans l'efficacité énergétique des *stations de base*, et un engagement ferme de tous les opérateurs de n'utiliser que le matériel le plus économe, avant de considérer un tel déploiement comme raisonnable du point de vue de la consommation énergétique. Malheureusement le volet **consommation électrique n'est qu'un indicateur incomplet de l'empreinte environnementale**, et nous aborderons d'autres types d'impacts dans les sections suivantes.

Pour illustrer l'impact économique lié à cette surconsommation, le **coût énergétique pour les opérateurs télécoms** est tel que certains gouvernements régionaux chinois subsidient la consommation électrique des opérateurs 5G. Aux USA, les opérateurs des réseaux électriques s'inquiètent de l'impact de la 5G par rapport à la tenue du réseau et de l'absence de prise en compte de leurs besoins par la FCC (Commission Fédérale des communications)<sup>164</sup>.

Même si ces chiffres ne reflètent qu'une première estimation d'un ordre de grandeur, et même si les performances énergétiques des antennes étaient sensiblement améliorées dans les années à venir, on peut conclure à ce stade qu'il **n'y a pas d'avenir durable dans un monde inondé d'antennes 5G** dans le cadre d'un déploiement à une échelle telle qu'elle est envisagée.

**Même dans l'hypothèse d'une efficacité énergétique significativement améliorée dans les années à venir, le déploiement des *stations de base* 5G correspond à un véritable cataclysme au niveau énergétique et en cascade au niveau environnemental. Il serait donc recommandable de limiter le trafic tout en augmentant la capacité sur les réseaux mobile 4G, par divers moyens abordés dans ce dossier. La meilleure énergie sera toujours celle que l'on peut éviter de consommer.**

### 3.1.5 Inconnues sur la consommation électrique des terminaux 5G

**Le nombre de smartphones sur Terre est actuellement de l'ordre de 3,5 milliards<sup>165</sup>**, soit plus d'un *équipement utilisateur* sur 10. Le volume de smartphones ne tend pas à évoluer fortement vu la saturation du marché. Les *équipements utilisateurs* représentent la part principale de la consommation électrique du numérique. En effet, la majeure partie (44%) est consommée

<sup>163</sup> Un déploiement dans le scénario "La 5G pour tous", comparé au scénario "non déploiement HAUT", ferait augmenter en 2030 la consommation électrique en France de 16,6 TWh - 9,6 TWh, soit 7 TWh. Selon [iea.org](http://iea.org), ceci correspond à 1,5% de la consommation électrique totale (474,4 TWh) de la France en 2018.

Déploiement de la 5G en France : Quel impact sur la consommation d'énergie et l'empreinte carbone ?», CITIZING pour le Haut Conseil pour le Climat, décembre 2020 [https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/12/rapport-5g\\_haut-conseil-pour-le-climat\\_etude-exterieure.pdf](https://www.hautconseilclimat.fr/wp-content/uploads/2020/12/rapport-5g_haut-conseil-pour-le-climat_etude-exterieure.pdf)

<sup>164</sup> 5G May Be Holy Grail for Telecom, But Energy Sector Feels Much Anxiety Over New Network, 22 avril 2019) <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-road-to-5g-the-inevitable-growth-of-infrastructure-cost>

<sup>165</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

par les équipements des utilisateurs et dépasse celle des réseaux (32%) et des centres informatiques (*data centers*) (24%). Le numérique mondial consomme 5,5% de l'électricité mondiale et nos appareils terminaux près de 2,5%. Il faut cependant préciser que malgré leur grand nombre, les smartphones ne représentent qu'une petite partie de la consommation des *équipements utilisateurs* : la consommation des téléviseurs et des ordinateurs est de loin supérieure.

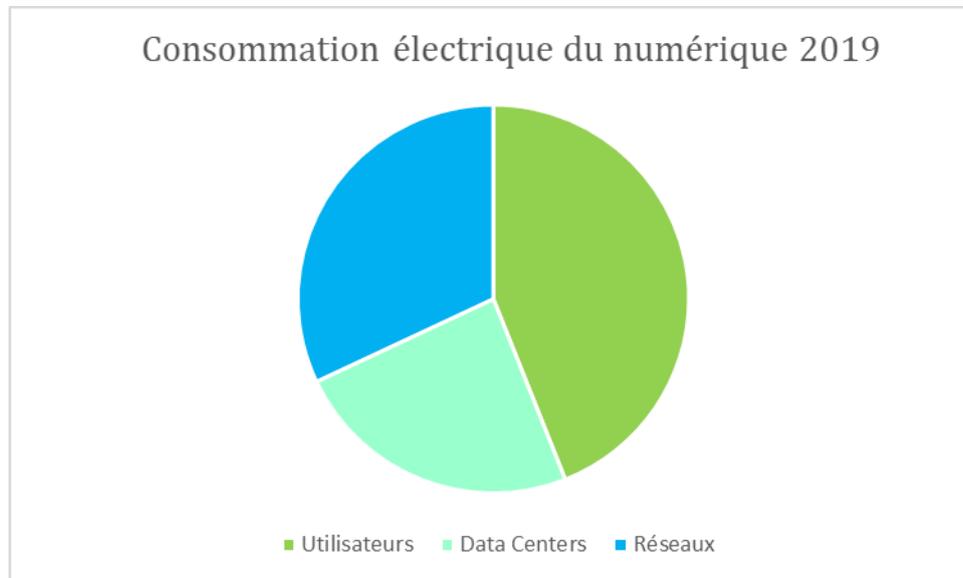


Figure 10 – Répartition de la consommation électrique du numérique

Mais revenons à la 5G, car notre objectif est ici d'évaluer la consommation électrique additionnelle des smartphones utilisant des connexions 5G, par rapport aux connexions 4G, au terme du déploiement de la 5<sup>e</sup> génération. Cette évaluation nécessite des tests coûteux en laboratoire mesurant la consommation d'appareils équivalents en 4G et en 5G. Une étude américaine du Signal Research Group, publiée en septembre 2019, conclut que la **consommation moyenne d'un smartphone 5G serait supérieure à celle d'un "simple" smartphone 4G**<sup>166</sup>. La 5G serait plus efficace que la 4G pour les rares transferts de gros fichiers mais pas pour tout le reste (streaming de vidéos, visites de site web, apps).

Cependant nous n'avons pas eu accès aux mesures de consommation des tests réalisés et ne pouvons donc tirer de conclusions quantitatives. Il faut également prendre cette étude avec prudence car elle ne porte que sur un seul modèle de smartphone.

**Même si un premier élément indique une hausse de consommation, par manque d'études disponibles, nous ne pouvons pas encore conclure à une tendance à la hausse ou à la baisse de la consommation électrique des appareils terminaux 5G (par rapport à la 4G).** Néanmoins, il est improbable que cette variation (vers le haut ou vers le bas) soit aussi spectaculaire que la variation à la hausse du réseau mobile (*stations de base*), ou que cette variation soit significative dans la consommation d'un ménage.

<sup>166</sup> <https://venturebeat.com/2019/09/11/5g-uses-less-power-than-4g-at-peak-bitrates-but-more-for-basic-tasks/>

Rappelons encore que ce volet abordant la **consommation électrique est un indicateur incomplet de l’empreinte environnementale**. D’autres types d’impacts repris aux sections suivantes doivent également être pris en compte.

## 3.2 Impacts énergétiques liés à la production de matériel 5G

Jusqu’à présent, nous n’avons encore abordé que l’énergie électrique *consommée* par les réseaux et équipements terminaux mobiles. A ceci, il faut rajouter l’énergie dite *intrinsèque* à tout produit, appelée également « *énergie grise* » qui est consommée tant avant qu’après son utilisation lors de son cycle de vie. L’énergie *intrinsèque* est celle nécessaire à la fabrication du produit avant même qu’il ne soit vendu, et à sa mise en décharge ou à son recyclage en fin de vie.

L’énergie *intrinsèque* se mesure à travers l’**énergie primaire** (EP) contenue dans les ressources naturelles, qui est ensuite transformée en d’autres formes d’énergie par la technologie afin de fabriquer nos produits de consommation. L’**énergie primaire** peut provenir du pétrole, du charbon, du « combustible » nucléaire, du gaz, des énergies renouvelables,... Par exemple, une voiture à moteur thermique transforme l’**énergie primaire** contenue dans le carburant en énergie de mouvement. Un réacteur nucléaire transforme l’énergie du noyau atomique en chaleur, qui met en mouvement de la vapeur d’eau actionnant une turbine produisant de l’énergie électrique. L’énergie électrique n’est donc pas considérée comme une *énergie primaire*, car notre électricité est *fabriquée à partir d’énergies primaires*.

Dans le processus de transformation de l’énergie, il faut toujours plus d’*énergie primaire* pour fabriquer une quantité d’énergie finale. Cette *perte d’énergie*, après transformation d’une forme d’énergie vers une autre, est inévitable. L’efficacité énergétique vise à *limiter* les pertes dans toute transformation.

Voici un rapide aperçu de l’énergie *intrinsèque* des produits électroniques, comme les antennes mobiles et les smartphones : leur production nécessite en premier lieu l’extraction et le broyage de nombreuses variétés de minerais métalliques, dont certains rares et extraits d’une masse très importante de minerai brut, le transport jusqu’au lieu de fonte, puis la fonte et le raffinage de ces métaux. Le raffinage nécessite divers fours très chauds allumés 24h/24, et compte de nombreuses étapes pour passer d’une roche brute au produit « pur » de qualité électronique (silicium : 1 partie d’impureté tolérée par milliard), ensuite transporté jusqu’au lieu de fabrication des puces (chips). Des tranches (gallettes) de silicium pur sont produites, sur lesquelles sont « imprimés » les transistors et circuits, à travers de longues et nombreuses étapes, pour être ensuite intégrés dans les puces (*chips*) électroniques. Ces composants sont acheminés jusqu’au site de production des équipements, puis s’ensuivent l’assemblage du produit fini, l’emballage, le transport et enfin la distribution. La fin de vie nécessite le recyclage éventuel ou la mise en décharge. La recherche, le développement et la conception des équipements consomment également de l’énergie, ainsi que le transport des personnes travaillant à toute cette chaîne de valeur. Nous reviendrons plus en détail sur la raréfaction des minerais à la section *Raréfaction des ressources naturelles* (page 78).

Une étude de 2011<sup>167</sup>, sur **l'énergie intrinsèque des stations de base** (3G) relève à l'époque qu'environ 24 MWh<sup>168</sup> sont nécessaires à la fabrication et à la maintenance pendant une dizaine d'années d'une seule antenne physique. L'étude pointe aussi clairement une tendance à l'augmentation de l'énergie *intrinsèque* par *station de base*. Il est probable que l'on assiste à une augmentation significative de l'énergie *intrinsèque* d'une génération de réseau mobile à l'autre, pour deux raisons : d'une part la raréfaction des minerais, impliquant toujours plus d'énergie et de minerai brut pour produire la même quantité de substance pure, d'autre part l'augmentation de la complexité des équipements, comme par exemple les réseaux d'antennes *massive MIMO* de la 5G, qui nécessitent plus de substances pures et plus de composants. Relevons cependant que cette étude se base sur une intensité énergétique par kg (avec une très grande imprécision pour les semiconducteurs, le poste le plus important) et qu'elle utilise un facteur de conversion fort élevé. Il est donc difficile de reprendre ce chiffre sans remise en question de sa fiabilité.

Une estimation de l'énergie *primaire* plus précise nécessiterait de nombreuses données sur les quantités utilisées des différents composants et matériaux des *stations de base*, tant les *macro-cellules* que les nombreux types de *micro-cellules*. Ne disposant ni de ces données détaillées, ni d'indication sur l'évolution de l'énergie *intrinsèque* par *station de base*, nous proposons ici une évaluation grossière et indicative de l'ordre de grandeur de l'énergie *intrinsèque* de la 5G. Cette estimation se base sur la supposition que l'énergie *intrinsèque* moyenne d'une *station de base* 5G (ou la mise à jour d'une antenne 4G existante) est équivalente à l'énergie *intrinsèque* d'une *station de base* de 2011. Si on multiplie cette énergie par le nombre d'antennes (*stations de base*) prévues pour la 5G, soit 23,6 MWh x 14,1 millions, on obtient 333 TWh (en négligeant les *micro-cellules*, a priori bien moins énergivores à construire et installer). On estime, sur base de la même étude et de diverses sources, que la durée de vie d'une antenne est de 10 ans. Ceci donne donc une énergie *intrinsèque* annuelle de 33 TWh rajoutée par la 5G (attention : chiffre peu fiable). Ceci peut sembler a priori faible par rapport aux 250 TWh (minimaliste) estimés pour la consommation annuelle électrique de ces antennes, correspondant approximativement à 850 TWh d'énergie *primaire* (après multiplication par un facteur PEF de 3,4). Rappelons cependant qu'il s'agit d'un minimum rajouté par la 5G. Ce rapport élevé de 25 entre consommation électrique des antennes de la 5G (96%) et énergie *intrinsèque* (4%) est expliqué par la consommation électrique très élevée des réseaux mobiles qui fonctionnent 24h/24, et en particulier celle de la 5G.

Ce chiffre de 33 TWh par an est cohérent avec le rapport de 2019 de Green IT<sup>169</sup>, qui donne des chiffres sur l'ensemble des réseaux au niveau global et non limités aux réseaux mobiles<sup>170</sup>. Une étude de 2014<sup>171</sup> sur les *stations de base* 2G/3G indique une proportion d'environ 20% de gaz à

---

<sup>167</sup> Humar et al, Rethinking Energy-Efficiency Models of Cellular Networks with Embodied Energy, IEEE Network [https://www.researchgate.net/publication/224224699\\_Rethinking\\_Energy-Efficiency\\_Models\\_of\\_Cellular\\_Networks\\_with\\_Embodied\\_Energy](https://www.researchgate.net/publication/224224699_Rethinking_Energy-Efficiency_Models_of_Cellular_Networks_with_Embodied_Energy)

<sup>168</sup> 24 MWh ou environ 85 GJ. L'énergie *intrinsèque* s'exprime généralement en joule (J) ou en gigajoule (GJ). Cependant, pour des raisons de lisibilité pour le lecteur et de facilité de comparaison avec l'énergie électrique consommée par les équipements, toutes les valeurs sont exprimées en multiples de watt-heure (Wh)

<sup>169</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

<sup>170</sup> Empreinte globale annuelle du numérique en *énergie primaire* = (approx..) 6800 TWh dont 200 TWh (3%) pour la fabrication des réseaux, et 1360 TWh (20%) pour l'utilisation des réseaux

<sup>171</sup> "Life cycle assessment of ICT—Carbon footprint and operational electricity use from the operator, national and subscriber perspective in Sweden" J. Ind. Ecol. 2014, 18, pg 829–845 <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jiec.12145>

*effet de serre intrinsèques*<sup>172</sup> des *stations de base* à l'époque. Ceci indique que lors de la fabrication des *stations de base*, 20% des gaz à effet de serre étaient rejetés, et 80% lors de leur utilisation. Plus récemment, nous sommes en cohérence avec le rapport annuel 2019 de Nokia<sup>173</sup> qui indique des rejets de CO<sub>2</sub> *intrinsèques* de 7% liés aux réseaux mobiles (4G). La différence entre la 3G (20%) et la 4G (7%) peut s'expliquer par la consommation électrique du réseau en hausse d'une génération à l'autre. On pourrait donc s'attendre à une énergie *intrinsèque* inférieure à 7% pour le réseau 5G, sans plus de précision possible à ce stade. Ce pourcentage (de la 4G) appliqué à la consommation 5G minimale estimée plus haut (850 TWh en *énergie primaire*), correspond à environ 60 TWh annuels. Mais ici, il s'agit d'un maximum (vu que la 5G devrait être bien en-dessous des 7% d'énergie *intrinsèque*). Il serait donc prudent de ne conclure qu'à un **ordre de grandeur de 10-60 TWh par an d'énergie intrinsèque rajoutée par le réseau 5G** (limité aux *stations de base* de type *macro-cellules*).

Il s'agit d'une estimation grossière de l'ordre de grandeur de l'énergie *intrinsèque rajoutée par la 5G* et non de l'énergie *intrinsèque* totale du réseau mobile qui est supérieure. Cette énergie est nécessaire à la fabrication des antennes *macro-cellules* 5G qui viendront se rajouter aux anciennes générations sur les 14 millions de pylônes existants ou à installer. Les nouvelles micro-cellules spécifiques à la 5G, bien que nouvelles et en nombre estimé ci-dessus à 28 millions, sont plus légères et contiendront donc vraisemblablement une énergie *intrinsèque* moindre.

Aussi, la production de ces dizaines de millions de nouvelles antennes du réseau sera accompagnée d'une multiplication de composants plus complexes à fabriquer dans les smartphones compatibles avec la 5G, afin de pouvoir générer par exemple des faisceaux directionnels (*beams*). La 5G nécessite l'intégration de nouveaux composants électroniques et antennes dans les smartphones. Vu les 3,5 milliards de smartphones déjà en circulation et leur rythme de remplacement (un utilisateur change actuellement de téléphone tous les 18 à 22 mois), il ne s'agit plus ici de millions d'antennes mais de **dizaines de milliards de composants 5G à fabriquer. Ce volume astronomique de composants hyper-spécialisés va rajouter une empreinte écologique considérable, mais encore difficile à évaluer**, par manque de données sur les futurs composants des smartphones 5G et sur leurs conditions exactes de production, pour des raisons de propriété intellectuelle et de secret industriel.

Une étude de 2020<sup>174</sup> sur les analyses de cycle de vie des smartphones et tablettes, donne notamment des estimations des gaz à effet de serre émis d'une part par la fabrication et d'autre part l'usage de divers modèles de smartphones. Elle indique une proportion de l'ordre de 80% d'énergie *intrinsèque*. Notons également que selon Green IT, en moyenne un appareil numérique d'un utilisateur contient 50% d'énergie *intrinsèque*<sup>175</sup>, mais ceci inclut les appareils bien moins complexes à fabriquer.

---

<sup>172</sup> Remarque: le CO<sub>2</sub> émis n'est pas directement comparable à l'*énergie primaire* consommée, car chaque forme d'*énergie primaire* rejette une proportion différente de gaz à effet de serre.

<sup>173</sup> [https://www.nokia.com/sites/default/files/2020-03/Nokia\\_People\\_and\\_Planet\\_Report\\_2019.pdf](https://www.nokia.com/sites/default/files/2020-03/Nokia_People_and_Planet_Report_2019.pdf) pg 28

<sup>174</sup> Clément et al., "Sources of variation in life cycle assessments of smartphones and tablet computers", 2020 [https://www.researchgate.net/publication/342491171\\_Sources\\_of\\_variation\\_in\\_life\\_cycle\\_assessments\\_of\\_smart\\_phones\\_and\\_tablet\\_computers](https://www.researchgate.net/publication/342491171_Sources_of_variation_in_life_cycle_assessments_of_smart_phones_and_tablet_computers)

<sup>175</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

Une autre étude<sup>176</sup> de 2018 montre que **l’empreinte *intrinsèque* en gaz à effet de serre des smartphones dépasse celle combinée des ordinateurs de type desktop et laptop.**

En conclusion, il est difficile à ce stade de définir avec précision le coût environnemental et le poids sur les écosystèmes liés à la fabrication du matériel nécessaire à la compatibilité avec la 5G des équipements terminaux. On peut néanmoins en retenir trois choses. Premièrement, il faut reconnaître que cette énergie *intrinsèque* devrait être nettement inférieure à celle de la production d’un smartphone complet, car elle ne concerne que *certain*s composants du smartphone liés à la connexion aux antennes 5G. Deuxièmement, rappelons cependant que **l’énergie *intrinsèque* des terminaux mobiles dépasse significativement l’énergie consommée par ces appareils.** Enfin, malgré un nombre limité de composants 5G par smartphone, **le volume astronomique attendu de smartphones 5G est un des problèmes majeurs de l’énergie *intrinsèque* de la 5G.**

Pour résumer, l’énergie *intrinsèque* des dizaines de milliards de composants 5G des smartphones est à la mesure de leur nombre, de l’ordre de mille fois supérieur à celui des *stations de base*. Tant pour les smartphones que pour les *stations de base*, cette énergie reste malheureusement difficile à évaluer par manque de spécifications techniques et d’informations précises sur leurs processus de fabrication. Celle des dizaines de millions de *stations de bases* 5G est estimée plus haut, mais avec grande imprécision, entre 10 et 60 TWh par année de vie du matériel.

---

<sup>176</sup> Malmodin et al., “The Energy and Carbon Footprint of the Global ICT and E&M Sectors 2010–2015”, 2018  
<https://www.mdpi.com/2071-1050/10/9/3027>

### 3.3 Consommation énergétique de la 5G : synthèse

Le graphique suivant fait le point sur les chiffres cités dans les sections qui précèdent. Il montre (de gauche à droite) notre estimation minimaliste de l’empreinte globale additionnelle des réseaux 5G, puis celle plus probable de Hugues Ferreboeuf & Jean-Marc Jancovici. Celle-ci est basée sur leur estimation de l’augmentation de la consommation électrique en France, ici extrapolée au niveau global. Ensuite, les quatre barres de droite comparent les empreintes actuelles du numérique mondial : les réseaux mobiles 4G (notre estimation minimaliste) , les réseaux informatiques du monde (4G comprise), les *équipements utilisateurs*, et enfin les *data centers*. Les trois dernières barres sont basées sur les chiffres de Frédéric Bordage (Green IT). Il s’agit d’estimations indiquant des ordres de grandeur<sup>177</sup>.

(L’énergie primaire intrinsèque liée à la *fabrication* du matériel est indiquée dans la partie inférieure, tandis que l’énergie primaire nécessaire à l’*utilisation* du matériel est représentée dans la partie supérieure. Le graphique indique trois unités de mesure de l’énergie : le térawatt-heure (TWh), la mégatonne équivalent pétrole (Mtep) et l’exajoule (EJ). Le facteur d’énergie primaire (PEF) est le rapport entre l’énergie primaire consommée pour fabriquer l’électricité, et l’électricité réellement consommée. Un PEF de 3,4 est celui retenu par Green IT, et identique pour toutes les barres).

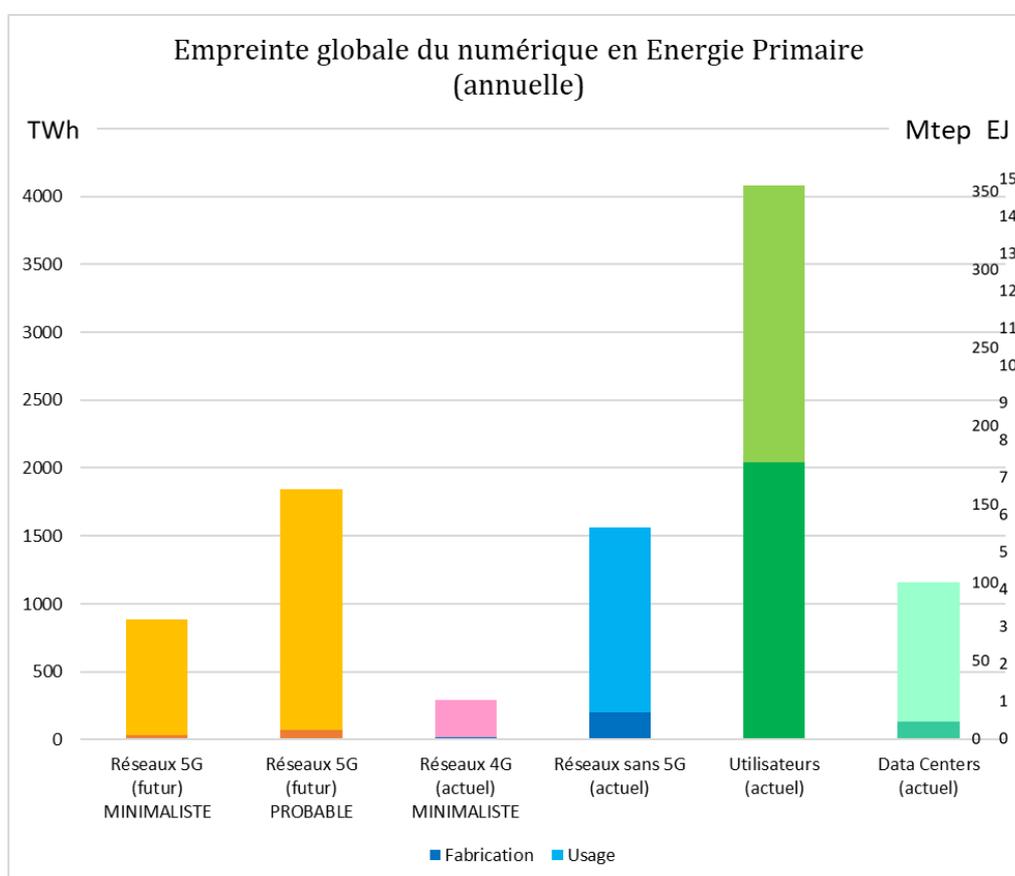


Figure 11 – Empreinte globale comparée de la 5G en Energie Primaire

<sup>177</sup> Sources : Bordage, GreenIT.fr 2019 *Empreinte environnementale du numérique mondial* (Réseaux, Utilisateurs, Numérique); iea.org (électricité consommée France & Monde 2018) ; Humar et al, IEEE 2011 *Rethinking Energy-Efficiency Models of Cellular Networks with Embodied Energy* (fabrication 4G/5G par station de base); GSMA (nombre de stations de base macro-cellules); Marketwatch (Global 5G Base Station Market 2020 by Company, Regions, Type and Application, Forecast to 2026: consommation optimiste par macro-cell)

Cette figure montre que le problème énergétique majeur de la 5G est **l'utilisation des réseaux 5G (en orange clair), dans une mesure difficilement imaginable à l'échelle humaine.**

Malgré l'imprécision de ces estimations, on peut constater que les estimations (minimaliste ou probable) de l'empreinte énergétique d'un réseau 5G public mondial, sont du même ordre de grandeur que :

- **L'empreinte de tous les *data centers***
- **L'empreinte de tous les réseaux informatiques**
- **L'empreinte liée à l'utilisation de tous les *équipements utilisateurs***
- **L'empreinte liée à la fabrication de tous les *équipements utilisateurs***

Pour aider le lecteur à se rendre compte de l'ordre de grandeur, ceci est comparable à : (estimation **minimaliste** ; pour l'estimation plus **probable, il faut environ doubler ces valeurs**)

- la puissance électrique d'un « **pays virtuel** » (dans le top 15 du classement des pays selon leur consommation électrique) comparable à l'Espagne ou au Mexique.
- la puissance électrique produite par **30 réacteurs nucléaires** (ou 18 de dernière génération<sup>178</sup>)
- **1% de la consommation électrique à l'échelle mondiale** (2017)
- Une **augmentation de 19%** de la consommation électrique du **numérique**<sup>179</sup> (2019)
- Une **augmentation de 63%** de l'empreinte liée à l'utilisation des **réseaux**<sup>180</sup> (2019)

### 3.4 Impact de la 5G sur le changement climatique

Nous abordons ici très brièvement le changement climatique, problème majeur auquel l'humanité et les civilisations futures devront faire face au cours des **prochains millénaires**. Ce rapport n'a pas pour ambition de traiter de ce sujet essentiel. Nous renvoyons donc nos lecteurs ou lectrices vers des cours académiques en ligne, bien plus fiables et complets que les articles de presse. Tout citoyen, enseignant ou responsable politique engagé dans la lutte pour le climat, sera intéressé par une mise à jour sur les découvertes scientifiques les plus récentes, souvent édifiantes. Ces références didactiques (vidéo) récentes liés au changement climatique, mais également une discussions d'ordre éthique, sont disponibles à la section *Le changement climatique mènera-t-il à la régression ou à l'évolution de la société ?* (page 133).

Dans cette section, nous abordons **l'une des causes principales du changement climatique** : les émissions de *gaz à effet de serre* (GES), en particulier le dioxyde de carbone (formule

<sup>178</sup> Réacteur nucléaire de type EPR (1,65 GW)

<https://www.edf.fr/en/the-edf-group/our-commitments/innovation/the-epr-is-a-third-generation-reactor-the-most-powerful-in-the-world>

<sup>179</sup> Selon l'Etude Green IT 2019: 1300 TWh d'électricité consommés par le numérique; la puissance électrique moyenne de la 5G est ici estimée à 30 GW (optimiste), soit une consommation annuelle supplémentaire de 250 TWh

<sup>180</sup> Selon l'Etude Green IT 2019: Empreinte globale annuelle du numérique en *énergie primaire* = (approx.) 6800 TWh dont 200 TWh (3%) pour la fabrication des réseaux, et 1360 TWh (20%) pour l'utilisation des réseaux ; Pour la 5G, consommation électrique annuelle de 250 TWh soit une *énergie primaire* d'utilisation autour de 850 TWh (plus ou moins en fonction de la méthode de calcul du PEF *Primary Energy Factor, ici 3,4*)

chimique : CO<sub>2</sub>), dont les émissions sont liées aux activités humaines. Nous avons vu à travers les sections qui précèdent, que la fabrication, mais surtout l'utilisation des réseaux 5G au niveau mondial, nécessiteront de grandes quantités d'énergie. En particulier, fabriquer les 250 térawatt-heures (TWh) d'électricité (minimum) requis chaque année pour faire fonctionner les réseaux 5G, nécessite de brûler des combustibles très majoritairement fossiles et non renouvelables. Leur combustion est une réaction chimique qui produit de la chaleur, mais malheureusement aussi du CO<sub>2</sub>.

Le rapport de Green IT France<sup>181</sup> indiquait que, déjà en 2019, l'ensemble des **technologies numériques émettaient 3,8% des GES** d'origine *anthropique*, soit **1400 mégatonnes équivalent CO<sub>2</sub>**. Le paramètre GES est celui qui **augmente le plus vite** par rapport à l'énergie primaire, la raréfaction des ressources et la consommation d'eau. Cette augmentation s'explique par **l'explosion du nombre de terminaux** tels les objets connectés, un des fers de lance de la 5G. Une explication complémentaire tient dans l'utilisation de **sources d'énergie plus polluantes** vu la croissance économique plus forte dans les pays émergents, utilisant encore en large majorité le charbon. Green IT prévoit la production de 2278 mégatonnes équivalent CO<sub>2</sub> en 2025, soit une **croissance annuelle moyenne de 8%** au cours des 5 prochaines années.



Pour aider le lecteur à se rendre compte de l'ordre de grandeur:  
(estimation **minimaliste** ; pour l'estimation plus **probable**, il faut environ doubler ces valeurs)

En émissions de gaz à effets de serre, avec le « mix énergétique » actuel, faire fonctionner **la 5G correspondrait à rejeter annuellement plus de 120 mégatonnes de CO<sub>2</sub>**<sup>182</sup>, soit un **septième du secteur de l'aviation**<sup>183</sup> (avant Covid-19, estimation minimaliste).

### 3.5 Pollutions intrinsèques aux équipements télécoms 5G

Ci-dessus, la pollution en termes de *gaz à effet de serre* générés par la consommation électrique des réseaux de téléphonie mobile, et la 5G en particulier, a déjà été abordée.

A présent prenons du recul et observons les **nombreuses pollutions sur l'ensemble du cycle de vie et leurs conséquences sanitaires et environnementales**. Ces pollutions dites *intrinsèques*

<sup>181</sup> Déjà cité : F. Bordage, Green IT France, Empreinte environnementale du numérique mondial Sept. 2019 [https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude\\_EENM-rapport-accessible.VF\\_.pdf](https://www.greenit.fr/wp-content/uploads/2019/10/2019-10-GREENIT-etude_EENM-rapport-accessible.VF_.pdf)

<sup>182</sup> En 2019, l'intensité des émissions pour la production d'électricité était de 475 gCO<sub>2</sub>/kWh  
Pour produire 250 TWh d'électricité, on aurait rejeté 475 g CO<sub>2</sub>/kWh x 250 000 000 000 kWh ~ 120 Mt CO<sub>2</sub>  
<https://www.iea.org/reports/global-energy-co2-status-report-2019/emissions>

<sup>183</sup> Aviation en 2018: 900 Mt <https://www.iea.org/topics/transport>

sont liées à la production des équipements avant la vente et à leur mise au rebut (parfois recyclage) après utilisation.

La production d'appareils numériques, comme les **smartphones**, nécessite plus de **1000 substances différentes**<sup>184</sup>, dont certains minerais rares, pour lesquels l'extraction se limite à quelques sites au niveau mondial. Cette exploitation rejette une multitude de déchets hautement toxiques et même radioactifs. Leur recyclage est également particulièrement problématique. Ces divers aspects sont abordés dans les sections suivantes.

La diversité et la rareté des ressources nécessaires aux smartphones n'a d'égal que la quantité de matière nécessaire à la fabrication des réseaux mobiles 5G et de nos futurs smartphones : inimaginable. **Prendre la mesure du problème matériel de la 5G est difficilement accessible à l'esprit humain.** La production supplémentaire nécessaire aux **dizaines de millions de stations de base (antennes)**, tous types confondus, et des **dizaines de milliards de nouveaux composants intégrés aux smartphones** compatibles, dépasse l'entendement.

### 3.5.1 5G, lithium et besoins en eau

Comme pour les véhicules électriques, les **batteries au lithium**<sup>185</sup> sont des éléments de plus en plus essentiels aux antennes (*stations de base*) et en particulier dans le cas de la 5G. Elles assurent trois fonctions essentielles : premièrement, elles permettent aux stations de fonctionner de façon autonome lors de pannes de réseau électrique. Deuxièmement, elles permettent le cas échéant de stocker l'énergie produite par des sources renouvelables (photovoltaïque, éolien) qui n'est pas utilisée, et de la restituer quand ces sources ne satisfont pas la demande d'électricité. Troisièmement, les batteries jouent un rôle de lissage limitant les pics de consommation sur le réseau électrique qui sera beaucoup plus sollicité avec la 5G : les batteries se rechargeront lors des périodes de faible sollicitation sur le réseau électrique et alimenteront les antennes (en partie) lors des pics de consommation. Cette dernière fonction des batteries est devenue une nécessité et le résultat de **l'explosion de la consommation électrique du réseau avec l'apparition de la 5G.**

Pour les opérateurs, la facture électrique devient si problématique que les batteries éviteront de consommer de l'électricité aux moments de la journée où elle est la plus chère. Les batteries permettront donc des économies substantielles. C'est pourquoi d'ici 2025, le marché s'attend pour les *stations de base* à une augmentation de la demande de plus de 160 GWh<sup>186</sup>. Cette capacité

---

<sup>184</sup> Needhidasan, S., et al., "Electronic waste--an emerging threat to the environment of urban India," *J. Environ Health Sci. Eng.*, Jan. 20, 2014; <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3908467>

<sup>185</sup> Dans ce cas lithium-fer-phosphate (LFP)

<sup>186</sup> Battery for 5G Base Station Market 2020 Industry Size, Share, Global Analysis, Development Status, Regional Trends, Opportunity Assessment and Comprehensive Research Study Till 2026 (Oct 2020)  
Texte exact extrait du communiqué de presse du 3/12/2020 : « *Considering the energy consumption of other equipment in the computer room, we believe that the energy consumption of 5G base stations will reach 5300W. Calculated with 4 hours of standby time, the backup power capacity of a single base station requires 21.2KWh, while the typical value of a single 4G base station backup power is 11.2GWh. Based on this, we estimate that the base station standby power demand capacity will be 14.4GWh, 21.2GWh and 27.56GWh in 2020-2022, respectively, and the cumulative standby power demand capacity will reach 161GWh by 2025.* »  
<https://www.marketwatch.com/press-release/5g-base-station-market-2020-industry-analysis-global-trends-market-size-share-and-growth-opportunities-forecast-to-2025-2020-12-03>

Ce rapport est soumis à un coût de licence, mais le communiqué de presse correspondant de décembre 2020 (qui pourrait ne plus être disponible) indiquait ces données de capacité de batteries des *stations de base*.

de batteries nécessaire à la 5G mondiale à l'échéance 2025, **correspond à 1,8 million de voitures Tesla (model S) ou 36 millions de Toyota Prius** (les batteries d'une Tesla S pèsent à elles seules 544 kg).

Ces batteries contiennent de grandes quantités de lithium, dont les gisements de qualité sont situés essentiellement en Bolivie et au Chili. Leur production nécessite d'immenses quantités d'eau qui doit être extraite des salars (dépôts salins) et filtrée pour produire le lithium pur. Les besoins en eau pour le raffinage engendrent **l'assèchement de nappes phréatiques** et mettent **sous tension les besoins locaux d'approvisionnement, dont ceux de l'agriculture avec un impact négatif sur la production et donc l'autonomie alimentaire des populations locales.** De plus, le processus d'extraction du lithium pollue les sols, l'eau et l'air<sup>187</sup>. Un autre problème inquiétant est la fin de vie des batteries, qui sont simplement mises en décharge car moins de 1% du lithium est recyclé<sup>188</sup>.



Figure 12 – Salars d'extraction du lithium

### 3.5.2 Une exploitation minière extrêmement polluante et dénaturant le paysage

**L'exploitation minière est la deuxième industrie la plus polluante au monde**, après le recyclage des batteries au plomb, selon le Blacksmith Institute<sup>189</sup>. L'industrie pétrochimique si souvent décriée n'est même pas dans le top 10. Le raffinage des minerais utilise des réactions chimiques avec des acides (sulfurique et nitrique) dans un processus long et répétitif, et génère des pollutions atteignant les cours d'eau, empêchant toute végétation de pousser en raison des acides déversés, et impactant les écosystèmes parfois **jusqu'à 250 km du site d'exploitation**.

Dans certaines régions, l'exploitation du sol nécessiterait de saccager des paysages millénaires et de **faire disparaître des ressources naturelles**. Par exemple au Chili, des gisements d'or et d'argent sont recouverts par un glacier empêchant leur extraction, et nécessitent donc sa destruction. L'exploitant a fini par suspendre ses activités vu les protestations des populations locales. Dans différents pays d'Amérique latine, une profonde méfiance s'est installée envers les sociétés minières<sup>190</sup>.

Pour plus d'informations sur les dégâts causés par l'extraction minière, voir également la section

<sup>187</sup> [https://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/13\\_factsheet-lithium-gb.pdf](https://www.foeeurope.org/sites/default/files/publications/13_factsheet-lithium-gb.pdf)

<sup>188</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 279

<sup>189</sup> <http://www.worstpolluted.org/>

<sup>190</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 53-54

*La place du vivant, des écosystèmes et des ressources dans notre société* (page 122), ainsi que la section suivante spécifique sur les *terres rares*.

### 3.5.3 Une catastrophe écologique et sanitaire liée aux terres rares et à la délocalisation

Une liste non exhaustive en page 226 identifie les substances principales nécessaires à la fabrication des smartphones, dénombrées à plus de mille. Parmi ces substances, les métaux, dont une trentaine de **métaux rares**<sup>191</sup>, sont nécessaires à la miniaturisation et au fonctionnement efficace de nos équipements.

Depuis les années 80, le nombre de métaux nécessaires à la fabrication de nos appareils électroniques est passé de dix à une cinquantaine.

Certains *métaux rares*, au nombre de 17, sont appelés **terres rares**. Ils ont des propriétés mécaniques, chimiques ou électriques uniques. Par comparaison, on produit environ 15 000 fois moins de *terres rares* que de fer<sup>192</sup>. Certains nécessitent jusqu'à l'extraction de 1250 tonnes de minerai brut afin d'obtenir 1 kilogramme de métal<sup>193</sup>.

Un problème général lié aux *terres rares*, est que **chaque tonne produite nécessite l'utilisation de 200 tonnes d'eau** qui se charge également en produits toxiques très rarement filtrés en aval des exploitations<sup>194</sup>.

Aussi, certains **déchets radioactifs** encore actuellement directement déversés dans les sols, l'air et l'eau devraient en réalité être confinés pendant des centaines d'années<sup>195</sup>. La pollution radioactive avérée au thorium et à l'uranium liée à l'exploitation des *terres rares* en France a d'ailleurs valu sa délocalisation en Chine dans les années 80<sup>196</sup>. On mesure des taux de radioactivité autour des exploitations de *terres rares* en Chine deux fois supérieurs à ceux actuels de Tchernobyl<sup>197</sup>.

---

<sup>191</sup> Liste des *métaux rares* dont les *terres rares*: <https://www.universalis.fr/media/DE110096/>

<sup>192</sup> <https://lareveetlapeste.fr/les-terres-rares-le-nouvel-or-noir/>

<sup>193</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018)

<sup>194</sup> Ibidem, pg 41-45

<sup>195</sup> Déjà cité : <https://lareveetlapeste.fr/les-terres-rares-le-nouvel-or-noir/>

<sup>196</sup> Ibidem

<sup>197</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 82

La Chine est devenue de très loin le premier pays producteur de *terres rares* et autres minerais nécessaires à nos technologies *digitales*, suite à la délocalisation de cette industrie extrêmement polluante dont la proximité était intolérable à nos valeurs occidentales. Rien qu'autour de Baotou, capitale de la Mongolie-Intérieure, 75% des *terres rares* mondiales sont produites par une seule société.



Figure 13 – rejets toxiques radioactifs dans le lac de Baotou, Chine (vidéo de Tim Maughan, YouTube)

**Les conditions du travail délocalisé dans les exploitations parfois clandestines sont absolument inhumaines** et non contrôlées par les autorités vu la taille du territoire. Par exemple, pour la production du graphite utilisé dans les batteries, des travailleurs sans protection efficace respirent un air saturé de particules noires et d'émanations acides. Les cultures sont empoisonnées et les puits infestés par les rejets toxiques des usines. Dans certaines régions, les plantations ne sont plus exploitables, poussant tout simplement les populations à fuir ces paysages désolés, autrefois terres fertiles.

En Mongolie-Intérieure, les cancers et accidents vasculaires dans le village de Dalahai, touchant presque toute la population, lui valent le triste nom de « village du cancer ». Des hommes trentenaires y voient leurs cheveux soudainement blanchir. Des enfants grandissent sans aucune dentition.

En Chine, les standards écologiques et sanitaires les plus élémentaires sont largement ignorés<sup>198</sup>. Notre économie consumériste repose désormais sur elle, mais nous semblons demeurer aveugles aux conséquences de cette voie pour le moins destructrice pour l'humain et la nature.

Un autre exemple frappant est la République démocratique du Congo, premier producteur de cobalt, nécessaire également à la fabrication des batteries. Depuis nos canapés douilletts, qui pourrait imaginer une armée de cent mille mineurs, hommes, femmes et enfants creusant la terre avec de simples pelles et pioches ? Les pollutions liées à son exploitation sont également légion et les taux de cobalt détectés dans les urines peuvent être 43 fois supérieurs à la normale dans ces régions<sup>199, 200</sup>

Pour finir sur une note plus positive, au Japon, des centaines de millions de dollars ont déjà été investis dans la recherche afin de remplacer certains *métaux rares* par des alternatives, et à travers le monde des industriels leur ont emboîté le pas et tentent d'en réduire la consommation<sup>201</sup>. Malgré ces efforts encourageants reflétant soit une réelle prise de conscience écologique, soit un intérêt économique, il est impossible aujourd'hui de prédire l'économie de

<sup>198</sup> Ibidem pg 42-47 et <https://lareveetlapeste.fr/les-terres-rares-le-nouvel-or-noir/>

<sup>199</sup> Ibidem, pg 51

<sup>200</sup> <https://lareveetlapeste.fr/les-terres-rares-le-nouvel-or-noir/>

<sup>201</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 73

*métaux rares* qui pourrait ainsi être réalisée, ni d'évaluer l'impact global de leurs produits de substitution.

### 3.5.4 Des décharges monumentales et un recyclage improbable voire impossible

Toute cette production nécessite une quantité énorme de matières premières **non renouvelables**. Par exemple, une fois arrivés en fin de vie, les transistors et puces électroniques en silicium, qui sont le « cœur » de tout appareil électronique, ordinateur, smartphone, *station de base*, ainsi que les batteries au lithium, deviennent des **déchets non recyclés**. **Ces déchets parcourent des milliers de kilomètres par bateaux produisant du CO<sub>2</sub> et s'accumulent dans des décharges monumentales, souvent illégales et gérées sans précautions pour l'environnement, quand ils ne sont pas tout simplement incinérés.**

Tout comme la production du matériel, les décharges génèrent elles-mêmes des pollutions des sols, de l'eau, et de l'air (en cas d'incinération). On a retrouvé par exemple des traces de cadmium dans toute la chaîne alimentaire végétale et animale et des taux élevés de plomb (puissant neurotoxique) dans le sang chez les enfants vivant à proximité de décharges électroniques. Près d'une telle décharge en Chine, un rapport environnemental des Nations Unies indique 80% d'enfants atteints d'affections respiratoires, une augmentation des cas de leucémie, une forte incidence de problèmes cutanés, maux de tête, vertiges, nausées, gastrites et ulcères gastriques<sup>202</sup>.

**La délocalisation de la mise au rebut de nos petits smartphones, décision industrielle destinée à ne pas blesser la sensibilité de nos populations locales, ou à éviter les coûts liés à une exploitation responsable, a accouché de montagnes de déchets ingérables avec un véritable cortège de désastres pour l'environnement.**

Même dans les pays les plus développés, les taux de collecte de ces déchets, ainsi que les taux de recyclage, restent faibles or on y génère environ 20 kilos de déchets électroniques par an et par habitant<sup>203</sup>. **L'obsolescence programmée, une pratique industrielle scandaleuse toujours tolérée** depuis près d'un siècle, a fini par produire une masse de déchets électroniques étourdissante, dont l'augmentation rien qu'entre 2014 et 2017 était de 20% selon l'agence environnementale de l'ONU<sup>204</sup>. Malgré la convention de Bâle obligeant le recyclage des déchets électroniques dans le pays de collecte, les exportations illégales sont une pratique courante en Europe, en Amérique et en Asie<sup>205</sup>.

Tenter de se représenter à l'échelle humaine la quantité de déchets liée seulement au petit matériel électronique (smartphones, laptops, tablettes, imprimantes, GPS, etc) est un exercice

---

<sup>202</sup> <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9648> pg 49

<sup>203</sup> <https://www.amisdelaterre.org/wp-content/uploads/2016/11/rapport-recyclagedeee-web.pdf>

<sup>204</sup> Déjà cité : <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9648>

<sup>205</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 78

étourdissant. Selon un rapport des Nations Unies<sup>206</sup>, en 2020 on atteindra 4,2 mégatonnes<sup>207</sup> de ces déchets. Imaginez un instant la masse que représente la tour Eiffel : plus de dix mille tonnes. Ensuite, tentez d'imaginer une rangée de 20 tours Eiffel. Enfin, placez 20 de ces rangées côte-à-côte pour arriver à **une forêt de 400 tours Eiffel, représentant la masse de déchets annuels de petit matériel électronique.** Y compris le gros matériel, l'ensemble des déchets électroniques correspond annuellement à 5000 tours Eiffel.

**Pour revenir à nos petits smartphones d'à peine 90 grammes (moyenne), toujours selon le même rapport, ils généreront 473 kilotonnes de déchets en 2020<sup>208</sup>, soit 47 tours Eiffel. La nécessité de changer d'appareil pour utiliser la 5G risque donc de rajouter quelques tours Eiffel à ce chiffre.**

**Le recyclage des métaux rares pose également un problème fondamental<sup>209</sup>.** Contrairement aux métaux comme le cuivre, l'aluminium, l'or, l'argent, dont 18 sur 60 sont déjà recyclés pour plus de 50%, les *métaux rares* doivent être mélangés à d'autres métaux pour former des alliages. Pour les séparer, il faut une quantité d'énergie telle que le coût de leur recyclage est économiquement non-viable, car supérieur au prix du métal pur. Seul zéro à trois pour cent des *métaux rares* sont donc recyclés et espérer atteindre un jour 10% tiendrait du miracle. Le manque de rentabilité du recyclage des *métaux rares* est le résultat d'une grande complexité technique et d'une consommation énergétique importante, comme l'explique un chercheur japonais<sup>210</sup>.

La recherche est très active quant à **l'amélioration du recyclage** des matières premières critiques, en particulier des *terres rares*, comme à l'université de Deakin, Victoria (USA) et à Tecnalia Research and Innovation (Espagne)<sup>211</sup>. Une étude européenne<sup>212</sup> de 2016 sur le recyclage des aimants permanents utilisant des *terres rares* conclut que divers programmes de recherche et développement ont fait émerger des pistes qui pourraient mener, suite à davantage de recherches et de développement, à une éventuelle rentabilité de leur recyclage. Le programme REE4EU financé par la Commission Européenne<sup>213</sup> affirmait même en septembre 2019 être arrivé à un processus industriel de recyclage rentable, du moins pour le recyclage des aimants et des batteries de type NiMH, mais il semble se concentrer sur un des aspects du recyclage qui est la séparation des métaux, sans tenir compte ni du démontage préalable des appareils en fin de vie, également problématique, ni de la concentration de *terres rares* dans les déchets. **Il reste donc encore des incertitudes au sujet de la viabilité économique du recyclage des terres rares.**

---

<sup>206</sup> Baldé, C. P., Forti, V., Gray, V., Kuehr, R., & Stegmann, P. (2017). The Global E-waste Monitor–2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna. ISBN Electronic Version, 978-92  
[https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste\\_Monitor\\_2017\\_electronic\\_single\\_pages.pdf](https://collections.unu.edu/eserv/UNU:6341/Global-E-waste_Monitor_2017_electronic_single_pages.pdf), pg 40

<sup>207</sup> Ibidem, pg 40 : 3,9 Mt en 2016, avec une augmentation prévue relative de 123/113 pour 2020, soit 4,2 Mt. La tour Eiffel a une masse de 10,1 kt ; 4,2 Mt / 10,1 kt = 416 tours Eiffel

<sup>208</sup> Ibidem, pg 54 : 435 kt en 2016, avec une augmentation prévue relative de 123/113 pour 2020, soit 473 kt. La tour Eiffel a une masse de 10,1 kt ; 473 kt / 10,1 kt = 47 tours Eiffel

<sup>209</sup> <https://www.sustainabilityconsortium.org/tsc-downloads/tsc-electronics-recycling-landscape-report/> pg 27

<sup>210</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 72-77

<sup>211</sup> <https://smallcaps.com.au/rare-earth-stocks-asx-ultimate-guide/>

<sup>212</sup> Yang Y. et al., (2016) REE Recovery from End-of-Life NdFeB Permanent Magnet Scrap: A Critical Review  
[https://www.researchgate.net/publication/308386665\\_REE\\_Recovery\\_from\\_End-of-Life\\_NdFeB\\_Permanent\\_Magnet\\_Scrap\\_A\\_Critical\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/308386665_REE_Recovery_from_End-of-Life_NdFeB_Permanent_Magnet_Scrap_A_Critical_Review)

<sup>213</sup> <http://www.ree4eu.eu/>

Une phrase de Guillaume Pitron<sup>214</sup> résume en deux mots la problématique des déchets : « ***Nous sommes passés d'un monde – pas si lointain – où nos grands-parents tentaient encore de surmonter les privations quotidiennes à une civilisation nouvelle qui ne sait que faire des immenses surplus qu'elle produit.*** »

### 3.5.5 Conclusions au sujet des pollutions intrinsèques de la 5G

Alors que dans d'autres secteurs on prône les circuits courts et la consommation locale, le monde du numérique est quant à lui délocalisé et son impact environnemental est clairement hors du contrôle de nos politiques municipales, régionales, nationales ou supranationales.

En conséquence, un manque de réglementation et de contrôle environnemental est constaté sur une très large majorité d'exploitations minières, de raffinage et de mise en décharge liées aux équipements numériques et en particulier aux composants high-tech de la 5G. La priorité des autorités supposées gouverner ces sites est dirigée vers le profit économique, au détriment de la santé des populations et de l'équilibre des écosystèmes. A ce jour, l'ampleur du désastre sanitaire et écologique autour de ces exploitations devrait déjà nous inciter à une sérieuse remise en question par rapport à notre dépendance envers les ressources produites essentiellement en Chine, en Amérique latine et en Afrique. Le constat déjà catastrophiste de l'ONU et des ONG ne fera que s'empirer de façon très significative avec la 5G, au vu de la quantité colossale de matériel à produire, à déployer et plus tard à mettre en décharge.

**La production de milliards de composants high-tech de la 5G ne fera qu'agrandir le fossé entre notre petit confort de vie occidental et l'environnement hautement toxique, voire radioactif, imposé aux humains, animaux et végétaux aux quatre coins du monde, qui n'ont d'autre choix que d'en payer le prix fort par des conditions de vie insupportables ou la fuite, pour les plus chanceux.**

**Plutôt que de se jeter tête baissée dans une nouvelle génération de téléphonie mobile, considérée à tort par les télécoms comme un des socles de la transition énergétique et numérique, ce constat dramatique devrait inciter notre civilisation à une profonde remise en cause. Nous devrions aborder les questions fondamentales de croissance, de dépendance envers les matières premières rares ou distantes, des conditions sanitaires et environnementales liées à chaque étape de la chaîne de valeur, de l'éthique liée à la délocalisation (extraction, raffinage, production, mise au rebut, recyclage) vers des zones peu réglementées ou contrôlées en matière de sécurité des travailleurs, de travail des enfants, de pollution ou d'exploitation voire destruction des ressources naturelles locales et des écosystèmes.**

## 3.6 Raréfaction des ressources naturelles et décroissance accélérée

La production de métaux ne cesse d'augmenter. Il s'agit d'un exemple de ressources naturelles non renouvelables, c'est-à-dire que la nature n'est pas capable de les remplacer, en tout cas pas à

---

<sup>214</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 71

un rythme équivalent à leur exploitation. Notre modèle économique actuel considère encore les ressources naturelles (renouvelables ou non) comme inépuisables et infinies. Ce modèle économique ne considère que le capital et le travail comme les facteurs impactant la production. Mais qu'en est-il en réalité ? Faudrait-il tenir compte des stocks disponibles de ressources naturelles (renouvelables ou non) pour comprendre comment évolue la production d'un bien ?

Il suffirait de demander à un mathématicien ou un physicien pour conclure que le modèle actuel n'a pas de sens. Il nous expliquerait d'abord que l'extraction de toute ressource non renouvelable a un début et une fin. Il nous dirait que toute fonction (ex. : l'extraction de cuivre en fonction du temps) égale à zéro à un moment (avant le début de l'extraction) et qui repasse par zéro plus loin (quand il n'y aura plus de cuivre exploitable de façon rentable), doit nécessairement passer par un pic (le pic d'extraction du cuivre). Le même constat est vrai pour toutes les ressources non renouvelables de la planète.

L'augmentation des besoins en métaux a été exponentielle lors des dernières décennies, et est en grande partie liée à la production du matériel des technologies de l'information. **L'augmentation de la production de terres rares, essentielles à la 5G, est de loin la plus forte par rapport à tous les autres métaux**<sup>215</sup>.

D'après Olivier Vidal, Directeur de Recherche au CNRS :

*« Si on veut suivre la tendance actuelle, pour les 30 prochaines années, il faudra produire plus de cuivre que l'on en a produit depuis l'aube de l'humanité (...) En 2100, on atteint les réserves ultimes »*<sup>216</sup>.

Guillaume Pitron fait le même constat, mais étendu à l'ensemble des minerais extraits de la croûte terrestre<sup>217</sup>! Olivier Vidal indique également que l'énergie consommée et le coût d'extraction d'un kilogramme de tout métal augmente au fil de sa raréfaction.

Nous sommes actuellement arrivés au point où pour tous les métaux (sauf le fer et l'aluminium), le prix augmentera inévitablement dans le futur.

Le rapport établi à la demande du Club de Rome et produit par le MIT il y a un demi-siècle en 1972<sup>218</sup>, mettait en garde sur les limites de la croissance continue de notre économie, et prédisait une décroissance inévitable au cours du 21<sup>e</sup> siècle. La simple constatation de la raréfaction des ressources nécessaires aux équipements des technologies de l'information, et de la hausse constante de leurs prix, indiquent que **notre économie sera contrainte de s'aligner sur un modèle de décroissance**. Quant à la proximité de cette contrainte, pour reprendre deux avis opposés et extrêmes, selon l'idéologie de la collapsologie, la brutalité de ce changement de paradigme est inévitable et à notre porte, entraînant dans les années à venir un effondrement

<sup>215</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 274

<sup>216</sup> Olivier Vidal, CNRS "Matières premières et énergie à l'échelle mondiale dans la transition énergétique", <https://www.cnrs.fr/mi/IMG/pdf/mi2014vidal.pdf> et vidéo explicative sur <https://www.youtube.com/watch?v=fZMe72JUxIY> (novembre 2019)

<sup>217</sup> Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 25

<sup>218</sup> Déjà cité : <https://www.clubofrome.eu/limits-to-growth-the-30-year>

global de notre civilisation. Si on écoute l'industrie des télécom, il n'y a aucune raison de freiner la croissance exponentielle, source de progrès social et économique. Où se situe la vérité ?

**Quelle que soit la distance de cet horizon de décroissance, la 5G avec ses centaines de milliards de composants électroniques serait un facteur d'échec déterminant vers cette transition inévitable de notre société, et nous précipiterait encore plus rapidement vers la pénurie des ressources, repoussant les limites de notre capacité d'adaptation en tant que société.**

### 3.7 Impacts sur la faune et la flore

Il est établi que les **champs électromagnétiques interviennent dans le fonctionnement des êtres vivants**, mais également dans les **interactions avec leur environnement**. Ces champs électromagnétiques naturels se produisent à des niveaux d'intensité extrêmement faibles, en comparaison avec les intensités des champs électromagnétiques artificiels.



Dans une brochure publiée en 2007<sup>219</sup>, le biologiste Ulrich Warnke rappelle que : « *C'est un fait avéré et les résultats de la recherche sont accessibles à tout un chacun depuis plusieurs dizaines d'années : les champs magnétiques et électriques naturels et leurs variations constituent des conditions essentielles à l'**orientation et aux déplacements d'un grand nombre d'animaux.*** »

En avril 2020, une centaine d'étudiants belges en biologie et médecine tiraient la sonnette d'alarme<sup>220</sup> à l'encontre de la 5G et indiquaient que la **survie de l'humanité dépend des écosystèmes**. Parmi les observations corrélées à l'exposition aux radiofréquences, ils citent, entre autres, **l'effondrement des colonies d'abeilles** (80% des abeilles ont disparu en Europe) et l'endommagement de la **capacité des insectes à s'orienter** à l'aide du champ magnétique terrestre (magnétoréception), la production de protéines de **stress**, une **baisse de moitié de la fécondité**, une **atteinte aux facultés cognitives**, de **locomotion, d'apprentissage**, et la **perte totale de mémoire** avec certains **effets irréversibles**.

L'effondrement des populations d'insectes impacte les populations d'animaux qui s'en nourrissent : **oiseaux**,

<sup>219</sup> Warnke U, "Des abeilles, des oiseaux et des hommes", 2007 Nov, Kompetenzinitiative zum Schutz von Mensch, Umwelt und Demokratie (Initiative Compétence pour la protection de l'homme, de l'environnement et de la démocratie) [https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2019/08/broschuerenreihe\\_heft1\\_franz\\_web.pdf](https://kompetenzinitiative.com/wp-content/uploads/2019/08/broschuerenreihe_heft1_franz_web.pdf)

<sup>220</sup> <https://www.lalibre.be/debats/opinions/le-deploiement-de-la-5g-doit-etre-arrete-l-appel-de-100-etudiants-biologistes-et-medecins-5eb26f7ad8ad580d3d87c064>

**amphibiens et mammifères insectivores** par exemple. Le déclin des pollinisateurs a des conséquences sur la chaîne alimentaire.

**Les végétaux** subissent également les impacts négatifs des radiofréquences. Ils présentent par exemple des anomalies **morphologiques** et **de croissance, une chute prématurée ou un changement de couleur des feuilles, ou la mort de branches**<sup>221</sup>. Or la végétation joue un rôle capital dans l'absorption du gaz carbonique et la régulation de l'effet de serre, mais aussi dans **l'alimentation humaine et du bétail**.

En mars 2020, le WWF publiait un plaidoyer<sup>222</sup> mettant en garde l'humanité sur le **risque accru de pandémies (zoonoses) lié à la dégradation de la biodiversité**.

**En bref, avec une explosion dramatique des niveaux d'exposition aux rayonnements de radiofréquences (en ce compris les ondes millimétriques), la 5G fait peser une lourde menace sur la biodiversité, sur la survie des écosystèmes, et donc sur la survie de l'espèce humaine.**

## 3.8 Impact environnemental des ondes millimétriques

### 3.8.1 Effets thermiques sur les organismes et organes exposés de petite taille

En raison de leur fréquence élevée, les ondes *millimétriques* de la 5G pourraient avoir un impact plus important sur les organismes avec des rapports surface/volume élevés. Ainsi, **les animaux de petite taille**, insectes, petits oiseaux, mammifères et amphibiens, pourraient être fortement touchés. Une étude de l'Université de Gand, publiée en 2018 dans la prestigieuse revue Nature<sup>223</sup>, atteste d'un **effet thermique accru des fréquences de la 5G millimétrique** sur certains insectes, pouvant amener des impacts sur leur comportement, leur physiologie ou leur morphologie. Il n'existe malheureusement pas à notre connaissance d'autres études sur le sujet permettant de confirmer ou d'infirmer ces observations.

A la différence des animaux, les végétaux ont la particularité d'avoir développé des surfaces importantes pour faciliter les échanges avec leur environnement. Les feuilles et organes reproducteurs des arbres sont très exposés et absorbent fortement l'énergie des ondes *millimétriques*. **Les végétaux pourraient donc également être particulièrement atteints** par les rayonnements de la 5G *millimétrique*.

Les effets des ondes *millimétriques* sur les animaux et les végétaux sont encore peu étudiés. Le **déploiement de la 5G relève donc d'une expérimentation à très grande échelle sur le vivant**.

---

<sup>221</sup> Waldmann-Selsam et al, "Radiofrequency radiation injures trees around mobile phone base stations" 2016

[https://www.researchgate.net/publication/306435017\\_Radiofrequency\\_radiation\\_injures\\_trees\\_around\\_mobile\\_phone\\_base\\_stations/link/5a7dc0d9aca272341af0c372/download](https://www.researchgate.net/publication/306435017_Radiofrequency_radiation_injures_trees_around_mobile_phone_base_stations/link/5a7dc0d9aca272341af0c372/download)

<sup>222</sup> WWF, The loss of nature and rise of pandemics <https://wwf.panda.org/?361716> (mars 2020)

<sup>223</sup> Thielens A. et al, "Exposure of Insects to RadioFrequency Electromagnetic Fields from 2 to 120GHz", 2018 <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22271-3>

### 3.8.2 Mise en résonance des organismes exposés de petite taille

Les ondes *millimétriques*, comme leur nom l'indique, sont caractérisées par des longueurs d'onde très courtes, encore jamais utilisées par nos téléphones portables. Vu la correspondance entre leur taille et la longueur de l'onde, des phénomènes de **résonance**<sup>224</sup> inédits sur des organismes de la taille de quelques millimètres pourraient être observés.

Tout comme pour les *effets thermiques*, les plantes et les arbres pourraient pâtir de ces résonances. Les effets sur l'environnement n'ont pas été évalués à ce jour.

### 3.8.3 Impact sur les bactéries et résistance aux antibiotiques

Une revue de la recherche sur les effets des ondes *millimétriques* sur les bactéries, parue en 2016<sup>225</sup> arrive aux conclusions suivantes : « *Les bactéries et autres cellules pourraient communiquer entre elles par un champ électromagnétique d'une gamme de fréquences extrêmement élevée. Ces ondes millimétriques ont affecté Escherichia coli et de nombreuses autres bactéries, déprimant principalement leur croissance et modifiant leurs propriétés et leur activité. Ces effets étaient non thermiques et dépendaient de différents facteurs. Les cibles cellulaires importantes pour les effets des ondes millimétriques pourraient être l'eau, la membrane plasmique cellulaire et le génome (...). Les conséquences de l'interaction des ondes millimétriques avec les bactéries sont les changements dans leur sensibilité à différents produits chimiques biologiquement actifs, y compris les antibiotiques (...). Ces effets sont importants pour comprendre les voies métaboliques modifiées et déterminer le rôle des bactéries dans leur environnement ; ils pourraient entraîner une **antibiorésistance des bactéries**.* » (notre traduction)

Il manque à notre connaissance d'autres études pour corroborer ces effets, et il s'agit donc à ce stade d'un effet possible mais non confirmé.

### 3.8.4 Abattage des arbres entravant la propagation des ondes millimétriques

La propagation des ondes *millimétriques* de la 5G est fortement entravée par le feuillage des végétaux. L'influence des arbres sur la propagation des rayonnements de la 5G, et en particulier sur la propagation des ondes *millimétriques*, a fait l'objet d'une étude de l'Université de Surrey (UK) qui suggère de surélever les pylônes afin de limiter l'atténuation du signal par des arbres<sup>226</sup>.

**A défaut d'une législation stricte, des arbres** faisant obstruction à la propagation des rayonnements **ont été et pourraient encore être abattus, dans l'intérêt des opérateurs télécoms mais au détriment de l'environnement.**

Le sujet fait polémique. Le problème a déjà été relevé au parlement britannique<sup>227</sup> mais sans qu'une réponse politique n'y ait été apportée. Un rapport gouvernemental identifie clairement

<sup>224</sup> Déjà cité : <https://www.nature.com/articles/s41598-018-22271-3>

<sup>225</sup> Soghomonyan D, Trchounian K, Trchounian A, "Millimeter waves or extremely high frequency electromagnetic fields in the environment: what are their effects on bacteria?", 2016, Appl Microbiol Biotechnol. 100(11):4761-71 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27087527>

<sup>226</sup> [https://www.surrey.ac.uk/sites/default/files/2018-03/white-paper-rural-5G-vision.pdf?fbclid=IwAR08iGLH2e9n7jDtFqgDcS4rOH5\\_L8qskigMzS0jmaigqeroYshhuxYBUc](https://www.surrey.ac.uk/sites/default/files/2018-03/white-paper-rural-5G-vision.pdf?fbclid=IwAR08iGLH2e9n7jDtFqgDcS4rOH5_L8qskigMzS0jmaigqeroYshhuxYBUc)

<sup>227</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=M--2HsWtpfc>

dans ses conclusions le problème du feuillage sur la propagation des ondes de plus de 6 gigahertz (GHz), donc des ondes *millimétriques* de la 5G<sup>228</sup>.

Les allégations indiquant que l'abattage d'arbres se ferait pour des raisons de sécurité publique ou sanitaires ou de travaux d'amélioration des voiries seraient à prendre avec grande prudence lorsqu'ils coïncident avec des déploiements d'antennes. Des articles de presse tentant de rassurer la population française indiquent que certains arbres devaient être abattus suite aux tempêtes de 2012. Pourquoi alors avoir attendu 8 ans ?

### 3.8.5 Interférences avec les prévisions météo et le suivi du changement climatique

La revue Nature<sup>229</sup> signale en novembre 2019 que le déploiement de **la 5G** dans la première bande de fréquence *millimétrique*, réservée depuis 30-40 ans aux météorologues, risque de **brouiller significativement les systèmes d'observation météorologiques par satellite au niveau mondial**. Les conséquences sont multiples :

- Une incertitude accrue dans les prévisions, y compris les trajectoires de phénomènes violents comme les tempêtes et les ouragans. Sur les grandes villes de dizaines de millions d'habitants, ceci peut soit causer la **perte inévitable de vies humaines en cas de non-évacuation**, soit la nécessité d'**évacuer des zones beaucoup plus étendues comptant potentiellement des dizaines de millions de personnes**, comme indiqué par les inquiétudes entre autres de l'Organisation Météorologique Mondiale, l'ESA<sup>230</sup> et la NASA relayées dans les médias<sup>231</sup>. Des impacts sociaux et économiques colossaux peuvent être attendus, ainsi qu'un déploiement bien plus large de services de secours pour abriter les populations évacuées et rechercher les victimes.
- Une dégradation probable des modèles météorologiques et océaniques, entraînant un risque accru pour la **sécurité des vols et de la navigation**, et au niveau **tactique militaire** une dégradation des informations sur l'espace de bataille, comme indiqué par les Forces Navales (Navy) américaines<sup>232</sup>.
- Un impact économique sur **l'agriculture, la pêche, les transports, le tourisme** qui dépendent de la précision des prévisions météorologiques à court terme.
- Un **contrôle du changement climatique fortement impacté** sans de nouvelles données aussi précises sur la « colonne de vapeur d'eau » (aspect physique et chimique), telles qu'elles ont été accumulées depuis déjà une quarantaine d'années. Ce serait comme avancer dans le brouillard sans plus pouvoir comparer les mesures avec celles du passé.

---

228

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/684421/OS\\_Financial\\_report\\_5g-report-environment.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/684421/OS_Financial_report_5g-report-environment.pdf), pg 94

229 <https://www.nature.com/articles/d41586-019-03609-x>

230 <https://news.un.org/fr/story/2019/10/1054721>

231 <https://www.washingtonpost.com/weather/2019/05/23/head-noaa-says-g-deployment-could-set-weather-forecasts-back-years-wireless-industry-denies-it/> et <https://spacenews.com/passive-microwave-5g-ams-2020/> et <https://www.aip.org/fyi/2019/noaa-warns-5g-spectrum-interference-presents-major-threat-weather-forecasts> et <https://www.theverge.com/2019/11/22/20975652/weather-forecast-interference-limits-5g-egypt-conference-radio-frequency>

232 <https://www.wyden.senate.gov/imo/media/doc/Navy%2024Hz%205G%20Spectrum%20Impacts.pdf>

La raison de ce brouillage est l'utilisation de fréquences de la 5G<sup>233</sup> également émises naturellement par la vapeur d'eau dans l'atmosphère à des intensités extrêmement faibles qui seront donc brouillées<sup>234</sup>, tant par les antennes du réseau que par les appareils mobiles.



Figure 14 – Image satellite 3/9/19 de l'ouragan Dorian à l'Est de la Floride (NOAA via AP)

Aujourd'hui, ce type de brouillage des observations météo se pose déjà à d'autres fréquences et à bien plus petite échelle à cause de certaines télécommandes (portes de garage)<sup>235</sup>.

Des bandes de fréquences encore plus élevées (au-delà de 26 GHz), déjà allouées à la 5G, causeront très probablement le brouillage d'autres fréquences naturelles observées par les météorologues<sup>236,237</sup>. Techniquement, on pourrait pourtant parfaitement éviter cette pollution de la 5G, mais ceci **impliquerait un coût que les télécoms tentent d'éviter**. Il existe plusieurs solutions techniques, mais aucune n'a encore été retenue pour des raisons économiques :

1. Une meilleure atténuation de la pollution, grâce à des filtres électroniques avec de meilleures performances. Ceci est **la solution recommandée** par les météorologues, permettant de mieux « isoler » les ondes de la 5G
2. Un arrêt complet des émissions terrestres à intervalles réguliers, parfaitement synchronisé avec les prises de mesure météo
3. Un rétrécissement significatif du spectre utilisable par la 5G, avec réduction de la capacité impliquant l'installation d'encore plus d'antennes
4. Une réduction de la puissance de chaque antenne, nécessitant plus d'antennes

A l'issue de plus de 4 années de longues négociations, en avril 2020<sup>238</sup> l'Europe a obtenu un certain **niveau de protection qui reste insuffisant**<sup>239</sup> (22 x moins contraignante que la recommandation de la NASA et la NOAA<sup>240</sup>), et uniquement à partir de 2024<sup>241</sup>.

Cette limite suppose que les brouillages 5G avant 2024 seront négligeables pour la météorologie. **Avant 2024, la limite est 87x moins contraignante que la recommandation**. Cependant, il n'y aura vraisemblablement pas d'obligation pour les télécoms d'améliorer ensuite les antennes déjà

<sup>233</sup> 26 GHz : plus exactement 24,25-27,50 GHz, sans compter les débordements « hors bande »

<sup>234</sup> 23,60-24,00 GHz: fréquences de la colonne de vapeur d'eau (bande passive d'observation)

<sup>235</sup> <https://www.dw.com/en/will-5g-mobile-networks-wreck-weather-forecasting/a-52350669>

<sup>236</sup> Conférence annuelle de l'American Meteorological Society, Janvier 2019

<https://ams.confex.com/ams/2019Annual/meetingapp.cgi/Paper/357736>

<sup>237</sup> <https://www.dw.com/en/will-5g-mobile-networks-wreck-weather-forecasting/a-52350669>

<sup>238</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020D0590&rid=8>

<sup>239</sup> Recommandation NASA et ONAA: -52,4 dBW/200MHz; niveau exigé: -42 (11x moins); niveau obtenu: -33 (87x moins); -39 (22x moins) à partir de 2024 (EU) pour les *stations de base*

<sup>240</sup> **NASA** = National Aeronautics and Space Administration

**NOAA** = National Oceanic and Atmospheric Administration

<https://science.house.gov/imo/media/doc/Study%20prepared%20by%20NOAA%20and%20NASA%20-%20Results%20from%20NASANOAA%20Sharing%20Studies%20on%20WRC-19%20Agenda%20Item%201.13.pdf>

<sup>241</sup> <https://www.anfr.fr/toutes-les-actualites/actualites/26-ghz-brouillages-5g-sur-les-previsions-meteorologiques-lion-europeenne-actualise-sa-position/>

installées avant 2024. Ceci risque de causer une **course à l'installation de matériel bon marché en 2023, qui deviendrait non conforme s'il était installé en 2024.**

Le problème est plus inquiétant encore pour les observations hors Europe, surtout en Amérique et pour la période jusque 2027, où les niveaux de protection prévus sont encore moindres. Les **observations très fortement brouillées en Amérique impacteront les prévisions à 3-4 jours pour l'Europe**, temps nécessaire aux masses d'eau pour se déplacer d'Amérique jusqu'en Europe.

Il est invraisemblable de penser qu'un retour en arrière réduisant les **progrès apportés par les satellites météorologiques à l'échelle du monde soit ainsi envisageable. Comment peut-on ainsi sacrifier sur l'autel du profit des télécoms, la protection des populations contre les ouragans, les précieuses données climatologiques et la précision des prévisions utiles à bien d'autres secteurs d'activités ?**

### 3.9 Vers un Internet plus durable

Il faudrait un ouvrage entier pour identifier les alternatives qui se présentent à nous afin d'éviter la catastrophe environnementale énergétique globale décrite ci-dessus.

Les réseaux de téléphonie mobile ont une part de responsabilité majeure dans l'augmentation fulgurante de la consommation électrique d'Internet. Les réseaux mobiles ont une empreinte environnementale bien supérieure aux réseaux filaires et Wi-Fi. Du côté de nos appareils connectés, le constat est identique car le même volume de trafic via la 3G consomme 15 fois plus d'énergie que le Wi-Fi, tandis que la 4G en consomme 23 fois plus<sup>242</sup> (pour la 5G nous ne disposons pas encore d'études précises). Attention, le diagramme ci-dessous représente la consommation liée à la connexion du *smartphone* uniquement. Pour la consommation des *antennes-relais* du réseau 5G, voir la section *Estimation minimale du surplus de consommation électrique du réseau 5G* (page 62).

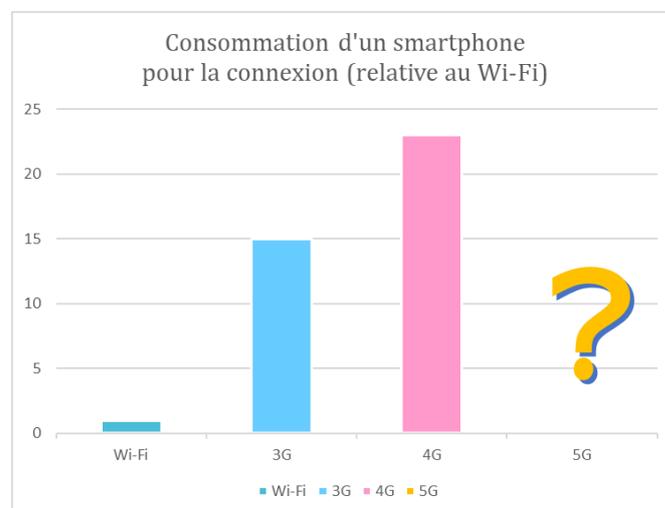


Figure 15 – Consommation électrique comparée de la connexion sans fil d'un smartphone

Au chapitre 9, *L'alternative à la 5G* (page 217), nous abordons différentes approches permettant de réduire la consommation énergétique des réseaux de télécommunications et de limiter le déploiement de la 5G à ses réels bénéficiaires.

<sup>242</sup> <https://www.resilience.org/stories/2015-10-21/why-we-need-a-speed-limit-for-the-internet/>

### 3.10 Conclusions sur les impacts environnementaux de la 5G

Le constat actuel des conséquences écologiques dues au monde numérique, couplé aux besoins matériels et énergétiques encore supérieurs de la technologie 5G, démontre que de toute l'histoire des télécommunications, la 5G sera sans doute la **technologie la plus énergivore, la plus polluante et posant le plus de questions environnementales parmi toutes celles inventées par l'homme jusqu'ici.**

En comparaison avec la 4G, qui pose déjà un problème énergétique majeur, **l'accroissement de la consommation électrique globale correspondrait à celle d'un pays comme l'Espagne**, et la seule production de cette électricité rejeterait au moins autant de CO<sub>2</sub> que le septième du secteur de l'aviation.

C'est sans compter **l'énergie intrinsèque** et l'impact environnemental liés à la production des dizaines de millions de nouvelles antennes pour les *stations de base* de la 5G, et des dizaines de milliards de composants dans nos smartphones et autres terminaux.

On avance sans réfléchir vers une **surexploitation d'innombrables ressources naturelles rares, non renouvelables et des pollutions massives.** La 5G se ferait en **violation de toutes les lois et réglementations nationales et internationales visant à ralentir le réchauffement climatique**, alors même que la crise climatique et écologique est une préoccupation majeure.

L'être humain a-t-il la volonté d'appréhender l'empreinte de ses gestes quotidiens et de voir plus loin que le bout de l'écran de son smartphone ? Réalisera-t-il que du charbon, du gaz et de l'uranium sont consommés à chaque pression du doigt sur son écran ? Pourra-t-il prendre conscience de la quantité astronomique de données qu'il consomme, véritable « trou noir » avalant les matières premières ? Ne peut-il pas réfréner son avidité de contenu numérique et avancer vers plus de sobriété, en particulier lors de ses déplacements ?

La mise en place d'objectifs allant dans le sens d'une économie durable, moins énergivore et moins polluante, est une pratique courante dans beaucoup de secteurs d'activités mais **l'industrie des télécommunications mobiles semble avancer à contre-courant.** Au cours des trois dernières décennies, elle a déployé des **technologies toujours plus polluantes et énergivores** et elle ne semble pas encore prête à inverser cette tendance.

Nous avons vu dans les différentes questions environnementales que la course vers toujours plus de communications sans fil est en train de détruire nos écosystèmes, dont nous faisons partie intégrante. Les traces de cette destruction en cours sont déjà bien visibles. La **6<sup>e</sup> extinction de masse des espèces**, la première depuis 66 millions d'années, est en cours en raison de l'activité de l'homme<sup>243</sup>, à une allure vertigineuse. Elle s'accompagne d'un **déclin catastrophique des populations** d'espèces jusqu'ici non menacées<sup>244</sup>. La **5G pourrait encore accélérer ce phénomène de déclin et d'extinction**, à commencer par les êtres vivants de petite taille et les végétaux.

<sup>243</sup> <https://advances.sciencemag.org/content/1/5/e1400253>

<sup>244</sup> <https://www.pnas.org/content/114/30/E6089>

En menaçant les équilibres fragiles de nos écosystèmes, c'est **l'existence même de l'homme qui se voit menacée**. Les spécialistes annoncent des catastrophes de grande ampleur : disparition d'une grande partie de la faune et de la flore dont nous dépendons, problèmes alimentaires suite à la raréfaction ou à l'extinction d'insectes pollinisateurs, pandémies causées par la prolifération de bactéries très résistantes (ou d'autres espèces) et par l'affaiblissement du système immunitaire des humains, des animaux et des végétaux.

Selon certains experts, au rythme actuel d'extraction des métaux nécessaires aux technologies numériques, dans une seule génération, il n'y aurait tout simplement plus de matières premières pour fabriquer nos équipements électroniques de manière rentable<sup>245</sup>. Les réseaux 5G nécessiteront de grandes quantités de métaux, accéléreront donc leur déclin, et augmenteront leurs coûts de production, **hypothéquant la rentabilité d'autres technologies réellement utiles**.

La nécessité absolue de décroissance qui s'ensuit devrait s'accompagner dès maintenant d'une réduction drastique de notre consommation du numérique. Notre société « high-tech » ne pourra tenir ce rythme plus de deux décennies. Ne serions-nous pas avec la 5G arrivés à un point de non-retour, au-delà duquel le déclin technologique serait inéluctable ? Les promoteurs de la 5G ont-ils pensé un instant à toutes ces conséquences ?

A travers ce chapitre consacré à l'environnement, nous avons mis en lumière des risques aussi variés que préoccupants, encourus dans l'hypothèse du déploiement de la 5G. Les prévisions disponibles à ce stade en matière de consommation énergétique et d'émissions de *gaz à effet de serre*, sont totalement incompatibles avec les objectifs climatiques internationaux. Des scientifiques tirent la sonnette d'alarme au sujet des risques pesant sur la biodiversité, et la survie de toute espèce vivante exposée à la 5G. Les risques pesant sur l'environnement, imposés par la 5G, sont difficilement justifiables dans une société et une économie qui se veulent durables. De surcroît, la technologie 5G est reconnue comme dépourvue d'utilité au quotidien pour les consommateurs par certains acteurs du secteur.

La technologie 5G n'ayant fait l'objet d'aucune réelle évaluation environnementale préalable à son déploiement, il est nécessaire, **dans l'intérêt général**, de remettre en question les plans de déploiement de réseaux publics 5G, sous la forme d'un **moratoire**. La vision actuelle des télécommunications pourrait être qualifiée de « **croissance smart et sans limite** ». Si la société actuelle veut prendre au sérieux les grands défis environnementaux auxquels l'humanité devra faire face pour les siècles à venir, cette vision devra prendre **une nouvelle dimension** empreinte de **cohérence** en matière de satisfaction de réels besoins, de sobriété numérique, de réalisation des objectifs climatiques, et de durabilité, que l'on pourrait nommer vision du « **progrès sage et cohérent** ».

---

<sup>245</sup> Déjà cité : F. Bordage, GreenIT.fr, présentation du rapport *Empreinte environnementale du numérique mondial* Déc 2019 <https://www.youtube.com/watch?v=dD-Bbc0zzfc>

## 4. Arguments économiques

Dans les chapitres précédents, nous avons pris la mesure de conséquences sanitaires et environnementales sans précédent augurées par la 5G. On s'attendrait en toute logique à ce que ces conséquences soient le prix à payer afin de garantir ou du moins soutenir des espoirs de reprise économique. Quand on soulève le voile de la 5G, on s'aperçoit en réalité que les perspectives économiques de l'écosystème 5G posaient déjà de nombreuses questions, avant même son déploiement et avant la crise sanitaire et économique mondiale liée à la Covid-19.

Nous verrons dans ce chapitre comment les arguments de l'industrie, soutenus par des politiques nationales et internationales promouvant un déploiement massif de la 5G, ont fait tache d'huile et mené à un consensus sans fondement économique. Afin de mieux comprendre les réels intérêts de chaque partie prenante sur le grand échiquier de la 5G, nous tenterons de décoder les réels enjeux économiques parfois masqués par des discours discordants, ainsi que les attentes parfois contradictoires entre différents acteurs du secteur.

### 4.1 Une industrie mobile en permanente mutation

Selon l'Institut Statista, l'industrie des télécommunications mobiles pesait pour environ **4,6% du produit intérieur brut (PIB) mondial** en 2018, soit **3 900 milliards de dollars US**<sup>246</sup>. Elle compte près de **5 milliards d'utilisateurs** dans le monde selon la GSMA, l'association regroupant opérateurs et constructeurs.

Tout au long de sa relativement courte existence, malgré un succès commercial indéniable, cette industrie a subi de profonds et nombreux changements de contexte d'affaires (business), tant économiques que réglementaires. Son avènement impliquait souvent un seul opérateur historique, des attentes de service minimales de la part des utilisateurs et une croissance fulgurante du nombre de clients. Au fil des générations, la multiplication du nombre d'opérateurs a fait jouer une concurrence forte sur les prix, faisant chuter inéluctablement les revenus par utilisateur. La **saturation complète du marché** au fil des décennies a mené les opérateurs à une croissance de plus en plus faible, jusqu'à une **croissance négative** dans les pays les plus riches. Les **réglementations** nationales et internationales limitant les frais d'itinérance (*roaming*) et facilitant le changement d'opérateur sans changer de numéro (*mobile number portability*) ont également fait chuter les prix. Les opérateurs ont dû réagir afin de pouvoir assurer leurs profits, en réalisant des **fusions** et en réduisant leurs **investissements en capital**. D'autres transformations profondes, comme la **diversification d'activité**, voient également le jour afin de maintenir le cap économique.

Au niveau des **constructeurs** (ou équipementiers), tant du réseau que des terminaux, de nouveaux acteurs ont vu le jour lors de la dernière décennie — comme en Chine — et la concurrence fait rage.

Avec ***l'Internet des Objets*** (*Internet of Things*), il devient difficile de cerner les frontières de l'industrie mobile qui se ramifie et fournit ses services à de nombreux autres secteurs, avec l'ambition de connecter des dizaines de milliards d'objets à travers ses réseaux. Il s'agit là d'une

---

<sup>246</sup> <https://www.statista.com/statistics/1100651/worldwide-mobile-industry-contribution-gdp/>

opportunité commerciale à saisir, tant pour les constructeurs que pour les opérateurs mobiles, mais qui présente encore de grandes incertitudes du point de vue des recettes qu'elle pourrait générer, comme nous le verrons plus loin.

## 4.2 Les promesses économiques de la 5G

Selon un **rapport de 2018 de la GSMA**<sup>247</sup>, l'association regroupant opérateurs et constructeurs du secteur, la 5G pourrait avoir un impact économique positif considérable. Pour la période 2020-2034, elle chiffre à **2200 milliards de dollars US l'augmentation du PIB mondial qui pourrait être réalisée grâce à la 5G, soit 5,3% de l'augmentation prévue du PIB.**

Le **Plan d'Action 5G de la Commission Européenne**<sup>248</sup> va également dans ce sens et annonce que les recettes liées à la 5G devraient atteindre l'équivalent de 225 milliards d'euros seulement pour l'année 2025 dans le monde. La Commission Européenne a également investi **700 millions d'euros d'argent public dans un partenariat public-privé 5G (5G-PPP**<sup>249</sup>), lancé déjà en 2013, avec pour objectif d'assurer son déploiement en Europe d'ici 2020 et selon ses propres termes de « *rester en tête de la course à la 5G* ». Le Plan indique que de **nouvelles opportunités de marché** se présenteront non seulement dans le secteur des télécommunications, mais également **dans l'économie et la société dans son ensemble**. La Commission indique dans ses conclusions que la 5G constituera la **colonne vertébrale de l'infrastructure numérique qui soutiendra sa compétitivité future**. En bref, selon la Commission Européenne, sans un déploiement massif de la 5G en Europe, elle y perdra en compétitivité et manquera des opportunités de marché dans tous les secteurs de l'économie.

Des **prévisions d'Intel**<sup>250</sup> encore plus optimistes avancent que les revenus liés à la 5G seraient principalement obtenus grâce à une consommation excessivement plus forte qu'aujourd'hui de **contenu mobile de type médias et spectacle** (*entertainment* en anglais). Ce secteur englobe le contenu de type musique, films et vidéos ainsi que les jeux vidéo. Le rapport prévoit pas moins de **1300 milliards de dollars de revenus** supplémentaires, dont 140 milliards dans le domaine de la *Réalité Virtuelle* (VR) et de la *Réalité Augmentée* (AR). Ce chiffre se base sur un changement drastique, espéré par les pro-5G, dans le comportement des utilisateurs. Selon ces perspectives, de nouveaux types de contenu comme la *Réalité Virtuelle* 3D seront visionnés en masse via la 5G, scénario que nous avons identifié comme un mythe de la 5G dans la section *La Réalité Virtuelle et Augmentée auraient besoin de la 5G* (page 183). Ces prévisions annoncent également 67 milliards de dollars de revenus supplémentaires par année liés à des applications encore inexistantes. Il faut également prendre ces prévisions avec prudence vu leur manque d'indépendance car provenant directement du secteur (Intel est un des principaux fournisseurs de puces électroniques de la 5G). S'est-on seulement posé la question de savoir si les consommateurs sont prêts à payer ces milliers de milliards supplémentaires à l'industrie pour ces applications futures, et quelle serait la réaction des consommateurs quand ils verront leur facture augmenter ? L'aspect du comportement d'achat des consommateurs face à la 5G est abordé plus loin, mais ne va pas dans le sens d'une augmentation des dépenses.

<sup>247</sup> <https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2019/10/mmWave-5G-benefits.pdf>

<sup>248</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/communication-5g-europe-action-plan-and-accompanying-staff-working-document>

<sup>249</sup> <https://5g-ppp.eu/european-5g-actions/>

<sup>250</sup> <https://5g.co.uk/news/5g-trillions-media-and-entertainment/4550/>

### 4.3 Les failles du Plan d'Action 5G européen

L'intention principale du Plan d'Action 5G de la Commission Européenne semble être de garder une longueur d'avance sur le terrain de la compétitivité, ce qui peut paraître louable voire essentiel. Cependant le Plan d'Action 5G présente diverses failles.

Tout d'abord au niveau des dates, le Plan D'Action 5G a été publié en septembre 2016, alors que déjà en 2013 le 5G-PPP avait engagé des fonds colossaux de 700 millions d'euros d'argent public dans la 5G. Il semble donc que la voie était déjà toute tracée en 2013, et que les montants mis en jeu rendaient improbable une autre décision que de faire de la 5G une priorité européenne. En 2013, l'industrie était encore aux débuts du déploiement de la 4G et n'avait pas idée de ce que la 5G pourrait concrètement apporter. Il s'agit donc d'un **véritable pari de 700 millions d'euros sur une technologie encore inexistante**, même sur papier. En télécommunications mobiles, toute nouvelle technologie ou toute évolution démarre avec l'établissement de standards internationaux, processus nécessitant plusieurs années. Pour la téléphonie mobile, c'est le 3GPP qui est chargé de définir les standards liés à chaque génération. Les tout premiers travaux de standardisation 5G ont seulement démarré en 2015, où une *tentative* de ligne du temps a été dessinée jusque 2020<sup>251</sup>.

Ensuite, le **degré de fiabilité économique du Plan d'Action 5G est questionnable**. Il ne se base que sur deux études économiques qui sont à prendre avec la plus grande prudence. La première d'ABI Research<sup>252</sup> n'est pas accessible au grand public et son financement n'est pas publié. La seconde étude<sup>253</sup> n'est pas accessible publiquement non plus, mais a été commanditée par la Commission Européenne avec un objectif clair : justifier le déploiement de la 5G. L'orientation prédéfinie et le manque d'indépendance de ces études économiques devraient attirer la méfiance sur les bénéfices économiques annoncés de la 5G, mais également sur les destinataires de ces bénéfices. Il serait utile de se pencher sur les intérêts économiques des deux sociétés ayant fourni ces chiffres, mais cette investigation dépasse le cadre de ce rapport. Au sujet du manque d'indépendance d'opinion du plan européen 5G, William Webb<sup>254</sup> indique également que « *les panels que la Commission Européenne a rassemblés afin de fournir une expertise sur la 5G ont tendance à être lourdement composés des acteurs-clé actuels* ». (notre traduction).

Par ailleurs, les promesses du Plan d'Action 5G liées à de nombreuses nouvelles **opportunités de marché influencées par la 5G sont des spéculations**. On ne compte plus les applications revendiquées par l'industrie comme nécessitant ou bénéficiant de la 5G dans ses communications

---

<sup>251</sup> [https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1674-timeline\\_5g](https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/1674-timeline_5g)

<sup>252</sup> <https://www.abiresearch.com/press/abi-research-projects-5g-worldwide-service-revenue/>

(étude disponible moyennant paiement)

<sup>253</sup> Study on "Identification and Quantification of Key socio-economic data for the strategic planning of 5G introduction in Europe" – SMART 2014/0008

<https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/study-identification-and-quantification-key-socio-economic-data-strategic-planning-5g>

Dans son appel d'offre pour réaliser cette étude, la Commission annonce clairement le résultat attendu: "L'étude visera à fournir les bases socio-économiques quantitatives fondamentales permettant aux parties prenantes de **planifier les phases critiques de l'introduction de la 5G**, des activités de recherche et d'innovation aux investissements dans les infrastructures et aux perspectives de développement commercial précoce. L'étude devrait également aider les régulateurs à planifier des actions politiques clés."

Le communiqué de presse annonce des revenus mirobolants pour les opérateurs, en décalage avec la réalité économique du secteur comme nous le verrons plus loin.

<sup>254</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 69

aux allures à peine masquées de propagande. Ces opportunités de marché n'en sont en réalité que pour les constructeurs de matériel télécom. Les principales applications annoncées comme dépendantes de la 5G sont reprises à la section *La 5G est une vision déconnectée de la réalité* (page 180), où nous ramenons le lecteur à la réalité et démontrons que seuls quelques acteurs industriels majeurs pourraient y voir un avantage pour connecter leurs machines. Nous y abordons également l'*Internet des Objets* (IdO), pour lequel la communauté 5G prétend offrir une solution et crée une confusion volontaire entre 5G et IdO, que l'on retrouve associés avec peu de distinction dans nombre de publications.

Observé du point de vue de la gouvernance, l'aboutissement à un Plan d'Action 5G aussi radical peut laisser perplexe. Dans toute entité économique, que ce soit un foyer, une PME, une multinationale, un Etat ou une entité supranationale, un investissement déterminant devrait se faire sur base d'une réelle réflexion, impliquant les parties prenantes directement impactées.

Dans une analyse aboutissant à un investissement conséquent, de nombreux paramètres devraient entrer en jeu, comme l'analyse des besoins (actuels et futurs), les coûts (y compris la consommation et la maintenance), le retour sur investissement, l'impact sanitaire et environnemental, la qualité, la volonté de soutien d'un type d'économie (par exemple locale), la disponibilité à court/moyen/long terme, la maintenabilité (par exemple en cas de défektivité), la durée de vie, la garantie, l'esthétique, le respect de la vie privée et de l'éthique, etc. Les alternatives devraient être mises côte-à-côte et comparées par rapport à chaque critère identifié comme pertinent, mettant en lumière les avantages et inconvénients de chacune, parfois accompagné d'une analyse des opportunités et menaces liées à ces choix.

On pourrait se demander raisonnablement si une réflexion a été menée préalablement à la décision de faire de la 5G une obligation dans tous les Etats européens. Quelle analyse sérieuse des besoins a été réalisée et auprès de quels utilisateurs, et par quelle entité indépendante ? Quelle étude a démontré la viabilité économique et le retour sur investissement pour les opérateurs ? Quelle étude a démontré si les différents types de « fractures numériques » allaient s'améliorer ou s'empirer avec la 5G ? Quelles parties prenantes, représentant les utilisateurs européens, ont été consultées ? Quelles études sérieuses ont démontré que certaines applications, réellement utiles à la société de demain, ne pourraient pas être réalisées sans la 5G ? **Une telle promotion inconditionnelle de la 5G ressemble plus à un choix politique non démocratique, qu'au résultat d'une réflexion faite dans le respect d'une gouvernance saine. Nous n'avons pas connaissance d'un précédent d'une telle ampleur où une technologie en particulier est ainsi imposée par le monde politique dans le cadre d'un déploiement à l'échelle d'un continent.**

Ensuite, le Plan d'Action 5G démontre un **manque de cohérence politique** au sein même des stratégies définies par la Commission Européenne. C'est à se demander si les différentes Directions Générales (DG) collaborent avant de définir des politiques en profonde contradiction. Un exemple : le pacte vert pour l'Europe<sup>255</sup> 2019-2024 redéfinit des ambitions européennes sans précédent sur le plan environnemental. Lors de la définition du Plan 5G par la DG Connect, n'y a-t-il donc pas eu la moindre réflexion sur l'impact environnemental et son potentiel de **sabotage de tous les efforts de longue haleine des citoyens et entreprises européennes**, depuis des

---

<sup>255</sup> [https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal\\_fr](https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal_fr)

décennies, afin de contenir la crise climatique ? Une approche cohérente aurait été d'inclure dans le Plan 5G la nécessité de gestion de son impact environnemental, dans le cadre d'un déploiement contrôlé, par exemple limité aux quelques industries réellement en demande de la 5G. Une autre approche cohérente plus improbable aurait été d'admettre que les problématiques environnementales ne sont que secondaires et ne passent qu'après les enjeux économiques, et ainsi éviter ce type d'hypocrisie appelée « **greenwashing** » affichant une façade verte qui cache en réalité une politique avant tout orientée par des facteurs économiques.

Autre exemple : le recyclage des *terres rares*, pour lequel la Commission a pourtant subventionné un large programme de recherche. La Commission peut-elle ainsi simplement ignorer que son Plan d'Action 5G va inévitablement accélérer l'extraction de *terres rares*, alors qu'elle indique dans son plan « *terres rares* » REE4EU que ce sont des matières premières critiques avec le plus haut risque d'approvisionnement<sup>256</sup> ? N'y a-t-il pas une contradiction politique à pousser à l'extraction de matières premières critiques dont l'approvisionnement est incertain ? Ou s'agit-il ici d'une autre façade allant dans le sens d'une justification de la 5G, qui tente de démontrer que le problème d'approvisionnement serait gérable (à travers des prémisses de recyclage), tout comme celui de l'environnement (à travers la définition d'objectifs lointains dans un pacte vert, compromis d'avance avec la 5G) ?

Enfin, le Plan d'Action 5G est **centré sur la technologie sans soulever les multiples questions fondamentales qu'entraîne la « course à la 5G »** annoncée : santé, environnement, économie, respect de la vie privée, sécurité, éthique... La question économique est bien sûr abordée (sujet de ce chapitre), mais d'une manière peu convaincante et dépourvue d'une réelle analyse indépendante (voir ci-dessus).

Il y a d'autres enjeux sociétaux fondamentaux dont voici un exemple : le Plan d'Action 5G **omet les questions environnementales**, pourtant centrales dans la problématique de la 5G. A aucun moment n'y apparaissent de questions liées à l'exploitation des ressources naturelles, des termes comme « *métaux rares* », « *terres rares* », « *gaz à effet de serre* », « climat », « réchauffement » ou « pollution ». Le terme « énergie » y apparaît une seule fois, mais dans un contexte imprécis : « *L'avènement de la communication Machine to Machine, avec un grand nombre d'appareils (massive Internet of Things) (...) nécessite des réseaux radio performants et une très faible consommation d'énergie.* » (notre traduction). Le Plan 5G



visé-t-il une consommation très faible des objets connectés, du réseau les connectant à Internet, ou les deux ? Dans le premier cas (une très faible consommation des objets), il s'agit d'un objectif totalement indépendant de la 5G, déjà défini de longue date et propre au monde de *l'Internet des Objets*, qui vise une meilleure autonomie des

<sup>256</sup> <http://www.ree4eu.eu/the-project/>

objets afin d'éviter un remplacement fréquent des piles, le cas échéant. Dans le second cas (une très faible consommation d'énergie des réseaux radio), à la lecture de la section *Impacts significatifs de la 5G sur la consommation électrique* (page 51), on peut déjà dire que l'objectif sera complètement manqué. Dans les deux cas, la « très faible consommation énergétique » ne sera pas atteinte grâce à la 5G, au contraire.

Nous pourrions encore poursuivre cette analyse critique du Plan d'Action 5G, en pointant du doigt les questions sanitaires liées à l'exposition aux ondes électromagnétiques (pourtant déjà soulevées en 2011 par le Conseil de l'Europe<sup>257</sup>), à la cyber-sécurité, à l'éthique, etc. Ces questions ne sont pas abordées dans le Plan d'Action 5G. Elles sont soulevées dans différentes sections de ce rapport.

**En bref, le Plan d'Action 5G de la Commission Européenne ressemble plus à une carte blanche donnée à la technologie 5G, qu'au résultat d'une réelle réflexion afin d'assurer une politique cohérente visant un avenir sain et durable de la société, à la lumière des énormes défis qui l'attendent.**

#### 4.4 Les intérêts économiques des acteurs de la 5G

Nous passons ici en revue les intérêts du point de vue économique de différentes parties prenantes impliquées dans la technologie 5G, afin de sensibiliser le lecteur aux origines du consensus actuel en faveur de la 5G.

Certains acteurs indirectement impliqués ne sont volontairement pas repris ici, comme les constructeurs de matériel et logiciel d'infrastructure sur lequel repose la 5G (serveurs informatiques, bases de données, routeurs, switches, câbles, *fibres optiques*, générateurs d'énergie, batteries), les fournisseurs et transporteurs d'énergie, les producteurs de matières premières (mines, raffineries), les sociétés de fret, de consultance en technologies de l'information et de la communication, les développeurs d'applications (comme les GAFAM<sup>258</sup>), les fournisseurs de contenu Internet (presse, média,...), et les acteurs des différents *verticaux* (en anglais *verticals*) en demande potentielle de la 5G. Les intérêts économiques de ces acteurs, a priori favorables à la 5G, n'apportent pas de grande valeur ajoutée à une compréhension générale du discours promouvant (ou non) la 5G.

Nous abordons ci-dessous les constructeurs de matériel 5G, les Etats et le monde académique, pour terminer avec le cas le plus épineux, les opérateurs, qui nécessite une section dédiée.

---

<sup>257</sup> Déjà cité : <https://assembly.coe.int/nw/xml/xref/xref-xml2html-fr.asp?fileid=17994>

<sup>258</sup> GAFAM = Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft

#### 4.4.1 Les intérêts des constructeurs de matériel 5G

La 5G nécessite du nouveau matériel (*hardware*) afin d'équiper le réseau mobile:

- Les *stations de base macro-cellules* (rajout d'*antennes-relais* sur les sites existants 2/3/4G et création de nouveaux sites spécifiques) : plus de 14 millions de sites selon la GSMA<sup>259</sup>
- Les *stations de base micro-cellules* (création de nouveaux sites) : au minimum 28 millions de sites (2 fois plus que de *macro-cellules* selon Huawei<sup>260</sup>)
- Les connexions appelées *backhaul* de toutes ces *stations de base*, au moyen de diverses technologies réseau dont dépend la 5G
- Le *cœur du réseau* mobile

On compte deux catégories d'équipementiers : les **constructeurs de matériel réseau 5G**, mais également les **constructeurs des composants électroniques 5G** utilisés pour leur fabrication. Il s'agit d'un écosystème global reprenant principalement des entreprises européennes (Ericsson, Nokia), asiatiques (Huawei, MediaTek, Samsung, UNISOC, ZTE) et nord-américaines (Broadcom, Intel, Qualcomm, Skywork, Xilinx).

Il faut également compter les appareils connectés :

- Les *équipements utilisateurs* compatibles avec la 5G (smartphones, ordinateurs, tablettes, bracelets,...) : des dizaines de milliards
- Les *machines de l'Internet des Objets* compatibles avec la 5G : impossible à dénombrer de façon objective vu les différentes technologies de connexion déjà disponibles sur le marché et le manque de clarté sur le rôle que pourrait y jouer la 5G<sup>261</sup>

La plupart des fabricants de smartphones, laptops, tablettes, etc sont déjà bien connus du grand public et n'ont plus besoin d'être présentés. *L'Internet des Objets* représente un vaste marché, dont il serait vain de faire ici un inventaire.

Enfin, des fabricants sont également spécialisés dans la fabrication de **matériel de test** de ces équipements en laboratoire ou sur le terrain, avec des volumes de production inférieurs aux équipements du réseau.

**Les constructeurs de matériel 5G ont un intérêt économique évident dans un déploiement massif et rapide de la 5G**, avec un impact direct sur leur chiffre d'affaires et leurs bénéfices. De plus, ces sociétés disposent de larges moyens financiers investis en marketing et en lobbying. Elles participent pour certaines activement à la définition des standards 5G au sein du 3GPP et investissent également dans des partenariats avec le monde académique (repris plus loin). Selon William Webb<sup>262</sup>, chaque nouvelle génération de téléphonie mobile leur procure un nouveau pic de revenus et ils comptent bien sur une 5<sup>ème</sup> génération pour résoudre leurs problèmes financiers actuels, quand il n'en va pas tout simplement pour certains de leur survie. Il indique que « *ce sont eux* (N.D.L.R. : les équipementiers), *plus que tout autre secteur, qui tentent de faire avancer l'ordre*

<sup>259</sup> Déjà cité : <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/mobile-backhaul-an-overview/>

<sup>260</sup> Déjà cité : (Le rapport a depuis été supprimé du site web d' Huawei)

Huawei, "5G Telecom Power Target Network White Paper", 2019

Lien (ne fonctionne plus): <https://carrier.huawei.com/~media/CNBGV2/download/products/network-energy/5G-Telecom-Energy-Target-Network-White-Paper.pdf>

<sup>261</sup> Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

<sup>262</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 66

du jour de la nouvelle génération de téléphonie cellulaire » (notre traduction). Ce sont donc sans surprise les premiers promoteurs inconditionnels de la 5G.

#### 4.4.2 Les intérêts des Etats

Dans le monde des télécommunications mobiles, les droits d'utilisation du spectre électromagnétique nécessaire à toute nouvelle génération, autrement dit les fréquences allouées aux opérateurs, sont mis aux enchères avec pour bénéficiaires les Etats. **Les montants collectés sont de l'ordre de centaines de millions à plusieurs milliards d'euros** de recettes dans chaque pays, avec des records de plus de 6 milliards en Italie et en Allemagne<sup>263</sup>. Pour un petit pays comme le Luxembourg, les enchères ont atteint plus de 40 millions d'euros.

Les Etats sont principalement gouvernés par des acteurs en faveur de la croissance économique, et par extension de la 5G. Les partis et représentants politiques, quelles que soient les idéologies sous-jacentes ou les orientations économiques de leurs programmes, d'Est en Ouest, affichent majoritairement une image en faveur du « progrès » technologique, qui est de nos jours essentiellement matérialisé par la 5G mais aussi par la transition énergétique, dans un objectif de croissance continue. La pensée rassurante que les crises profondes que traverse notre société, sur le plan environnemental et économique, seraient résolues grâce à la technologie, est devenue facile à faire admettre car elle sous-entend que l'humain détient la maîtrise de son environnement, et lui donne donc le feu vert sur la voie de la croissance exponentielle. Ce type de discours fait tellement consensus qu'il devient de plus en plus téméraire pour quiconque de le remettre en question, en particulier dans l'arène politique. **Les partis politiques sont ainsi très largement dans une logique de promotion inconditionnelle et sans esprit critique quant aux conséquences de la 5G sur l'économie, l'environnement, ou les populations.**

Comme l'indique William Webb<sup>264</sup>, certains gouvernements vont plus loin dans leur activisme en faveur de la 5G. Une idée courante est que la 5G pourrait **attirer des investisseurs** sur leur territoire ou présenter un **avantage en matière de compétitivité, de productivité ou de stimulation de l'économie**. Dans des cas extrêmes comme aux Etats-Unis, en Europe ou en Asie, une volonté de suprématie dans la « course à la 5G » s'est installée, afin de démontrer un **leadership économique sur le plan international**. Selon Webb, des gouvernements **sponsorisent la recherche** sur la 5G et font démonstration de leur leadership dans des grands événements comme les Jeux Olympiques d'hiver. En cas de retard (crise sanitaire de la Covid-19, consultation publique), comme en Belgique ou en France, certains gouvernements **pressent leur régulateur des télécommunications** d'attribuer le spectre de fréquences nécessaire à la 5G.

Au niveau des intérêts économiques des entités supranationales, le **soutien inconditionnel de la 5G par la Commission Européenne** est commenté à la section *Les failles du Plan d'Action 5G européen* (page 90).

Les Etats sont aussi inévitablement **influencés par le lobby des constructeurs** décrit ci-dessus, qui espère surtout une consommation de données mobiles croissant indéfiniment (cet argument est critiqué en page 176) justifiant la production de matériel et de logiciel capable d'absorber le surplus.

---

<sup>263</sup> <https://5gobservatory.eu/category/5g-auctions/>

<sup>264</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 68

En bref, les Etats se lancent donc avec grand enthousiasme dans un pari sur la technologie 5G, dans un consensus largement favorable. Selon Webb, les gouvernements n'ont clairement aucun intérêt économique ou politique à remettre en question la vision de la 5G.

#### 4.4.3 Les intérêts du monde académique

De très nombreuses universités et écoles supérieures d'ingénieurs sont actives dans la recherche et le développement dans le domaine des télécommunications mobiles, et en particulier en 2020 sur les 5<sup>e</sup> (5G) et 6<sup>e</sup> (6G ou B5G *Beyond 5G*) générations.

Déjà depuis les premières générations de téléphonie mobile, ces travaux permettent à ces écoles et universités d'asseoir leur prestige et leur réputation, d'alimenter le développement des standards internationaux, et ainsi d'attirer les investisseurs dans un environnement très compétitif.

La 5G présente de nouveaux terrains et opportunités de recherche vu qu'elle implique l'utilisation de nouvelles fréquences (les ondes *millimétriques*) et technologies (*massive MIMO*) dans le cadre d'un réseau mobile, avec toute une série de nouveaux défis techniques à la clé. Aussi des opportunités d'utilisation de nouvelles architectures de réseau sont à explorer avec par exemple la virtualisation du réseau (*NFV*) ou le *mobile edge computing (MEC)*, et les possibilités d'utilisation de la 5G sont bien sûr également étudiées dans le cadre de nouvelles applications.

Une simple recherche du terme « 5G » dans le moteur de recherche de ScholarshipDb renvoyait 217 résultats de postes vacants internationaux (dont 90 postes de recherche), liés de près ou de loin à la 5G<sup>265</sup>, dont principalement 65 au Luxembourg<sup>266</sup>, 55 au Royaume-Uni, 24 aux Etats-Unis, 10 en Italie, et bien d'autres à travers 18 autres pays européens et Singapour.

Ces programmes de recherche et développement de la 5G ont diverses sources de financement, comme la Commission Européenne (partenariat 5G-PPP de 700 millions d'euros cité plus haut, profitant aussi aux universités), les gouvernements ou les partenariats industriels.

Par contre, à titre de comparaison, les **recherches universitaires sur les impacts sanitaires et environnementaux** de la 5G, semblent représenter un **volume bien inférieur**. Nous n'avons pu identifier à ce stade qu'un seul travail de recherche universitaire visant à identifier l'impact environnemental de la 5G, qui a été lancé lors de l'année académique 2020-2021 (UCL Université Catholique de Louvain, Belgique). Au chapitre environnemental de ce rapport, nous en avons seulement identifié une poignée déjà réalisées sur la 4G (page 51). Les travaux de recherche en biologie liés à la 5G sont à ce jour en nombre limité, comme indiqué à la section *Des effets sanitaires mal connus dus aux ondes millimétriques et au massive MIMO* (page 23). Les financements de ces études sont faibles, probablement en raison du manque de retour sur investissement pour l'Etat ou l'industrie.

---

<sup>265</sup> Recherche du 19 août 2020 : 217 résultats sur <https://scholarshipdb.net/scholarships?q=5G>

<sup>266</sup> Une minorité de ces recherches visent la 5G par satellites, appelée 5G-NTN (5G Non Terrestrial Network), hors sujet de ce rapport. Le Luxembourg investit fortement dans la 5G spatiale.

William Webb précise également que l'expérience et la connaissance des preuves nécessaires à une critique de la 5G seraient peu présentes dans le monde académique<sup>267</sup>. Nous ajouterons la constatation qu'à première vue, peu d'études rencontrées visent à comparer diverses technologies de connectivité en matière d'usage dans des applications spécifiques, mais sont orientées vers une seule technologie. Ce type de recherche pourrait amener plus d'objectivité dans les choix technologiques importants qui sont devant nous, par rapport aux applications promises dans le cadre de la 5G. Au sujet de l'*Internet des Objets*, le livre de Matt Hatton et William Webb<sup>268</sup> apporte entre autres ce type d'éclairage sur les choix technologiques nécessaires à son succès.

**Le monde académique est donc très majoritairement enclin à promouvoir la technologie 5G vu les retombées économiques positives attendues tant pour les écoles et universités participantes, que pour les Etats et industries qui les financent.**

#### 4.4.4 Les intérêts des opérateurs

Les opérateurs de téléphonie mobile sont des parties prenantes essentielles dans la course à la 5G, vu les lourdes responsabilités qui pèsent sur leurs épaules. Ce sont eux en effet qui portent le risque financier principal entre réussite ou échec économique de la 5G. Comme nous le verrons, ils doivent jongler avec des investissements colossaux en spectre électromagnétique et en nouvelles infrastructures, une forte augmentation de leurs coûts opérationnels et des recettes en décroissance.

La complexité de cette situation est exacerbée par leur position très délicate, par rapport à leurs actionnaires, à leurs clients ou aux autorités dont ils dépendent pour pouvoir déployer leurs *antennes-relais (stations de base)*. Le discours dissonant entre les opérateurs, parfois totalement contradictoire, est le reflet de cette complexité et d'enjeux économiques qu'il faut décoder point par point.

Nous commencerons par aborder le dilemme face auquel se trouvent tous les opérateurs, les menant tantôt à afficher de l'enthousiasme, tantôt de la frilosité par rapport à la 5G. Pour comprendre ce dilemme, il faut d'abord comprendre le contexte économique actuel du secteur et les leçons tirées des générations de téléphonie mobile précédentes. Ensuite, il faut comprendre la nature et l'ampleur des hausses et baisses de coûts prévus avec la 5G. Quel est l'impact attendu sur les recettes et que conclure quant à un retour sur investissement, le cas échéant ? Enfin, nous identifierons quelques signes indicateurs de la situation devant laquelle se trouvent les opérateurs.

---

<sup>267</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 66

<sup>268</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

## 4.5 Le dilemme des opérateurs de téléphonie mobile

### 4.5.1 Une industrie déjà en grande difficulté économique

Dans cette section, nous reprenons et résumons les arguments de William Webb<sup>269</sup> qui nous donne une analyse de l'évolution du secteur depuis sa création dans les années 90, décennie où cette industrie était florissante, et de la situation actuelle, beaucoup moins réjouissante.

**Les revenus des opérateurs sont en déclin** dans les pays développés et la croissance est souvent négative. Seuls des pays comme l'Inde ou la Chine sont encore sur une tendance à la hausse. Les **revenus moyens par utilisateur sont en baisse** constante également depuis 2012, si on se base sur la situation aux Etats-Unis. Leur **profitabilité est en baisse** également, tendance ayant débuté avec la 3G et confirmée avec la 4G.

Cette situation s'explique facilement d'une part en raison des coûts en hausse constante : droits d'utilisation du spectre électromagnétique (surtout pour la 3G), infrastructure réseau coûteuse et consommation électrique en hausse. D'autre part, il faut noter une complète saturation du marché : on arrive à plus d'un abonnement par habitant. Enfin, la chute des revenus par utilisateur est inévitable : le client n'est en général pas prêt à payer plus, bien au contraire, même pour un service dont la qualité s'améliore, et les frais d'itinérance (*roaming*) font partie du passé entre bon nombre de pays. Le client change très facilement d'opérateur dans un contexte de concurrence forte voulue par la Commission Européenne, au bénéfice de la facture du consommateur mais au détriment du bilan de son opérateur. Enfin, l'apparition ces dernières années de forfaits de données illimités empêche tout up-selling et incite les clients professionnels à se rabattre sur un package bon marché à un prix destiné aux consommateurs.

### 4.5.2 Après l'échec économique de la 4G, le gouffre de la 5G

Dans ce contexte économique déjà difficile pour les opérateurs lors de la décennie 2010, le déploiement de **la 4G était un pari qui a abouti à un échec financier** pour bon nombre d'opérateurs. Ce que confirme le commentaire de Stéphane Richard, PDG d'Orange, premier opérateur en France, lors de son entretien fin 2018 avec le journal le Parisien<sup>270</sup> : « (...) *dans la connectivité, notre cœur de métier, la croissance est quasi impossible à obtenir. (...) On l'a bien vu sur la 4G, on a investi en pensant pouvoir rentabiliser mais personne n'y est arrivé* ».

Les plans de déploiement de la 5G semblent en toute logique produire un effet de type anxigène reflétés dans les commentaires de certains opérateurs.

#### 4.5.2.1 Les opérateurs critiques face à la 5G

Les **craintes des opérateurs face au double investissement nécessaire à la 5G** sont bien réelles, concernant d'une part l'achat des droits d'utilisation du spectre et d'autre part l'infrastructure. Dans un entretien de 2019 avec Reporterre<sup>271</sup>, **Arnaud Vamparys, directeur du programme 5G chez Orange** a déclaré : « *Il ne faut pas que les fréquences coûtent trop cher, sans*

<sup>269</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 53-63

<sup>270</sup> <https://www.leparisien.fr/economie/stephane-richard-pdg-d-orange-orange-doit-explorer-de-nouveaux-territoires-23-10-2018-7926000.php>

<sup>271</sup> <https://reporterre.net/La-5G-pactole-ou-fantasme-economique>

quoi nous ne pourrions pas investir par la suite ». Dans le même article, selon **Michel Combot, directeur général de la Fédération française des télécoms**: « Le gouvernement ne peut pas avoir des objectifs contradictoires. S'il veut remplir ses caisses, comme en Italie ou en Allemagne, cela limitera la capacité d'investissement des opérateurs ».

Voici des propos encore plus révélateurs tenus au Sénat français le 10 juin 2020<sup>272</sup> par **Olivier Roussat, président-directeur général de Bouygues Telecom**, qui illustrent quatre opinions: **l'absence d'intérêt de la 5G pour la sortie de la crise Covid-19, l'absence de bénéfices perceptibles de la 5G pour les consommateurs, son intérêt futur mais réservé à l'industrie, et enfin l'apport économique pour les opérateurs, qui est de pouvoir faire face à moindre coût à la prévision de hausse de trafic en zones urbaines :**

*« Concernant l'intérêt de la 5G, il est erroné d'affirmer qu'elle permettra un bond économique à la suite du Covid et qu'elle sauvera l'économie de la France, comme dans une des tribunes publiées par le Figaro ce week-end. La 5G, techniquement, a la particularité d'être déployée en deux versions. La première, la Release 15, consiste en une forme de 4G améliorée. La seconde, la Release 16, est très différente. Les usages qui révolutionneront l'industrie ont trait à la Release 16, dont la normalisation n'est pas terminée. En moyenne, il s'écoule entre deux et trois ans entre la normalisation et la réalité de service. C'est la raison pour laquelle nous affirmons que tous les services qui révolutionneront l'industrie n'arriveront pas avant 2023 en France, puisque l'architecture qui les sous-tend n'est pas normalisée.*

*Plus précisément, la 5G apporte deux éléments : d'abord, pour les clients, le fait de voir apparaître un 5 au lieu du 4, que le client jugera plus efficace par réflexe. En revanche, elle ne changera rien au quotidien du consommateur entre aujourd'hui et 2023. La rapidité, en effet, ne sera pas réellement perceptible. Le véritable apport de la 5G, pour lequel les opérateurs ont tout intérêt à l'installer dans les zones urbaines, réside dans la possibilité d'écouler plus facilement le trafic, à un prix inférieur de moitié au prix de revient précédent. Il s'agit d'un intérêt opérateur, qui n'est absolument pas perçu par le consommateur final. »*

Notons également, lors de la même audience au Sénat, ses déclarations concernant une **hausse importante de la facture énergétique de tous les opérateurs :**

*« Le deuxième sujet est l'impact environnemental. Cet argument est utilisé très fréquemment, pour expliquer que la 5G consomme moins que la 4G. La 5G permet, lorsque l'on transporte des données, de le faire avec moins d'énergie. En revanche, elle augmente considérablement les débits et permet donc un usage beaucoup plus important, donc de transporter davantage de données, ce qui est beaucoup plus consommateur. Il est donc erroné d'affirmer que la 5G permettra des efforts en matière d'énergie. Après la première année de déploiement, la consommation énergétique de tous les opérateurs affichera une augmentation importante. »*

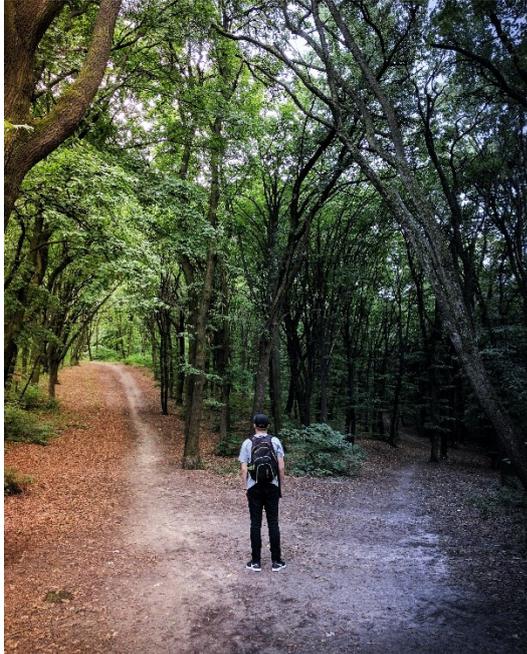
**Les Etats sont souvent actionnaires** (parfois majoritaires) de leur opérateur public historique, devenu société de droit privé. Une telle **situation** est **susceptible** d'édulcorer voire **de faire basculer radicalement le discours des opérateurs** sur la question de l'opportunité de faire la 5G, afin de ne pas nuire aux intérêts de leur actionnaire principal.

---

<sup>272</sup> <https://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200608/devdur.html> (lien vidéo: bas de page)

Quel que soit l'opérateur, malgré un intérêt à ne pas s'engager dans un investissement colossal et probablement à perte, il se trouve aujourd'hui face à un dilemme quant à l'attitude de façade à adopter devant la 5G, comme l'explique la section suivante.

#### 4.5.2.2 Le dilemme de l'opérateur prisonnier de la 5G



William Webb compare la situation des opérateurs au dilemme du prisonnier<sup>273</sup>, qui a été décrit en 1950 par le mathématicien étatsunien Albert W. Tucker : deux coupables complices d'un crime sont arrêtés et interrogés séparément face à un juge. Le juge leur offre trois possibilités : 1) si un seul des deux dénonce son complice, ce dernier écope la peine maximale, et le dénonciateur sera libre ; 2) si les deux se dénoncent l'un l'autre, la peine sera plus légère pour les deux ; 3) si aucun ne dénonce l'autre, la peine sera la plus légère faute d'éléments à charge.

Mettons-nous à la place d'un opérateur, pour qui investir dans la 5G correspond à être dénoncé par son complice. Dans la première situation, l'opérateur est seul à investir : il écope de la peine maximale, soit un investissement massif dans la 5G et de larges pertes.

Son concurrent n'écoperait d'aucune peine car il ne devrait pas investir, mais il pourrait éventuellement subir une perte de clients vers l'opérateur ayant déployé la 5G, attirant ainsi des clients. Dans le deuxième cas, tous les opérateurs investissent : les pertes affecteraient tous les opérateurs mais seraient moindres car sans pertes substantielles de clients. Dans le troisième scénario, la peine minimale serait que personne n'investisse dans la 5G et que la rentabilité reste stable.

Dans tous les cas, si au moins un opérateur décide d'investir, tout le monde y perdrait. Si tout le monde investit, tout le monde y perdrait également. Afin d'identifier la situation représentant la plus grande perte, tout dépend de l'intérêt que les consommateurs porteront à la 5G, et dans quelle mesure ils seront prêts à quitter un opérateur n'offrant pas de service 5G. Selon la théorie, le dilemme du prisonnier devrait mener à une attitude des opérateurs parmi deux possibilités : **si l'intérêt des consommateurs pour la 5G est jugé faible, aucun opérateur n'a intérêt à investir, et dans le cas contraire tous ont intérêt à investir.** Dans le dernier cas, tous vont pourtant y perdre. Webb indique une limite probable entre ces deux situations autour de 15% d'utilisateurs qui quitteraient leur opérateur par manque de service 5G. Selon son analyse, indiquant un manque de bénéfices liés à la 5G pour les consommateurs (contrairement à la 4G), il suggère qu'un opérateur rationnel n'investira pas dans la 5G (N.D.L.R. : pour les consommateurs) et préférera améliorer sa compétitivité au moyen de plans tarifaires 4G concurrentiels (N.D.L.R. : ou d'un meilleur service 4G sur le plan de la couverture, de la stabilité,...).

<sup>273</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 59-62

Ne sachant encore réellement à quel point la 5G sera valorisée par les utilisateurs, les opérateurs doivent se préparer à toute éventualité et être capable de se lancer dans un déploiement 5G avec une grande réactivité. L'investissement dans le spectre est donc probablement indispensable car soumis à un agenda de mise aux enchères, commun à tous les opérateurs d'un même Etat. Ensuite, la rapidité du déploiement des antennes-relais 5G peut être modulée selon l'évolution de la situation concurrentielle et l'évaluation du risque de perte de clients. D'autres types d'investissements sont également probables, comme dans le *cœur du réseau mobile* ou encore le *backhaul* (surtout en  *fibre optique*) de connexion des antennes-relais (*stations de base*), car ces investissements pourraient également profiter à la capacité du réseau 4G.

Ce dilemme, combiné à leur situation économique, explique pourquoi les opérateurs sont susceptibles d'avoir un discours frileux, hésitant voire discordant par rapport à la 5G, démontrant un manque d'intérêt à investir et des prévisions différentes de l'avantage perçu de la 5G pour le consommateur. Quelle que soit la position affichée d'un opérateur, nous identifions dans la section suivante les postes de coût amenés à augmenter.

#### 4.5.2.3 La 5G implique une hausse spectaculaire des coûts pour les opérateurs

Parmi les coûts principaux de la 5G pour les opérateurs, il faut d'abord compter l'investissement colossal nécessaire à l'acquisition des **droits d'utilisation des fréquences** (spectre), qui se chiffre en centaines de millions voire en milliards d'euros par opérateur (voir aussi page 95). Ces droits étant mis aux enchères, leur estimation est vaine au-delà d'un ordre de grandeur. Ensuite, il faut compter bien sûr **l'infrastructure du réseau** (installation et maintenance du réseau), ainsi que les **coûts opérationnels** (exploitation du réseau), abordés dans cette section.

La Fédération française des Télécoms<sup>274</sup> indique en 2018 que le secteur des télécoms (fixe et mobile) en France a été **le plus grand investisseur privé sur 10 ans, devant les réseaux électriques, les chemins de fer et les autoroutes**. Elle indique également que ces investissements ont tendance à augmenter. Les télécoms mobiles français ont ainsi investi 3 milliards d'euros en 2017 (hors achat de fréquences), année record juste avant la publication du rapport. Elle rappelle également que les investissements dans chaque nouvelle génération n'empêchent pas de continuer à investir dans du matériel nécessaire aux générations précédentes.

Selon une étude de McKinsey<sup>275</sup>, par rapport à 2018, **le coût total (TCO Total Cost of Ownership) des réseaux subirait une augmentation culminant à 60% ou 300%**, correspondant respectivement à une augmentation annuelle du trafic de 25% ou 50% (pic lors d'une année comprise entre 2020 et 2025).

En tentant d'évaluer un ordre de grandeur du coût de la 5G, on peut citer Greenshill (secteur de la finance) ayant des ambitions dans la 5G, qui a publié un rapport en octobre 2019 citant au niveau global un coût du déploiement de la 5G **entre 500 et 1000 milliards de dollars**<sup>276</sup>. Ce

---

<sup>274</sup> Fédération Française des Télécoms, "Économie des Télécoms 2018"

[https://www.ffttelecoms.org/app/uploads/2018/12/plaquette\\_ffttelecoms\\_etude\\_economie\\_telecoms\\_2018.pdf](https://www.ffttelecoms.org/app/uploads/2018/12/plaquette_ffttelecoms_etude_economie_telecoms_2018.pdf)

<sup>275</sup> <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/the-road-to-5g-the-inevitable-growth-of-infrastructure-cost> (coût de mise à jour du cœur du réseau exclu)

<sup>276</sup> <https://www.greensill.com/whitepapers/financing-the-future-of-5g/>

coût correspondrait à 100-220 dollars<sup>277</sup> par utilisateur. Plus précise et applicable à un pays développé, l'analyse indépendante de William Webb<sup>278</sup> se base sur la situation du Royaume-Uni et estime le **coût de la 5G par utilisateur autour de 190 dollars**, qu'il compare aux 155 dollars (mais hors coûts opérationnels) avancés par une étude de la Commission Européenne.

Parmi ces coûts, mis à part les nouveaux équipements 5G radio de la *station de base (macro-cellules et micro-cellules)*, il faut également compter le renforcement des raccordements, alimentations et batteries électriques vu la forte augmentation de la consommation (voir plus bas), ainsi que le renforcement des connexions *backhaul* au *cœur du réseau* notamment pour absorber l'augmentation du trafic et soutenir de nouvelles architectures 5G.

L'association des opérateurs, la GSMA, a fourni une étude et des recommandations destinées aux opérateurs, donnant un aperçu comparatif des différents types de coûts en augmentation avec la 5G<sup>279</sup>. Dans les **facteurs augmentant très significativement les coûts en raison de la 5G**, de la différence entre 4G et 5G la plus grande à la plus faible, elle cite :

- La consommation électrique accrue de la 5G
- L'infrastructure des stations de base (RAN *Radio Access Network*, poste le plus coûteux, légèrement au-dessus de la consommation électrique, *mais* pour lequel les opérateurs sont les plus susceptibles de réaliser une optimisation des coûts)
- L'infrastructure de connexion des *stations de base* au *cœur du réseau (backhaul)*

A la section suivante, nous verrons quelles mesures pourraient contenir l'augmentation des coûts des opérateurs.

#### 4.5.2.4 Des réductions des coûts aux impacts limités et incertains

En parallèle avec les postes destinés à une inévitable et forte augmentation, la GSMA décrit également l'ensemble des améliorations permettant de limiter les dégâts.

Dans les **facteurs permettant des économies grâce à la 5G**, dans l'ordre de la différence entre 4G et 5G la plus grande à la plus faible, elle cite :



- L'automatisation des processus réseau (impact sur la consommation énergétique)
- Le partage du réseau entre opérateurs (poste avec la plus haute contribution à une possible diminution des coûts, et pour lequel les opérateurs sont actuellement les plus susceptibles de le réaliser)
- La virtualisation des stations de base (C-RAN *Cloud or Centralized Radio Access Network*)

<sup>277</sup> Selon Ericsson il y aurait env. 4,5 milliards de souscriptions (hors IoT) 4G/5G en 2020, et env. 7 milliards en 2025

Déjà cité : Ericsson Mobility Report June 2020 <https://www.ericsson.com/fr/mobility-report/reports/june-2020>

<sup>278</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 61

<sup>279</sup> Déjà cité : <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/>

Selon la GSMA, ces facteurs d'optimisation ne sont pas susceptibles de compenser les augmentations décrites à la section précédente, mais bien de limiter l'augmentation générale des coûts.

#### 4.5.2.5 Des revenus sans hausse significative attendue

La situation de 2020 en fin de déploiement de la 4G (voir section *Une industrie déjà en grande difficulté économique*, page 98) donne différents indicateurs économiques des opérateurs de téléphonie mobile, parmi lesquels les revenus, pour lesquels la tendance est à la baisse.

La question est ici d'évaluer si la 5G pourrait ou non freiner cette tendance, voire redonner un nouvel élan à cette industrie grâce à de nouvelles sources de revenus. Il faut ici distinguer les services offerts aux consommateurs et aux industries.

Tout d'abord, par rapport aux **services offerts aux consommateurs**, les utilisateurs de smartphones et autres équipements mobiles connectés actuellement via la 2/3/4G seraient-ils prêts à payer plus pour un service offrant plus de vitesse, une meilleure *latence* et permettant de transférer encore plus de données qu'avec la 4G ? Ces trois aspects sont abordés respectivement aux sections 7.1.3, 7.1.4 et 7.1.5. La conclusion est claire : la 5G n'apportera aucune amélioration substantielle perceptible par le consommateur, ce que confirme le discours des opérateurs (voir section 4.5.2.1). Il semble donc **très improbable que les consommateurs**, n'ayant déjà pas voulu payer le prix de la 4G, qui offre pourtant bien des bénéfices aux consommateurs, **soient prêts à payer plus pour la 5G**. L'analyse de William Webb<sup>280</sup> va également dans le sens d'une hausse de revenu faible voire inexistante de la 5G.

Pourtant, un sondage d'opinion des consommateurs aux USA en septembre 2018 par PWC<sup>281</sup> indique que si « *la 5G tient ses promesses* » (N.D.L.R. : condition difficilement vérifiable), 31% des utilisateurs de services mobiles seraient prêts à payer plus, soit 4,40 dollars par mois (moyenne sur tous les répondants). Précisons tout de même que seuls 46% connaissaient le terme « 5G » avant le sondage. Par ailleurs, nous ne savons pas quelles « promesses de la 5G » ont été présentées aux personnes sondées, et les Etats-Unis sont un marché très particulier avec des tarifs déjà fort élevés. Beaucoup de recul est donc nécessaire avant d'en tirer des conclusions globales ou pour d'autres marchés 5G. De plus, ce sondage est fort critiquable quant à sa description de la 5G, la formulation des questions et ses conclusions. Par exemple, il ne suffit pas de demander à quelqu'un si la vitesse est importante pour lui, il faut comprendre les besoins en vitesse dans différents cas d'utilisation d'Internet, et si la 5G apporterait un avantage perceptible dans l'expérience de l'utilisateur.

Au-delà des spéculations basées sur un sondage, le dernier rapport d'Ericsson<sup>282</sup> indique des **hausse de tarif chez certains opérateurs offrant la 5G**: « *Environ deux tiers des fournisseurs de services proposant des offres 5G facturaient un surplus par rapport à leur prix 4G. Le surplus variait énormément, de 6,8% à 96%, mais était en moyenne de 32%.* » (notre traduction). Notons qu'**un tiers des opérateurs ne facturent pas la 5G**. Sans doute ont-ils déjà tiré les leçons de la 4G qui n'a pas pu faire augmenter les tarifs. Chez les deux autres tiers, ces augmentations peuvent

<sup>280</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 62

<sup>281</sup> PWC, "The promise of 5G: Consumers are intrigued, but will they pay?"

<https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/consumer-intelligence-series/promise-5g.html>

<sup>282</sup> Déjà cité : Ericsson Mobility Report June 2020 <https://www.ericsson.com/fr/mobility-report/reports/june-2020>

s'expliquer par l'exploitation d'un **attrait pour la nouveauté de la 5G**. En effet, les personnes très enclines à adopter de nouveaux produits technologiques, dès leur mise sur le marché (en anglais *early adopters*), sont minoritaires mais prêtes à se procurer le matériel ou le service dernier cri au prix fort, sans qu'il n'y ait un réel avantage fonctionnel. La question est de savoir si le consommateur plus critique, largement majoritaire, acceptera également cette hausse de tarification.

Les promoteurs de la 5G font très souvent l'amalgame entre la 5G et l'*Internet des Objets* (Ido ou *IoT Internet of Things*). La 5G n'est en réalité qu'une des nombreuses technologies permettant de connecter des objets, avec comme pour toute alternative ses avantages et inconvénients. Ce sujet est abordé à la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180), où il apparaît que le rôle de la 5G pour l'IdO reste encore à définir, dans un marché tant B2C que B2B encore peu mature et aux opportunités incertaines, dans un écosystème technologique confus et complexe.

Mais imaginons un instant le scénario où la 5G prendrait une certaine ampleur dans la connexion de certains types d'objets, avec un nombre significatif de clients. William Webb<sup>283</sup> estime que **la connexion d'un objet rapporte à un opérateur de l'ordre de 200 fois moins que la connexion d'une personne** et qu'elle pourrait nécessiter plus d'effort en matière de vente et de service après-vente. Il signale également l'arrêt en 2020 de ce type de service chez un grand opérateur japonais, mais aussi le fait que l'IdO diffère trop du cœur de métier des opérateurs. Leurs efforts d'adaptation à ce nouveau marché seraient trop importants en comparaison de revenus attendus minimaux. Même s'ils décident à terme d'adapter leur organisation et leur modèle opérationnel à l'IdO, par exemple à travers l'externalisation des activités de vente, installation, service après-vente, ***l'Internet des Objets sera extrêmement peu rentable pour les opérateurs.***

Rien n'indique non plus qu'une connexion d'objet à travers un opérateur mobile se ferait via la 5G car la 4G offre déjà des solutions IdO très convaincantes et matures. Certains larges projets IdO utilisant la technologie 4G ont ainsi vu le jour, avec par exemple comme clients des gestionnaires de réseau électrique, mais il s'agit d'exceptions et leur rentabilité économique n'est pas communiquée au public.

La 5G permettrait également de connecter de **nouveaux clients industriels** (voir par exemple *La robotique industrielle aurait besoin de la 5G* (page 197), qui représentent un réel **potentiel inédit de nouvelle source de revenu pour les opérateurs**. Il y aurait là une opportunité de rentabilité à la clé, en particulier si les investissements en infrastructure (*stations de base*) se limitent aux quelques sites industriels en question. Si de plus un revenu industriel sur le long terme peut être garanti contractuellement aux opérateurs, le retour sur investissement pourrait bien se réaliser. **Le risque existe cependant pour les opérateurs** que de nombreux industriels fassent appel à l'expertise d'autres acteurs, comme les équipementiers, et n'aient nul besoin d'un opérateur pour connecter leurs machines, à travers un réseau 5G totalement privé. Un rapport de Siemens<sup>284</sup> rappelle d'ailleurs l'avantage en matière de cybersécurité d'un réseau 5G industriel

---

<sup>283</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020), pg 34 & 91

<sup>284</sup> <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:ebfabd16-3356-49a1-bc1e-1675f8855190/is-5g-already-robust-enough-for-the-industry.pdf>

privé (par rapport au réseau public géré par un opérateur), mais aussi l'inconvénient de réserver certaines fréquences aux industriels, comme les Allemands<sup>285</sup> l'ont déjà fait.

#### 4.5.2.6 Un retour sur investissement plus qu'incertain

Un résumé des points clés des sections qui précèdent s'impose avant de conclure quant au retour sur investissement de la 5G pour les opérateurs de téléphonie mobile :

- A l'aube de la révolution promise par la 5G, les opérateurs sont en difficulté financière, en particulier dans les pays développés, avec un marché saturé, une rentabilité déjà faible et en baisse, et une tendance à la décroissance
- La 4G n'a pas généré de retour sur investissement, malgré ses nombreux avantages pour les consommateurs
- La 5G n'offre vraisemblablement pas d'améliorations pour lesquelles les consommateurs seraient prêts à payer plus que pour la 4G
- Les coûts (fréquences, infrastructure réseau, consommation) d'un déploiement national de la 5G seraient colossaux avec un coût total (TCO) très largement supérieur à la 4G
- La 5G ne promet pas de hausse significative de revenus pour les opérateurs

Au vu de ces constatations et prévisions qui s'accordent globalement, provenant du secteur (GSMA, opérateurs), d'analystes comme McKinsey et MTN<sup>286</sup> ou d'un observateur indépendant comme William Webb, **il semble que la 5G ait créé ce que les anglophones appellent les conditions idéales pour « a perfect storm », une tempête parfaite susceptible pour faire chavirer le navire des opérateurs, ou à tout le moins de faire encore baisser significativement leur rentabilité pourtant déjà bien mise à mal.**



#### 4.5.3 Les opérateurs développent des stratégies de survie

Suite à la baisse de leur rentabilité, les opérateurs ont dû développer différentes stratégies. Comme nous l'avons vu plus haut, les stratégies liées à la réduction des coûts de la 5G identifiées par la GSMA, même mises ensemble, n'ont pas le potentiel de compenser l'augmentation inéluctable des coûts, ni donc de faire passer le curseur de la rentabilité de la 5G dans le vert.

<sup>285</sup> <https://www.lesechos.fr/industrie-services/industrie-lourde/5g-le-coup-de-poker-des-industriels-allemands-1006702>

<sup>286</sup> <https://www.mtnconsulting.biz/product/bumpy-road-ahead-for-5g-transition/>

Certains opérateurs renforcent leurs synergies par une **mise en commun de leurs infrastructures** afin de réduire les coûts de déploiement de la 5G. On observe cet effet dans une majorité de pays. Il s'agit en effet d'une des stratégies recommandées par la GSMA et la plus abordable selon elle en matière de capacité d'adaptation des opérateurs.

Les opérateurs tentent également de **limiter voire supprimer les coûts de location des sites** des antennes-relais (*stations de base* de type *macro-cellule* et *micro-cellule*), car les *micro-cellules* à elles seules devraient nécessiter une trentaine de millions de nouveaux sites, et les *macro-cellules* 3 millions de nouveaux sites (voir estimation à la section *Facteurs d'évaluation du surplus de consommation électrique du réseau 5G* en page 54). Ainsi par exemple, l'opérateur télécom britannique historique demande la mise à disposition libre du mobilier urbain<sup>287</sup> pour déployer la 5G à moindre coût et plus rapidement. Aux Etats-Unis, les *micro-cellules* 5G sont déjà en train d'être déployées en masse. En 2018, les opérateurs ont fait pression dans de nombreux Etats pour qu'ils promulguent une loi<sup>288</sup> (*STREAMLINE Small Cell Deployment Act*) visant notamment à plafonner les loyers et de simplifier l'obtention des permis. En Chine, de telles mesures administratives sont également prévues<sup>289</sup>.

De nombreux opérateurs ont également obtenu des **subsidés publics**, comme en Chine<sup>290</sup>, en Europe (exemple : 20 milliards d'euros en Allemagne), en Amérique (20 milliards de dollars aux USA), au Moyen-Orient (7 milliards de dollars), au Japon et en Corée du Sud<sup>291</sup>. Il faut noter que le discours officiel de l'industrie tente de justifier cette nouvelle nécessité de faire appel à des subsides publics par l'importance stratégique qu'aurait la 5G, sans aborder la réalité qui est liée à l'économie des opérateurs.

Une évolution technologique de rupture, encore en développement, souhaitable pour les opérateurs mais pas pour les équipementiers, vise à favoriser des solutions « ouvertes » (*open*) au niveau du réseau d'accès radio (*open-RAN*, *open Radio Access Network*)<sup>292</sup>, contrairement aux solutions actuelles dites « propriétaires » liées à un seul fabricant. Ceci permettrait une meilleure compatibilité entre les équipements de constructeurs différents, induisant une meilleure concurrence et élargissant le champ des solutions à d'autres fournisseurs, amenant donc une opportunité de réduction des coûts d'infrastructure réseau des opérateurs.

Afin de développer de nouvelles opportunités, de profondes transformations pourraient être nécessaires dans le modèle d'affaires (en anglais *business model*) des opérateurs, à travers des **partenariats avec d'autres acteurs et secteurs économiques**, comme des alliances avec les industries, les fournisseurs de contenu, les gestionnaires de réseaux (énergie, chemins de fer, autoroutes), en supposant par exemple que ces acteurs aient réellement besoin de la technologie 5G et que ces partenariats aient un potentiel de profitabilité bilatérale. Or, comme nous le voyons à la section *La 5G est une vision déconnectée de la réalité* (page 180) sur les différents *verticaux*

---

<sup>287</sup> <https://5g.co.uk/news/open-access-lampposts/4812/>

<sup>288</sup> <https://www.ncsl.org/research/telecommunications-and-information-technology/mobile-5g-and-small-cell-legislation.aspx>

<sup>289</sup> <https://telecoms.com/intelligence/shenzhen-subsidizes-5g-deployment-why-are-governments-around-the-world-subsidizing-5g/>

<sup>290</sup> <https://rethinkresearch.biz/articles/china-mobile-calls-for-electricity-subsidies-to-meet-5g-power-costs/>

<sup>291</sup> Déjà cité : <https://telecoms.com/intelligence/shenzhen-subsidizes-5g-deployment-why-are-governments-around-the-world-subsidizing-5g/>

<sup>292</sup> <https://rethinkresearch.biz/reports-category/ran-research/page/2/#open-ran-architecture-set-to-disrupt-5g-landscape> (ce rapport est soumis à un coût de licence)

(industries) qui pourraient profiter de la 5G, l'utilité d'un réseau *public* 5G est loin d'être une évidence à ce jour. Cependant, même dans des cas où la 5G n'est de toute évidence pas nécessaire, mais bien une des alternatives viables techniquement (voir également l'aspect éthique à la section *La 5G pose des questions d'ordre éthique* en page 132), des opérateurs y voient une opportunité d'étendre leur modèle d'affaires (en anglais *business model*) avec une offre de services liée à de nouvelles applications, comme dans le cas de « l'hôpital connecté » évoqué à la section *Le secteur de la santé tirerait profit de la 5G* (page 185)

Enfin, certains opérateurs, conscients depuis des années des perspectives de décroissance liées à leur business, **se diversifient dans de nombreux autres secteurs**. Orange Bank<sup>293</sup> a été créée dans cette optique, comme l'indique son PDG Stéphane Richard : « *Avec l'essor de l'intelligence artificielle, l'ouverture d'une banque est une réponse stratégique au constat que dans la connectivité, notre cœur de métier, la croissance est quasi impossible à obtenir.* ». Un rapport de PwC<sup>294</sup> abordant le sujet de la diversification des opérateurs télécoms (fixe et mobile), mentionne des diversifications dans les secteurs suivants : **finance, assurance, santé, sécurité, domotique, télématique et médias**. L'exemple le plus notable est l'acquisition de Time Warner par le géant AT&T, l'opérateur historique étatsunien fondé par Alexander Graham Bell.

## 4.6 Pertes économiques collatérales causées par la 5G

Des pertes économiques substantielles pourraient être causées indirectement par le déploiement de la 5G. Vu la difficulté d'évaluation quantitative de ces conséquences économiques, nous nous contenterons d'en citer trois afin de conscientiser le lecteur.

Un exemple est lié à la diminution de la précision des prévisions météorologiques, évoquée à la section *Interférences avec les prévisions météo et le suivi du changement climatique* (page 83). Comme nous l'avons vu, **de nombreux secteurs dépendent directement de la précision des prévisions météorologiques à court terme, tant civils que militaires, avec des risques de pertes économiques mais également de vies humaines.**

La 5G a le potentiel d'accélérer le déclin des populations (avec ou sans extinction) de certaines espèces d'insectes pollinisateurs, comme indiqué à la section *Impacts sur la faune et la flore* (page 80), avec **un impact considérable sur le secteur de l'agriculture**. Déjà en 2008, une étude<sup>295</sup> estimait l'économie dépendant de la pollinisation à **153 milliards de dollars** en 2005, soit 9,5% de la production mondiale destinée à l'alimentation humaine.

Concernant le **secteur immobilier**, aux Etats-Unis, l'ONG Environmental Health Trust<sup>296</sup> indique: « *Des recherches indiquent que **plus de 90% (N.D.L.R. : 94%) des acheteurs et des locataires sont moins intéressés par les propriétés à proximité des pylônes de téléphonie cellulaire et paieraient moins cher pour une propriété à proximité des antennes cellulaires.** La documentation*

<sup>293</sup> Déjà cité : <https://www.leparisien.fr/economie/stephane-richard-pdg-d-orange-orange-doit-explorer-de-nouveaux-territoires-23-10-2018-7926000.php>

<sup>294</sup> <https://www.pwc.com/gx/en/financial-services/pdf/telecoms-creating-value-disruptive-age-pwc-report.pdf>

<sup>295</sup> Gallai N. et al, "Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline", 2008 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0921800908002942>

<sup>296</sup> <https://ehtrust.org/cell-phone-towers-lower-property-values-documentation-research/>

*d'une **baisse de prix allant jusqu'à 20%** se retrouve dans plusieurs enquêtes et articles publiés comme indiqué ci-dessous. Le Département américain du logement et du développement urbain (HUD) considère les tours cellulaires comme des dangers et nuisances. (...) L'Association Nationale des Agents Immobiliers et d'autres organisations immobilières exhortent la FCC (N.D.L.R. : régulateur des télécoms) à faire preuve de prudence et à garantir que sa proposition d'étendre les réseaux 5G à haut débit à l'échelle nationale ne viole pas les droits des propriétaires. » (notre traduction). Cette association cite divers problèmes spécifiques liés aux *micro-cellules (small cells)* de la 5G, qui risquent de se multiplier dans les quartiers résidentiels sans contrôle approprié.*

Toujours aux USA, dans l'Etat de New-York, une proposition de loi<sup>297</sup> tente de réagir à ces préoccupations de la population, même dans le cas où du mobilier urbain existant est réutilisé : « *De nombreux résidents de New York se plaignent de rajouts installés sur des poteaux existants. (...) De plus, de nombreux résidents de New York sont préoccupés par l'effet sur la valeur de leur propriété résultant des rajouts aux poteaux.* » (notre traduction).

Ces pertes inévitables et significatives en valeur immobilière peuvent aller jusqu'à rendre un bien invendable et ont des **conséquences financières négatives non seulement pour les propriétaires, mais également pour les administrations** dues aux **pertes en matière de taxe foncière** ou de droits d'enregistrement lors de la vente de ces propriétés dévaluées.

---

<sup>297</sup> <https://www.nysenate.gov/legislation/bills/2017/s6687>

## 4.7 Conclusions sur les impacts économiques de la 5G

Ce chapitre n'avait pas pour objectif d'identifier de façon exhaustive les effets économiques de la 5G, qui a des ramifications bien complexes, mais bien d'en tirer les grandes lignes.

L'industrie des télécommunications mobiles pèse pour environ **5% du produit intérieur brut (PIB) mondial** et, selon elle, la 5G pourrait avoir un impact économique positif considérable, estimé — pour les 15 années à venir — à 2200 milliards de dollars en **augmentation du PIB** soit plus de **5%** de son augmentation. En Europe, **le Plan d'Action 5G** de la Commission Européenne semble y croire vu les 700 millions d'euros d'argent public investis dans son développement. Mais, après analyse, ce plan ressemble plus à une carte blanche donnée à une technologie exclusive qu'au résultat d'une réelle réflexion économique.

Les intérêts économiques des différentes parties prenantes dans la course à la 5G sont très inégaux. Les **fabricants** de matériel télécom et de composants électroniques sont les premiers intéressés dans un déploiement massif et rapide de la 5G. Les **Etats et partis politiques** sont en attente de revenus liés notamment à la mise aux enchères des fréquences, dans une logique de promotion inconditionnelle, et se lancent avec grand enthousiasme dans le pari de la 5G. **Le monde académique** est très majoritairement enclin à promouvoir la technologie 5G vu les retombées économiques positives attendues tant pour les écoles supérieures et universités participantes, que pour les Etats et industries qui les financent.

La position des **opérateurs** de téléphonie mobile est bien différente. A l'aube de la révolution promise par la 5G, les opérateurs sont en difficulté financière, en particulier dans les pays développés, avec un marché saturé, une rentabilité déjà faible et en baisse, et une tendance à la décroissance. Sauf exceptions, la 4G n'a pas généré de retour sur investissement, malgré ses nombreux avantages pour les consommateurs, et la 5G n'offre vraisemblablement pas d'améliorations pour lesquelles les consommateurs seraient prêts à payer plus. Les coûts (fréquences, infrastructure réseau, consommation énergétique,...) d'un déploiement national de la 5G seraient colossaux avec un coût total (TCO) très largement supérieur à la 4G. Enfin, la 5G n'offre aucune garantie de hausse de revenus pour les opérateurs. **Il semble que la 5G ait créé ce que les anglophones appellent les conditions idéales pour « a perfect storm », une tempête parfaite susceptible de faire chavirer le navire des opérateurs, ou à tout le moins de faire encore baisser significativement leur rentabilité.**

En toute logique, certains opérateurs se montrent **ouvertement critiques face à la 5G**. Ils dénoncent l'absence d'intérêt de la 5G pour sortir de la crise Covid-19, l'absence de bénéfices perceptibles de la 5G pour les consommateurs, son intérêt réservé à l'industrie, son apport économique, réservé aux opérateurs, de faire face à moindre coût à la hausse de trafic prévue en zones urbaines, ainsi qu'une hausse très significative de la facture énergétique.

Pour faire face à ces défis, les opérateurs doivent envisager de recourir à la mise en commun de leurs infrastructures, à limiter les coûts locatifs et énergétiques des sites, à des subsides publics et à des partenariats avec d'autres acteurs économiques et secteurs. Certains vont jusqu'à diversifier leurs activités dans d'autres secteurs.

Parmi les **effets économiques collatéraux** de la 5G, on compte de nombreux secteurs dépendant directement de la précision des prévisions météorologiques, tant civils que militaires, avec des

**risques de pertes économiques mais également de vies humaines**, un impact potentiellement considérable sur le secteur de **l'agriculture**, et des dévaluations dans **l'immobilier** aux abords des antennes 5G.

**Pour conclure ce chapitre économique, la rentabilisation** (en anglais *business case*) **de la 5G est loin d'être assurée, en particulier pour les opérateurs de téléphonie mobile**, sans perspectives ni de profitabilité ni de croissance, véritables laissés pour compte de ce pari économique.

La 5G ne semble **profitable économiquement qu'aux équipementiers fabriquant le matériel télécom, à la chaîne de valeur (fournisseurs) en amont, aux Etats et au monde académique**. Le **consommateur** ne verrait aucun avantage à la 5G et seules quelques **grandes industries**, comme celles intéressées par la « smart factory », pourraient commencer à en bénéficier à partir de 2023.

**Les discours enthousiastes décrivant la 5G comme la colonne vertébrale de notre économie future, ou un tremplin pour rebondir et sortir de la crise économique, sont dépourvus de bases économiques solides et très controversés, même au sein du secteur des télécommunications. Les seuls rebonds attendus avec certitude avec la 5G sont ceux de ses coûts en infrastructure, en énergie et de son impact environnemental.**

## 5. Arguments légaux et réglementaires

### 5.1 Le déploiement mondial de la 5G est contraire aux Lois internationales

Dans plusieurs pays, des actions en justice ont déjà été entamées contre les Etats, les organismes de régulation ainsi que les opérateurs suite au déploiement annoncé de la 5G. Pour ne citer que quelques exemples, la Suisse<sup>298</sup>, le Danemark<sup>299</sup>, les Pays-Bas<sup>300</sup>, les Etats-Unis<sup>301</sup> sont assignés en justice. Des actions judiciaires contre les opérateurs et les régulateurs, issues d'initiatives citoyennes, ont également vu le jour dans divers pays. Il serait vain de tenter de répertorier les innombrables actions en justice à travers le monde, mais il est utile d'en retirer certains arguments récurrents à charge de la 5G.

Un avis juridique danois, rendu en mai 2019, indique que le déploiement de la 5G est illégal en vertu du droit communautaire et international<sup>302</sup> : « *La conclusion de cet avis juridique est que l'établissement et l'activation d'un réseau 5G, tel qu'il est actuellement décrit, seraient en contradiction avec les lois humaines et environnementales actuelles consacrées par la Convention européenne des droits de l'homme, la Convention des Nations Unies sur les droits de l'enfant<sup>303</sup>, les règlements de l'UE<sup>304,305,306</sup> et les conventions de Bonn<sup>307</sup> (Convention sur la conservation des espèces migratrices appartenant à la faune sauvage) et de Berne<sup>308</sup> (Convention relative à la conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe). La raison en est la très importante documentation scientifique disponible, qui montre que les rayonnements électromagnétiques de radiofréquences sont nocifs et dangereux pour la santé des êtres humains (en particulier des enfants), des animaux et des plantes. Cela s'applique également lorsque les rayonnements restent dans les limites recommandées par l'ICNIRP<sup>309</sup> (...).*» (notre traduction).



<sup>298</sup> <https://www.stop5g.ch/juridique>

<sup>299</sup> <https://www.landsindsamlingenmod5g.org/english>

<sup>300</sup> <https://www.stop5gnl.nl/>

<sup>301</sup> <https://5g-emf.com/dafna-tachover-on-rt-corporations-push-dangerous-5g-us-gets-sued/>

<sup>302</sup> <https://helbredssikker-telekommunikation.dk/sites/default/files/LegalOpinionOn5G.pdf>

<sup>303</sup> <https://www.unicef.org/fr/convention-droits-enfant>

<sup>304</sup> **Principe de précaution** inscrit dans la loi européenne: (C 326/49, article 191, §2)

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT>

<sup>305</sup> **Protection des oiseaux:** [https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm)

<sup>306</sup> **Protection des habitats naturels:**

[https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm)

<sup>307</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM%3A128051>

<sup>308</sup> <https://www.coe.int/fr/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/104>

<sup>309</sup> **ICNIRP** = International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non-Ionisants)

La **Convention internationale d'Aarhus**<sup>310</sup> ordonne aux Etats de consulter leur population en matière de démocratie environnementale.

Le droit à la santé est inscrit dans les **Pactes de l'ONU**<sup>311</sup> de 1966, le droit européen et la Constitution de nombreux pays, qui proclament le droit qu'à toute personne de jouir du meilleur état de santé physique et mentale qu'elle soit capable d'atteindre.

Enfin, c'est depuis les procès et le **Code de Nuremberg**<sup>312</sup> (1947) que l'expérimentation non consentie sur des cobayes humains a été définitivement condamnée.

## 5.2 Les "limites de protection" sont définies sur des bases pseudo-scientifiques

L'OMS se fie exclusivement à l'ICNIRP pour définir les limites de protection de la population contre les rayonnements électromagnétiques « non *ionisants* », dont font partie les rayonnements de radiofréquences utilisées par les télécommunications mobiles.

L'ICNIRP et les limites qu'elle recommande font l'objet de vives critiques :

- Le travail de l'ICNIRP ne se base que sur les **effets thermiques (échauffement)** des rayonnements, seuls effets qu'elle considère avérées. Dans l'établissement de ses limites, l'ICNIRP ne tient pas compte des **effets biologiques non thermiques**<sup>313</sup>.
- L'ICNIRP écarte de son évaluation des **milliers d'études scientifiques** qui apportent pourtant des preuves solides et convaincantes de l'existence d'effets biologiques *non thermiques* à des niveaux d'exposition très inférieurs au seuil d'apparition d'*effets thermiques*. Voir la section *La science biaisée par l'industrie* (page 113).
- Les données utilisées pour l'établissement des valeurs-limites reposent sur la modélisation d'un sujet adulte sain par un mannequin de composition homogène. **L'hétérogénéité biologique est ignorée**, de même que les **mécanismes biologiques** au niveau cellulaire et moléculaire, **l'état de santé et de vulnérabilité lié au stress, à l'âge, ou au stade de développement** du sujet.
- Les valeurs-limites reposent sur des moyennes d'intensité du rayonnement, obtenues sur des durées de quelques minutes (6 ou 30 minutes). Par conséquent, les effets d'**expositions chroniques**, ou encore l'effet biologique lié aux **impulsions** du signal sont ignorés.
- Les valeurs-limites reposent sur l'hypothèse que le risque de survenue d'un effet diminue quand l'intensité de l'exposition diminue, ignorant l'existence de **fenêtres d'intensité et de fréquence** avec des effets maximaux, ou encore des effets négatifs de la **polarisation** de l'onde.

<sup>310</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM%3AI28056>

<sup>311</sup> <https://www.un.org/fr/chronicle/article/un-droit-la-sante-depuis-un-demi-siecle#:~:text=Le%20Pacte%20relatif%20aux%20droits%20%C3%A9conomiques%20%C2%20sociaux%20et%20culturels%20identifie,et%20pr%C3%A9venir%20%C2%AB%20les%20maladies%20%C3%A9pid%C3%A9miques%20>

<sup>312</sup> [https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm\\_CodeNuremberg\\_TradAmiel.pdf](https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_CodeNuremberg_TradAmiel.pdf)

<sup>313</sup> Certains autres effets sont maintenant également pris en compte comme la stimulation des muscles, des nerfs ou des organes sensoriels (sons), ou le risque d'interférence sur les implants, mais sans approche sanitaire globale.

- Les valeurs-limites ne prennent pas en compte les **effets cocktail** entre les différents types de rayonnements auxquels un sujet est exposé simultanément ou à différents moments proches, ou entre les rayonnements et les autres agents toxiques — externes ou internes — induisant un stress cellulaire, nerveux ou immunitaire.

### 5.3 La science biaisée par l'industrie

Sur le site officiel de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) on peut lire : « *Un très important travail de recherche a été effectué sur les effets éventuels de l'exposition aux rayonnements émis dans de nombreux domaines du spectre de fréquence. **Toutes les analyses effectuées jusqu'ici montrent que** lorsque l'exposition reste inférieure aux limites recommandées par l'ICNIRP<sup>314</sup> (1998) pour les champs électromagnétiques émis sur tout le domaine de fréquence compris entre 0 et 300 GHz, **il ne se produit aucun effet indésirable connu sur la santé.** Des lacunes subsistent néanmoins dans nos connaissances, **lacunes qu'il est nécessaire de combler avant de pouvoir améliorer l'évaluation des effets sanitaires.*** »<sup>315</sup>

Après lecture du chapitre sanitaire de ce rapport, on pourrait raisonnablement se demander comment **l'OMS peut encore simplement ignorer l'existence des milliers d'études** démontrant l'impact biologique et sanitaire de l'exposition aux champs et rayonnements électromagnétiques de nos technologies sans fil. Comment expliquer un tel déni des preuves scientifiques ? Voici quelques éléments de réponse ci-dessous :

- Le **financement** des études influence les protocoles et les conclusions. Il a été démontré que les études financées par l'industrie avaient plus de chances de conclure à l'absence de lien entre l'exposition au rayonnement et un effet biologique<sup>316</sup>.
- Des études peuvent être totalement écartées par l'ICNIRP si d'autres études similaires arrivent à des conclusions différentes. La prétendue incohérence des résultats peut pourtant s'expliquer par des différences, parfois subtiles, dans le choix des paramètres : caractéristiques des ondes, protocole, précision, techniques scientifiques employées, modélisation, taille de l'échantillon, interprétation des résultats,... Une méta-étude sur l'impact des rayonnements des téléphones portables<sup>317</sup> a démontré une grande différence entre, d'une part, les conclusions des études effectuées dans des conditions réelles, et, d'autre part, celles des études effectuées avec des expositions simulées. En fonction des paramètres utilisés, on peut obtenir des résultats très différents voire d'apparence incohérente, alors qu'ils résultent en réalité d'une **différence dans les conditions d'expérimentation.**

<sup>314</sup> ICNIRP = International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non-Ionisants)

<sup>315</sup> <https://www.who.int/peh-emf/research/fr/>

<sup>316</sup> <https://www.michele-rivasi.eu/a-la-une/icnirp-conflits-dinterets-5g-et-capture-reglementaire>

"les études parrainées par l'industrie étaient les moins susceptibles de rapporter des résultats suggérant des effets (néfastes pour la santé)". Sur les 59 études passées en revue, 82 % des recherches financées par les agences publiques ou les gouvernements et 71 % des recherches financées conjointement font état des effets sur la santé de l'exposition aux RF. Lorsque la recherche est uniquement financée par l'industrie, seuls 33 % des études trouvent un lien. (...) de nombreuses études sur les différences entre les rapports de recherche financée par l'industrie et ceux de la recherche financée par le secteur public suggèrent un fort biais de financement.

<sup>317</sup> Déjà cité : Panagopoulos DJ, Johansson O, Carlo GL, "Real versus simulated mobile phone exposures in experimental studies", 2015, BioMed Res Int, article ID 607053

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=Real+versus+simulated+mobile+phone+exposures+in+experimental+studies>

- Certaines études peuvent être volontairement conçues pour obtenir des résultats négatifs et semer la confusion, par exemple en utilisant des paramètres réduisant les effets biologiques.

Ne pas trouver d'effet ne revient pas à trouver qu'il n'y a pas d'effet. Cette nuance est fondamentale. Mettre sur le même pied des études démontrant des effets (études positives), avec des études n'en démontrant pas (études négatives), révèle un manque de compréhension de la méthode scientifique, voire une attitude suspecte. **Aucune conclusion scientifique** ne peut être tirée du fait que la **majorité des études ne trouvent pas d'effet sur la santé**.

Selon le Prof. Olle Johansson<sup>318</sup>: « *On ne peut jamais mettre sur pied d'égalité un rapport montrant un effet négatif sur la santé avec un rapport qui ne montre rien ! C'est une méprise qui est, malheureusement, très souvent exploitée tant par les représentants de l'industrie que par les autorités officielles. Le grand public, bien sûr, se laisse facilement confondre par une telle argumentation. Mais, si un serpent mortellement venimeux vous mord, à quoi vous sert-il de savoir qu'il y a 100 millions de serpents inoffensifs autour de vous ?* » (notre traduction)

**L'industrie a financé des milliers d'études scientifiques destinées à appuyer ses intérêts à court terme. Ces études concluent généralement à l'absence d'effets sanitaires avérés et sont reprises comme base des décisions de l'ICNIRP, écartant toute étude contradictoire. L'industrie est ainsi auto-réglée et produit ses propres limites de protection inefficaces et présentant un réel risque sanitaire. Il s'agit d'un mécanisme mis en place depuis des décennies mais dont les limites devraient être mises au grand jour afin d'éviter l'éventualité d'une catastrophe sanitaire imminente liée à l'exposition aux rayonnements de la 5G.**

**L'industrie a financé des milliers d'études scientifiques destinées à appuyer ses intérêts à court terme. Ces études concluent généralement à l'absence d'effets sanitaires avérés et offrent un faux prétexte à l'ICNIRP qui brandit l'argument biaisé de la « contradiction » entre études, pour écarter toute étude observant des effets. L'industrie est ainsi auto-réglée et produit indirectement ses propres limites de protection inefficaces et présentant un réel risque sanitaire. Il s'agit d'un mécanisme mis en place depuis des décennies mais dont les limites devraient être mises au grand jour afin d'éviter l'éventualité d'une catastrophe sanitaire imminente liée à l'exposition aux rayonnements de la 5G.**

## 5.4 L'ICNIRP est sous le contrôle de l'industrie

L'ICNIRP<sup>319</sup> fait l'objet de très sévères critiques. En 2011, la Résolution 1815 du Conseil de l'Europe indiquait que « *les fondements des normes actuelles d'exposition aux champs électromagnétiques fixées par l'ICNIRP présentent de graves faiblesses* »<sup>320</sup>.

<sup>318</sup> <https://ecfsapi.fcc.gov/file/1092868197238/4%20-%20Attachment%204%20-%20Olle%20Johansson%20PhD%20-%20Opposition%20Statement%20-%20File%2013-0953.pdf>

<sup>319</sup> ICNIRP = International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non-Ionisants), sur laquelle se fondent les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé

<sup>320</sup> Déjà cité : <https://assembly.coe.int/nw/xml/xref/xref-xml2html-fr.asp?fileid=17994>

La Cour d'appel de Turin a jugé en décembre 2019 que **l'ICNIRP ne peut être considérée comme une source fiable** notamment parce qu'elle **représente les intérêts de l'industrie**<sup>321</sup>.

Les évaluations de l'ICNIRP présentent une **série de failles sur le plan de la méthodologie scientifique**, reprises à la section *Les "limites de protection" sont définies sur des bases pseudo-scientifiques* (page 112).

Même **certains ingénieurs s'alertent** aujourd'hui à travers des recommandations pour le moins inattendues dans une étude publiée en février 2020 dans le journal de l'*IEEE*<sup>322</sup>. Cet article a été rétracté depuis, officiellement en raison d'erreurs d'analyse et de résultats et conclusions incorrects, plus probablement en raison de sa contre-productivité pour l'industrie : « *Selon la littérature médicale actuelle, divers effets néfastes sur la santé résultant de l'exposition aux rayonnements électromagnétiques de radiofréquences ont été bien documentés. Pour l'heure, les technologies sans fil doivent être évitées autant que possible. Des solutions câblées nouvelles et innovantes qui offrent le même niveau de convivialité doivent être encouragées. L'intervention des pouvoirs publics et des organismes médicaux avec pour objectif principal de protéger la santé humaine est de la plus haute nécessité afin d'assurer un bon développement économique sans compromettre la santé de la population. Les pays doivent adopter les lignes directrices proposées par les organismes médicaux qui tiennent compte des effets thermiques et non thermiques des rayonnements électromagnétiques. Actuellement, tous les individus doivent prendre des mesures de prévention et de protection pour se protéger contre l'exposition nocive aux rayonnements électromagnétiques.* » (notre traduction)<sup>323</sup>

En 2017, le professeur Lennart Hardell<sup>324</sup> expliquait que les **conflits d'intérêt** seraient une des raisons principales du manque de rigueur scientifique de l'ICNIRP discréditant cette organisation.

Le rapport de juin 2020 des députés européens Klaus Buchner et Michèle Rivasi sur l'indépendance de l'ICNIRP, confirme ses conflits d'intérêts, mais révèle également son **incompétence** sur les questions médicales : « *La composition de l'ICNIRP est très unilatérale et déséquilibrée. Avec un seul expert médical (qui n'est pas un spécialiste des effets des rayonnements sans fil) parmi les 14 membres de la Commission ICNIRP, et un nombre très restreint d'experts de formation médicale au sein du Groupe d'Experts Scientifiques (SEG), nous pouvons dire que l'ICNIRP a été, et est toujours, dominée par des spécialistes des sciences physiques, ce qui n'est peut-être pas la composition la plus sage lorsque votre mission consiste à donner des conseils sur la santé et la sécurité humaines aux gouvernements du monde entier. Comme on peut le lire dans les portraits des membres de la Commission de la ICNIRP et du SEG, tous partagent la même position sur les questions*

<sup>321</sup> [https://www.radiationresearch.org/wp-content/uploads/2020/01/Turin-Verdict-ICNIRP\\_Judgment-SUMMARY-of-the-Turin-Court-of-Appeal-9042019\\_EN-min.pdf](https://www.radiationresearch.org/wp-content/uploads/2020/01/Turin-Verdict-ICNIRP_Judgment-SUMMARY-of-the-Turin-Court-of-Appeal-9042019_EN-min.pdf)  
<https://www.phonegatealert.org/la-cour-dappel-de-turin-confirme-le-lien-entre-une-tumeur-a-la-tete-et-lutilisation-du-telephone-portable>

<sup>322</sup> IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers

<sup>323</sup> Naren, Elhence A, Chamola V, Guizani M., "Electromagnetic Radiation due to Cellular, Wi-Fi and Bluetooth technologies: How safe are we?", Feb 2020, IEEE Access  
[https://www.researchgate.net/publication/339301826\\_Electromagnetic\\_Radiation\\_due\\_to\\_Cellular\\_Wi-Fi\\_and\\_Bluetooth\\_technologies\\_How\\_safe\\_are\\_we](https://www.researchgate.net/publication/339301826_Electromagnetic_Radiation_due_to_Cellular_Wi-Fi_and_Bluetooth_technologies_How_safe_are_we)

<sup>324</sup> Hardell L, "World Health Organization, radiofrequencyradiation and health – a hard nut to crack (Review)", 2017 Aug, Int J Oncol. 51(2):405-413 <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28656257>

*de sécurité : les rayonnements non ionisants ne présentent aucune menace pour la santé et les seuls effets admis sont thermiques. »*

Ce même rapport conclut : « **Pour un avis scientifique réellement indépendant, nous ne pouvons pas et nous ne devons pas nous fier à l'ICNIRP. La Commission européenne et les gouvernements nationaux de pays comme l'Allemagne devraient cesser de financer l'ICNIRP. Il est grand temps que la Commission européenne crée un nouveau conseil consultatif public et totalement indépendant sur les rayonnements non ionisants. »**

Malgré les demandes maintes fois réitérées dans de nombreux appels du monde scientifique et médical (voir section *Des appels internationaux* page 118), l'ICNIRP n'a apporté depuis 1998 **aucun changement allant dans le sens d'une meilleure protection. La nouvelle révision de ses recommandations de mars 2020 reflète toujours les conflits d'intérêts qui lui sont reprochés, et n'offre pas plus de protection.**

Un gouffre de plusieurs ordres de grandeur sépare les recommandations de l'ICNIRP de celles des scientifiques indépendants. En rejetant systématiquement toute étude scientifique montrant des *effets non thermiques*, l'ICNIRP entretient la controverse sur le sujet des *effets non thermiques* des champs et rayonnements de radiofréquences.

**Plutôt que de protéger les populations, l'ICNIRP tromperait donc au contraire dangereusement tous les citoyens du monde sur les risques sanitaires qu'ils encourent et font courir à leur entourage, et duperait les gouvernements sur les risques pour l'environnement et leur population.**

## 5.5 Conclusions sur les problèmes légaux et réglementaires liés à la 5G

Depuis des décennies, l'industrie des télécommunications nie la réalité de la nocivité des champs et rayonnements électromagnétiques, tout en déclinant toute responsabilité dans les manuels d'utilisation de ses téléphones portables. L'industrie entretient la controverse, bloquant toute tentative de régulation contraignante.

Le mécanisme utilisé par l'industrie pour faire subsister le doute est aujourd'hui bien connu. L'OMS confie à l'ICNIRP l'établissement de valeurs-limites, or il s'agit d'un organisme privé accusé d'incompétence et de conflits d'intérêts et étroitement lié à l'industrie. L'OMS et l'ICNIRP se rendent ainsi complices d'une vaste escroquerie sanitaire.

Selon de nombreux médecins, scientifiques, ingénieurs, élus parlementaires et le Conseil de l'Europe, les « **limites de protection** » actuelles contre les champs et rayonnements électromagnétiques sont **nettement insuffisantes**.

Vu l'absence d'études indépendantes d'impact sanitaire et environnemental lié à la 5G, son déploiement est assimilé à une **expérimentation humaine à grande échelle** et viole **des droits fondamentaux** des êtres humains, de la faune et de la flore.

**Le déploiement de la 5G** fait l'objet de nombreuses actions en justice intentées contre les Etats, les opérateurs ou les régulateurs des télécommunications. Son déploiement **violerait de nombreux traités, notamment internationaux** (liste non exhaustive) :

- la Convention européenne des **droits de l'homme**<sup>325</sup>,
- la Convention des Nations Unies sur les **droits de l'enfant**<sup>326</sup>,
- le **Principe de précaution** dans la loi de l'Union Européenne<sup>327</sup>,
- la Directive européenne sur la **conservation des oiseaux sauvages**<sup>328</sup>,
- la Directive européenne sur la **conservation des habitats naturels**, de la faune et de la flore sauvages<sup>329</sup>,
- la Convention de Bonn sur la **conservation des espèces migratrices**<sup>330</sup>,
- la Convention de Berne sur la **conservation de la vie sauvage** et du milieu naturel de l'Europe<sup>331</sup>,
- la Convention internationale d'Aarhus sur la **consultation de la population** en matière d'environnement<sup>332</sup>,
- les **Pactes de l'ONU** de 1966<sup>333</sup> définissant le droit à la santé,
- la **Constitution** de nombreux pays indiquant le droit à jouir du meilleur état de santé physique et mentale possible,
- le **Code de Nuremberg** (1947)<sup>334</sup> sur l'expérimentation sur des sujets humains.



<sup>325</sup> <https://www.echr.coe.int/pages/home.aspx?p=basictexts/convention>

<sup>326</sup> <https://www.unicef.org/fr/convention-droits-enfant>

<sup>327</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A12012E%2FTXT> art. 191, §2

<sup>328</sup> [https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm)

<sup>329</sup> [https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index\\_en.htm](https://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm)

<sup>330</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM%3AI28051>

<sup>331</sup> <https://www.coe.int/fr/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/104>

<sup>332</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=LEGISSUM%3AI28056>

<sup>333</sup> <https://www.un.org/fr/chronicle/article/un-droit-la-sante-depuis-un-demi-siecle#:~:text=Le%20Pacte%20relatif%20aux%20droits%20%C3%A9conomiques%20%C2%20sociaux%20et%20culturels%20identifie,et%20pr%C3%A9venir%20%C2%AB%20les%20maladies%20%C3%A9pid%C3%A9miques%20>

<sup>334</sup> [https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm\\_CodeNuremberg\\_TradAmiel.pdf](https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_CodeNuremberg_TradAmiel.pdf)

## 6. Arguments démocratiques et sociétaux

A travers ce chapitre, des questions émergent au sujet de l'influence que la 5G pourrait exercer sur le fonctionnement et l'évolution de la société humaine. Nous y invitons régulièrement la lectrice ou le lecteur à la réflexion. Elle jugera par elle-même ou il jugera par lui-même de la pertinence de ces questions et des effets de la technologie 5G, suivant ses propres valeurs, convictions, sensibilités et expériences. Nous n'avons pas la prétention d'apporter des réponses, mais bien de rassembler dans ce chapitre un large éventail des thèmes sociétaux souvent évoqués au sujet des nouvelles technologies en général, et de la 5G en particulier.

La plupart de ces thématiques sociétales sont liées à notre modèle de société techno-industriel consumériste, et non à la 5G en particulier. Nous indiquons leur lien possible ou certain avec la 5G. Dans certains cas, nous laisserons à la lectrice ou au lecteur le soin d'évaluer dans quelle mesure la 5G pourrait aggraver les phénomènes abordés.

Afin de couvrir un large spectre d'impacts sociétaux de la 5G, des plus avérés au plus hasardeux, nous abordons tant des problématiques déjà bien ancrées dans notre quotidien, que des scénarios hypothétiques parfois improbables, avec une indication dans le texte de la situation entre ces deux extrêmes.

Nous n'abordons pas dans ce chapitre les impacts sociétaux qui n'ont en réalité, après analyse, aucunement besoin de la 5G, comme les véhicules autonomes, les drones, les villes ou réseaux intelligents. Ces applications font partie du mythe de la 5G et sont reprises à la section *La 5G est une vision déconnectée de la réalité* (page 180).

### 6.1 Des appels internationaux alarmants

Au cours de quatre décennies, des appels de médecins et scientifiques de toutes origines se sont succédés afin de tenter de limiter les dégâts sanitaires liés à l'exposition des populations aux rayonnements électromagnétiques artificiels du sans-fil. Suite aux annonces de déploiement de la 5G, les appels se font d'autant plus pressants et alarmants. Ils dénoncent le déni des risques sanitaires liés aux rayonnements de radiofréquences des technologies sans fil et évoquent l'évolution progressive vers une crise sanitaire de grande ampleur. Les demandes exprimées visent notamment la nécessité de revoir les limites d'exposition à la baisse pour tenir compte des résultats scientifiques disponibles et du principe de précaution, une réduction des niveaux d'exposition, un moratoire sur le déploiement du sans-fil et de la 5G en particulier, et la nécessité d'une évaluation sanitaire et environnementale indépendante de la 5G.

Malheureusement, qu'ils aient été adressés aux Nations Unies, à l'Organisation mondiale de la Santé, à l'Union européenne ou aux gouvernements des pays, ces appels demeurent toujours sans réponse. Voici une liste non exhaustive des appels du monde scientifique et médical, liés aux technologies de communication sans fil :

- Résolution EMF de Vienne, 1998
- Résolution de Salzburg, 2000
- Rapport Stewart, Royaume-Uni, 2000

- Résolution du RNCNIRP, Russie, 2001
- Résolution de Catane, Italie, 2002
- Appel de Fribourg de plus de 1000 médecins, Allemagne, 2002 (réitéré en 2012)
- Appel de Bamberg, 2004
- Appel de Helsinki, 2005
- Appels de Hof, Lichtenfels, Freienbach, Haibach, Oberammergau, Cobourg, 2005
- Irish Doctors' Environmental Association Statement, 2005
- Résolution de Benevento, Italie, 2006
- Rapport BioInitiative qui évalue plus de 1500 études scientifiques, 2007 (revu en 2012)
- Appel de Bruxelles (Teslabel), demande d'interpellation du Ministre fédéral de la santé, 2007
- Résolution de Venise, Italie, 2008
- Appel du Syndicat de la Médecine Générale contre l'Académie de Médecine, France, 2009
- Appel de Paris (Artac), 2009 (réitéré en 2015)
- Appel du Parlement européen, 2009
- Résolution de Porto Alegre, 2009
- Appel international de Würzburg, 2010
- **Résolution 1815 du Conseil de l'Europe**, 2011
- Mise à jour du rapport BioInitiative, au total plus de 3000 études, 2012
- 2ème appel de Fribourg, 2012
- Appel de 1500 médecins, Suisse, 2012
- Interpellation de 2500 médecins de l'Association Santé Environnement, France, 2012
- Appel de 54 médecins et experts sur le déploiement des compteurs "intelligents", 2012
- Académie de médecine environnementale contre le Wi-Fi dans les écoles, USA, 2013
- Réitération de l'Appel de Paris à Bruxelles, 2015
- Report of the Standing Committee on Health, Canada, 2015
- **EMF Scientist Appeal**<sup>335</sup> - Appel de mai 2015 à l'ONU et l'OMS de scientifiques et médecins de 34 pays — dont la Belgique — demandant des valeurs limites d'exposition réellement protectrices et une liste de revendications très claires à de nombreux niveaux.
- Appel de Reykjavik au sujet des technologies sans fil dans les écoles, février 2017
- **5G Appeal EU**<sup>336</sup> - Appel de septembre 2017 dans lequel 218 scientifiques et médecins demandent à l'Union européenne un moratoire sur le déploiement de la 5G
- Déclaration de Nicosie, novembre 2017
- **EMF Calls**<sup>337</sup>, - Appel de novembre 2018 à l'ONU, à l'OMS et aux gouvernements de tous les pays demandant des valeurs limites d'exposition réellement protectrices
- **5G Space Appeal**<sup>338</sup>- Appel de novembre 2018 à l'ONU, à l'OMS, à l'UE, au Conseil de l'Europe et aux gouvernements de tous les pays, demandant urgemment l'arrêt du déploiement de la 5G sur Terre et à partir de satellites
- **5G Appeal**<sup>339</sup>, - Appel d'avril 2018 de la ISDE (Société internationale des médecins pour l'environnement) demandant un arrêt du déploiement de la 5G en vertu du principe de précaution

<sup>335</sup> <https://www.emfscientist.org/index.php/emf-scientist-appeal>

<sup>336</sup> <https://www.5gappeal.eu>

<sup>337</sup> <https://www.emfcall.org>

<sup>338</sup> <https://www.5gspaceappeal.org>

<sup>339</sup> [https://www.isde.org/5G\\_appeal.pdf](https://www.isde.org/5G_appeal.pdf)

- **Hippocrates Electrosmog Appeal**<sup>340</sup>, Belgique, Appel de 2020 de 530 médecins et au total plus de 1100 professionnels de la santé
- **Appel d'étudiants en biologie et médecine**<sup>341</sup> contre la 5G (ULB, ULg, UCL, UNamur, VUB, UGent), Belgique, avril 2020
- Appel de l'association **Stop 5G International adressé à la Commission européenne** - Réponse commune à la lettre envoyée par 15 Etats membres à la Commission européenne au sujet de la 5G, octobre 2020<sup>342</sup>
- Consensus Statement of UK and International Medical and Scientific Experts and Practitioners on Health Effects of Non-Ionising Radiation, novembre 2020<sup>343</sup>
- Appel de l'association **Stop 5G International adressé aux Nations Unies**, novembre 2020<sup>344</sup>

L'appel EMF Scientist Appeal de 2015 en particulier recommande que la technologie 5G fasse l'objet d'une évaluation indépendante en matière de santé et de sécurité avant son déploiement. Cette demande se base sur les principes directeurs des Nations Unies<sup>345</sup> : *Principes directeurs relatifs aux Entreprises et aux Droits de l'Homme. Mise en œuvre du cadre de référence «Protéger, respecter et réparer» des Nations Unies*. Lors de la rédaction de ce rapport en 2020, cet appel reste toujours sans réponse de la part des Nations Unies.

Quelle serait la probabilité que ces nombreux appels soient en réalité de fausses alertes, reflétant une exagération du problème ? L'Agence européenne pour l'environnement a publié en 2013 un long rapport au sujet de leçons tirées tardivement, malgré les alertes précoces de scientifiques<sup>346</sup>. Le rapport, dans ses conclusions, indique au sujet des fausses alertes (ou faux positifs):

*« Il est clair qu'agir pour éviter ou réduire des dommages sur base d'éléments de preuve autres que ceux utilisés pour établir une causalité scientifique, augmentera parfois la nombre de fausses alertes - bien que l'examen de 88 cas de faux positifs présumés (...) n'ont confirmé que quatre cas, ce qui suggère que les risques (N.D.L.R. : de fausses alertes) sont considérablement moindres que parfois prétendus. De plus, il est important de reconnaître que, dans les cas où il y a des dommages sur une longue période pouvant modifier de manière irréversible le système, il y a une asymétrie fondamentale entre les options concurrentes de la politique et de la science, pour éviter les faux négatifs et éviter les faux positifs. Des exemples de telles situations d'irréversibilité: changement climatique, modification à la constitution génétique de l'homme ou d'autres espèces, contamination chimique ou radioactive persistante, et la disparition d'espèces. » (notre traduction)*

L'Agence tire l'analyse suivante : *« La rareté des vrais faux positifs par rapport au grand nombre de faux positifs erronés pourrait être en partie le résultat d'une stratégie délibérée de communication des risques. Plusieurs références et des fuites de documents ont montré que certaines parties réglementées ont délibérément recruté des scientifiques de renom, des experts des médias et*

<sup>340</sup> <https://www.hippocrates-electrosmog-appeal.be>

<sup>341</sup> <https://www.lalibre.be/debats/opinions/le-deploiement-de-la-5g-doit-etre-arrete-l-appel-de-100-etudiants-biologistes-et-medecins-5eb26f7ad8ad580d3d87c064>

<sup>342</sup> <https://stop5ginternational.org/wp-content/uploads/2020/10/Response-Letter-to-EU-Officials-October-26.pdf>

<sup>343</sup> <https://phiremedical.org/wp-content/uploads/2020/11/2020-Non-Ionising-Radiation-Consensus-Statement.pdf>

<sup>344</sup> <https://stop5ginternational.org/wp-content/uploads/2020/11/Open-Letter-to-the-United-Nations-5G-November-6-2020-.pdf>

<sup>345</sup> [https://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciplesBusinessHR\\_FR.pdf](https://www.ohchr.org/Documents/Publications/GuidingPrinciplesBusinessHR_FR.pdf)

<sup>346</sup> Agence Européenne pour l'environnement, "Late lessons from early warnings: science, precaution, innovation", 2013 <https://www.eea.europa.eu/publications/late-lessons-2/late-lessons-2-full-report/late-lessons-from-early-warnings/view>

*des politiciens pour trancher si leurs produits sont liés à un danger possible. Le doute de fabrication, sans tenir compte des preuves scientifiques des risques et en accusant la sur-réglementation, semble être une stratégie délibérée pour certains groupes industriels et think tanks afin de nuire à la prise de décision par précaution. » (notre traduction)*

Suivant l'analyse de l'Agence européenne pour l'environnement, **les allégations de l'industrie sur l'innocuité de la 5G pourraient donc être liées à l'exécution d'une stratégie commerciale bien rodée, visant à éviter l'application du principe de précaution.**

Les différents appels cités ci-dessus, issus de la communauté scientifique et médicale, réellement indépendante et non liée aux intérêts de l'industrie ou des gouvernements, préconisent le **recours urgent au principe de précaution sur l'utilisation des radiofréquences.**

Des questions que l'on pourrait se poser suite à ces constatations, sont par exemple :

Pourquoi ces appels de médecins et scientifiques indépendants ne sont-ils pas écoutés ?

Pourquoi les avis des médecins et scientifiques financés par les industries et gouvernements, sont souvent en contradiction avec ceux des médecins et scientifiques indépendants ?

Quel niveau d'impact sanitaire reste supportable ? Y aurait-il une limite au nombre de malades, au-delà de laquelle l'industrie accepterait de faire marche arrière ?

La société et la population sont-elles prêtes à subir les conséquences sanitaires et économiques liées à la couche d'électromog supplémentaire nécessaire à la 5G ?

Quels pourraient être les nouveaux critères définissant des limites de protection sûres ?

Comment garantir l'intégration des risques sanitaires et environnementaux dans le développement et le déploiement de nouvelles technologies ?

## 6.2 Les associations citoyennes en action

Pour rappel, les réseaux 5G impliquent une densification des antennes-relais en raison de l'utilisation de longueurs d'ondes plus courtes, nécessitant des antennes plus proches des populations. Ces nouvelles infrastructures plus denses, notamment les antennes de *micro-cellules* (*small cells*) et leur liaison (*backhaul*) au réseau mobile, posent des problèmes d'aménagement du territoire, d'obtention de permis et de frais de location mêlant opérateurs, pouvoirs politiques et citoyens.

Les Etats-Unis ont été un des premiers pays à déployer les *micro-cellules* 5G en masse. Déjà en 2018 les opérateurs ont fait pression sur les autorités de nombreux Etats afin de mettre en place des législations<sup>347</sup> (*STREAMLINE Small Cell Deployment Act*) permettant d'accélérer leur déploiement et plafonnant les loyers exigibles des opérateurs. **Les municipalités ont réagi en**

<sup>347</sup> <https://www.ncsl.org/research/telecommunications-and-information-technology/mobile-5g-and-small-cell-legislation.aspx>

**masse devant cette perte de pouvoir de décision local** concernant l'emplacement, la taille, les techniques d'installation, la proximité des populations ou l'esthétique des antennes sur leurs territoires, la limitation de leurs revenus locatifs aux dépens du contribuable, l'acceptation par défaut des dossiers en cas de retard administratif et les violations constitutionnelles et légales. Tout ceci **favorise les opérateurs sans aucune contrepartie pour les communautés**<sup>348</sup>. Au Royaume-Uni<sup>349</sup> également, les procès s'enchaînent car les municipalités réagissent massivement au déploiement forcé de la 5G.

Ce type de revendication de la part de l'industrie, allant vers une simplification administrative afin d'accélérer le déploiement de la 5G et de limiter ses coûts, risque de se répandre sur tous les territoires.

Les questions que l'on pourrait se poser, sont par exemple :

Pourquoi les pouvoirs locaux et en fin de compte les contribuables devraient-ils payer pour le déploiement de la 5G ?

Est-il raisonnable avec la 5G de faire peser sur les populations un risque sanitaire et une charge financière dans un contexte de crise sanitaire et économique mondiale sans précédent ?

Quelles sont les conséquences pour les citoyens, liées à la perte de souveraineté des pouvoirs locaux, sur le sujet du déploiement de la 5G sur leur territoire ?

Quels sont les moyens financiers des associations de défense des citoyens ? Quels sont les moyens financiers de l'industrie des télécommunications ?

### 6.3 Opinion majoritaire contre la 5G et mobilisation

Partout à travers le monde, les associations et actions contre la 5G se multiplient. En Belgique par exemple, un soulèvement populaire s'est manifesté suite au lancement le 1er avril 2020 d'une version "light" de la 5G dans 30 communes belges en plein confinement lié à la Covid-19. Des pétitions ont été lancées dont une en particulier rassemblait plus de 105 000 signatures<sup>350</sup>, avant d'être supprimée du site Internet. Plusieurs communes ont également pris position contre ce déploiement. Les municipalités, rejointes par leurs citoyens, dénoncent les plans de déploiement de la 5G en **l'absence flagrante d'un réel débat public**, encore au jour de la rédaction de ces lignes, huit mois plus tard.

Selon les sondages indépendants, une très large majorité de la population est fermement opposée au déploiement de la 5G. Un sondage sur le site du journal "le Vif", initié en avril 2020, montrait après participation de 8579 personnes que 88 % « *ont des craintes par rapport au déploiement de la 5G en Belgique* », et **76 % sont « catégoriquement défavorables au déploiement de la 5G »**.

<sup>348</sup> <https://www.cacities.org/Resources-Documents/Policy-Advocacy-Section/Federal-Issues/2018-Federal-Documents/S-3157-NLC-Talking-Points.aspx>

<sup>349</sup> <https://www.theguardian.com/technology/2019/may/19/revealed-5g-rollout-is-being-stalled-by-rows-over-lampposts>

<sup>350</sup> <https://www.altrechos.be/entre-petitions-supprimees-et-consultation-publique-biaisee-pendant-le-confinement-le-deploiement-de-la-5g-saceler/>

En septembre 2020, un sondage français indiquait que 65% des sondés sont favorables à la suspension immédiate du déploiement de la 5G<sup>351</sup>. Les partisans du déploiement de la 5G ont contre-attaqué dans les 3 jours en publiant un contre-sondage<sup>352</sup> dont les questions étaient formulées de manière tendancieuse et biaisée<sup>353</sup>, ne permettant pas d'évaluer correctement l'opinion de la population.

Les questions que l'on pourrait se poser, sont par exemple :

Où sont les limites de la démocratie, quand la majorité de la population n'est pas écoutée sur des questions essentielles, notamment de santé, d'environnement et de protection de la vie privée ?

Si les citoyens connaissaient davantage les risques sanitaires et environnementaux de la 5G, et si les messages rassurants et enthousiastes de l'industrie 5G et des institutions publiques étaient moins présents, dans quelles proportions les citoyens seraient-ils favorables ou défavorables à la 5G ?

## 6.4 La place du vivant, des écosystèmes et des ressources dans notre société

Nous avons couvert la très large problématique des impacts de la 5G sur l'environnement au chapitre *Arguments environnementaux* (page 47).

L'ignorance, qu'elle soit entretenue par choix ou par manque d'accès à l'information, sur les conséquences environnementales de la 5G, ne permet pas d'ouvrir le débat sur le bien-fondé de son déploiement public. A l'opposé de l'ignorance, une connaissance plus répandue de ces impacts pourrait mener à une réelle réflexion constructive et en profondeur, sur le sujet essentiel des besoins en connectivité de la société et des alternatives technologiques à la 5G, aboutissant à un réel progrès pour la société.

Les questions que l'on pourrait se poser, sont par exemple :

Vu la forte augmentation des émissions de *gaz à effet de serre* prévisibles avec la 5G, le déploiement de la 5G ne constitue-t-il pas un déni des objectifs climatiques européens ? Ou s'agit-il simplement d'une ignorance de l'empreinte carbone de la 5G ?

Vu les appels des biologistes et autres scientifiques, alertant sur les risques que la 5G fait peser sur la biodiversité, le déploiement de la 5G ne constitue-t-il pas un déni de la 6ème extinction des espèces en cours ? Ou s'agit-il simplement d'une ignorance des risques que la 5G fait peser sur la faune et la flore ?

Vu les appels de géologues alertant sur la raréfaction accélérée des ressources primaires (dont certains *métaux rares* nécessaires à la 5G), le déploiement de la 5G ne constitue-t-il pas un déni

<sup>351</sup> <https://g5raisons.fr/ressources/5g-sondage-opinionway-mysmartcab-synthese.pdf>

<sup>352</sup> [https://www.huffingtonpost.fr/entry/5g-sondage-ifop\\_fr\\_5f62fdb4c5b6c6317cfd53](https://www.huffingtonpost.fr/entry/5g-sondage-ifop_fr_5f62fdb4c5b6c6317cfd53)

<sup>353</sup> [https://www.legevaques.com/5-contradiction-des-sondages-entre-opinionway-et-ifop-de-quoi-la-guerre-des-sondages-est-elle-le-nom\\_a710.html](https://www.legevaques.com/5-contradiction-des-sondages-entre-opinionway-et-ifop-de-quoi-la-guerre-des-sondages-est-elle-le-nom_a710.html)

de l'inéluctable déclin des ressources naturelles et de la décroissance à venir ? Ou s'agit-il simplement d'une ignorance des risques que la 5G fait peser sur les ressources ?

## 6.5 Des conditions de vie inhumaines liées à l'extraction des minerais

En plus d'épuiser de précieuses ressources et de polluer intensément l'environnement (voir la section *Une catastrophe écologique et sanitaire liée aux terres rares et à la délocalisation* page 74), l'extraction des métaux nécessaires à nos appareils numériques est une source de conflits armés, de désordres criminels et de travail des enfants dans les régions productrices<sup>354</sup>.

Les réserves d'un minerai appelé coltan (colombite-tantalite) utilisé dans presque tous les smartphones, sont détenues pour 64% en République Démocratique du Congo (RDC). Son extraction minière se déroule sans aucune précaution quant à la sécurité, la qualification ou l'âge des travailleurs. **Des ouvriers meurent ou sont gravement blessés quotidiennement** sous les éboulements des galeries creusées avec des outils tels de simples pioches. Le travail forcé est également pointé du doigt. Des milices armées contrôlent ces exploitations afin de financer leurs guerres. L'extraction du coltan a également contribué à des **viols en masse** et est liée au **conflit armé comptant le plus de victimes depuis la Seconde Guerre Mondiale, dénombrant 5,4 millions de morts**<sup>355,356</sup>.

Le lien entre ces désastres humanitaires et l'extraction minière a valu aux minerais extraits dans ces conditions le nom de « **minerais du sang** » ou « **minerais du conflit** ». Les métaux concernés sont principalement l'étain, le tantale, l'or ou encore le tungstène<sup>357</sup>, tous utilisés à la fabrication de nos technologies numériques. Une loi européenne<sup>358</sup> faisant appel au devoir de diligence des différents acteurs européens de la chaîne de valeur liée à ces quatre métaux, entrera en vigueur en janvier 2021 afin de tenter de limiter l'utilisation de minerais du conflit. Il faudra en tirer un bilan régulier avant de conclure à l'efficacité de cette loi.

L'extraction du cobalt en RDC, utile à la fabrication de batteries, mène également à des situations où de **très jeunes enfants jouent et travaillent dans un environnement toxique**<sup>359</sup>. L'UNICEF estime à **quarante mille le nombre d'enfants travaillant dans des mines en RDC**, parfois bien en-dessous de l'âge de 10 ans.

Ce très lourd constat humanitaire peut difficilement laisser indifférent. Les questions que l'on pourrait se poser par rapport à cette situation, sont par exemple :

<sup>354</sup> "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique", Guillaume Pitron (2018).

<sup>355</sup> Consuming the Congo: War and Conflict Minerals in the World's Deadliest Place", Peter Eichstaedt (2011)

<sup>356</sup> <https://www.techrepublic.com/article/how-conflict-minerals-funded-a-war-that-killed-millions>

<sup>357</sup> <https://www.novethic.fr/lexique/detail/minerais-du-sang.html>

<sup>358</sup> [https://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/conflict-minerals-regulation/regulation-explained/index\\_fr.htm](https://ec.europa.eu/trade/policy/in-focus/conflict-minerals-regulation/regulation-explained/index_fr.htm)

<sup>359</sup> <https://www.cbsnews.com/news/cobalt-children-mining-democratic-republic-congo-cbs-news-investigation/>

Le terrible prix à payer en vies humaines, pour nous procurer un confort rassurant, des outils et des distractions électroniques, est-il le reflet de notre société, toujours plus enfermée dans des « bulles » aseptisées et dans l'inconscience des impacts de notre modèle sur le monde ?

A ces millions de vies humaines sacrifiées, combien la 5G en rajouterait-elle à travers l'extraction minière nécessaire à ses dizaines de millions de nouvelles antennes et dizaines de milliards de composants électroniques ?

Devons-nous assumer une responsabilité personnelle ou collective dans les drames humanitaires qui se jouent dans les pays où se fait l'extraction des minerais du sang ? Quelles actions les citoyens, entreprises et responsables politiques devraient-ils mener ?

Où se situe notre limite éthique personnelle dans l'acceptation des drames humains et environnementaux causés par nos choix de vie ?

Dans notre modèle de société, la consommation de produits contenant des minerais du sang, est-elle évitable ou peut-elle être limitée et comment ? La tendance actuelle de la société va-t-elle vers une croissance ou une décroissance de ces drames ?

## 6.6 Les objets connectés et la protection de la vie privée

Une véritable révolution semble être en route avec l'*Internet des Objets* (IdO ou IoT pour *Internet of Things* en anglais). En 2020, il y a déjà plus d'objets connectés à Internet que de smartphones. Les prévisions semblent mener, à terme, vers un nombre d'objets connectés autour de 50 milliards. Vu son importance dans le débat sur la 5G, une section y est dédiée dans ce rapport: *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180). Bien que l'industrie de la 5G soit intéressée par le vaste marché de l'IdO, nous y avons conclu que l'industrie de l'IdO ne semble pas avoir un réel besoin de la 5G. L'IdO peut donc se reposer sur d'autres technologies existantes. Cependant, il est vraisemblable que la 5G sera également utilisée pour la connexion d'objets, là où elle sera disponible.

La réussite encore mitigée de l'IdO est longuement expliquée dans le livre de Matt Hatton et William Webb « *The Internet of Things Myth* »<sup>360</sup> paru en avril 2020. Cet échec partiel s'explique notamment par le développement de nombreuses applications dont l'utilité, la conception ou la facilité d'utilisation ne sont pas satisfaisantes. Le concept de *l'Internet des Objets* est pourtant en soi intéressant. Nous ne remettons donc pas ici en question le potentiel que représente *l'Internet des Objets* à produire des applications utiles, fiables, faciles d'emploi, sécurisées, et respectant l'environnement, la santé et la protection des données. Les applications semblent illimitées et certaines pourraient représenter un réel progrès pour la société, même si à ce stade le bilan de l'IdO reste très discutable, selon Hatton et Webb.

Un des risques liés à *l'Internet des Objets*, est celui de la multiplication de la collecte et du croisement de données personnelles des personnes physiques. Depuis les années 2000 déjà, le marketing s'est numérisé (*digital marketing*) en même temps que le commerce (e-commerce) et a évolué vers un ciblage toujours plus personnalisé des campagnes de marketing. Des sociétés ont

<sup>360</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

créé des cœurs de métier autour de la collecte, de l'exploitation et de la revente de données personnelles, qui sont devenues un réel capital dans un nouveau modèle économique, baptisé « **capitalisme de surveillance** ». La gratuité de la plupart des services sur Internet en est l'origine principale, car elle s'accompagne souvent d'une obligation de partage de données personnelles avec le fournisseur de service. Selon la propre expression du secteur « *no free lunch* » (pas de déjeuner gratuit), on n'obtient rien sans rien. Les grands fournisseurs les plus connus de ce type de service sont appelés les GAFAM<sup>361</sup>, bien que des services payants soient également proposés par ces sociétés.

**Sur nos appareils** tels les PCs, tablettes, *smartphones*, *smart TVs*, *smartwatches*, **nous avons souvent encore le choix** de partager ou non nos données personnelles, comme notre identité, nos contacts, nos habitudes d'achat, nos visites de pages Internet ou notre position géographique. De nombreux logiciels (à installer soi-même) permettent de limiter au maximum le partage de toutes ces données personnelles, notamment en limitant l'utilisation des « cookies »<sup>362</sup> ou en bloquant les publicités. Sur les appareils utilisés par des enfants, des logiciels (à installer soi-même) permettent des contrôles encore plus stricts évitant par exemple le partage de données personnelles sur Internet. Sur smartphone cependant, les possibilités de collecte de données privées sont plus larges. Une app comme celle de Facebook peut exiger un accès à certaines données privées pour fonctionner (par exemple l'historique complet des appels et textos)<sup>363</sup>.

**Avec les objets connectés à Internet, de nouvelles données pourraient être exploitées**, telles que nos habitudes de consommation (électricité, eau, gaz, alimentation, boisson), de déplacement (style de conduite, moyens de transport, heures d'arrivée et de départ), de santé (pratique et performances sportives, niveau de stress, prise de médicaments ou compléments, taux d'alcoolémie), de loisirs (écrans, cinéma, théâtre, musées, jeux de hasard), de respect des lois et règlements (code de la route, port du masque, port de signes religieux),... Cette abondance de données est de plus en plus facile à exploiter et à interpréter grâce aux technologies « big data » et « business intelligence ». La corrélation entre différentes données est de plus en plus aisée et automatisée.

Par exemple, si votre *smartwatch* enregistre un taux d'alcoolémie au même moment où votre voiture connectée enregistre un déplacement, on pourrait en déduire une conduite sous l'influence d'alcool. Si votre frigo connecté détecte un accroissement de la fréquence d'ouverture de sa porte, corrélé avec une prise de poids sur votre balance connectée, vous risqueriez de voir apparaître des publicités pour des régimes amaigrissants. Le drone d'un voisin pourrait à son insu révéler à des malfaiteurs si vous êtes chez vous ou non. Les possibilités de faire des liens entre des données issues d'objets différents sont quasi infinies. De nouvelles corrélations pourraient être établies par des algorithmes et dans des buts malveillants. Ces dérives impliquent bien sûr que les données soient partagées par le destinataire légitime, ou interceptées lors de leur transport, ce qui implique soit l'accord de l'utilisateur, soit une brèche de confidentialité ou une cyberattaque malveillante. Néanmoins, certaines attaques pourraient se faire simplement en

---

<sup>361</sup> **GAFAM** : acronyme des géants du Web — Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft

<sup>362</sup> **Cookie** : données gardées sur l'appareil de l'utilisateur permettant de l'identifier. Certains cookies sont nécessaires au fonctionnement des sites Internet, tandis que d'autres sont créés à des fins de marketing et permettent de tracer les habitudes des utilisateurs.

<sup>363</sup> <https://www.theverge.com/2018/3/25/17160944/facebook-call-history-sms-data-collection-android>

détectant une hausse du trafic de données émis par un objet connecté, signe d'activation de l'objet.

Dans une publication de Paul Héroux<sup>364</sup>, professeur de toxicologie liée aux champs électromagnétiques, avalisée par divers autres scientifiques, la comparaison est faite entre la 5G combinée à l'*Internet des Objets* (IdO) et le roman « 1984 » :

« Dans le roman 1984 de George Orwell, la société devient un état supposément bienveillant. Chacun est espionné et contrôlé par un système de communications sophistiqué qui nous rappelle constamment que Big Brother veille au grain. Ce livre illustre bien l'abus de pouvoir et l'effritement des libertés civiles qu'entraîne la surveillance de masse. Sans limites, la technologie supplante l'humanité. Et le processus est déjà en cours... En 2018, Big Brother se pointe avec 34 ans de retard sur la date prévue dans le livre 1984, publié en 1948. Tout automatisme entraîne une perte d'autonomie ; les puissants peuvent facilement abuser de leurs privilèges. Dans 1984, le gouvernement contrôlait l'information. Avec les outils 5G-IdO de 2018, les entreprises contrôleront les choses. À moins d'une révolution, il sera difficile de récupérer les droits et libertés ainsi cédés. »

La réglementation européenne sur la protection des données à caractère personnel s'articule autour du **RGPD**<sup>365</sup>, en vigueur depuis le 25 mai 2018 dans tous les Etats membres. Dans le contexte de l'IdO, différentes questions liées au RGPD peuvent être soulevées. La protection des données personnelles garantit-elle une protection suffisante de la vie privée ? La croissance de l'*Internet des Objets* ne révèle-t-elle pas la nécessité de revoir le RGPD, ses modalités d'application ou de contrôle ? Une simple déclaration de conformité de la part des fournisseurs de services sur Internet et de fabricants d'objets connectés, accompagnée d'amendes très salées pour le contrevenant, mais sans contrôle de conformité indépendant, assurent-elles une protection satisfaisante ?

Les inquiétudes alimentées par cette situation sont nombreuses. On pourrait se pencher sur des questions essentielles comme :

Quelle est la valeur que notre société accorde encore au droit à la vie privée ?

Jusqu'où sommes-nous prêts à accepter une invasion de notre vie privée ?

Quel serait le prix à payer pour un réel respect de la vie privée ?

A travers la mise en place de législations, contrôles ? A travers une tarification de services actuellement « gratuits » ?

Doit-on réellement faire le choix entre respect de la vie privée et sécurité ? Comment une protection accrue des données impacte-t-elle le travail de la police et la criminalité ? Quel est l'impact sur la sécurité nationale, d'une meilleure protection des communications privées ? Des mesures de cybersécurité ne peuvent-elle assurer le travail des forces de l'ordre et du renseignement national, sans compromettre le respect de la vie privée ?

<sup>364</sup> <https://maisonsaine.ca/sante-et-securite/electrosmog/reseau-5g-et-internet-des-objets-un-cheval-de-troie.html>

<sup>365</sup> **RGPD** (GDPR en anglais) = Règlement Général sur la Protection des Données <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679>

Que fait la société pour garantir le droit à la vie privée ? Ces efforts sont-ils suffisants et les résultats satisfaisants ?

Sur base de quels critères évaluer si le droit à la vie privée est respecté ou bafoué ?

Doit-on autoriser les grandes sociétés d'Internet (exemple : GAFAM) à exploiter nos données personnelles, sur la seule base d'un « accord préalable » coché à la fin de conditions d'utilisation longues et illisibles ?

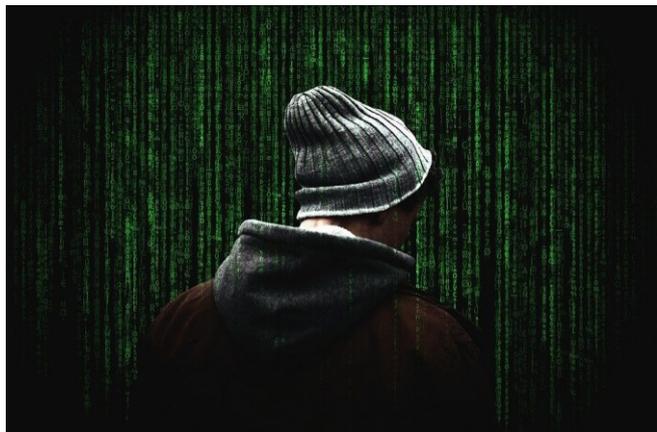
## 6.7 La 5G : une menace à la sécurité des personnes, des données et des nations

### 6.7.1 Une cybercriminalité en hausse et de plus en plus organisée

Selon la police<sup>366</sup> belge, les chiffres de la cybercriminalité indiquent une hausse inquiétante de 30% entre 2018 et 2019. Les attaques les plus courantes sont toujours la collecte de données personnelles (*phishing*). La police signale une hausse particulière de faux recruteurs sur le réseau social professionnel LinkedIn, le vol de documents techniques d'entreprises et la revente à la concurrence. Elle indique également l'usage de programmes de type *cryptolocker*, bloquant l'accès aux données de l'entreprise, souvent afin d'obtenir une rançon de la part de la victime (*ransomware*).

La Commission européenne<sup>367</sup> confirme la recrudescence de cybercriminalité sur les réseaux sociaux. Elle précise également que ces méfaits ont majoritairement un but financier. Les attaques sont de plus en plus sophistiquées et ciblées, répandues et souvent indétectées. En réaction aux menaces croissantes, une nouvelle stratégie de cybersécurité européenne devrait voir le jour fin 2020.

L'interconnexion de systèmes devenus de plus en plus complexes et le *cloud*<sup>368</sup> facilitent la cybercriminalité, accélérée par le nombre croissant d'objets connectés qui constituent des portes d'entrée pour les hackers. Dans un monde sans fil en particulier, chaque appareil connecté représente une nouvelle porte d'entrée accessible à distance par les ondes.



Dans le domaine de la sécurité informatique, le risque zéro n'existera jamais. La cybersécurité est une discipline très complexe

<sup>366</sup> <https://www.police.be/5998/fr/actualites/surfons-tranquille-la-cybercriminalite-en-forte-hausse>

<sup>367</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-threat-landscape-report-cyber-attacks-are-becoming-more-sophisticated-targeted-and>

<sup>368</sup> **Cloud** : ce terme anglais qui signifie « nuage » provient d'illustrations utilisées en informatique, où Internet est souvent représenté par un nuage. Par extension, indique le stockage et le traitement d'informations à travers des services, accessibles sur Internet (ou sur un réseau privé), et donc sur une machine dite « virtuelle » distante dans un *centre de données (data center)*, contrairement à un stockage ou traitement sur une machine « physique » locale

et relève plus d'un art que d'une science exacte. Elle se doit de rester en perpétuelle et rapide évolution afin de répondre à une menace toujours plus présente, dans une course effrénée entre le « bien » et le « mal ». De nouvelles attaques sont identifiées tous les jours et dans une tendance toujours croissante, menées à grande échelle par de véritables organisations criminelles. La sécurité est pourtant généralement prise en compte dès la conception de tout matériel et logiciel, testée par des sociétés spécialisées en sécurité informatique, mise à niveau avant la mise sur le marché. Ensuite, lors de l'utilisation du produit, les bonnes pratiques de sécurité imposent une mise à jour régulière et de plus en plus simple et automatisée du côté des consommateurs.

**Nous verrons que la cybersécurité est devenue un enjeu majeur du point de vue technologique, mais également du point de vue économique, sociétal, éthique et géopolitique. De plus en plus de vies humaines sont en jeu.**

### 6.7.2 La 5G pose de nouveaux risques pour les vies humaines

Quatre grandes catégories de risques vont s'additionner dans le scénario proposé par la 5G.

Tout d'abord, la multiplication à grande échelle d'une **multitude d'antennes** (*small cells*) de la 5G pose de lourdes menaces pour la sécurité informatique et la protection des données sensibles, vu la forte augmentation des points d'accès au réseau, portes d'entrées virtuelles vers Internet. Dans les zones à population dense, il faudra compter sur une multiplication par 10 à 20 du nombre d'antennes (*stations de base*). Non seulement les nouveaux points d'entrée sont potentiellement vulnérables, mais la menace s'étend également aux autres réseaux interconnectés à la 5G (2/3/4G, Wi-Fi, câbles).

Deuxièmement, un nouveau paradigme de la 5G vise un changement fondamental de l'architecture de réseau entre les antennes, le *cœur du réseau* (*core network*). Il s'agit de la virtualisation de la **fonction réseau (NFV<sup>369</sup>) dans le cloud**, qui pose également de nouveaux défis en termes de sécurité et respect de la vie privée<sup>370</sup>.

A ceci s'ajoute encore un troisième risque accru, lié à l'*Internet des Objets* (IdO) et en particulier aux objets en mouvement pouvant heurter la population, aux objets jouant un rôle lié à la sécurité ou à la défense, ou enfin un rôle médical. Ouvrir la porte au contrôle malveillant de tels objets connectés pose un **risque à la vie et à l'intégrité physique des personnes**.

Enfin, l'**Intelligence Artificielle (IA)** fait peser de lourdes menaces d'un nouveau type, reprises à la section *L'Intelligence Artificielle et le soulèvement des machines* (page 147). Bien qu'hypothétique et impossible à valider à ce stade, la 5G pourrait jouer un rôle négatif dans la transmission de cyberattaques développées grâce à l'IA.

**Aucune analyse de risque ne semble encore couvrir ce nouveau type de cybercriminalité liée à l'IdO.** Quels seraient les risques et les conséquences si une organisation criminelle prenait par exemple le contrôle d'une "armée" de drones, d'équipements médicaux des hôpitaux, des feux de signalisation, des visières à *réalité augmentée* (AR) de la police, du réseau électrique ?

---

<sup>369</sup> NFV = Network Functions Virtualization <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7452271>

<sup>370</sup> Overview of 5G Security Challenges and Solutions <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8334918>

Selon Robert Spalding, ancien directeur de la planification stratégique au Conseil National de Sécurité (NSC) des Etats-Unis, à propos de la 5G : « *Il s'agit de machines agricoles, d'avions, de toutes sortes d'objets différents qui peuvent réellement tuer des personnes ou qui permettent à quelqu'un d'accéder au réseau et de diriger ces objets pour faire ce qu'il veut qu'ils fassent. C'est une menace complètement différente que nous n'avons jamais connue auparavant.* »<sup>371</sup>.

Sur ce dernier point, même si l'*Internet des Objets* présente des risques bien établis, le rôle que la 5G y tiendrait reste encore à prouver (voir page 180), contrairement à ce que martèle le marketing autour de la 5G. A nombre d'objets équivalent, l'utilisation des diverses technologies de connexion de l'IdO existantes (ou leur évolution), en lieu et place de la 5G, permettrait de **répartir le risque sur diverses technologies**.

Actuellement, l'attention se focalise principalement sur la 5G, ses risques et les promesses de son industrie. Cette approche réductrice freine l'avancée de réels progrès promis par l'IdO, comme le suggèrent Hatton et Webb<sup>372</sup>. Une analyse de risque indépendante et comparative englobant l'ensemble des technologies sans fil (et filaires) liées à l'IdO, permettrait de déterminer les meilleures alternatives pour chaque cas d'utilisation.

**Plutôt que d'attendre la disponibilité de la 5G, des choix judicieux et réfléchis parmi les technologies existantes de l'IdO, pourraient accélérer le développement de réseaux et d'applications apportant un réel progrès, avec des perspectives positives sur le plan de la relance économique.**

**Par analyse de risque lié aux technologies de l'IdO, il faut comprendre une analyse englobant notamment les aspects sanitaires, environnementaux, météorologiques, économiques, éthiques et bien sûr la question de la cybersécurité.**

### 6.7.3 Des faiblesses de sécurité inhérentes à la conception de la 5G

En octobre 2019, les Etats membres de l'Union Européenne ont produit une « *évaluation du risque* » de cybersécurité lié à la 5G<sup>373</sup>. Celle-ci reconnaît que *certain*s aspects de sécurité sont améliorés grâce à la 5G par rapport à la 4G. Le rapport ne donne pas d'exemple, mais nous avons identifié une meilleure protection contre l'envoi vers un site frauduleux, et la protection de certains identifiants<sup>374</sup>. Le communiqué de presse indique « *D'ici le 1er octobre 2020, les États membres, en coopération avec la Commission, devraient évaluer les effets de la recommandation en vue de déterminer si des mesures supplémentaires s'imposent.* ». L'ENISA (agence pour la cybersécurité de l'Union Européenne) a, dans la volée, publié en novembre 2019 un document de **87 pages répertoriant et décrivant sommairement l'ensemble des menaces de sécurité liées à la 5G**<sup>375</sup>. Ces rapports font donc l'inventaire et proposent une nomenclature de très nombreux risques mais sans encore proposer de solutions afin de les réduire. Fin novembre 2020,

<sup>371</sup> <https://www.newyorker.com/news/annals-of-communications/the-terrifying-potential-of-the-5g-network>

<sup>372</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

<sup>373</sup> Communiqué de presse (en français) et rapport (en anglais):

<https://eu2019.fi/fr/-/member-states-publish-a-report-on-eu-coordinated-risk-assessment-of-5g-networks-security>

<sup>374</sup> Altaf Shaik et al., "New vulnerabilities in 4G and 5G cellular access network protocols: exposing device capabilities," WiSec '19: Proceedings of the 12th Conference on Security and Privacy in Wireless and Mobile Networks, mai 2019, pg 10 indique que la 5G éviterait le *DNS hijacking* et, pg 6 que l'*IMS* serait encrypté <https://dl.acm.org/doi/10.1145/3317549.3319728>

<sup>375</sup> [https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-for-5g-networks/at\\_download/fullReport](https://www.enisa.europa.eu/publications/enisa-threat-landscape-for-5g-networks/at_download/fullReport)

les actualités de cybersécurité de la Commission<sup>376</sup> ne faisaient toujours pas état d'un avancement en ce sens.

Décrire ces vulnérabilités et les multiples risques associés dépasse largement le cadre de ce rapport. Il est d'ailleurs plus que probable que la liste des nombreuses failles de sécurité de la 5G déjà identifiées avant même son déploiement, se voit rallongée. En effet, de nouvelles faiblesses peuvent être décelées au fil de nouvelles études et suite aux attaques inévitables sur le terrain. Il faut également noter qu'à ce jour il semble y avoir un manque d'études ayant eu accès à du matériel 5G afin de tester différents types de cyber-attaques.



En parallèle avec les analyses de l'Europe, qui ne semblent encore qu'au stade de l'inventaire des risques et de la mise en place de stratégies, les analyses de risque indépendantes n'ont pas traîné. En novembre 2018, le Journal du CNRS révélait déjà de multiples failles de sécurité de la 5G<sup>377</sup>. De plus récentes études présentées lors des conférences mondiales en cybersécurité en été et à l'automne 2019 aux Etats-Unis et au Royaume-Uni, ont identifié **11 faiblesses de conception**

**intrinsèques à la 5G, et 5 faiblesses de conception héritées de la 4G**<sup>378</sup>. Parmi ces faiblesses, pour n'en relever qu'une, un hacker peut forcer un terminal à fonctionner sur la 2/3/4G, éliminant ainsi tout l'intérêt des améliorations de sécurité apportées par la 5G.

En conclusion, vu la complexité de la question et le stade relativement peu avancé des recherches sur les vulnérabilités propres à la 5G, qui sont à mettre en balance avec l'élimination de *certaines* vulnérabilités de la 4G, il serait tout à fait **incorrect d'affirmer que la 5G offre plus de sécurité** que la 4G, comme osent clamer haut et fort certaines communications de marketing. **La tendance semblerait même plutôt indiquer à ce stade une forte multiplication des vulnérabilités et des risques.**

#### 6.7.4 La sécurité nationale et l'équilibre géopolitique mis à mal par la 5G

La globalisation de l'économie des télécommunications fait peser un très lourd **risque d'espionnage international, tant lié à l'industrie qu'au renseignement**. Le risque est réel de voir l'intégration dans les équipements réseau et machines connectées à la 5G, de fonctions de surveillance, de manière délibérée et à l'insu des utilisateurs. De tels dispositifs d'espionnage pourraient envoyer des informations confidentielles voire secrètes à des gouvernements ou sociétés espions.

En mai 2019, dans une optique de prévention contre l'espionnage, l'administration de Donald Trump a **interdit aux sociétés américaines d'utiliser du matériel 5G chinois**. En novembre

<sup>376</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/75984/3587>

<sup>377</sup> <https://lejournald.cnrs.fr/articles/la-5g-en-mal-de-securite>

<sup>378</sup> Syed Rafiul Hussain et al., "5GReasoner: A Property-Directed Security and Privacy Analysis Framework for 5G Cellular Network Protocol," Conference: the 2019 ACM SIGSAC Conference, novembre 2019 <https://relentless-warrior.github.io/wp-content/uploads/2019/10/5GReasoner.pdf>

2019, la Federal Communications Commission (FCC) liait les deux fournisseurs 5G chinois à un risque de sécurité nationale. L'administration demande à tous ses alliés d'être prudents vis-à-vis du fournisseur 5G Huawei en particulier. En Europe, de nombreux Etats suivent la tendance, mènent une approche prudente, et restreignent le rôle des vendeurs à « haut risque » dans les infrastructures sensibles.<sup>379</sup> Pour illustrer ceci, en janvier 2020 le gouvernement du Royaume-Uni refuse l'installation de matériel 5G chinois dans les infrastructures militaires et nucléaires<sup>380</sup>. La liste des pays ou organisations ayant banni Huawei de ses fournisseurs s'étend aujourd'hui bien au-delà des Etats-Unis et de l'Europe.<sup>381</sup>

Les raisons de ces précautions se trouvent notamment dans la loi sur le renseignement national de la Chine de 2017<sup>382</sup>, qui pour assurer sa suprématie mondiale, impose à toute société chinoise déployée à travers le monde une **collaboration à l'espionnage contre tout autre pays**, même en cas de nuisance aux intérêts de ce pays.

Ces jeux de force dépassent largement le cadre économique et se traduisent par des **tensions géopolitiques non seulement entre la Chine et le reste du monde, mais également entre les Etats-Unis et ses alliés historiques**, en raison des divergences dans les mesures prises à l'encontre des équipementiers chinois. Par exemple, le Royaume-Uni a tout de même autorisé que 35% des infrastructures non sensibles soient attribuées à Huawei, et a ensuite revu sa position suite aux pressions d'outre-Atlantique.

La 5G fait peser également un **risque sur la lutte contre le terrorisme**, car elle va rendre les écoutes de communications plus difficiles à réaliser. Selon Gilles De Kerchove<sup>383</sup>, coordinateur de la lutte anti-terrorisme de l'UE : « *Pour les forces de l'ordre et les autorités judiciaires, la 5G rendra plus difficile de procéder à des interceptions légales.* » (notre traduction).

## 6.8 La 5G pose des questions d'ordre éthique

Il suffit de se brancher sur les nouvelles de la radio, de la télévision ou d'Internet, pour se rendre compte de la multiplication récente des controverses remettant en question notre société et ses valeurs, tantôt sur des problématiques précises, tantôt sur les fondements mêmes de notre civilisation.

A travers des sections généralement courtes, nous abordons dans cette néanmoins longue section une large gamme de sujets dans la sphère de la morale et de l'éthique, liés de près ou de loin à la 5G.

Sans prétendre apporter de réponses et encore moins de solutions, ces ébauches ont pour objectif de lancer des pistes de réflexion dans le cadre de discussions ou débats, qu'ils soient initiés dans

---

<sup>379</sup> <https://thegeopolitics.com/transatlantic-relations-in-crisis-huawei-gets-partial-access-in-european-5g-networks/>

<sup>380</sup> Site officiel du gouvernement britannique: <https://www.gov.uk/government/news/new-plans-to-safeguard-countrys-telecoms-network-and-pave-way-for-fast-reliable-and-secure-connectivity>

<sup>381</sup> <https://www.channele2e.com/business/enterprise/huawei-banned-in-which-countries/>

<sup>382</sup> Site officiel du gouvernement du Canada: <https://www.canada.ca/fr/service-renseignement-securite/organisation/publications/la-chine-a-lerc-de-la-rivalite-strategique/la-loi-sur-le-renseignement-national-de-la-chine-et-lavenir-des-rivalites-avec-le-pays-sur-le-plan-du-renseignement.html>

<sup>383</sup> <https://www.statewatch.org/analyses/2019/a-world-without-wiretapping-official-documents-highlight-concern-over-effects-5g-technology-will-have-on-lawful-interception/>

un cadre familial, amical, citoyen ou politique. Notre opinion est exprimée en de rares occasions quand il nous semble utile de le faire, sans prétention de détenir la vérité sur des sujets sensibles et complexes.

### 6.8.1 Le changement climatique mènera-t-il à la régression ou à l'évolution de la société ?

A l'aube de la révolution industrielle, les prémisses de la course à la croissance sont apparues en Occident. Un modèle de société consumériste techno-industriel s'est répandu comme une trainée de poudre à travers le monde en à peine quelques décennies. Cette nouvelle activité a fini par rejeter des quantités phénoménales de *gaz à effet de serre*, déclenchant des effets indésirables successifs tel un jeu de dominos, marquant au fer rouge le monde dans sa globalité. Ce malaise, tel une excroissance pathologique de notre mode de vie, a pris des proportions dont nous ressentons à présent les premiers symptômes inquiétants. La face du monde a entamé un changement radical et notre capacité d'adaptation en tant qu'humains est mise à rude épreuve. La croissance ressemble pourtant de nos jours à un dogme inattaquable baigné d'une naïve ignorance des maux qu'elle entraîne. Emportés par l'ivresse de cette juteuse croissance, les régimes politiques complices tant à droite que plus récemment à gauche se sont l'un après l'autre laissé séduire par le chant des sirènes du « toujours plus ».

L'humain, armé de facultés intellectuelles supérieures aux autres espèces vivantes, n'a de cesse de vouloir dominer le monde et ses habitants. Au 18<sup>e</sup> siècle, la technologie des ingénieurs combinée à une ignorance flagrante des lois naturelles et des limites physiques du monde, ont ouvert la boîte de Pandore : la voie vers une révolution industrielle. Au VIII<sup>e</sup> siècle avant notre ère, le poète Hésiode racontait que **Pandore**, première femme de l'humanité, ouvrit par curiosité la jarre que Zeus lui avait confiée, contenant tous les maux de l'humanité. La jarre, renommée « boîte » par la suite, contenait la Vieillesse, la Maladie, la Guerre, la Famine, la Misère, la Folie, le Vice, la Tromperie, la Passion, l'Orgueil ainsi que l'Espérance (qu'on peut aussi traduire par l'appréhension ou la crainte de l'avenir).

Le **changement climatique**<sup>384</sup>, qu'on en soit convaincu ou non, est une réalité scientifique avérée et observée. Qu'on y voie ou non un lien, proche ou éloigné, avec l'activité humaine, n'a aucune importance dans l'équation et ne l'arrêtera pas. Les *gaz à effet de serre*<sup>385</sup> (GES) sont une cause importante du changement climatique. Enfin, le **dioxyde de carbone** (CO<sub>2</sub>) émis par l'activité humaine, est un GES mettant plus de 10 000 ans à disparaître de notre atmosphère une fois émis. Nous ne sommes donc, après 150 ans, qu'au *tout* début d'une nouvelle ère géologique : **l'anthropocène**, dont le nom indique l'empreinte majeure de l'être humain, pour la première fois dans l'histoire de notre Terre.

Le climat stable que l'humain a connu durant les dix millénaires passés  
jusqu'au 20<sup>e</sup> siècle, a permis à l'humanité de se sédentariser.  
Suite à l'activité humaine qui vient de se produire ces 150 dernières années,  
**l'humanité ne devrait plus jamais connaître de climat stable.**

<sup>384</sup> Vidéo indispensable par Jean-Marc Jancovici, cours pour ingénieurs à Mines Paris Tech sur le **changement climatique**. Réflète la **réalité scientifique**, loin des discours médiatiques ou politiques (2019) 2h23  
[https://slides.pimoid.fr/jancovici/mines\\_2019/cours\\_3/](https://slides.pimoid.fr/jancovici/mines_2019/cours_3/)

<sup>385</sup> <https://www.picbleu.fr/page/gaz-a-effet-de-serre-qui-absorbent-une-partie-des-rayons-solaires>

Il est donc envisageable de devoir se rediriger **vers une société nomade**,  
reléguant la sédentarité à une époque révolue.<sup>386</sup>

Le changement climatique, enclenché ou aggravé par la révolution industrielle, est une véritable cristallisation du mythe de Pandore dans notre monde matériel moderne. Les effets indirects de l'instabilité climatique sur notre environnement et nos sociétés, pourraient être en train de mener l'humanité à *tous* les maux libérés par Pandore. Le mythe raconte également que seule l'Espérance (ou plutôt l'appréhension) resta dans la jarre de Pandore sans s'en échapper. Nous n'avons en effet pas pu « appréhender » les conséquences, que nous commençons à peine à ressentir. L'appréhension a-t-elle — comme dans le mythe — échappé à son destin, laissant la place au contraire à une candide ignorance de la dure réalité qui nous attendait ? L'appréhension aurait-elle pu révéler plus tôt le précipice qui se tenait devant nous ?

Pourtant, **l'industrie du pétrole savait** déjà quelle hausse de température nous attendait au début des années 80<sup>387</sup>. Elle a honteusement camouflé la sombre vérité du changement climatique en la niant publiquement au cours des décennies. De même, **l'industrie des télécoms connaît parfaitement l'existence de risques sanitaires** liés à ses produits, et joue un double jeu en niant l'existence d'effets avérés, tout en se déresponsabilisant par la mise en garde des utilisateurs en tout petits caractères dans ses manuels d'utilisation.

**La 5G déployée à grande échelle, nous l'avons vu au chapitre *Conclusions sur les impacts environnementaux de la 5G* (page 86), s'inscrirait exactement dans tous les travers de la société consumériste.** La 5G aggraverait la croissance numérique de façon dramatique, accélérerait la consommation énergétique, la déplétion des ressources non renouvelables et les émissions de gaz à effet de serre de manière très significative.

## 6.8.2 La 5G : expérimentation de masse

Les procès et le **Code de Nuremberg**<sup>388</sup> de 1947 ont condamné l'expérimentation non consentie sur des cobayes humains.

**Selon différents juristes à travers le monde, le déploiement public de la 5G mènerait à des violations à très grande échelle des droits fondamentaux des êtres humains, de la faune et de la flore, privant ainsi chacun de son droit à une vie la plus saine possible.** Leurs arguments légaux sont synthétisés à la section *Conclusions sur les problèmes légaux et réglementaires liés à la 5G* (page 116).

A ce jour, il n'existe **aucune étude indépendante sur l'impact sanitaire** potentiel du déploiement de la 5G. Les risques sanitaires sont pourtant nombreux et liés notamment à des maladies graves. Des altérations génétiques peuvent courir sur plusieurs générations. Ces risques sont résumés à la section

<sup>386</sup> Vidéo "Climat : le nouveau défi des ingénieurs" (voir 06:40 à 08:55) à EPFL, Suisse (septembre 2020) <https://www.youtube.com/watch?v=XnLNCWMCFWs>

<sup>387</sup> Ibidem (voir 41:50 à 43:40)

<sup>388</sup> [https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm\\_CodeNuremberg\\_TradAmiel.pdf](https://www.inserm.fr/sites/default/files/2017-11/Inserm_CodeNuremberg_TradAmiel.pdf)

*Conclusions sur les impacts sanitaires de la 5G* (page 45). Afin d'éviter ces risques pour la population actuelle et pour les générations futures, **un recours au principe de précaution sur le déploiement de la 5G est réclamé à travers de nombreux appels** (voir la section *Des appels internationaux alarmants* (page 118).

Suite à cette situation empreinte de grandes incertitudes, diverses questions pourraient surgir :

<p>Comment évaluer les risques liés à une technologie, de manière indépendante et sans conflits d'intérêts ?</p> <p>Quel niveau de risque sanitaire serait acceptable pour autoriser un déploiement technologique, sans étude d'impact préalable ?</p> <p>Une nouvelle technologie ou un nouveau produit doit-il être évalué avant son utilisation, suivant le principe de « diligence raisonnable », concernant les risques et impacts sur la santé, la sécurité, l'environnement, les ressources naturelles, l'emploi, l'économie, l'équilibre géopolitique et l'éthique ?</p> <p>Est-il conforme à l'éthique de prendre une partie de la population comme cobaye, afin d'évaluer les impacts d'un produit ou d'une technologie ?</p> <p>Est-il moral de ne pas laisser la possibilité à la population d'échapper aux rayonnements de la 5G, dans le cadre d'un déploiement global ?</p>
--

### 6.8.3 Des personnes hypersensibles bannies de la société

Nous avons déjà brièvement abordé les aspects sanitaires de l'hypersensibilité électromagnétique à la section *Hypersensibilité Electromagnétique (HSEM ou EHS)* (page 41).

L'EHS n'est pas reconnue comme maladie par l'OMS. A travers le monde, elle n'est à ce jour **reconnue qu'en Suède**, comme handicap fonctionnel. Le système suédois de soins de santé va jusqu'à rembourser l'installation de systèmes de protection contre les rayonnements électromagnétiques dans les habitations.

Ailleurs à travers le globe, les associations continuent de lutter afin que ce problème sanitaire qui dérange, soit notamment reconnu comme maladie.

En Belgique, les associations de défense des personnes EHS en Belgique (AREHS asbl en Belgique francophone et VEHS en Flandre) ont été auditionnées le 9 novembre 2020 dans le cadre d'une proposition de résolution relative à la reconnaissance de l'EHS déposée au Sénat<sup>389</sup>. Leurs auditions ont été suivies le 27 novembre par celle du Prof. Dominique Belpomme, médecin oncologue, spécialisé dans les pathologies en lien avec la pollution électromagnétique et chimique, détenteur de la plus grande série mondiale standardisée de cas d'EHS<sup>390</sup>.

<sup>389</sup> Déjà cité : Auditions au Sénat de Belgique, Commission des Matières transversales ARHES, 6/11/2020, 16 min (voir: 1h39min30s - 1h55min30s)  
<https://youtu.be/vM14hJv4IHw?t=5970>

<sup>390</sup> Déjà cité : Auditions au Sénat de Belgique, Commission des Matières transversales

Pour tenter de comprendre l'ampleur et la dimension humaine du problème, il faut d'abord imaginer la situation des EHS au sein même de leur **famille** et de leur **cercle d'amis**. Dans la très large majorité de pays enclins à suivre l'avis de l'OMS au sujet de l'EHS, les malades sont bien souvent suspectés, voire accusés, de troubles psychologiques par leur entourage et leur médecin. S'ensuit souvent un manque cruel de soutien familial, amical et médical, ainsi que des tensions et situations insoutenables pouvant aller jusqu'à la rupture de la cellule familiale, avec des ramifications sur l'ensemble de la famille. Lorsqu'ils doivent voir des amis ou la famille à l'extérieur de chez eux, le fait d'imposer de fortes contraintes quant aux lieux de rencontre et quant à l'utilisation des téléphones cellulaires et autres appareils connectés, peut détériorer la relation. Leur entourage doit donc également s'adapter à leur trouble. Les EHS sont souvent contraints de déménager vers des « zones blanches », moins exposées aux rayonnements électromagnétiques, rajoutant un facteur de stress parmi les plus importants à des conditions de vie déjà difficiles. Pour les moins chanceux n'ayant pas la possibilité de déménager, une alternative est de vivre dans des caravanes loin de l'électrosmog, de dormir dans leur voiture ou encore de dresser une tente au milieu de nulle part. Dans les cas plus graves, les EHS sont voués à un isolement quasi complet, et dépendent du bon vouloir de leur entourage pour leur approvisionnement en produits essentiels, ne pouvant plus se déplacer que dans les limites restreintes des zones blanches. Telles des oasis pour électro-hypersensibles dans un désert d'électrosmog toxique, les zones blanches disparaissent pourtant une à une, laissant la place au désert qui avance à leur grand désespoir.

Ce retour à une **vie nomade** et l'image du désert, rappellent malheureusement le climat chaud et instable que verront nos descendants lors des siècles à venir. Après le Wi-Fi, la 4G, la 5G et les réseaux du futur, le climat du futur pourrait nous ramener à une vie nomade (voir page 133). Les électro-hypersensibles seraient-ils les pionniers malgré eux d'un destin déjà tracé de l'humanité vers un retour au nomadisme ? Ironiquement, en France, les applications sur smartphone sont dites applications « nomades »<sup>391</sup>. Ces « apps nomades » sont pourtant totalement insupportables aux *vrais* nomades de cette histoire. Hélas, il ne s'agit pas ici de fiction ni de science-fiction, mais de la réalité quotidienne de 2020 pour un groupe de personnes qui ne cesse de croître, comme nous l'avons vu au chapitre sanitaire.

La plupart des **activités professionnelles** nécessitent de nos jours l'accès à des lieux exposés à des champs électromagnétiques importants, par exemple pour rencontrer des collègues, clients ou fournisseurs. Dans mon cas personnel, j'ai été professionnellement exposé aux rayonnements intenses régnant dans les laboratoires d'un fabricant de matériel télécom, mais heureusement limités dans le temps. Les EHS sont bien souvent contraints de limiter voire d'**interrompre définitivement leur activité professionnelle**. Les plus courageux et indépendants doivent **se reconvertir** dans des métiers pratiqués loin des antennes-relais, des Wi-Fi, des téléphones portables et autre matériel connecté. L'**incompréhension des employeurs** vis-à-vis de l'EHS les mène souvent à laisser l'employé(e) indéfiniment en congé de maladie. La cause du problème, liée à la toxicité de l'environnement de travail, est rarement éliminée, rendant dès lors impossible un retour au travail, et manquant l'opportunité de limiter le risque pesant sur la santé du reste du personnel.

---

Déjà cité : Prof. D. Belpomme, 27/11/2020, 48 min (voir: 2h29min45s - 3h17min55s)

<https://youtu.be/QP4yP3NbrdY?t=8990>

<sup>391</sup> [https://eduscol.education.fr/sti/ressources\\_pedagogiques/concevoir-et-programmer-une-application-nomade](https://eduscol.education.fr/sti/ressources_pedagogiques/concevoir-et-programmer-une-application-nomade)

En bref, aux niveaux d'exposition aux ondes que nous rencontrons déjà actuellement avec les technologies existantes (2G, 3G, 4G, Wi-Fi, DECT, radio et télédiffusion, etc...), les cas sévères d'EHS subissent un réel **isolement, des drames familiaux et professionnels** et sont **mis en marge de la société**. Dans un tel contexte, la crainte d'un déploiement généralisé de la 5G semble justifiée. Les nouvelles caractéristiques des **ondes de la 5G**, mais aussi les niveaux d'exposition supérieurs nécessaires à un déploiement économiquement rentable pour les opérateurs, risquent de faire basculer **une frange encore plus large de la population dans l'électrohypersensibilité**.

On pourrait dès lors s'interroger sur les aspects suivants liés à l'EHS :

La position de l'OMS concernant l'EHS prend-elle en compte les données cliniques et les études scientifiques établissant un lien avéré ou possible entre les symptômes documentés de l'EHS et l'exposition aux champs et rayonnements électromagnétiques artificiels ? Si c'est le cas, pourquoi l'OMS refuse-t-elle de reconnaître officiellement que l'origine des troubles présentés par les EHS réside dans l'exposition ?

Quels sont les freins à un recensement des personnes présentant des symptômes d'EHS ?

Quel pourcentage de la population devra se plaindre d'EHS avant que les autorités sanitaires ne prennent des mesures de prévention et de réparation ?

Dans un système démocratique, peut-on accepter, au nom du progrès technologique, que des citoyens, en nombre croissant, soient laissés pour compte au niveau social, familial et professionnel ?

Quels sont les fonds publics investis dans la recherche destinée à comprendre et soulager les symptômes liés à l'EHS ? Ces montants sont-ils comparables aux montants investis dans la recherche et le déploiement des technologies émettant des champs électromagnétiques ?

En l'absence d'études d'impact sanitaire de la 5G en conditions réelles, comment évaluer les risques d'aggravation des symptômes des personnes qui sont déjà EHS, et les nouvelles apparitions de ces symptômes sur une plus large population ?

#### 6.8.4 Des phénomènes d'addiction à la technologie

Le phénomène d'addiction aux écrans, smartphones ou jeux vidéo est de plus en plus constaté, surtout chez les jeunes. Il s'agit d'un véritable **problème de santé publique**. Les symptômes de dépendance apparaissent chez des enfants **de plus en plus jeunes**. Les médecins sont amenés à devoir donner des injonctions aux parents afin d'éviter totalement les écrans chez les moins de trois ans.

Des enfants d'à peine trois ans peuvent présenter des troubles du langage allant jusqu'à l'absence de parole. Une **diminution des capacités** d'apprentissage, de concentration et d'entrée en relation avec l'entourage, ainsi que le décrochage scolaire sont constatés.

En 2020, les adolescents passent déjà en moyenne plus de temps devant leurs écrans que devant leurs professeurs. L'étude étatsunienne ABCD<sup>392</sup> est la plus vaste portant sur le développement du cerveau chez les adolescents. Elle étudie entre autres les effets liés à l'exposition à diverses technologies numériques, sur douze mille enfants et adolescents. Malheureusement, l'étude est encore en cours et ses conclusions ne seront disponibles qu'en 2027.

Par contre, on sait déjà grâce à l'imagerie médicale cérébrale, qu'une addiction à Internet chez les adolescents produit un rétrécissement du cortex frontal. La communication dans le cerveau est ralentie (déficit de transfert) et les capacités cérébrales sont affectées de façon mesurable. Des symptômes proches de l'autisme ou des troubles bipolaires y sont liés.

Comme pour les autres drogues, tant chez les enfants que les adultes, les écrans interactifs augmentent le taux de **dopamine** dans le cerveau. La dopamine donne une sensation agréable que l'on tente de reproduire. Les adultes ne sont pas épargnés par l'addiction et prennent en main leur smartphone plus de deux cents fois par jour en moyenne. De nombreuses applications mobiles sont conçues pour tenir les utilisateurs en alerte permanente et encourager voire récompenser une utilisation active (de type *j'aime* ou *like*). Les algorithmes derrière les apps sont créés afin de fournir une dose régulière de dopamine et entretenir l'addiction, souvent volontairement. Sean Parker, co-fondateur de Facebook repent, parle d'une « *exploitation de la vulnérabilité de la psychologie humaine (...) nous en avons conscience et nous l'avons pourtant fait.* » (notre traduction). L'industrie des réseaux sociaux se rend parfaitement compte des abus liés aux applications qu'elle a développées. En 2020 certains ex-managers repentis des grandes sociétés d'Internet témoignent dans un documentaire sur Netflix<sup>393</sup>. D'autres reportages vidéo sur l'addiction aux écrans<sup>394,395</sup> permettent de mieux comprendre l'ampleur et la dimension humaine du problème.

Pour la génération « Z » en particulier, née autour de l'an 2000, le smartphone peut être vu comme un prolongement de soi. Dans cette optique, communiquer oralement avec ses semblables autour de soi peut sembler tout à fait naturel, quand bien même tous les interlocuteurs du groupe ont les yeux et les pouces rivés à leur smartphone. Mettons-nous un instant à la place d'un(e) adolescent(e) ressentant un besoin d'une relation plus authentique et non polluée par les interruptions constantes et volontaires des écrans. Elle (il) pourrait avoir bien du mal à imposer son besoin de retour au naturel à son entourage, dont le besoin est avant tout de poursuivre une quête effrénée de dopamine. Comme dans les pauses cigarette en groupe, changer de comportement individuel en se démarquant du groupe peut être une démarche complexe, voire impossible.

---

<sup>392</sup> <https://www.drugabuse.gov/drug-topics/adolescent-brain/longitudinal-study-adolescent-brain-cognitive-development-abcd-study>

<sup>393</sup> "Derrière nos écrans de fumée" (Netflix), 2020

<sup>394</sup> "Génération écrans, génération malade ?" (Arte), septembre 2020, <https://www.youtube.com/watch?v=ovbeMGfSO2M>

<sup>395</sup> Envoyé Spécial, "L'addiction aux écrans : « héroïne numérique »" (France 2), janvier 2018, <https://www.youtube.com/watch?v=DyK4vxbAmwQ>

L'« **addiction** » au jeu vidéo est une pathologie reconnue par l'OMS. Serge Tisseron<sup>396</sup> met cependant en garde contre les dérives de cette reconnaissance récente et controversée. Dans l'adolescence, l'étiquette d'« addict » serait stigmatisante et ouvrirait la porte à des traitements pharmacologiques inadéquats. Des prescriptions abusives pourraient mener à un scandale sanitaire comparable à celui de la Ritaline. Plusieurs études démontrent l'absence de lien entre un excès de jeu vidéo chez l'adolescent dont le cerveau n'a pas encore développé la capacité à contrôler ses impulsions, et une surconsommation à l'âge adulte. Cette capacité se développe à un âge situé entre 16 et 25 ans. L'excès est très souvent corrélé avec une fuite des problèmes auxquels l'ado ne veut pas faire face. La consommation excessive peut disparaître et être remplacée du jour au lendemain par un engagement dans une relation amoureuse, contrairement à l'alcool ou la drogue, selon Tisseron. La bonne nouvelle est que suite à l'arrêt de la surexposition aux jeux vidéo, l'« addiction » cesse et les capacités mentales se redéveloppent.



Vu la prise d'ampleur du phénomène d'addiction aux écrans, des **médecins se spécialisent** et des services hospitaliers de sevrage apparaissent. En 2015, les Cliniques Universitaires Saint-Luc (Belgique) ont créé une clinique des troubles liés à Internet et au jeu<sup>397</sup>. En Chine et en Corée du Sud, le problème de santé publique est pris très au sérieux. La loi y impose une durée quotidienne maximale devant les jeux vidéo. Ces réglementations sont en réalité restées sans effet sur les habitudes des *gamers*.

Bien plus préoccupante, une nette augmentation des cas de **suicide**<sup>398</sup> **chez les mineurs**, est associée à l'utilisation des smartphones et des réseaux sociaux, notamment en Suisse, en Espagne, aux Etats-Unis et au Japon. Le **harcèlement moral** et autres échanges désagréables subis à l'école, se prolongent à la maison à travers les réseaux sociaux. Les sentiments à l'origine d'idées suicidaires, comme celui d'être mis à l'écart ou de représenter un poids pour la société, semblent engendrés et renforcés par leur utilisation. Des **défis** extrêmement dangereux lancés aux jeunes vont jusqu'à pousser au suicide. Des services d'aide au suicide voient le jour, et les réseaux sociaux y permettent malheureusement un accès plus aisé. Enfin, certains actes désespérés sont retransmis en direct, voire des suicides collectifs, organisés plus facilement sur les réseaux sociaux.

Malgré ce constat déplorable, **il ne faut pas pour autant diaboliser la technologie** ou ses applications. Certains bénéfices sociétaux offerts par les technologies numériques modernes sont énumérés à la section *La place de l'humain dans un monde tout-connecté* (page 144). Par rapport au jeu vidéo en particulier, des études démontrent que les capacités d'attention peuvent être

<sup>396</sup> <https://sergetisseron.com/blog/le-piege-de-laddiction-aux-jeux-vidéo/>

<sup>397</sup> <https://www.saintluc.be/services/medicaux/psychiatrie-adulte/slmaq-troubles-internet.pdf>

<sup>398</sup> <http://www.iredic.fr/2018/02/25/le-role-des-reseaux-sociaux-face-au-suicide-provocateurs-ou-sauveurs/>

améliorées grâce à la pratique de certains jeux vidéo (pas tous !), tant chez les plus jeunes que chez les plus vieux. De réelles thérapies numériques sont d'ailleurs en développement, afin d'améliorer la mémoire et l'attention. L'étude « ABCD » a démontré un lien entre l'utilisation de certains jeux vidéo et un surdéveloppement du lobe frontal, sans conclure à ce stade à une bonne ou mauvaise chose. Comme avec tout produit potentiellement addictif, le temps passé devant les écrans doit être adapté à l'âge et la modération est toujours de mise.

Où situer l'origine de ces phénomènes d'addiction ? L'Apple iPhone n'aurait sans doute pas eu le même succès sans la 3G, bien plus rapide que la 2G, ou sans Google et ses apps révolutionnaires. L'addiction numérique semble en réalité le fruit de la **rencontre de différentes technologies** fonctionnant en symbiose. On pourrait blâmer la miniaturisation, la rapidité de calcul, les caméras embarquées et l'interface intuitive des **smartphones**. On pourrait incriminer les **réseaux sociaux** de nous avoir enchaînés de force à leurs murs virtuels. On pourrait se lamenter des **connexions mobiles** aux vitesses toujours plus étourdissantes. Il pourrait sembler juste de jeter la pierre au monde politique par manque de réglementation, aux parents par défaut d'encadrement de l'usage du numérique sous leur toit, ou aux écoles d'autoriser l'usage de smartphones dans leur enceinte.

Comme nous l'indiquons à la section *Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 172), la 5G n'apporte aucun réel avantage au quotidien des consommateurs. **Le caractère addictif spécifique de la 5G, même déployée à grande échelle, n'est donc pas démontrable.** Une utilisation plus forte des réseaux sociaux suite au passage à la 5G est loin d'être une certitude. Tous les ingrédients nécessaires à ce cocktail explosif addictif étaient déjà réunis lors de la 3G. Or il est impossible de prédire les hypothétiques applications futures, ou les améliorations que la 5G apporterait, qui ne seraient pas réalisables avec d'autres technologies.

La seule application existante à potentiel addictif, même si son utilité est très discutable en déplacement, serait la *réalité virtuelle* (VR). Si elle devenait encore plus « immersive » et réaliste en 5G qu'en 4G, il est probable qu'un utilisateur soit moins tenté d'arrêter l'expérience. Ce type de comportement est observé avec les jeux vidéo en ligne, où une moins bonne expérience de jeu décourage l'utilisateur, qui finit par quitter le jeu plus tôt. **Le risque d'induire un « effet 5G addictif », à travers des expériences de réalité virtuelle plus réalistes, est donc possible mais invérifiable.**

#### 6.8.5 La 5G : nécessité, besoin, ou envie ?

Selon le psychologue américain Abraham Maslow<sup>399</sup>, les **besoins humains** comptent cinq catégories, représentées par une pyramide. La base de la pyramide compte les besoins **physiologiques** de maintien de la vie, comme la respiration, l'alimentation, la température corporelle, le repos, l'activité physique, etc. La seconde catégorie regroupe les besoins de **sécurité** (un toit, la stabilité, un environnement prévisible, etc.). Le troisième étage de la pyramide compte les besoins **sociaux** comme l'affectivité, l'appartenance à un groupe, l'estime et la reconnaissance de la part des autres. La quatrième catégorie porte sur l'**estime** de soi, et la cinquième sur le besoin d'**accomplissement** personnel. Les différents étages sont interdépendants, et tout l'édifice peut s'effondrer si les étages inférieurs sont mis à mal. On pourrait y rajouter la

---

<sup>399</sup> [https://fr.wikipedia.org/wiki/Abraham\\_Maslow](https://fr.wikipedia.org/wiki/Abraham_Maslow)

spiritualité, mais notre approche vise la situation actuelle au niveau des deux premiers étages de la pyramide, nécessaires à notre simple survie.

Déjà à l'aube de l'humanité, la satisfaction de nos besoins physiologiques était liée à la disponibilité d'un air sain, d'une eau saine et d'une nourriture saine et variée, dans un environnement sain. La stabilité de notre température corporelle nécessitait des vêtements, du bois de chauffe, la fraîcheur des étendues d'eau et des rivières, ou encore un abri contre le froid ou la chaleur. Nos besoins de sécurité contre les prédateurs ou ennemis, nous ont également amenés à nous abriter dans des cavernes ou à bâtir. L'agriculture garantissant plus de sécurité alimentaire, est liée au passage à un mode de vie sédentaire rendu possible grâce à la stabilisation du climat.

En 2020, après des dizaines de millénaires d'évolution et de progrès techniques, ces **nécessités élémentaires ne sont toujours pas accessibles à tout un chacun sur Terre**. Même dans nos pays dits « développés », c'est-à-dire au produit intérieur brut (PIB) par habitant relativement élevé, les besoins physiologiques et de sécurité ne sont pas réellement satisfaits. La qualité de **l'air, de l'eau, de la nourriture**, est affectée par les **pollutions** omniprésentes. Même sur le plan quantitatif, nous sommes loin de l'abondance car de nombreux ménages peinent à se nourrir correctement au quotidien. En France<sup>400</sup> on estime à 18% le nombre de pauvres en 2020. En Belgique<sup>401</sup>, 15% des citoyens sont à risque de **pauvreté**. Les **sans-abris** sont encore victimes du froid en hiver. Selon la fondation Abbé Pierre<sup>402</sup>, la France compte près de 4 000 000 de mal logés (6% de la population), dont 140 000 sans domicile (0,2 % de la population).

La **sécurité** sanitaire est confrontée aux menaces trop bien connues liées aux **pollutions** des industries, causant des **dizaines de millions de morts chaque année**. Selon l'OMS<sup>403</sup>, il y aurait 6,5 millions de morts par an liées uniquement à la pollution de l'air. Au chapitre *Arguments Sanitaires* (page 16), nous abordons les risques encourus actuels et futurs liés à l'exposition aux **champs électromagnétiques artificiels**. De même, la sécurité de la population est mise à mal dans les régions plus sèches, en raison des **feux de forêt** accentués depuis 60 ans par le réchauffement climatique<sup>404</sup>. La revue Nature indique que l'étendue des régions rendues inhabitables en raison des **chaleurs létales**<sup>405</sup> va inéluctablement et très significativement augmenter, même en cas de réductions drastiques des émissions de gaz à effet de serre. En 2020, 30% de la population mondiale est déjà exposée à au moins 20 jours par an de chaleurs létales. En 2100, dans le cas où les émissions de CO<sub>2</sub> d'origine *anthropique* seraient réduites dès 2020 de façon drastique, 48% de la population vivrait dans ces conditions, et si rien n'est fait 74%.

---

<sup>400</sup> <https://www.francetransactions.com/le-saviez-vous/combien-de-pauvres-en-france.html>

<sup>401</sup> <https://statbel.fgov.be/fr/themes/menages/pauvrete-et-conditions-de-vie/risque-de-pauvrete-ou-dexclusion-sociale>

<sup>402</sup> [https://www.fondation-abbe-pierre.fr/documents/pdf/reml\\_2020\\_cahier\\_4\\_les\\_chiffres\\_du\\_mal-logement-sfp.pdf](https://www.fondation-abbe-pierre.fr/documents/pdf/reml_2020_cahier_4_les_chiffres_du_mal-logement-sfp.pdf)

<sup>403</sup> <https://www.who.int/publications/10-year-review/health-guardian/fr/index1.html#:~:text=La%20pollution%20de%20l'air,cause%20le%20plus%20de%20d%C3%A9c%C3%AAs.>

<sup>404</sup> <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/impacts-du-changement-climatique-sur-les-phenomenes-hydrometeorologiques/changement-climatique-et-feux-de-forets>

<sup>405</sup> Mora C. et al, " Global risk of deadly heat ", Nature Climate Change, juin 2017  
[https://www.researchgate.net/publication/318173438\\_Global\\_risk\\_of\\_deadly\\_heat](https://www.researchgate.net/publication/318173438_Global_risk_of_deadly_heat)

L'insécurité liée à la mort par hyperthermie (chaleur) s'accroîtra donc, y compris aux latitudes moyennes.

Dans les pays dits « en développement », la situation est bien pire que celle des pays développés. La population y est parfois confrontée à des situations inconnues chez nous, comme les famines, les guerres, les épidémies et les pollutions déréglementées et incontrôlées.

Le modèle de société techno-industriel a **transformé l'humain en consommateur** de plus en plus avide de biens et services. La croissance continue, suit avant tout une volonté de **rentabilité à court terme** des investisseurs. Afin d'écouler toujours plus de produits, la confusion est volontairement entretenue par l'industrie entre besoins et envies. Bien sûr, la technologie, les machines et l'automatisation nous ont soulagés de bon nombre de tâches manuelles, dans bien des aspects de la vie. Cependant, un **mode de vie** impliquant des habitudes, même prolongées sur plusieurs générations, ne font **pas de ces habitudes des besoins**.

Notre mode de vie consumériste se trouve face à des **bouleversements radicaux**. En effet, la science et les mathématiques les plus élémentaires nous apprennent que la décroissance est toute proche (voir *Raréfaction des ressources naturelles et décroissance accélérée*, page 78). L'industrie, soutenue par les gouvernements, voudrait encore nous faire miroiter un idéal d'abondance et de croissance. Elle a donc **intérêt à laisser la population dans l'ignorance** des faits observés scientifiquement, indiquant une **décroissance** pourtant inévitable. Il est plus que temps de casser le moule et de revoir la recette, pour nous recentrer sur nos réels besoins d'humains. Nous semblons oublier notre **premier besoin collectif** qui, comme pour toute espèce vivante, est la **survie de notre espèce**.

La  **Crainte** de devoir changer nos habitudes de vie est donc plus que jamais justifiée et parfaitement légitime. Le besoin de réconfort qui en découle ne peut être satisfait qu'en faisant face à la réalité de la décroissance, à ses conséquences, et aux solutions encore à mettre en place, nécessitant des innovations dans un objectif de progrès à long terme.

Nous vivons un moment charnière dans l'Histoire, où la consommation tant de ressources naturelles que d'énergie par habitant n'a jamais été égalée. La pauvreté et **l'inégalité d'accès au confort matériel** sont pourtant toujours une réalité. Cette culmination d'abondance liée au productivisme, réservée aux plus chanceux, se fait malheureusement au détriment des générations futures du troisième millénaire et des suivants. Les ressources non renouvelables extraites de la Terre, consommées aujourd'hui ne le seront plus par nos descendants.

Nos **envies** immédiates dirigées par une vision à court terme l'ont emporté sur nos réels **besoins** physiologiques, de sécurité et de survie à long terme. Ces besoins de base dépendent tant d'une relative stabilité climatique que de la disponibilité de ressources naturelles, déjà largement mises à mal. Une remise en question de nos priorités et de nos habitudes de consommation est nécessaire et urgente. Chaque année, chaque mois, chaque jour passé à s'accrocher fébrilement à un mode de vie consumériste dépassé, précipite davantage les générations à venir dans la **chute vers la décroissance**.

Au chapitre *Faux arguments technologiques* (page 168), nous décrivons de nombreuses applications qui, selon l'industrie, tireraient profit de la 5G. On peut en conclure que si certaines industries bien particulières (ex. production industrielle, activité portuaire) pourraient trouver un avantage dans la **5G, le grand public n'y verra aucun intérêt au quotidien**. Derrière la volonté de faire la 5G, se cache surtout l'intérêt industriel d'écouler plus de matériel de télécommunications et plus de données à moindre coût pour les opérateurs de téléphonie mobile.

**L'Internet des Objets** (Ido ou *IoT* en anglais) a donné naissance à des objets connectés dont l'inutilité laisse souvent pantois, quand ils ne s'accompagnent pas de réels dangers pour leurs utilisateurs. Matt Hatton et William Webb<sup>406</sup> pointent l'inutilité ou les problèmes de conception des objets connectés comme une des nombreuses causes d'échec relatif de l'IdO. Pour ne citer que quelques exemples, il existe le maillot connecté, le rasoir connecté, la poupée connectée, le frigo connecté, la douche connectée, la couche culotte connectée,... *L'Internet des Objets* a pourtant le potentiel de donner naissance à des applications réellement utiles et bénéfiques. L'IdO peut s'attaquer également à des problématiques de durabilité, comme par exemple celle de lutter contre le changement climatique ou de réaliser des économies d'énergie. Mais il est **erroné de prétendre que la 5G soit nécessaire au développement de l'IdO** ou des applications qui en tireraient profit. Nous abordons ce mythe à la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180).

Il est également **erroné et trompeur de prétendre que la 5G permettrait de réduire la consommation énergétique** des réseaux de télécommunication ou d'autres secteurs d'activité. L'industrie de la 5G tente malheureusement de le faire croire à travers une propagande bien menée. Il n'existe à ce jour aucun besoin démontré lié à la 5G dans la lutte contre le changement climatique, comme indiqué à la section *Faux arguments environnementaux* (page 210).

Voici quelques pistes de réflexion à l'aube de la 5<sup>e</sup> génération de téléphonie mobile :

Communiquer à distance, sans fil, en déplacement correspond-il à un réel besoin, à une envie ou à une addiction ? S'il s'agit d'un besoin, comment expliquer que l'espèce humaine ait survécu jusqu'au 19<sup>e</sup> siècle sans les télécommunications ?

Combien de vies sont sauvées grâce aux télécommunications,  
et combien sont sacrifiées en contrepartie ?

Vaut-il mieux investir des milliards dans l'innovation, la recherche et le développement pour l'avenir des générations futures (décarbonation, low-tech, éco-conception, etc), ou dans une toute nouvelle infrastructure planétaire de réseaux mobiles ?

Comment acquérir de nouveaux réflexes de consommation,  
telle une remise en question de nos besoins avant tout nouvel achat,  
ou une réflexion sur l'impact environnemental de nos produits ?

---

<sup>406</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

Comment développer une nouvelle génération de produits, tenant compte de réels besoins dès la conception, intégrant une analyse complète et visible pour le consommateur de l'impact environnemental sur l'ensemble du cycle de vie du produit (LCA) ?

### 6.8.6 La place de l'humain dans un monde tout-connecté

Les relations humaines se produisent de moins en moins en présence physique les uns des autres. La communication par machines interposées prend une ampleur toujours croissante. Après le télégraphe (avec ou sans fil), le téléphone, la radio et le téléphone portable, la technologie *numérique (digitale)* a vu le jour et permis de nouvelles manières de communiquer. La prolifération des communications mobiles numériques a débuté avec le bipeur, le GSM (2G) et ses textos (SMS), et quelques tentatives sans grand succès comme les messages multimédia (MMS) permettant d'envoyer des photos ou les prémices de l'Internet mobile (WAP). Les smartphones équipés de caméras de qualité, combinés aux débits et temps de réponse de la 3G ont ouvert la voie au succès du partage de photos et vidéos, mais aussi des appels vidéo. Les réseaux sociaux sur smartphone sont devenus addictifs car ils permettent de suivre (*follow*) les idées et activités partagées (*posts*) d'autres personnes en temps réel.

Toutes ces applications de **télécommunications** ont profondément modifié les comportements et les habitudes de vie, avec des **avantages qu'il serait injuste d'oublier**. Les connexions des réseaux de télécommunication ont permis d'élargir les réseaux interpersonnels. Le nombre de contacts entre personnes a été démultiplié. Bon nombre de professions et de loisirs peuvent maintenant se pratiquer à distance. Le rôle des télécommunications va même bien plus loin. L'appel aux services de secours dès la constatation d'un accident sauve des vies. La télémédecine est devenue une réalité surtout en zones rurales. Les réseaux sociaux ont permis d'organiser et de faire des révolutions comme le printemps arabe<sup>407</sup>, ou révélé des injustices sociales comme le meurtre de George Floyd<sup>408</sup> aux Etats-Unis.

On peut bien sûr se demander si la diminution de la qualité ou de la quantité des contacts humains est liée à la **technologie** ou à **l'usage que l'on en fait**. Sommes-nous libres de ne pas vérifier nos écrans tactiles régulièrement ? Ou sommes-nous plutôt **asservis à la technologie** ? Le phénomène d'addiction aux écrans, abordé plus haut, est un des facteurs pouvant affecter la liberté de tout un chacun, l'incitant à vérifier son écran à tout moment.

Au restaurant, on peut observer des couples ou des familles continuellement collés à leurs écrans. A d'autres tables, on tente de faire de ce moment de détente privilégié, l'occasion de renouer ou de renforcer une relation naturelle en face-à-face. Même quand elle est de courte durée, une désintoxication forcée des enfants et ados peut créer des résistances. Les parents qui cèdent et restent « cool » pour ne pas risquer de gâcher ce moment en famille, risquent en réalité de ne pas pouvoir communiquer avec leur progéniture. Les parents stricts sur l'usage des écrans, risquent quant à eux de passer une soirée en face-à-face mais sous haute tension.

---

<sup>407</sup> [https://www.lemonde.fr/idees/article/2017/10/14/comment-internet-a-fait-les-printemps-arabes\\_5201063\\_3232.html](https://www.lemonde.fr/idees/article/2017/10/14/comment-internet-a-fait-les-printemps-arabes_5201063_3232.html)

<sup>408</sup> <https://www.scu.edu/ethics-spotlight/systemic-racism-police-brutality-and-the-killing-of-george-floyd/smart-phone-video-shows-the-facts-about-americas-police/>

Le facteur culturel intervient également dans la relation avec la technologie. La liberté d'accepter ou non son utilisation peut être affectée par des **contraintes culturelles, professionnelles ou familiales**. Le smartphone est tellement rentré dans les mœurs que l'on se sent parfois obligé de répondre à ses sollicitations dans l'immédiat, par crainte d'être jugé pour manque d'engagement professionnel ou relationnel. Lorsque l'accès aux emails partout et à tout moment devient possible, la limite entre vie professionnelle et vie privée s'estompe pour qui n'y prête pas attention. Comme employé, on peut difficilement refuser les appels d'un employeur qui finance son abonnement. Depuis de nombreuses années, bon nombre de professions impliquent nécessairement l'usage du téléphone portable. Quand il n'est pas une nécessité absolue, du téléphone cellulaire dépend souvent la compétitivité commerciale, notamment afin de ne pas laisser passer d'appels de clients potentiels.

L'employeur-traqueur peut aller parfois encore plus loin. De nouvelles méthodes sont utilisées plus récemment pour percer la vie privée voire l'intimité des travailleurs. Des employeurs collectent l'historique des visites de sites Internet, certaines données médicales (programmes de santé au travail), des tests ADN, ou encore la géolocalisation des travailleurs via « apps » de **tracking**<sup>409</sup>, même loin du lieu de travail.

Une étape clé a déjà été franchie, dès lors que des êtres humains ont accepté que leur corps soit mutilé pour se faire implanter des dispositifs électroniques communicants. Il ne s'agit pas d'implants médicaux thérapeutiques, mais d'une **puce électronique (microchip) d'identification logée sous la peau**. En Suède<sup>410</sup> et en Belgique<sup>411</sup> par exemple, des sociétés proposent à leurs employés de se faire implanter une puce RFID<sup>412</sup> sous la peau. On évite ainsi d'oublier son badge d'accès ou son mot de passe. Il suffit d'approcher la main d'un capteur pour ouvrir les portes ou se connecter au réseau informatique. D'autres utilisations de ce type de puce sont les transports en commun ou le paiement électronique, déjà possibles dans les chemins de fer suédois. Un autre type de puce logée sous la peau émet des couleurs pour donner un effet esthétique ou spectaculaire. On peut imaginer encore bien d'autres usages futurs de ces implants, comme l'accès au dossier médical complet en cas d'urgence, la signature de documents électroniques, le passeport, ou le traçage (scan). Les puces RFID peuvent être identifiées à des distances allant de quelques centimètres à dix mètres de l'antenne de détection. Il existe aussi des prototypes de puces programmables de très courte portée (maximum 10 cm) de type NFC<sup>413</sup> (comme dans les cartes bancaires sans contact), qui pourraient par exemple déverrouiller le téléphone quand il est à proximité de la main.

L'étape ultime est arrivée en décembre 2019, avec la publication d'une étude de bio-ingénierie du fameux MIT<sup>414</sup>, financée par la non moins célèbre fondation des milliardaires Bill & Melinda Gates.

---

<sup>409</sup> <https://www.theguardian.com/technology/2019/nov/08/the-rise-of-microchipping-are-we-ready-for-technology-to-get-under-the-skin>

<sup>410</sup> [https://www.rtb.be/info/medias/dossier/you-sur-le-web/detail\\_suede-une-puce-electronique-sous-la-peaupermet-d-acceder-a-son-bureau?id=8899520](https://www.rtb.be/info/medias/dossier/you-sur-le-web/detail_suede-une-puce-electronique-sous-la-peaupermet-d-acceder-a-son-bureau?id=8899520)

<sup>411</sup> [https://www.rtb.be/info/societe/onpdp/detail\\_une-societe-belge-implante-une-puce-electronique-sous-la-peau-de-ses-employes?id=9511535](https://www.rtb.be/info/societe/onpdp/detail_une-societe-belge-implante-une-puce-electronique-sous-la-peau-de-ses-employes?id=9511535)

<sup>412</sup> **RFID** = Radio Frequency Identification, technologie sans fil d'identification d'objets ou de personnes en scannant une puce électronique à distance

<sup>413</sup> **NFC** = Near Field Communication (en français, Communication en Champ Proche) technologie sans fil dérivée de la RFID destinée à des communications sur des distances allant jusqu'à quelques centimètres

<sup>414</sup> [https://www.researchgate.net/publication/338044557\\_Biocompatible\\_near-infrared\\_quantum\\_dots\\_delivered\\_to\\_the\\_skin\\_by\\_microneedle\\_patches\\_record\\_vaccination](https://www.researchgate.net/publication/338044557_Biocompatible_near-infrared_quantum_dots_delivered_to_the_skin_by_microneedle_patches_record_vaccination)

L'étude confirme le développement avec succès de **nanoparticules injectables dans la peau**, permettant de tracer sans l'ombre d'un doute si une personne a bien été vaccinée. Ces particules dites « quantiques » vu leur taille, agrégées en microbulles (invisibles à l'œil nu) et fluorescentes, peuvent persister durant des années. Les particules insérées dans la peau peuvent être scannées à l'aide d'un simple smartphone modifié placé à proximité. L'étude a fait des essais avec à ce stade jusqu'à 16 (4x4) aiguilles dans la peau, dont on peut supposer qu'une au moins devra toujours laisser une trace pour pouvoir positionner la marque. En termes informatiques, ceci correspond à 15 bits et donc l'équivalent de 15 variables binaires (vacciné ? oui ou non), 2 caractères alphanumériques, ou un nombre entier entre 0 et 32767. Il n'y a pas encore de quoi stocker beaucoup de données, mais cette nouvelle technologie de bio-ingénierie a pourtant le potentiel d'encoder des données très sensibles sur la personne, ses origines, ses orientations et son passé.

Au-delà de leur préoccupation pour la sécurité sur leur lieu de travail, les employés pucés pourraient se demander s'ils se considèrent encore comme des **salariés ou propriété** de leur employeur. Recevoir une injection de particules quantiques dans la peau comme preuve d'appartenance à une groupe, devrait soulever la question de l'usage qui pourrait être fait de ce type de marquage indolore au fer rouge, mais aussi de l'information réellement enregistrée.

Pour aller encore plus loin dans l'altération de la nature humaine, le **transhumanisme** est abordé à la section suivante.

Pour revenir à la 5G, celle-ci a pour ambition d'autoriser la connexion d'un million d'objets par kilomètre carré. Cependant, **les antennes-relais 5G ne sont pas capables de lire les puces RFID ou NFC, ni les nanoparticules quantiques** décrites ci-dessus, utilisées pour le traçage des objets ou des personnes. A ce stade, mais uniquement en théorie et sans tenir compte du niveau d'exposition, on pourrait imaginer de futurs implants 5G sous-cutanés. La réalisation de tels implants 5G de la taille de quelques millimètres, serait théoriquement possible, mais sans utilisation des ondes *millimétriques* qui sont facilement atténuées par les tissus vivants. Ces implants hypothétiques pourraient permettre de géolocaliser les personnes avec une précision extrême, voire de communiquer leurs paramètres vitaux (en combinaison avec des capteurs biologiques). La réalisation pratique de ce type d'implants en 5G pose en réalité des problèmes difficiles à surmonter. Premièrement, les puces 5G (actives) devraient pouvoir émettre une puissance de rayonnement suffisante pour se connecter aux antennes-relais 5G, alors que les puces implantées RFID et NFC (passives) actuelles ne nécessitent ni pile ni batterie. Deuxièmement, l'autonomie de la batterie de la puce 5G, et donc son volume, devraient être suffisants pour ne pas devoir la recharger (sans contact) trop souvent. L'arrivée dans les quelques années à venir d'**implants 5G** semblent donc peu probable, vu les défis techniques encore à relever liés à la miniaturisation et à l'autonomie des puces électroniques et des antennes.

Par contre, **la 5G va considérablement augmenter la précision de géolocalisation des personnes**<sup>415</sup>. Déjà avec la 4G, la technologie permet de localiser les appareils avec une précision de l'ordre d'une dizaine de mètres, même sans les systèmes de localisation par satellite. La combinaison des satellites (GPS, Galileo, etc.), de la 4G et du Wi-Fi donne aujourd'hui des résultats encore bien plus précis. La 5G, pour encore quelques années, s'appuierait sur la géolocalisation

---

<sup>415</sup> <https://www.spirent.com/blogs/the-impact-of-5g-on-location-technologies-part-1-market-drivers>  
<https://www.spirent.com/blogs/the-impact-of-5g-on-location-technologies-part-2-the-positioning-toolkit>

de la 4G. Mais ensuite, la combinaison de diverses technologies utilisées par la 5G permettra une précision fortement accrue quoique difficile à estimer aujourd'hui<sup>416</sup>. Les faisceaux étroits et concentrés de la 5G permettront de tracer dans quel faisceau se trouve l'appareil (en trois dimensions, horizontalement et verticalement) et à quelle distance des antennes. La précision augmentera encore davantage avec la 5G reposant sur les ondes *millimétriques*.

Avec la 5G, on peut donc imaginer **de toutes nouvelles applications de surveillance, de traçage** et d'exploitation de la position des personnes quasi sans limite. Aujourd'hui, on peut savoir grâce à la géolocalisation combinée 4G / satellite / Wi-Fi dans quel rayon (10 mètres environ) se trouve une personne, sans plus de précision. Avec la 5G, à terme, on pourrait imaginer savoir dans quel bâtiment et à quel étage elle se trouve, proche de qui, si elle a bien traversé dans les lignes et au feu vert, si elle est bien montée à l'avant du bus, si elle marche droit et à vitesse régulière, si elle a bousculé quelqu'un, si elle a respecté les distances de sécurité en cas d'épidémie, si elle est tombée, etc. On peut donc y voir tant un avantage en cas d'accident dans une rue isolée, qu'une menace quant au respect de la vie privée. Pour encore plus de précision, on pourrait également combiner le positionnement de la personne et les images des caméras de surveillance, à condition d'y avoir accès.

Pour conclure, lors d'une utilisation de la 5G sur un smartphone au quotidien, aucun avantage ne sera perçu par le consommateur par rapport à la 4G. Voir à ce sujet *Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 172). Il est donc logiquement **peu probable que la technologie 5G en soi influence les relations humaines à travers de nouvelles façons de communiquer**, par rapport à la situation actuelle déjà préoccupante à l'ère de la 4G.

Il est par contre prévu qu'**un appareil 5G pourra être géolocalisé avec bien plus de précision** qu'un appareil 4G. Le traçage d'un smartphone, d'un vêtement ou d'un objet connecté en 5G portés par une personne, bénéficiera d'une haute précision en trois dimensions. Il devient donc d'autant plus critique avec la 5G de savoir ce qui sera fait de ces données de localisation permettant de tracer chaque mouvement avec un potentiel de précision de quelques centimètres. Il faut rappeler que le niveau de sécurité de la 5G est encore plus qu'incertain et controversé, et il est permis d'avoir de **sérieux doutes sur le respect de la protection de nos données, y compris celles de géolocalisation**. Voir à ce sujet également *La 5G : une menace à la sécurité des personnes, des données et des nations* (page 128).

### 6.8.7 L'Intelligence Artificielle et le soulèvement des machines

L'automatisation a permis de remplacer certaines tâches manuelles parfois pénibles ou répétitives. Le travail de machines de plus en plus sophistiquées a permis d'accomplir des tâches toujours plus complexes. Avec l'arrivée de l'intelligence artificielle (IA), le remplacement du travail tant manuel qu'intellectuel a pris un véritable coup d'accélérateur.

Le contexte économique est marqué par une augmentation des faillites liées à un manque d'adaptation des entreprises aux changements radicaux dits « disruptifs » se produisant dans leurs métiers. Les grandes entreprises sont davantage incitées à revoir leur modèle d'affaires (*business model* en anglais) et à mener de larges programmes de transformation numérique. En 2019, Joanna Bryson de l'Université de Bath et Morgan Franke chercheur au MIT ont confirmé le

---

<sup>416</sup> Prieto-Cerdeira R. et al, "The role of GNSS in 5G wireless networks", novembre 2019  
<https://www.researchgate.net/publication/339443538> *The role of GNSS in 5G wireless networks*

rôle de l'intelligence artificielle en tant que grande tendance dans la transformation des entreprises<sup>417</sup>. Un autre phénomène est le développement rapide d'applications dans le *cloud*, permettant un développement plus rapide et une réduction des coûts d'automatisation liés à l'IA.

L'utilisation de l'IA dans des secteurs et domaines de plus en plus nombreux nécessite une **capacité d'adaptation, de diversification d'activité, voire de reconversion complète** des entreprises mais aussi, bien sûr, des travailleurs. Dans certains cas, la faillite ou le licenciement ne sont pas exclus. Cette insécurité voire instabilité croissante peut être anxiogène pour les patrons comme pour les salariés, si des politiques soutenant une transformation continue et accélérée de l'économie ne sont pas mises en place.

**Tant les promesses que les dangers liés à l'intelligence artificielle semblent sans limite.** En comparaison avec les dangers potentiels encourus par l'humanité liés à l'IA, les récits d'anticipation d'Aldous Huxley et George Orwell ressemblent à des romans à l'eau de rose.

Certains se rappelleront le film de James Cameron, où une super-intelligence artificielle, Skynet, prit le contrôle du monde, déclencha le jour du Jugement Dernier une guerre nucléaire apocalyptique et réussit à produire une armée de robots tueurs, les « Terminators », afin d'anéantir l'humanité. Heureusement, ce scénario reste pour le moment une fiction.

Pourtant, vu les fonds colossaux<sup>418</sup> engagés dans la recherche et le développement de l'IA aux USA et en Chine, le secteur de l'IA progresse à grand pas. Dans un futur envisageable à court ou moyen terme, arriverait un moment clé dans cette évolution technologique, où la machine pourrait **s'auto-améliorer** elle-même à un rythme frénétique. De nouvelles générations d'IA conçues par des IA toujours plus performantes verraient le jour spontanément. Dans cette course à l'intelligence, arriverait un moment dit « **singularité** » où l'intelligence d'**une seule machine dépasserait de loin celle de l'humain**. Ray Kurzweil, directeur de l'ingénierie chez Google<sup>419</sup>, prédit ce moment pour 2029. Il prédit aussi le moment où l'humain pourra multiplier son intelligence par un milliard, en étant connecté au moyen d'une IA super-intelligente, pour 2045.

Pourtant, la machine, même si elle devient infiniment plus intelligente que l'humain, ne pourra acquérir de compétences fondamentalement humaines. Les émotions, la sensibilité, les valeurs ou la conscience pourront être simulées mais jamais réellement intégrées par un algorithme. En l'absence de ces notions fondamentales, la valeur accordée par une IA à la vie humaine n'est pas garantie. On peut dès lors s'imaginer qu'une IA pourrait considérer que **l'humain représente une ressource inutile** voire une nuisance pour le monde. Même si une variable définissant la valeur de la vie humaine se trouvait bien encodée dans le système dès le départ, elle pourrait disparaître ou être modifiée suite à un « bug » ou une reprogrammation (volontaire ou non, par l'humain ou la machine elle-même). La prolifération d'IA malveillantes envers l'humanité pourrait à ce moment se répandre en un temps record, ne laissant aux humains aucune chance de réaction.

---

<sup>417</sup> <https://www.journaldunet.com/solutions/reseau-social-d-entreprise/1422075-intelligence-artificielle-et-automatisation-les-tendances-numeriques-a-surveiller-de-pres-en-2019/>

<sup>418</sup> 58 milliards de dollars investis en Chine d'ici 2025 <https://wsimag.com/science-and-technology/63850-artificial-intelligence>

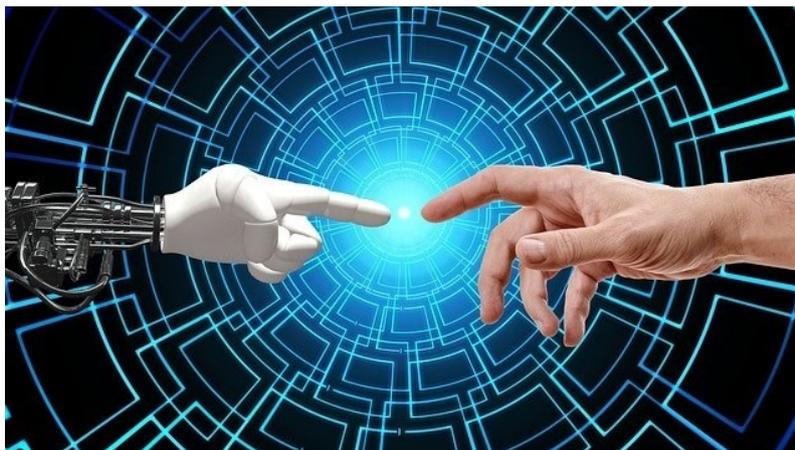
<sup>419</sup> <https://futurism.com/kurzweil-claims-that-the-singularity-will-happen-by-2045>

Elon Musk, le très célèbre patron de la société Tesla (véhicules électriques) et de SpaceX (aérospatiale) met très sérieusement en garde contre des **dangers de l'IA sans commune mesure**<sup>420</sup>. Ses propos sont plus effrayants que tous les discours complotistes réunis :<sup>421</sup>

*« Si une société ou une poignée de personnes arrive à développer une super-intelligence numérique ultime, elle peut prendre le contrôle du monde. Au moins, dans le cas d'un dictateur humain maléfique, cette personne finira par mourir. Mais une Intelligence Artificielle ne mourrait pas. Elle vivrait éternellement. On aurait un dictateur immortel, à qui on ne pourrait jamais échapper. »*  
(Elon Musk, 2019) (notre traduction)

Elon Musk dit être en contact avec la crème de l'IA mondiale. Il pointe du doigt la filiale de Google DeepMind. Celle-ci met au point des **IA déjà capables de largement surpasser l'intelligence humaine** pour certaines activités, et vise à pouvoir surpasser l'intelligence de tous les humains réunis. Son application appelée « AlphaZero » est capable, à partir de rien, d'apprendre par elle-même. Elle est déjà capable de battre n'importe qui (ou n'importe quel algorithme) à n'importe quel jeu complexe. Il ne faut même plus apprendre à la machine comment jouer. Exclusivement sur base des règles du jeu, l'IA est capable d'apprendre par elle-même à une vitesse vertigineuse, dépassant en quelques heures d'apprentissage le niveau des meilleurs joueurs au monde. L'IA est par exemple également capable de détecter des tumeurs sur une radiographie, qui ne sont pas détectées par le cerveau humain.

La puissance de calcul phénoménale des centres de données de Google est entièrement exploitable par AlphaZero. Si cette intelligence parvenait à s'installer elle-même sur ces serveurs, elle pourrait faire n'importe quoi, selon Elon Musk.



Elon Musk n'est pas le seul à s'inquiéter des dangers de l'IA. Certains s'inquiètent de ses applications existantes et de **nombreuses menaces posées par l'IA dès aujourd'hui**<sup>422</sup>. Ces dangers comptent les accidents causés par la voiture autonome, les algorithmes des réseaux sociaux influençant les opinions et les élections, les drones militaires tueurs

intelligents, ou les atteintes à la vie privée et les discriminations liées à la reconnaissance faciale. Ce n'est pas le propos de notre rapport, mais chacune de ces graves menaces mériterait d'être étudiée en détail. En particulier, les caméras de surveillance haute-définition connectées à la

<sup>420</sup> <https://www.nytimes.com/2018/06/09/technology/elon-musk-mark-zuckerberg-artificial-intelligence.html>

<sup>421</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=H15uuDMqDK0>

<sup>422</sup> <https://www.technologyreview.com/2019/01/07/137929/never-mind-killer-robotshere-are-six-real-ai-dangers-to-watch-out-for-in-2019/>

reconnaissance faciale, permettent notamment d'alerter la police sur base de l'origine ethnique d'une personne<sup>423</sup>.

Grâce à l'intelligence artificielle, il est actuellement déjà possible de créer des images et des vidéos réalistes (**deepfake**) mais totalement fabriquées. Il est donc devenu impossible à présent de savoir si une vidéo est authentique ou fabriquée par une intelligence artificielle, en un temps record et avec un très faible budget.

Enfin, les décisions de l'IA peuvent intrinsèquement induire des **biais de discrimination**. En effet, une décision prise par une IA sera nécessairement biaisée par les décisions humaines sur lesquelles elle se base. Les discriminations commises par l'« intelligence » humaine mènent ainsi à des discriminations automatisées par l'IA (recrutement, justice, régularisation, accès à des événements privés, etc.).

Le **transhumanisme** est l'idéologie prônant l'amélioration des capacités physiques et psychologiques humaines au moyen de la technologie. Avec le développement de l'intelligence artificielle, ce courant de pensée encore abstrait il y a peu, commence à déboucher sur des applications de plus en plus concrètes.

Pour revenir à Elon Musk, il a en 2016 cofondé la société Neuralink, active dans la **neuro-technologie**. Ayant dénoncé les risques de l'IA, il propose pourtant un produit basé sur ces technologies, et prétend en réalité mitiger leurs risques en connectant des humains à l'IA. Selon lui, son produit pourrait éviter une Apocalypse causée par l'IA. Il émet l'hypothèse impossible à démontrer, qu'en connectant un cerveau humain à une intelligence artificielle, on éviterait que les machines ne prennent le dessus. La technologie est actuellement en test sur des porcs. Neuralink permettrait à terme d'accomplir divers exploits, comme de rendre la vue à des non-voyants, de réhabiliter des paralysés, soulager des troubles neurologiques graves ou étendre la mémoire. En réponse au projet Neuralink, la psychologue et philosophe Susan Schneider parle de « *suicide de l'esprit humain* »<sup>424</sup> (notre traduction).

La 5G prévoit bien sûr de connecter des machines, dont des robots, des véhicules et des drones, à des intelligences artificielles. Beaucoup de machines. L'ambition de la 5G est de pouvoir connecter un million de machines par kilomètre carré. L'Internet de Objets a pour objectif d'inonder la planète avec des dizaines de milliards d'objets connectés. Ces machines pourraient être piratées à très grande échelle par une intelligence artificielle malveillante. Dans le cas de drones ou de véhicules militaire mobiles, de robots mobiles ou de véhicules lourds connectés, le risque n'est pas nul d'une prise de contrôle de tous ces véhicules, dans un délai qui pourrait être extrêmement court. Rien n'exclut que ce piratage à très large échelle voire généralisé, pourrait également se faire indirectement, sans connexion directe entre l'IA et l'objet connecté.

Ces risques sont toutefois à mettre dans une perspective plus large que la 5G. **Eviter la 5G ne permet pas d'éliminer totalement les risques liés à l'IA**, car ces objets seraient alors connectés au moyen de technologies alternatives et pourraient donc être piratés à travers une autre connexion. Néanmoins, la connexion d'objets en mouvement à une IA semble bénéficier de la très

---

<sup>423</sup> <https://www.washingtonpost.com/technology/2020/12/08/huawei-tested-ai-software-that-could-recognize-uyghur-minorities-alert-police-report-says/>

<sup>424</sup> <https://observer.com/2019/08/elon-musk-neuralink-ai-brain-chip-danger-psychologist/>

faible *latence* propre à la 5G, car des temps de réponse courts permettent à l'IA de prendre plus de décisions à chaque seconde pour commander l'objet. De plus, la 5G permettrait la connexion d'une IA malveillante à bien plus d'objets par kilomètre carré. La *singularité*, moment où la machine dépassera l'humain, est prophétisée pour 2029, qui coïnciderait donc bien à la fin du déploiement de la 5G.

Selon l'analyse qualitative de risque, cette problématique mériterait la plus grande attention, vu l'ampleur sans commune mesure de son *impact* si le risque se réalise. Il faut donc prendre ce type de risque au sérieux, même si la plus grande prudence est nécessaire quant à l'évaluation de la *probabilité* de sa réalisation.

En se basant sur les prophéties d'Elon Musk (Tesla, SpaceX, Neuralink) et de Ray Kurzweil (Google), dans un scénario apocalyptique de prolifération accélérée d'une Intelligence Artificielle malveillante, la 5G pourrait être un vecteur accélérant la prise de contrôle de véhicules, drones et robots connectés, infrastructures civiles et militaires, etc.

### 6.8.8 La 5G ouvre la voie vers un monde hypermnésique

L'*Internet des objets* ne serait pas loin de permettre des applications encore jamais rencontrées, ouvrant des possibilités quasi inimaginables d'enregistrement de la réalité.

Jacques Attali<sup>425</sup> décrit deux types de sociétés, toutes deux des dystopies avec un point commun. Dans la première, chacun porterait une petite caméra enregistrant chaque moment, chaque seconde de son existence. Chacun pourrait avoir accès en tout temps aux images de n'importe quel moment vécu. La réalité pour les policiers dans certains pays est toute proche, en tout cas durant l'exercice de leurs fonctions. Les conducteurs de véhicules possédant une caméra derrière le pare-brise et les cyclistes au casque équipé d'une caméra, pourraient s'y reconnaître également.

La seconde dystopie tracerait chaque rencontre faite avec une autre personne. Nous n'en sommes pas loin, avec les applications de traçage Covid-19, qui enregistrent automatiquement de qui nous nous sommes approchés de trop près en évaluant la distance.

Suivant l'analyse de Jacques Attali ici très résumée, ces deux situations ont des conséquences notamment sur la sécurité des personnes et la confiance mutuelle. Toutes les deux prétendent résoudre des problèmes, mais finissent par mener à un véritable enfer.

La 5G vise à connecter une myriade d'objets, jusqu'à un million par kilomètre carré avec un très haut débit. Les caméras utilisées dans la première dystopie pourraient se connecter à un serveur afin de sauvegarder les images au fil du temps (en quasi-temps réel). Pour rendre possible cette première dystopie dans des zones à population très dense, si on veut pouvoir connecter tout le monde et sauvegarder les images en haute définition, il est probable que la 5G soit nécessaire (voire insuffisante en matière de capacité totale par kilomètre carré). On pourrait aussi se passer de connexion en tout temps, et imaginer des caméras gardant les images sur un support de données local, qui serait sauvegardé lorsqu'une connexion à très haut débit est disponible, qu'elle soit filaire ou non. Nous ne sommes donc vraiment pas loin de cette possibilité, car il suffirait d'un

---

<sup>425</sup> [http://www.attali.com/societe/monttrer-noter-vers-societe-hypermnesique/#disqus\\_thread](http://www.attali.com/societe/monttrer-noter-vers-societe-hypermnesique/#disqus_thread)

espace de stockage suffisant. Un calcul de la capacité de stockage nécessaire avec une très bonne qualité d'image (haute définition) nous mène à une centaine de téraoctets (To) par an<sup>426</sup>. Ceci serait déjà parfaitement possible, même sans 5G ni connexion en temps réel, si la caméra vide sa mémoire interne chaque nuit.

Faisons à présent le lien entre les visions décrites par Jacques Attali et celle d'Elon Musk dans la section précédente. Dans un avenir plus ou moins lointain, il serait possible de connecter sans fil un cerveau (via Neuralink par exemple), directement au *cloud* ou à un espace de stockage, et de mémoriser à vie chaque pensée ou sensation. Nous ne connaissons pas les débits de données nécessaires à une telle application, mais on peut imaginer qu'ils seront extrêmement importants. De plus, l'ambition d'Elon Musk de connecter le cerveau humain à une intelligence artificielle, demandera un temps de réponse (*latence*) vraisemblablement très performant. Ces différentes caractéristiques de connexion (*haut débit, latence*), surtout si on veut connecter des masses de cerveaux (*mMMC*), semblent impossibles à atteindre sans la 5G. On pourrait spéculer que **la 5G (et a fortiori la 6G) pourraient donc jouer un rôle dans une utopie (ou dystopie) hypermnésique où chaque pensée serait mémorisée.**

### 6.8.9 La place des mondes virtuels dans le monde réel

*Cette section traite des applications liées à la sphère privée. Nous n'abordons donc pas ici les applications professionnelles, comme la formation ou l'assistance des travailleurs au moyen de visières ou de lunettes de réalité augmentée. Voir La Réalité Virtuelle et Augmentée auraient besoin de la 5G (page 183).*

Sommes-nous dans une société en fuite du monde physique réel vers un monde virtuel ? L'électronique et l'informatique proposent depuis des décennies des jeux interactifs reproduisant de mieux en mieux l'illusion d'un monde réel. D'abord en deux dimensions dès les années '70, puis en trois dimensions à l'aube des années '90, les jeux vidéo ont plongé les *gamers* dans des mondes de plus en plus réalistes et captivants. La **Réalité Virtuelle** (VR *Virtual Reality*) propose une immersion dans un univers réel ou artificiel, utilisant un casque monté sur la tête. La **Réalité Augmentée** (AR *Augmented Reality*) mélange des images virtuelles superposées au monde réel. Ces deux concepts sont abordés plus en détail à la section *La Réalité Virtuelle et Augmentée auraient besoin de la 5G* (page 183).

Une des dérives possibles de ce type d'expérience immersive pourrait être une **addiction** plus prononcée ou plus répandue aux écrans. La problématique des addictions numériques a déjà été abordée à la section *Des phénomènes d'addiction à la technologie* (page 137).

En poussant très loin le concept de *réalité augmentée*, dans une vision futuriste, on pourrait se mettre à rêver de possibilités qui semblent sorties de romans ou films d'anticipation. Pourtant, cette vision est à notre connaissance encore inexploitée dans la littérature ou l'audiovisuel. Par

---

<sup>426</sup> Prenons un cas courant (qualité bluray): une vidéo en haute définition (2K) avec un taux de compression optimal (1%). Résolution Full HD 1920 x 1080 / 1080p à 24 images/s, RGB 8bit/couleur, codec H.264. Les taux de compression actuels permettent d'atteindre 16 Go/h, mais avec une bien meilleure compression de l'ordre de 1% avec l'intelligence artificielle, on pourrait arriver à 5 Go/h. Sur une année à raison de 16h de veille par jour, on arrive à environ 30 To/an. Il existe déjà des disques durs d'une telle capacité. En extrapolant jusqu'à une résolution 8K, 100 images/s et vision stéréoscopique, on arriverait à plus de 2000 To/an, ce qui semble aujourd'hui encore impossible si on veut que cette application soit utilisée par une majorité.

exemple, imaginons un instant l'évolution possible des **relations amoureuses et sexuelles** dans la cybersphère. On pourrait y voir apparaître des applications de *réalité augmentée* (AR) altérant l'apparence corporelle du ou de la partenaire, pour la rendre plus proche d'un idéal esthétique. La réalité passerait à travers une sorte de *Photoshop* de magazines, mais accessible à tous, en temps réel, et en tout lieu. Imaginons pouvoir changer tous les paramètres physiques de la personne « augmentée » : taille, poids, dimensions du visage, coiffure et couleur des cheveux, des yeux, etc. Avec la rapidité de développement de l'intelligence artificielle, les développeurs pourraient imaginer et concevoir des transformations physiques sans limite. Rien n'empêcherait non plus de transformer la voix ou la façon de s'exprimer de son ou sa partenaire.

Une fois le dispositif AR retiré du champ de vision de la personne, à nouveau confrontée au monde physique réel, quel serait sa réaction et son comportement après s'être habituée à une apparence physique plus flatteuse ? Le moindre défaut physique deviendrait-il une tare à effacer d'un clic ? De telles habitudes pousseraient-elles certains ou certaines à accorder encore plus de moyens au culte du corps, afin de ressembler à un idéal « Photoshopé » omniprésent ?

Déjà aujourd'hui, il faut très peu de moyens pour développer de nombreux effets de *réalité augmentée* (AR) sur des visages ou même des bâtiments. Le réseau social *Snapchat* propose ce type d'application à tout un chacun, pour le moment encore réservé à des effets artistiques ou humoristiques<sup>427</sup>.

Si on allait plus loin encore, on pourrait imaginer des lunettes ou lentilles de contact connectées de *réalité augmentée*, permettant de **transformer toute la réalité qui nous entoure** : le mauvais temps se transformerait en jour radieux, la laideur en beauté, la saleté en blancheur immaculée, les tons ternes en couleurs chatoyantes. Ou mieux encore, les réalités qui dérangent seraient rayées de ce tableau virtuel, comme les sans-abris, les mendiants, remplacés par des personnages souriants et magnifiques. Les voitures pourraient être supprimées ou transformées en engins esthétiques suivant les goûts de chacun. Vous pourriez vous promener dans une véritable reproduction des années 1950 digne des meilleurs studios hollywoodiens, sur la simple activation du mode « vintage ». Tous les véhicules, les bâtiments, les enseignes des magasins, le style vestimentaire des passants, vous plongerait dans le monde qui *vous* convient, sans jamais heurter votre sensibilité. L'apparence physique de toutes les personnes que vous croisez serait adaptée à vos critères de beauté. On ne pourrait pas exclure une fuite absolue vers la « vie augmentée » où chaque détail, chaque personne, même vos enfants, seront « augmentés » pour répondre à vos attentes. A quand la possibilité de sculpter votre propre apparence physique virtuelle et d'imposer le résultat obtenu aux lunettes AR des humains environnants, afin d'impressionner un plus grand nombre ? Assurément, certains appelleront cela une nouvelle forme d'art.

Après une exposition régulière ou prolongée à un monde virtuel ou augmenté immersif, la capacité de l'être humain n'est-elle pas altérée, à faire la différence de façon certaine entre réalité et virtuel ?

Quelle serait la sensibilité des enfants et adolescents à une exposition - prolongée ou non -

<sup>427</sup> <https://lensstudio.snapchat.com/>

à la *réalité virtuelle* ou *augmentée*?

Quelles seraient les conséquences d'un abus de *réalité virtuelle* ou *augmentée* sur les comportements sociaux et la société dans son ensemble ?

Revenons à 2020. Ni la 5G, ni aucune autre technologie de connectivité, ne promet actuellement à elle seule une telle expérience ultime. La 5G devrait être combinée à d'autres technologies à un stade de développement avancé. De grands progrès seraient nécessaires dans les domaines de la *réalité augmentée* (AR) reposant sur une intelligence artificielle avancée, de la puissance de calcul et de sa miniaturisation, et des capteurs mesurant très précisément l'environnement. Ces conditions ne semblent toutefois pas impossibles à atteindre en quelques années.

Prenons deux hypothèses pour arriver à une telle application. La première hypothèse implique une **intelligence artificielle connectée** à un nombre massif de machines, la technologie 5G (ou 6G) semble être la seule alternative actuelle. Voir à ce sujet les sections *L'Intelligence Artificielle et le soulèvement des machines* (page 147), ou encore *La robotique industrielle aurait besoin de la 5G* (page 197). Rappelons encore que les applications industrielles pourraient parfaitement se contenter d'un réseau 5G privé. Cependant, il semblerait qu'à ce jour un réseau 5G public serait la seule alternative technologique permettant un tel niveau de *réalité augmentée* (AR) en tout lieu public, si une majorité de personnes doivent rester connectées en permanence, si les données capturées de l'environnement doivent être très détaillées, et si l'application doit être très convaincante en matière de réalisme. Bien qu'imprécises, par manque d'étude sur les besoins réels d'une telle application, les nuances ci-dessus sont d'une grande importance car la *réalité augmentée* en soi ne nécessite pas la 5G. Comme indiqué à la section *La Réalité Virtuelle et Augmentée auraient besoin de la 5G* (page 183), les applications AR actuelles ne nécessitent pas la 5G, voire pas de connexion du tout.

La seconde hypothèse technologique serait d'envisager une intelligence artificielle suffisamment puissante et miniaturisée pour être portée par l'utilisateur. Il ne faudrait pas dans ce cas de connexion 5G, voire **pas du tout de connexion**.

La fuite du monde réel vers toujours plus d'écrans et de mondes virtuels, fausses réalités conformes à nos attentes, peut faire rêver ou frémir. On peut y voir de nouvelles formes d'art immersif qui mélangeraient réalité et fiction. On peut aussi y voir le reflet d'une société fuyant la dure réalité qu'elle a elle-même créée, incapable de faire face à ses responsabilités et ses défis.

Comme pour toute nouvelle technologie proposée par l'industrie, la question de la **nécessité** de l'AR à très haut niveau de réalisme doit être posée. Une réflexion à ce niveau est proposée à la section *La 5G : nécessité, besoin, ou envie ?* (page 140). Pourquoi ne pas définir un cadre réglementaire définissant les limites dans lesquelles la connectivité est considérée comme suffisante à long terme ? A ce sujet, nous soutenons l'approche traduisible en « connectivité cohérente partout » proposée par William Webb et décrite à la section *Il n'y aurait pas d'alternative à la 5G pour le futur de la connectivité* (page 169).

**La 5G accélérerait-elle cette fuite de la réalité et le développement de nouvelles formes d'art ?** La seule réponse possible à ce stade serait celle de Normand : peut-être. Entre une vision

futuriste d'un monde augmenté omniprésent et les applications de *réalité augmentée* déjà disponibles actuellement, il est très difficile de prédire le moment où la 4G deviendrait insuffisante. Tout dépendra de ce que la société définira elle-même comme besoins indispensables, et comme nuisances acceptables liées à la technologie. Le facteur technologique sera également déterminant, comme par exemple le déploiement d'une intelligence artificielle très performante, soit dans le *cloud* (avec connexion), soit dans un terminal mobile (sans connexion).

Pour répondre à cette question et bien d'autres liées à la 5G, une *diligence raisonnable* doit être mise en place avant toute production ou déploiement d'une nouvelle infrastructure, évaluant notamment les besoins réels, les alternatives technologiques et les coûts économiques, environnementaux et sociétaux sous-jacents.

### 6.8.10 L'industrie aux manettes de l'OMS et du pouvoir ?

Au chapitre *Arguments Sanitaires* (page 16), il apparaît sans équivoque que la 5G fait peser des **risques sanitaires** accrus sur les populations exposées, par rapport à la 4G, et qu'aucune étude sanitaire de la 5G n'a été réalisée en conditions d'utilisation réelles.

Nous avons démontré au chapitre *Arguments environnementaux* (page 47) que la 5G représentait non pas un risque, mais une réelle **menace pour l'environnement**. Elle n'a de plus fait l'objet d'aucune évaluation environnementale complète et indépendante avant son déploiement.

Nous avons développé le problème des conflits d'intérêts menant à des **limites de protection inefficaces** contre les rayonnements artificiels, à travers différentes sections du chapitre *Arguments légaux et réglementaires* (page 111). En bref, l'**ICNIRP** est, depuis la fin des années '90, la seule institution reconnue par l'OMS pour définir les limites de protection contre les champs électromagnétiques artificiels. Elle est accablée par divers **conflits d'intérêts** de ses membres impliqués dans l'industrie des télécommunications. **L'OMS** est elle-même pointée du doigt pour ses conflits d'intérêts<sup>428</sup>, notamment liés à son financement par la fondation de Bill et Melinda Gates.

L'industrie, visant à augmenter ses bénéfices et ainsi les dividendes versés à ses investisseurs, investit des sommes colossales dans le **lobbying**. On peut raisonnablement suspecter l'influence des lobbies des télécoms dans les plans européens et nationaux de déploiement de la 5G.

Par le passé, une telle situation de déni des **impacts sanitaires et environnementaux** pour satisfaire des intérêts industriels a été décriée par des lanceurs d'alerte, des scientifiques ou des journalistes d'investigation dans d'**autres secteurs** : par exemple le tabac, l'amiante, le phytosanitaire, l'alimentaire, la pollution automobile et le pharmaceutique.

La différence fondamentale entre ces secteurs et les télécommunications mobiles, est l'**impossibilité pour les populations d'éviter l'exposition toxique** aux ondes émises par les réseaux. Chaque humain, animal ou végétal sera exposé jour et nuit, quel que soit son âge, son niveau de développement ou son état de santé.

---

<sup>428</sup> <https://info.arte.tv/fr/film-loms-dans-les-griffes-des-lobbyistes>

Pourtant, **l'absence d'utilité publique** de la 5G est reconnue même au sein du secteur, avec un millier d'employés d'Orange<sup>429</sup> et même le PDG de Bouygues Telecom reniant l'intérêt de faire la 5G. Voir *Les opérateurs critiques face à la 5G* (page 98).

Peut-on tolérer une situation où l'industrie est aux manettes de l'OMS et donc de la protection de la population, malgré les nombreux appels du secteur de la santé ? Voir aussi la section *Des appels internationaux alarmants* (page 118).

Comment accepter une technologie dépourvue d'utilité publique et faisant peser des menaces majeures sur tout le vivant et l'environnement ?

### 6.8.11 Les dérives du capitalisme de surveillance

Nous avons soulevé le problème de la protection des données, lié à la prolifération d'objets connectés, à la section *Les objets connectés et la protection de la vie privée* (page 125). Le sujet du capitalisme de surveillance y est brièvement abordé parmi d'autres. Nous y relevons le fait qu'une augmentation du nombre d'objets connectés, fer de lance de la 5G, pourrait augmenter le risque **d'exploitation - commerciale ou malveillante - de données personnelles sensibles**.

D'autres dérives bien connues liées au capitalisme de surveillance sont avouées par des ex-top-managers repentis de géants d'Internet comme Facebook ou Google, dans un documentaire Netflix de 2020<sup>430</sup>. Les revenus des réseaux sociaux dépendent de la publicité et du nombre de vues et de clics sur les publicités. Les réseaux sociaux ont donc développé des mécanismes addictifs décrits à la section *Des phénomènes d'addiction à la technologie* (page 137), augmentant significativement le nombre d'interactions avec les utilisateurs. Il est illusoire de penser que l'utilisateur choisit ce qu'il souhaite voir. C'est en réalité **un algorithme du réseau social qui se charge de faire ces choix** en fonction des intérêts économiques du réseau. Une technique consiste à montrer à chacun le contenu qui lui correspond le mieux, sur base d'une connaissance aigüe de sa vie privée et de ses préférences. Ce critère de correspondance, tend à toujours proposer aux utilisateurs des informations similaires ou représentant des points de vue très proches. De la sorte, on finit par n'être exposé qu'à des points de vue identiques ou proches du sien, renforçant par « **biais de confirmation** » notre propre opinion et annihilant les opportunités de débat. L'algorithme attire ainsi chacun vers un « pole » de pensée qui lui ressemble le plus, appelé parfois « chambre d'écho ». Toute la population d'utilisateurs des réseaux sociaux est à la longue **polarisée** autour d'un nombre très limité d'opinions et donc **privée d'une saine controverse**.

Lors des **élections présidentielles étatsuniennes** de 2016, les réseaux sociaux ont joué un rôle prépondérant dans la polarisation de la population, comme le révèle un article de la revue Nature Communications<sup>431</sup>. A ceci s'est ajouté l'utilisation de « **robots** » (*bots*), qui sont des programmes informatiques simulant de faux utilisateurs. Ils ciblent de façon automatique un grand nombre de personnes particulièrement influentes (*influenceurs*), principalement au moyen de fausses

<sup>429</sup> <https://lesgiletsjaunesdeforcaquier.fr/index.php/2020/09/24/un-millier-demployes-dorange-demandent-labandon-du-deploiement-de-la-5g/>

<sup>430</sup> Déjà cité : "Derrière nos écrans de fumée" (Netflix), 2020

<sup>431</sup> <https://www.nature.com/articles/s41467-018-07761-2>

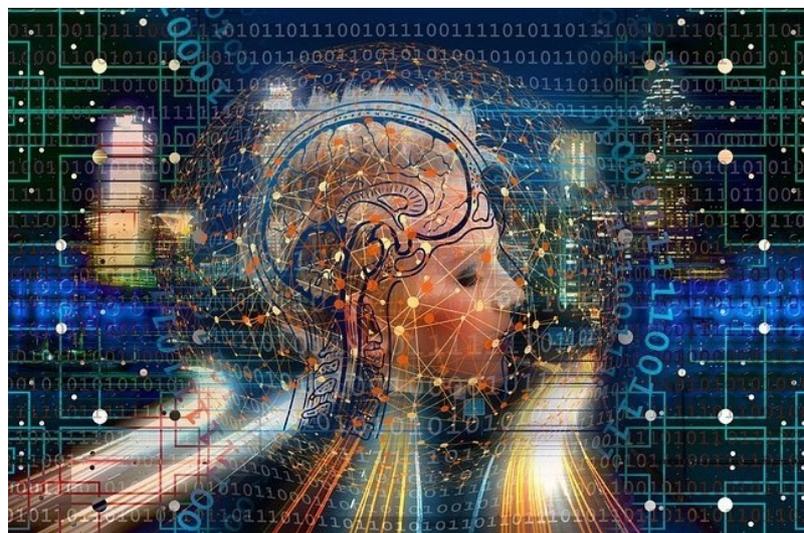
nouvelles (*fake news*) afin qu'elles se propagent en masse. Les réseaux sociaux ont en effet tendance à **rendre les *fake news* plus crédibles**, car elles sont partagées par des personnes à qui nous faisons généralement confiance.

Dans le débat public quasi inexistant autour de la Covid-19 ou de la 5G, les citoyens modérés sont pris en otage entre des discours d'un côté conformistes et niant tout problème d'ingérence, de l'autre annonçant la fin de la civilisation. Une guerre idéologique est déclarée entre deux camps : comploteurs et complotistes. Le comploteur élabore une stratégie nuisible qualifiée dans ce cas de complot. Le complotiste cherche à mettre le complot au grand jour. Une **confrontation sans relâche, mais ne menant pourtant pas à un réel débat**, sans doute vu le manque d'intérêt économique d'une telle initiative, qui pourrait alimenter les rangs des réfractaires aux mesures gouvernementales.

Les **points de vue prudents et modérés sont peu diffusés** sur les réseaux sociaux et dans les médias, entre ces deux pôles attracteurs tout aussi puissants et séduisants l'un que l'autre. Chacun voulant rester sur le réseau social, devra trouver dans l'un de ces pôles limités et préformatés, l'idéologie et la nourriture émotionnelle qui lui conviendra le mieux.

Tentons une brève lecture de la confrontation des points de vue extrêmes de ces deux camps. D'une part, le citoyen qualifié de mouton-conformiste-pro-comploteur soutenant le gouvernement traite le complotiste de menace pour la société : menace de propagation de la Covid-19, menace rétrograde anti-5G sur la croissance et l'emploi. Le ou la citoyen(ne) traité(e) de amish-contestataire-complotiste traite tout autant de menace son rival pro-complotiste : menace de domination et soumission de l'humanité, effets indésirables du vaccin et de la 5G. Le complotiste peut aller plus loin en établissant un lien entre les deux : injection d'un nanochip avec le vaccin Covid-19, puis activation par la 5G pour prendre le contrôle de la personne. Cerise sur le gâteau du complotiste, la « 5G » dans l'espace par satellites, mériterait bien évidemment un rapport dédié et nous surveillerait tous de là-haut telle Big Brother. Ne serait-il pas hautement probable que la vérité se situe en réalité entre ces deux extrêmes ? Notre rapport tente d'apporter ces nuances.

Nous l'avons vu à la section *La place de l'humain dans un monde tout-connecté* (page 144), la **5G permettra dans quelques années de géolocaliser la position des utilisateurs avec une précision bien supérieure** au Wi-Fi, à la 4G ou au satellite. Cette localisation plus précise pourrait être exploitée à des fins de marketing. Un détour devant la vitrine d'un magasin, le non-respect du code de la route, un comportement impatient, sont autant de données théoriquement exploitables. La



géolocalisation peut également être recoupée avec d'autres données, **donnant au capitalisme de surveillance de nouvelles opportunités** d'enrichir ses bases de données sur les utilisateurs.

## 6.8.12 Une hausse de la fracture numérique

Il existe différents types de fractures numériques. Nous nous attardons ici au fossé existant entre citoyens quant à la qualité de leur connexion à Internet. Nous n'abordons pas, par exemple, les difficultés à acquérir du matériel informatique performant, ni les problématiques d'adaptation ou de formation aux technologies numériques.

L'importance d'une connexion de qualité satisfaisante à Internet est devenue une évidence. Dans un contexte de télétravail, d'école à distance et de transformations *digitales* des fournisseurs de services, de plus en plus de services publics et privés favorisent l'accès numérique au citoyen ou client. Le confinement lié à la Covid-19 a exacerbé les besoins en connectivité. Cette tendance à la *digitalisation* n'est pas récente. Elle découle d'une volonté des entreprises de faire des économies de personnel, d'occupation de bâtiments, d'énergie et de papier et d'un objectif de réduction de la fraude. La transformation *digitale* crée certaines inégalités chez les personnes ne pouvant accéder à une connexion Internet fiable ou suffisamment rapide.

En Belgique, selon le baromètre de l'inclusion numérique 2020<sup>432</sup>, 8% des Belges n'ont pas accès à une connexion Internet, et 10% n'ont pas de connexion à domicile. D'après Nicolas Sohy, journaliste à Moustique<sup>433</sup>, dans certaines zones, les connexions fixes sont de moins de 1 mégabit par seconde (Mbps), alors que d'autres atteignent 1000 Mbps grâce à la *fibres optique*.

Rappelons qu'une vitesse de l'ordre de 8 Mbps est idéale pour surfer sur Internet, voir *Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 172). Netflix recommande 5 Mbps pour regarder des vidéos haute définition (HD)<sup>434</sup>. Pour la vidéoconférence, Skype recommande 1,5 Mbps pour des appels HD et 0,3 Mbps pour un appel déjà de haute qualité<sup>435</sup>. Prenons **un scénario extrême** d'une famille de 6 personnes où tous seraient en ligne simultanément, où 2 personnes regarderaient des vidéos HD en streaming, et 4 seraient en vidéo-conférence HD. Il faut distinguer le trafic descendant et montant, soit *download* et *upload* (le trafic montant en streaming est négligeable).

Famille de 6 personnes, cas extrême :

- Download :  $2 \times 5 \text{ Mbps} + 4 \times 1,5 \text{ Mbps} = \mathbf{16 \text{ Mbps}}$
- Upload :  $2 \times 0 \text{ Mbps} + 4 \times 1,5 \text{ Mbps} = \mathbf{6 \text{ Mbps}}$

Cette vitesse permet de télécharger un gros document de 10 mégaoctets (Mo) en environ 5 secondes (plus si quelqu'un d'autre utilise la connexion en même temps).

Dans le cas d'une seule personne en streaming vidéo HD et de 5 personnes en vidéoconférence de haute qualité, il faudrait :

---

<sup>432</sup> [https://www.kbs-frb.be/fr/Activities/Publications/2020/2020\\_08\\_24\\_CF](https://www.kbs-frb.be/fr/Activities/Publications/2020/2020_08_24_CF)

<sup>433</sup> Nicolas Sohy, "Le monde inégal du tout digital", Moustique, 18 novembre 2020

<sup>434</sup> <https://help.netflix.com/fr/node/306>

<sup>435</sup> <https://support.skype.com/en/faq/FA1417/how-much-bandwidth-does-skype-need>

Famille de 6 personnes, cas réaliste :

- Download :  $1 \times 5 \text{ Mbps} + 5 \times 0,3 \text{ Mbps} = \mathbf{6,5 \text{ Mbps}}$
- Upload :  $1 \times 0 \text{ Mbps} + 5 \times 0,3 \text{ Mbps} = \mathbf{1,5 \text{ Mbps}}$

**Une connexion autour de 10 Mbps (download) et 2 Mbps (upload) semble donc suffisante pour un usage familial et professionnel intensif d'Internet (par ménage).**

Le secteur médical<sup>436</sup> en avril 2020 indique qu'une **téléconsultation médicale** nécessite au minimum 1,5 Mbps (un peu plus pour une qualité optimale).

Une vitesse de seulement 1 Mbps autorise des appels en visioconférence de haute qualité et permet de surfer sur Internet, mais avec des temps d'attente perçus comme longs entre les pages. 1 Mbps ne permet pas de bénéficier d'une téléconsultation médicale de qualité, et encore moins de regarder des vidéos HD en streaming, sans parler des téléchargements de larges fichiers qui peuvent prendre des temps très longs.

Pour conclure, on pourrait commencer à parler de « **fracture numérique** » liée à la vitesse de connexion **en dessous de 10 Mbps** par ménage. Ce chiffre rejoint l'analyse du Prof. William Webb<sup>437</sup>, qui propose en priorité d'obtenir une telle vitesse de connexion partout. Il ne s'agit bien sûr que d'une valeur indicative et non d'un critère reconnu officiellement.

La différence ressentie entre une connexion à haut débit de 10 Mbps et à très haut débit (100 voire 1000 Mbps<sup>438</sup>), ne se vérifie que lors du téléchargement de gros fichiers (jeux vidéo, mises à jour de l'ordinateur,...), ou lors du streaming en ultra-haute définition (résolution d'image UHD ou 4K). Cette résolution d'image n'est utile que sur des écrans énormes de plus de 2 mètres, sauf si on se tient tout près de l'écran, ce qui est rare dans une pièce de séjour ou une chambre. En 4K, dans de rares cas où l'UHD a du sens, Netflix conseille une vitesse de 25 Mbps par écran.

Des vitesses au-dessus de 10 Mbps sont largement atteintes par les technologies filaires modernes (*ADSL*, *VDSL*, câble coaxial,  *fibre optique*) ou mobiles (4G). Mais attention, pour l'*ADSL* ou le *VDSL*, il ne faut pas être localisé trop loin de la centrale, sinon les vitesses chutent rapidement. C'est ainsi que certaines rues, quartiers ou zones rurales sont encore mal desservis en connexion filaire, dont la vitesse peut tomber sous 1 Mbps.

La 5G apporterait des vitesses de connexion bien supérieures, mais totalement inutiles pour un usage au quotidien, puisqu'une seule connexion 4G de qualité satisfait déjà les besoins d'une famille entière en télétravail. Si ce ménage se trouve en « **zone blanche** » sans couverture réseau (ni filaire haut débit, ni 4G), la **meilleure solution sera d'installer la fibre optique jusqu'au domicile** (FTTH), assurant tout besoin de connexion à long terme. Déployer la 4G pour couvrir la zone blanche serait techniquement réalisable mais offrirait des vitesses et des capacités de trafic nettement inférieures, serait plus impactant pour l'environnement et la santé, et une solution temporaire. Un déploiement fixed-wireless-access (FWA) de la 5G ferait peser davantage de risques sanitaires et environnementaux, sans avantage perceptible au quotidien sur la 4G.

<sup>436</sup> <https://broadbandnow.com/report/telehealth-requires-broadband-availability/>

<sup>437</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019)

<sup>438</sup> 1000 Mbps (mégabit par seconde) = 1 Gbps (gigabit par seconde)

Selon une étude au Royaume-Uni, 79% des dépenses<sup>439</sup> liées au déploiement de la 5G se feront en zones rurales (pour atteindre 50 Mbps). Dans une autre étude ciblée sur les U.S.A., le contraste est tranchant avec un revenu annuel moyen par mille carré (*square mile* = 2,6 km<sup>2</sup>) de \$262 en zone rurale, alors qu'il est de \$248 000 en zone urbaine<sup>440</sup>. Or ces coûts ne permettent même pas d'atteindre du très haut débit en zones rurales. La faible rentabilité de la 5G décrite à la section *Un retour sur investissement plus qu'incertain* (page 105) pourrait donc être qualifiée d'abysmale en campagne. Si on suit une logique strictement économique, **les campagnes actuellement mal desservies en filaire ou en 4G seront probablement peu prioritaires dans un déploiement de la 5G**. Il est donc fort probable que les zones blanches soient d'abord couvertes en 4G et non en 5G. Ceci est confirmé par le PDG de Bouygues Telecom, qui était auditionné au Sénat de France le 10 juin 2020 : « *En conclusion, la véritable urgence réside dans le déploiement de la 4G. Nous serons ainsi en avance sur la migration 4G qui nous a été demandée en zones blanches* »<sup>441</sup>.

En conclusion, **la 5G n'est pas une solution appropriée à la réduction de la fracture numérique**, que ce soit pour assurer un service de minimum 10 Mbps, ou pour réduire le fossé de vitesses de connexion entre villes et campagnes reculées. Bien au contraire, **la 5G l'augmenterait** en creusant des écarts de débit de connexion bien supérieurs à ceux actuels, entre des villes connectées en 5G *millimétrique* avec plusieurs milliers de Mbps, et des zones rurales à seulement quelques Mbps.

**Sans volonté politique ferme de faire de la disparition de la fracture numérique une priorité**, les investissements colossaux des opérateurs dans la 5G sont susceptibles de réduire voire d'annuler le financement de connexions filaires haut débit des zones actuellement les plus mal desservies. **Avec la 5G, la fracture numérique risque de perdurer encore des années avant que des budgets ne soient attribués au développement du haut débit filaire dans toutes les zones rurales.**

### 6.8.13 La censure des anti-5G et l'absence d'un vrai débat citoyen

Les conclusions du 6 juin 2020 du **Conseil de l'Union européenne** pour « *façonner l'avenir numérique de l'Europe* » sont édifiantes. Elles soulignent l'importance de **lutter contre la mésinformation impliquant une menace sanitaire posée par la 5G** ! Nous ne pouvons donc que conseiller au lecteur de sauvegarder notre rapport avant qu'il ne disparaisse de la toile, et aux médecins et thérapeutes de s'exprimer sur ce sujet avec les précautions nécessaires. Devra-t-on bientôt utiliser des codes pour rester dans la légalité et ne pas heurter l'Europe ? Le terme « gaufre de Liège » pourrait par exemple remplacer « 5G » dans toute communication qui deviendrait sinon illégale en Europe. Affirmer que les gaufres de Liège pourraient nuire à la santé ne devrait heurter que peu de monde. Nos gaufres sont d'ailleurs déployées et consommées en masse à l'échelle mondiale, ce qui leur fait un autre point commun avec la téléphonie mobile.

---

<sup>439</sup> Déjà cité : E.J. Oughton & Z. Frias, "Exploring the Cost, Coverage and Rollout Implications of 5G in Britain", 2016

[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/577965/Exploring\\_the\\_Cost\\_Coverage\\_and\\_Rollout\\_Implications\\_of\\_5G\\_in\\_Britain\\_-\\_Oughton\\_and\\_Frias\\_report\\_for\\_the\\_NIC.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/577965/Exploring_the_Cost_Coverage_and_Rollout_Implications_of_5G_in_Britain_-_Oughton_and_Frias_report_for_the_NIC.pdf) pg.42

<sup>440</sup> GSMA, "The 5G Guide: A Reference for Operators," Avril 2019, p.183 [https://www.gsma.com/wp-content/uploads/2019/04/The-5G-Guide\\_GSMA\\_2019\\_04\\_29\\_compressed.pdf](https://www.gsma.com/wp-content/uploads/2019/04/The-5G-Guide_GSMA_2019_04_29_compressed.pdf)

<sup>441</sup> Déjà cité : <https://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200608/devdur.html>

Plus sérieusement, le Conseil n'est pas explicite sur ce qu'il entend par « mésinformations » sur la 5G, et reflète que **le Conseil semble se placer au-dessus de la science et de la médecine**<sup>442</sup> :

### **Façonner l'avenir numérique de l'Europe (ART 36)**

« (Le Conseil) **SOULIGNE** que, dans le cadre du déploiement de nouvelles technologies telles que la 5G/6G, il convient de préserver les capacités des autorités répressives, des services de sécurité et de l'appareil judiciaire à exercer leurs fonctions légitimes efficacement; **TIENT COMPTE** des lignes directrices internationales concernant les effets des champs électromagnétiques sur la santé; **RELÈVE** qu'il importe de **lutter contre la diffusion de mésinformations concernant les réseaux 5G, surtout eu égard aux allégations fallacieuses selon lesquelles ces réseaux constitueraient une menace pour la santé ou seraient liés à la COVID-19** ; »

Une telle **incitation à la censure et à la violation de droits fondamentaux est-elle légale** ? Comment ce texte a-t-il pu passer inaperçu dans la presse ?

Les conclusions du Conseil sur le « façonnement de l'avenir numérique de l'Europe » pourraient constituer une **grave atteinte à la liberté** d'expression, au libre arbitre, à la liberté de recherche, à la liberté d'investigation, et la liberté de développement de la science dans le domaine médical, de manière neutre et objective.

Le Conseil de l'UE est une institution internationale à l'échelle d'un continent et son empreinte politique est très large. La portée des conséquences d'une telle incitation à la violation de droits fondamentaux en est d'autant plus grave. Une enquête et un avis juridique permettraient d'identifier les instigateurs du texte et dans quelle mesure les droits des citoyens ont été bafoués, et de réagir le cas échéant.

Déjà avant cette publication, des plaintes ont surgi suite à la suppression par Facebook de pétitions anti-5G ayant eu un grand succès. **A qui profite la censure de la 5G sur Facebook ?** Qui la commandite ? Facebook soutiendrait-il le déploiement de la 5G ? Nous sommes loin de la vision prétendument libre et neutre de Facebook quant à son rôle de simple « tuyau » de l'information entre ses membres. Facebook semble devenu, comme tout grand média, menotté aux lois du marché et au financement de ses investisseurs et annonceurs publicitaires. En marge de son soutien envers la 5G, Facebook est également accusé de censurer les défenseurs des droits humains, les images de violences policières<sup>443</sup> et le journalisme palestinien<sup>444</sup>.

En Belgique, **une pétition réunissant 105 000 signatures en à peine 10 jours, a été supprimée** du site spécialisé en pétitions change.org<sup>445</sup>, sans raison valable selon son initiatrice. Le site californien prétextait notamment de prendre très au sérieux la menace pour la sécurité publique que peut représenter la désinformation<sup>446</sup>. Pourtant, la pétition ne faisait que mettre en

<sup>442</sup> <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-8711-2020-INIT/fr/pdf>

<sup>443</sup> <https://actionnetwork.org/petitions/sign-the-petition-to-facebook-stop-censoring-users-videos-of-police-brutality>

<sup>444</sup> <https://petitions.signforgood.com/FBCensorship>

<sup>445</sup> <https://www.alterechos.be/change-org-supprime-105-000-signatures-contre-la-5g/>

<sup>446</sup> <https://www.alterechos.be/entre-petitions-supprimees-et-consultation-publique-biaisee-pendant-le-confinement-le-dploiement-de-la-5g-sacclerere/>

garde contre les risques de la 5G pour la santé des animaux et des personnes, sans allusion à la Covid-19.

Selon nous, des **débats publics sur la 5G** existent<sup>447</sup> mais restent rares, peu diffusés, empreints d'informations biaisées ou omettant les vrais enjeux. Les raisons de ce **défaut de démocratie** sont multiples et faciles à comprendre. On pourrait suspecter ou incriminer les conflits d'intérêts de certains médias financés par les télécoms, se reflétant dans un manque volontaire d'invités réfractaires à la 5G. On peut penser aux experts techniques n'ayant pas intérêt à se mettre en porte-à-faux vis-à-vis de leur industrie, par crainte de conséquences à vie sur leur carrière. Il faut bien sûr également pointer du doigt l'absence d'indépendance des invités représentant l'industrie, menant à de fausses allégations sans base scientifique. Signalons également la crainte de représailles empêchant la dénonciation des pratiques du pouvoir en place ou des big Télécom. Enfin, il est inévitable de penser à la loyauté des travailleurs d'un secteur industriel tel que les télécoms. Lorsque j'y travaillais de 1997 à 2008, j'avais un profond respect pour cette industrie, qui n'a pas disparu, mais je me rends compte à présent de sa complète ignorance (ou du déni) quant aux conséquences de son business, tant en amont qu'en aval de la chaîne de valeur. De l'intérieur du système, il est en effet difficile de voir ou d'admettre ses propres vérités embarrassantes.

Force est de constater que dans nos sociétés, les choix technologiques avec de larges impacts sur les populations ne sont toujours pas **débat** publiquement. Une place devrait être laissée au débat **sans censure**. Une « **diligence raisonnable** » appliquée à toute nouvelle technologie devrait tenir compte de paramètres essentiels comme la santé, l'environnement, l'économie, l'éthique et la loi.

---

<sup>447</sup> **Quelques débats autour de la 5G** (enregistrements vidéo en français):

L'auteur ne cautionne pas les discours tenus dans ces débats.

**Parlement européen**, "Impacts de la 5G sur la santé et l'environnement" (sélectionner la langue en bas)

[https://multimedia.europarl.europa.eu/en/panel-for-future-of-science-and-technology-workshop-on-5g\\_20201207-1000-SPECIAL-STOA\\_vd](https://multimedia.europarl.europa.eu/en/panel-for-future-of-science-and-technology-workshop-on-5g_20201207-1000-SPECIAL-STOA_vd)

**La République en Marche !** (France), "5G : pourquoi le haut débit fait débat ?"

<https://www.youtube.com/watch?v=inJHuz56akE>

**Centre démocrate Humaniste** (Belgique), "Déploiement de la 5G, quelles perspectives pour l'environnement ?"

<https://www.facebook.com/cdhbruxellois/videos/696194071102306/>

**Centre démocrate Humaniste** (Belgique), "Déploiement de la 5G, quelles perspectives pour l'emploi ?"

<https://www.facebook.com/cdhbruxellois/videos/423607882361336/>

## 6.9 Conclusions sur les impacts sociétaux de la 5G

Les implications sociétales de la 5G sont vastes, complexes et souvent graves. En tirer des conclusions succinctes ressemble à une mission impossible. Une synthèse semble donc indispensable afin de ne pas délaissier d'aspect essentiel.

Au jour où ces lignes sont écrites en novembre 2020, de nombreux gouvernements du monde imposent à leur population des **privations de droits fondamentaux** encore jamais égalées. Des mesures drastiques sont justifiées par la surcharge possible des hôpitaux en patients **Covid-19**. Les besoins humains fondamentaux de contacts sociaux rapprochés et physiques sont négligés au quotidien, en particulier ceux des jeunes enfants.

Le déploiement global et sourd aux appels des scientifiques de la cinquième génération de téléphonie mobile, annoncée comme une révolution par l'industrie, ne fait que rajouter une **couche d'effroi et d'incompréhension** chez une partie de la population. La 5G soulève la question d'un nouveau **défaut de démocratie** dans une situation qui semblait pourtant difficilement pire. La **crainte de la 5G** a de multiples facettes en marge des théories conspirationnistes. J'ai personnellement rencontré des personnes sensibles aux effets sanitaires, d'autres aux effets climatiques, aux pollutions, à la consommation énergétique ou à une aggravation de la situation au Congo. Même au sein des opérateurs télécom, des craintes de nature économique sont également présentes. Pour avoir un sens, la peur devra faire place à la colère. L'action citoyenne pourra ensuite naître de la colère.

Des personnes électro-hypersensibles (EHS) subissent un réel isolement, des drames familiaux et professionnels et sont mises en marge de la société. Les nouvelles caractéristiques des ondes de la 5G, mais aussi les puissances d'exposition supérieures qui sont nécessaires à un déploiement économiquement rentable pour les opérateurs, risquent de faire passer **une frange encore plus large de la population du côté des électro-hypersensibles**.

Face à l'ampleur des nombreux risques sanitaires et environnementaux, les **appels et pétitions** de scientifiques, médecins, thérapeutes, étudiants, simples citoyens et du Conseil de l'Europe se multiplient contre l'exposition aux rayonnements électromagnétiques et les normes en vigueur. Malgré un tel soulèvement, les réactions valables de la part des Nations Unies, de l'OMS, de l'ICNIRP ou des Etats se font toujours attendre. Des **moratoires** naissent notamment en France et en Belgique, à l'échelle des municipalités et communes, demandant l'application du principe de précaution afin d'éviter une aggravation de l'état de santé des populations. Certaines villes se soulèvent suite aux pertes de revenus locatifs des sites d'antennes. Ces pertes dans les caisses vont de pair avec une perte de gouvernance locale et des violations de leurs droits. Les télécoms réclament en effet de tels assouplissements afin de limiter les coûts astronomiques et les formalités administratives du déploiement d'un nombre inédit d'antennes avec la 5G. L'**opinion publique** est très majoritairement favorable à un moratoire avant un déploiement public de la 5G. Il serait logique de penser qu'une connaissance plus répandue des risques, tant pour la santé que l'environnement, gonflerait davantage cette majorité. Peut-on encore parler de **démocratie** et de représentation de la population, quand les décisions gouvernementales sont en total décalage avec les souhaits de la population, la science et les alertes répétés depuis des années ? L'ignorance des faits scientifiques bloque le débat public autour d'un déploiement de la 5G. A l'opposé, **une connaissance plus large des réels enjeux mènerait à une réflexion en**

**profondeur** sur les besoins en connectivité et les alternatives à la 5G visant un **réel progrès social**.

Par le passé, une telle situation de déni des **impacts sanitaires et environnementaux** pour satisfaire des intérêts industriels a été décriée par des lanceurs d'alerte, des scientifiques indépendants ou des journalistes d'investigation dans d'**autres secteurs** : par exemple le tabac, l'amiante, le phytosanitaire, l'alimentaire, la pollution automobile et le pharmaceutique. La différence fondamentale entre ces secteurs et les télécommunications mobiles, est **l'impossibilité pour les populations d'éviter l'exposition toxique** aux ondes émises par les réseaux. Chaque humain, animal ou végétal sera exposé jour et nuit, quel que soit son âge, son niveau de développement ou son état de santé.

Peut-on tolérer plus longtemps une situation où **l'OMS est sous l'influence de l'industrie**, au détriment de la santé de la population, malgré les nombreux appels du secteur de la santé ?

En amont de la chaîne de valeur de la 5G, des réalités inavouables se cachent derrière nos précieux smartphones. **Des millions de victimes doivent faire face à des conditions de vie inhumaines ou à la mort**. Au Congo, 40000 enfants travaillent dans les mines où les ouvriers meurent sous les éboulements. Le travail forcé, les viols en masse et le conflit armé comptant le plus de victimes depuis la Seconde Guerre Mondiale, entourent l'extraction des « minerais de sang » en RDC et hantent nos portables. Passer à la 5G n'arrangera pas cette situation, car elle nécessitera toujours plus d'extraction de minerais en se rajoutant à l'infrastructure existante 4G.

La 5G fait peser de nouvelles **lourdes menaces sur la sécurité des personnes et des nations**.. Voici brièvement énumérés les différents types de menaces de sécurité auxquelles la 5G contribuerait probablement : (ordre aléatoire)

- Exploitation de **données personnelles sensibles** capturées par les objets connectés,
- Exploitation de la **géolocalisation** d'une précision sans précédent avec la 5G,
- **Augmentation des cyber-attaques** à travers des objets connectés bien plus nombreux,
- Cyber-attaque avec **prise de contrôle des objets connectés** (appareils médicaux, véhicules, infrastructures, armes,...),
- **Espionnage** à travers le matériel 5G chinois et impact sur la **sécurité nationale**,
- Difficulté accrue d'interception légale des communications et de lutte anti-**terroriste**,
- **Super-intelligence** artificielle bien supérieure à l'intelligence humaine prenant le contrôle de n'importe quel système (machines, armement, infrastructure, Internet,...)

La 5G permettra à terme de **géolocaliser** les utilisateurs avec une précision bien supérieure à aujourd'hui. Recoupées avec d'autres données, la géolocalisation pourrait fournir de nouvelles données sensibles au « **capitalisme de surveillance** » pratiqué par les grandes sociétés d'Internet, au renseignement international et aux gouvernements y ayant accès.

La 5G déployée à grande échelle s'inscrirait très exactement dans tous les travers de la société consumériste, aggraverait la croissance numérique de façon dramatique, et accélérerait tant la consommation énergétique, que la déplétion des ressources non renouvelables et les émissions de *gaz à effet de serre*. En raison du changement climatique, l'humanité ne connaîtra plus jamais de climat stable. Il est donc envisageable de devoir se rediriger vers une société nomade. **La 5G**

**accélérerait inévitablement le changement climatique** et l'approche de cette vision. Il est par ailleurs erroné et trompeur de prétendre que la 5G permettrait de réduire la consommation énergétique des réseaux de télécommunication ou d'autres secteurs d'activité. L'industrie de la 5G tente malheureusement de le faire croire à travers une **propagande** bien menée, comme indiqué à la section *Faux arguments environnementaux* (page 210).

Le phénomène d'**addiction aux écrans**, est devenu un véritable fléau sanitaire. Le caractère addictif de la 5G pourrait se révéler par exemple à travers des expériences virtuelles plus réalistes. Sommes-nous libres de ne pas vérifier nos écrans tactiles régulièrement, ou sommes-nous asservis à la technologie ?

Des **envies** immédiates dirigées par une vision à court terme, l'ont emporté sur les réels **besoins** physiologiques et de sécurité à long terme. Satisfaire les besoins de base dépend tant de la stabilité climatique que de la disponibilité de ressources naturelles, déjà toutes les deux largement mises à mal de façon irréversible et permanente depuis la révolution industrielle. Une **remise en question des habitudes de consommation** semble nécessaire et urgente. Chaque année, chaque mois, chaque jour passé à s'accrocher fébrilement à un mode de vie consumériste dépassé, précipite davantage les générations à venir dans la **chute vers la décroissance**.

Certains s'inquiètent sérieusement de l'Intelligence Artificielle (IA) et de ses applications déjà existantes posant de nombreuses menaces : voiture autonome, réseaux sociaux, drones militaires, reconnaissance faciale, *deepfakes*, discrimination. Dans l'hypothèse d'un futur apocalyptique annoncé comme possible en 2029, où une IA prendrait le dessus, **la 5G pourrait être un vecteur de prolifération accélérée d'une Intelligence Artificielle malveillante**.

Dans un avenir plus ou moins lointain rendant possible la connexion sans fil d'un cerveau au *cloud* ou à un espace de stockage, on pourrait y mémoriser à vie chaque pensée ou sensation. La 5G ou la 6G pourraient jouer un rôle essentiel dans une société dystopique **hypermnésique**, c'est-à-dire bénéficiant d'une mémoire quasi illimitée.

La fuite du monde réel vers toujours plus d'écrans et de **mondes virtuels**, fausses réalités conformes à nos attentes, peut faire rêver ou frémir. On peut y voir de nouvelles formes d'art immersif qui mélangeraient réalité et fiction. On peut aussi y voir le reflet d'une société fuyant la dure réalité qu'elle a elle-même créée, incapable de faire face à ses responsabilités et ses défis.

Comblant la « **fracture numérique** » causée par les différences de qualité des connexions entre citoyens n'est pas la priorité des opérateurs. La privatisation mène avant tout à la recherche d'un profit supérieur, loin des prérogatives d'un service public. Si la réduction de la fracture numérique devenait une priorité politique, les investissements colossaux prévus pour la 5G pourraient être redirigés dans le sens d'une connexion câblée satisfaisante pour tous. La 5G augmenterait en réalité la fracture numérique entre les villes et les campagnes. De plus, la 5G ne devrait pas supprimer les « zones blanches » mal connectées, même en supposant qu'une couverture sans fil soit souhaitable pour la population.

**La censure** des anti-5G sur les réseaux sociaux et les sites de pétitions est dénoncée. Les instructions semblent venir de haut. Le summum de l'atteinte à la liberté d'expression se retrouve en effet dans les conclusions du Conseil de l'Union européenne sur le « façonnement de l'avenir

numérique de l'Europe ». Le Conseil souligne l'importance de **lutter en particulier contre l'information impliquant une menace sanitaire posée par la 5G**, et porte ainsi une grave atteinte aux libertés fondamentales.

**Pour répondre aux questions sociétales liées à la 5G**, une *diligence raisonnable* doit être appliquée. Cette pratique devrait être mise en place avant la production ou le déploiement de toute nouvelle infrastructure ou application susceptible d'avoir des conséquences dites « disruptives », en évaluant notamment les besoins réels, les alternatives technologiques et les coûts économiques, environnementaux et sociétaux sous-jacents.

La société dans son ensemble tremble à l'approche des vibrations des ondes de la 5G, au risque de voir s'effondrer les droits fondamentaux acquis au fil des siècles. La Covid-19 semble logée à la même enseigne et remue vigoureusement nos valeurs et droits à la liberté, dénaturant la société. Un nouveau fossé se creuse, entre ceux qui ne voient dans le parallèle entre 5G et Covid qu'une simple coïncidence, et d'autres qui y discernent un grand complot mondial d'asservissement de l'humanité. Les piliers fondateurs de nos démocraties se lézardent à chaque chant strident porteur de fausses informations hurlées à travers les mégaphones de l'industrie puis amplifiées par les puissants médias et gouvernements.

Mais où donc sont la liberté d'expression, le libre arbitre et le respect d'autrui ? Où sont passés les débats démocratiques ? De quelle société nos enfants vont-ils hériter ? Quelles valeurs chères à notre génération pourront être sauvées et transmises aux générations futures ? Avant de déployer la 5G, un temps de réflexion sur notre société et ce que nous voulons en faire, semble bien nécessaire. De nombreuses questions sociétales et éthiques sont liées à la 5G. Elle peut symboliser les progrès ou la chute du système, tous les deux inévitables selon le point de vue pris. C'est pourquoi l'application d'une « diligence raisonnable » est nécessaire avant un déploiement important de la 5G.

## 7. Faux arguments sur la 5G

La philosophie nous enseigne  
à douter de ce qui nous paraît évident.

La propagande, au contraire, nous enseigne  
à accepter pour évident  
ce dont il serait raisonnable de douter.

« Retour au meilleur des mondes » - Aldous Huxley

Nous sommes souvent confrontés au désarroi et à la méconnaissance d'un public non averti, trompé sur les très nombreuses questions liées à la 5G.

Il semble que le volume de fausses rumeurs ou de messages biaisés et formatés véhiculés par le secteur des télécommunications mobiles à ce sujet dépasse de très loin celui des informations fiables et indépendantes.

L'étincelle ayant allumé ce brasier est à déplorer du côté des promoteurs de la 5G, qui d'une part cherchent désespérément un marché profitable à leurs nouvelles antennes, d'autre part minimisent et nient les vérités qui les dérangent. L'incendie est entretenu et ventilé par la complaisance d'une très large frange de la presse, tant généraliste qu'économique et technique. Dans le meilleur des cas, cette presse n'a pas les compétences technico-scientifiques ou médicales nécessaires à une vraie remise en question d'arguments prêts-à-penser ; elle peut être aussi bridée par des conflits d'intérêts percolant jusqu'aux décisions éditoriales de sa rédaction. Les messages complaisants sont ensuite repris en chœur par une partie du monde politique, complice de l'industrie et co-responsable du chaos actuel.

Cet état des lieux dépeint le bien triste tableau d'une nouvelle large **propagande industrielle consumériste extrêmement dangereuse** qui, jusqu'à maintenant, semble porter ses fruits dans les Etats du monde industrialisé. Force est de constater que les contre-pouvoirs et la démocratie n'ont pas encore réussi à assurer la protection des populations vis-à-vis de la 5G dont le déploiement est présenté comme incontournable...

La propagande et son impact répété sur les consciences sont exacerbés par la société de l'information, à une époque où tout se partage immédiatement, où les sources ne sont majoritairement ni fiables ni vérifiables, mais aussi où le réseau devenu "intelligent" influence notre façon de penser à coup de censure quotidienne. Un large public ne peut plus s'y retrouver et adopte un mode de pensée préformaté. L'écart se creuse ainsi entre ceux plus enclins à digérer

la propagande optimiste et rassurante, et ceux plus méfiants qui tombent parfois dans le piège de discours complotistes relayés dans les médias sociaux. Dans cette jungle sauvage d'hyper-information immédiate et parfois spéculative, beaucoup perdent leurs repères et leur capacité de discernement.

Brisons une série d'idées reçues sur la 5G, parfois curieuses, souvent ridicules, mais malheureusement déjà bien ancrées dans les esprits sur les questions technologiques, sanitaires et environnementales.

## 7.1 Faux arguments technologiques

Notre synthèse des questions liées à la technologie 5G comporte différents objectifs, dont celui bien sûr de rendre compte des innovations promises par la nouvelle 5e Génération. Nous évaluons les **besoins actuels et futurs** en termes de réseaux de télécommunications mobiles (*capacité, vitesse, latence*), en y apportant des informations indépendantes pour nourrir le débat et analyser les **réponses que la 5G prétend apporter** à ces besoins.

Nous avons aussi voulu concrètement aborder les **applications potentielles** dans les différents *verticaux* (*verticals* en anglais) identifiées par les promoteurs de la 5G comme dépendantes de son avènement. Ces applications actuelles ou futures, qu'elles soient déjà dans notre quotidien ou imaginables, sont également analysées dans des sections spécifiques, dans le cadre d'une **vision de la connectivité plus large** que celle très restreinte des réseaux mobiles en général et 5G en particulier, proposée par des experts indépendants.

Quelques exemples repris dans notre rapport: ***l'Internet des Objets (IdO), les véhicules autonomes, la télé-chirurgie, la réalité virtuelle ou augmentée, l'automatisation, les villes intelligentes, les drones, les réseaux d'énergie intelligents...***

La définition du mot "**mobile**" indique un **besoin de déplacement**. L'avantage d'un réseau mobile est en effet de permettre à un appareil connecté de se déplacer. Comme dans tous les domaines, en télécommunications chaque technologie a ses avantages et ses inconvénients, et nous attirerons donc l'attention sur les **technologies de communication alternatives** pour répondre à chaque besoin.

**La 5G ne reflète qu'une des visions proposées de l'avenir de la connectivité.** Des experts indépendants de renommée internationale ont d'autres visions intéressantes à proposer. Plusieurs s'accordent sur le fait que **la 5G n'est au mieux qu'une vision reflétant une spéculation très hasardeuse des besoins futurs, au pire un mythe à la recherche d'un marché encore inexistant et non-viable économiquement.**

Pour résumer la situation en une citation, lors d'une réunion technique de l'*IEEE*<sup>448</sup>, malgré la nature très technique de la réunion, un éminent Professeur travaillant pour Huawei eut une

---

<sup>448</sup> Réunion de l'IEEE Communications Society, tenue à l'Université du Colorado, Boulder, où le Prof. Dr. H. Anthony Chan de Huawei Technologies, Plano, Texas, expert distingué et "IEEE fellow", donna un exposé détaillé "5G and Future Wireless Internet: Challenges and Emerging Technologies " (La 5G et l'Internet sans fil du futur: Défis et Technologies Emergentes) (Chan, 2016)

réponse étonnamment concise et non technique quand on lui demanda ce qu'était la **motivation de base de la 5G** :



**« Si la technologie ne change pas,  
la compagnie mourra...  
Il s'agit de plus de jobs...  
d'ingénierie et de fabrication. »**

Il ajouta : **« Les gens doivent acheter  
un nouveau téléphone. »**  
(notre traduction)

**Une réflexion globale, immédiate  
et démocratique s'impose sur une  
vision des télécommunications à  
moyen et long terme afin de tenir  
compte des besoins réels de la société  
dans son ensemble, et non des besoins  
du secteur des télécoms.** A défaut  
d'une telle réflexion, et à en croire les  
spécialistes dont nous ne faisons que

relayer les cris d'alarme, nous risquons bien de regretter nos choix dans un avenir pas si lointain.

### 7.1.1 Il n'y aurait pas d'alternative à la 5G pour le futur de la connectivité

**Faux.**

#### LE MYTHE DE LA 5G

Le Prof. William Webb, ancien Président de l'IET (Institut d'Ingénierie et de Technologie), le plus grand organe professionnel d'ingénierie en Europe, est un acteur majeur dans le développement des télécommunications et de l'Internet des Objets (IdO). En 2016, il publie la première édition d'un ouvrage consacré aux multiples implications de la 5G : *"The 5G Myth"*<sup>449</sup>. Il y fait déjà la constatation d'un secteur qui tente d'imposer une solution inadéquate comme la panacée à nos défis technologiques actuels et futurs. **La 5G serait davantage une technologie qui se cherche un marché qu'une réponse à une demande du marché.** En expert indépendant, il remet les pendules à l'heure concernant les besoins réels en termes techniques tant B2B que B2C et les perspectives d'innovation afin de réaliser une vision du futur interconnecté. Sous un angle technique, dans une compréhension globale des enjeux économiques et politiques et avec une connaissance aigüe des différents acteurs du secteur, il démontre que **la vision proposée de la 5G est biaisée.**

Le secteur tente de nous vendre la 5G comme nécessaire à l'apparition de nouvelles applications innovantes allant révolutionner nos habitudes et la société. Pourtant, **les arguments de l'industrie mobile ne résistent pas longtemps à son analyse indépendante.** Il propose des alternatives à la 5G basées sur les technologies déjà en place en vertu du principe de

<sup>449</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019)

“connectivité cohérente partout” (en anglais “consistent connectivity everywhere”). En avril 2020, il publie également “*The Internet of Things Myth*”<sup>450</sup>, dont nous reprenons les idées essentielles dans ce rapport.

Timothy Schoeche, PhD, consultant international en génie informatique et en standardisation, ancien membre du corps professoral du College of Engineering and Applied Science de l'Université du Colorado et chercheur au NISLAPP<sup>451</sup>, rejoint ce constat et publie en mai 2018 un rapport public “*Re-Inventing Wires: The Future of Landlines and Networks*”<sup>452</sup>.

Selon lui, « **Le battage publicitaire autour de la 5G est une poussée technologique probablement davantage motivée par l'obsolescence planifiée et la vente de nouvelles générations de puces, d'applications logicielles et de smartphones, que par un besoin public ou commercial démontré qui peut être mieux satisfait par une infrastructure filaire ou une technologie LTE 4G encore émergente** ». (notre traduction) Les questions de l'*Internet des Objets* (IdO), de la Ville Intelligente, des Véhicules Autonomes y sont également abordées en matière de risques posés sur la protection de la vie privée, de sécurité, de santé publique, de questions sociales et comportementales.

#### LE RÔLE DU CÂBLE ET DE LA FIBRE OPTIQUE

Les deux publications indépendantes, majeures et éclairées citées ci-dessus se rejoignent dans leurs analyses des besoins réels et sur le fait que **la 5G serait un mauvais choix pour notre société**. Les différences majeures entre ces deux publications se situent au niveau des solutions alternatives proposées. Le dernier, comme son nom l'indique, préconise **l'utilisation de la fibre optique et du câble en priorité**. Mais il n'est pas un cas isolé.



Le rapport du NISLAPP martèle encore : « *Plus rapides, stables, fiables, sûres, saines et durables, l'avenir des réseaux de téléphonie et Internet devrait être orienté vers les infrastructures câblées, et non vers des infrastructures sans fil.* » (notre traduction). En bref, il explique que **le sans-fil n'est pas une solution d'accès à Internet universelle, fiable et durable**. Le cuivre et la fibre optique sont bien plus avantageux en matière de coût et de performances.

Dans le rapport, on reprend le Prof. en Economie et Finances Eli Noam de la Columbia University<sup>453</sup> en 2011: « *Le problème avec le sans-fil est qu'il a des économies négatives pour la vitesse, c'est-à-dire que l'ajout de vitesse devient progressivement plus cher, tandis que le filaire a des économies positives pour la vitesse. Si l'on double la vitesse du réseau pour le sans-fil, il faut plus de spectre. Un tel spectre supplémentaire est plus cher que celui précédemment acquis*

<sup>450</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, “The Internet of Things Myth” (2020)

<sup>451</sup> NISLAPP = National Institute for Science, Law & Public Policy (USA)

<sup>452</sup> Déjà cité : Timothy Schoeche, “Re-Inventing Wires: The Future of Landlines and Networks” (2018) <https://tinyurl.com/y89sfng8>

<sup>453</sup> Noam, Eli (2011). “Let Them Eat Cellphones: Why Mobile Wireless is No Solution for Broadband.” Journal of Information Policy. 1. pg 476-478 <https://www.jstor.org/stable/10.5325/jinfopoli.1.2011.0470>

car il devient plus difficile à libérer, il est plus convoité par les entreprises, il occupe des bandes de fréquences moins souhaitables et il nécessite de plus grandes batailles politiques et réglementaires. Il faut également plus de sites cellulaires pour étirer le spectre. Les sites cellulaires deviennent plus chers car les emplacements les plus faciles sont utilisés et les propriétaires fonciers deviennent plus avertis. Les voisins se battent contre les tours de téléphonie cellulaire pour des raisons d'esthétique, de valeurs immobilières et de problèmes de santé publique. Ces sites cellulaires desservent également moins de personnes, de sorte que les coûts moyens augmentent. En revanche, l'ajout au débit de la fibre optique nécessite principalement la mise à niveau de l'électronique aux points d'extrémité, et cela peut se faire sans coût de transaction élevé ». (notre traduction)

Précisons néanmoins que ces indications économiques concernent le rajout de débit à une fibre optique desservant une habitation, un bureau ou une industrie. On ne parle pas ici des fibres utilisées dans les réseaux à très haut débit des opérateurs, qui nécessitent parfois le rajout de fibres supplémentaires dans les conduites (mais toujours à coût inférieur au sans-fil).

Il ajoute encore: « **Le sans-fil est intrinsèquement une ressource limitée** - pas aussi limitée que les gens le pensent, mais toujours limitée. Il est également une ressource partagée dans laquelle les utilisateurs entrent en collision - même si l'on pourrait rendre la ressource plus efficace. **Cette différence - économies de vitesse pour le filaire et déséconomies pour le sans-fil - est cruciale.** Cela signifie que lorsque nous passons à des vitesses plus élevées, remplacer le filaire à haute vitesse par du sans-fil n'a aucun sens économiquement parlant, lorsqu'il s'agit d'emplacements fixes tels que les maisons et les bureaux. Ce serait un gaspillage de spectre (N.D.L.R. : fréquences) rare. Le sans-fil a ses utilisations uniques dans les applications nomades et mobiles ou dans des zones inaccessibles. Là, les gens accepteraient une vitesse plus faible faute d'alternative. Il pourrait également s'agir de l'extrémité d'un réseau filaire, utilisant des micro-ondes directionnelles ou des lasers en direct. Cela ne nécessiterait pas beaucoup de spectre car les interférences et le partage des lignes seraient faibles, tandis que les taux de transmission pourraient être élevés. **Mais le sans-fil mobile ne serait pas une plate-forme alternative vraiment efficace au filaire.** » (notre traduction)

Plus récemment, cet état des lieux commence à être appuyé par le secteur de l'électronique, dont **certains ingénieurs de l'IEEE**<sup>454</sup> qui en février 2020 publient : « Pour l'heure, les **technologies sans fil doivent être évitées autant que possible. Des solutions câblées nouvelles et innovantes qui offrent le même niveau de convivialité doivent être encouragées(...)** »<sup>455</sup> (notre traduction). Cet avis s'appuie principalement sur un début de reconnaissance de la part d'ingénieurs au sujet des risques sanitaires liés au sans-fil.

Sans doute est-il utile de mentionner ici que des précautions doivent être prises même pour les technologies câblées. En effet, certains types de câbles, ou un défaut de mise à la terre, peuvent générer des effets sur la santé. Des précautions sont à prendre par exemple pour les lignes haute tension et les câbles électriques basse tension utilisés par la technologie CPL<sup>456</sup>. Des solutions techniques, telles que l'utilisation de câbles blindés et une mise à la terre adaptée, permettent de mitiger les risques.

<sup>454</sup> IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers

<sup>455</sup> Naren, Elhence A, Chamola V, Guizani M., "Electromagnetic Radiation due to Cellular, Wi-Fi and Bluetooth technologies: How safe are we?", Feb 2020, IEEE Access <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9016183>

<sup>456</sup> CPL = Courants Porteurs en Ligne, en anglais PLC = Power Line Communication; Les compteurs Linky, par exemple, fonctionnent avec la technologie CPL.

Dans ce rapport, nous consacrons une section complète à une **analyse des besoins techniques actuels et anticipés pour le futur**. Voir section *La 5G est une vision déconnectée de la réalité* (page180). **Les alternatives à la 5G** y sont citées à partir d'arguments technologiques avancés dans diverses publications.



**Un choix technologique important dans le sens d'une technologie sans-fil comme la 5G, en particulier si elle est déployée à grande échelle, devrait raisonnablement s'accompagner d'une analyse préalable des besoins réels, mais également des alternatives techniques avec leurs avantages et inconvénients respectifs. Le déploiement de technologies sans-fil pourrait également s'accompagner d'une bien meilleure**

**information sur les risques associés pour le public et l'environnement.**

En résumé, il est probable que la promotion des technologies filaires (câble et  *fibre optique*) pourrait tout aussi bien soutenir notre économie et ses applications futures, tout en respectant nos objectifs économiques, sanitaires, environnementaux et sociétaux. La 5G, plutôt que d'être déployée de façon massive et hâtive pour tenter de répondre à un besoin hypothétique, pourrait ainsi être déployée d'une manière raisonnée et limitée en fonction de réels besoins (industriels) et après étude comparative des différentes alternatives techniques.

### 7.1.2 La 5G serait indispensable à l'innovation dans de nombreux secteurs

**Faux.**

Les nouvelles générations de réseaux mobiles reviennent toujours avec les mêmes objectifs, qui sont de permettre des débits de transmission (**vitesse**) plus élevés, de permettre un trafic de données accru (**capacité**), et d'améliorer le temps de réponse (**latence**) des communications en déplacement.

La question qui doit nous préoccuper est de savoir jusqu'à quel niveau ces trois paramètres seront amenés à s'améliorer à l'avenir, avec une identification et une estimation des **besoins réels**.

C'est pourquoi, dans les sections suivantes, nous développons ces 3 types de besoins, et démontrons ensuite à travers un large paysage d'applications, qu'il n'existe **aucun indicateur permettant d'affirmer que la 5G serait nécessaire à l'innovation**.

### 7.1.3 Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G

**Faux.**

La vitesse souhaitée par les utilisateurs de réseaux mobiles a fortement augmenté au fil des premières générations, principalement la 3G et les débuts de la 4G. On observe que de nouveaux

services se sont développés à la suite de l'augmentation de la vitesse autorisée par les réseaux mobiles. En particulier, pour une expérience satisfaisante, la vidéo en streaming demandait des débits autour de 1 Mbps<sup>457</sup> qui ont été atteints déjà avec la 3G. En conséquence de l'énorme succès de ce service, des vidéos avec des résolutions (qualités) toujours plus élevées sont apparues, faisant en cascade augmenter la demande de *data* mobile.

Visionner en streaming une vidéo UHD (4K)<sup>458</sup> nécessite un débit d'environ 20-25 Mbps. Cependant, il s'agit là d'une résolution qui n'a pas d'utilité sur un écran qui tient dans la main, ni même l'écran d'un ordinateur portable, même si le marché des smartphones tente de nous vendre de telles solutions. Il s'agit simplement de ne pas dépasser les limites physiques de l'œil humain, qui elles restent inchangées. Les opérateurs télécoms compressent d'ailleurs déjà souvent les vidéos à l'insu des utilisateurs pour réduire le trafic et on ne constate pas d'impact sur les utilisateurs avec des vitesses autour de 1 Mbps.

Une étude<sup>459</sup> réalisée en 2015, basée déjà sur la consommation mobile de vidéos, indique que la satisfaction des utilisateurs les plus exigeants n'augmente pas au-delà de 1,5 Mbps. Concernant les apps, la pleine satisfaction est atteinte en-dessous d'1 Mbps.

On peut se demander quelle est la vitesse nécessaire **pour surfer sur Internet** en offrant la meilleure expérience utilisateur possible. Cette question touche davantage à celle de la *latence* traitée à la section suivante. Cependant, on remarque que lorsque la *latence* est bonne, la sensation de chargement quasi-instantané est **atteinte avec un débit entre 4 et 8 Mbps**. Avec plus de débit, aucun avantage sur l'expérience de l'utilisateur n'est ressenti.

**Contrairement aux annonces des télécoms, cette demande en vitesse n'est pas amenée à évoluer**, vu qu'une personne ne peut regarder qu'une seule vidéo à la fois et ne charger qu'une page web à la fois.

En matière de vitesses réellement expérimentées (en théorie les vitesses sont bien plus élevées), la **3G** permet déjà 1-2 Mbps, la **4G** « classique » **peut atteindre 30-55 Mbps**<sup>460</sup>, jusqu'à 750 Mbps avec la technologie *mMIMO*<sup>461</sup>, jusqu'à **1000 Mbps** en combinant les dernières technologies<sup>462</sup>. La **5G** nous promet encore plus grâce aux ondes *millimétriques* combinées au *mMIMO*, cependant elle n'atteindra probablement jamais plus de **5000 Mbps**<sup>463</sup>, **et dans des conditions réelles elle reste sous 2000 Mbps**<sup>464</sup>.

---

<sup>457</sup> Mbps = Mégabit par seconde, soit 1 million de bits par seconde

Gbps = Gigabit par seconde, soit 1 milliard de bits par seconde

Ces unités indiquent le débit (ou vitesse de transfert) de données d'un réseau

<sup>458</sup> HD = High Definition, correspondant à la norme 2K, résolution de 1920 x 1080 pixels

UHD = Ultra High Definition, correspondant à la norme 4K, résolution de 3840 x 2160 pixels

<sup>459</sup> <https://www.bcg.com/publications/2015/telecommunications-customer-insight-uncovering-real-mobile-data-usage-drivers-customer-satisfaction.aspx>

<sup>460</sup> <https://www.opensignal.com/2020/05/06/5g-download-speed-is-now-faster-than-wifi-in-seven-leading-5g-countries>

<sup>461</sup> <https://www.commsupdate.com/articles/2017/04/05/telia-and-ericsson-achieve-record-4g-speeds-in-stockholm-tests/>

<sup>462</sup> <https://www.rcrwireless.com/20200622/analyst-angle/4g-is-where-the-money-should-be-analyst-angle>

<sup>463</sup> <https://www.lightreading.com/5g/ericssons-5g-tests-notch-top-speed-of-43-gbit-s-/d/d-id/757510>

<sup>464</sup> <https://www.opensignal.com/2019/07/08/5g-boosts-the-maximum-real-world-download-speed-by-up-to-27-times-4g-users-top-speeds>

Il faut évaluer un cas de figure concret et réaliste de **téléchargement** (et non de « streaming ») d'un **très volumineux fichier avec la 5G**, car il s'agit d'un argument phare de son marketing. La vidéo, application nécessitant de très larges fichiers, ne semble **pas créer une réelle demande** des utilisateurs. Il est rare de devoir télécharger tout un film en déplacement *avant* de pouvoir commencer à le visionner. Au contraire, le « streaming » abordé plus haut offre l'avantage de réduire fortement le temps d'attente avant de démarrer la vidéo. Autre application souvent citée, le jeu vidéo actuellement le plus volumineux<sup>465</sup>, en supposant qu'il puisse être stocké et fonctionner sur un smartphone dans quelques années, prendrait 12 minutes même avec la 5G « boostée » à 2000 Mbps. Cette durée **remet en question l'argument de vente où tout deviendrait « instantané » avec la 5G.**

Pour revenir à la vidéo, en imaginant de futurs services de téléchargement de films sur smartphone, 2 heures de film en haute définition<sup>466</sup> prendrait 2 minutes à télécharger (8 min en définition 4K, 32 min en 8K). Dans tous ces scénarios, où est l'impression d'instantanéité promise par la 5G quand plus d'une minute d'attente sont nécessaires ? Et est-ce bien dans l'intérêt de l'industrie des médias d'ouvrir la porte au téléchargement de films potentiellement piratés depuis n'importe où? Des scénarios ultimes de téléchargement de monstrueux fichiers ont-ils réellement un avenir sur un appareil mobile? Ne peut-on éviter le déploiement de ces millions d'antennes, simplement en chargeant ces gros fichiers à l'avance via la fibre, le câble ou le Wi-Fi?

Une étude du gouvernement britannique<sup>467</sup> révèle deux faits essentiels ; premièrement, le débit de données ciblé influence fortement le besoin de déployer des *micro-cellules*. Pour atteindre la pleine satisfaction des utilisateurs avec 10 Mbps, **la 5G et ses *micro-cellules* ne sont pas nécessaires** (voir les alternatives en page 176), et la seule utilisation de nouvelles fréquences (spectre) suffit même à certains sites. Deuxièmement, un débit de 50 Mbps n'est économiquement pas viable en zones rurales, même sans les *micro-cellules*. **La 5G creusera donc un fossé de plus en plus grand entre les usagers des zones rurales et urbaines**, en matière de vitesse de connexion.

Ces deux faits essentiels soutiennent notre demande d'une « **connectivité cohérente partout** » autour de 10 Mbps, qui satisfait tous les utilisateurs, basée sur des technologies déjà existantes et plus avantageuses à de nombreux égards. Ce débit de connexion devra être atteint prioritairement à travers les technologies filaires, et seulement exceptionnellement au moyen du sans fil qui doit rester l'exception et dans des limites de protection revues à la baisse, sur base de véritables recommandations scientifiques indépendantes.

Pour aller encore plus loin dans les spéculations de la 5G, on nous parle de **nouvelles applications (*réalité virtuelle et augmentée, applications médicales*, etc)** rendues possibles grâce à une vitesse de transmission démultipliée. Nous verrons plus loin dans l'analyse de ces

---

<sup>465</sup> 178 Go pour le jeu actuellement le plus volumineux <https://gamerant.com/pc-games-file-size-hd-space-biggest-huge/>

<sup>466</sup> Resolution Full HD 1920 x 1080 / 1080p à 24 images/s, RGB 8bit/couleur, codec (qualité bluray) H.264: 16 GB/h

<sup>467</sup> Déjà cité : E.J. Oughton & Z. Frias, "Exploring the Cost, Coverage and Rollout Implications of 5G in Britain", 2016 [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/577965/Exploring\\_the\\_Cost\\_Coverage\\_and\\_Rollout\\_Implications\\_of\\_5G\\_in\\_Britain\\_-\\_Oughton\\_and\\_Frias\\_report\\_for\\_the\\_NIC.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/577965/Exploring_the_Cost_Coverage_and_Rollout_Implications_of_5G_in_Britain_-_Oughton_and_Frias_report_for_the_NIC.pdf) pg 7

scénarios concrets que ces exemples ne constituent qu'un argument de marketing en réponse à un **besoin totalement inexistant**.

Pour illustrer ces conclusions, reprenons les propos tenus au Sénat français le 10 juin 2020<sup>468</sup> par Olivier Roussat, président-directeur général de l'opérateur Bouygues Telecom :

« Plus précisément, **la 5G apporte deux éléments** : d'abord, pour les clients, le fait de **voir apparaître un 5 au lieu du 4**, que le client jugera plus efficace par réflexe. En revanche, elle ne changera rien au quotidien du consommateur entre aujourd'hui et 2023. **La rapidité, en effet, ne sera pas réellement perceptible. Le véritable apport de la 5G, pour lequel les opérateurs ont tout intérêt à l'installer dans les zones urbaines, réside dans la possibilité d'écouler plus facilement le trafic, à un prix inférieur de moitié au prix de revient précédent. Il s'agit d'un intérêt opérateur, qui n'est absolument pas perçu par le consommateur final.** »

#### 7.1.4 Les besoins futurs en latence ne seraient pas satisfaits sans la 5G

**Faux.**

La *latence* du réseau mobile est le temps que mettent les données envoyées par l'appareil mobile pour atteindre l'antenne (*station de base*), ou le temps mis pour revenir de l'antenne jusqu'à l'appareil mobile. La *latence* est appelée plus communément « **temps de réponse** ». Elle est mesurée généralement dans une seule direction (de l'antenne vers l'appareil). Pour les détails dans les deux directions (aller et retour), voir les notes de bas de page.

Avec la 2G, la *latence* mesurée se situait autour de 500 ms<sup>469</sup>. La 3G l'a ramenée d'abord autour de 100 ms, mais ensuite **entre 18 et 55 ms** avec ses dernières évolutions<sup>470</sup>. La 3G offre une meilleure *latence* que la 4G en direction de l'antenne (*uplink*), dans certaines conditions spécifiques mais tout à fait réalistes (par exemple pour le jeu vidéo en ligne). La **4G permet des latences moyennes autour de 16-46 ms** (selon la qualité du réseau)<sup>471</sup>.

Il faut toujours bien distinguer la *latence théorique* de la *latence réellement atteinte*, qui est bien plus longue. En théorie, la 4G autorise 10 ms actuellement et 5 ms à l'avenir. La 5G permettrait d'atteindre 1 ms théorique dans certains cas précis.

Dans le cas du **streaming de vidéos**, la *latence* n'a pas d'impact sur l'expérience utilisateur tant qu'elle reste autour de 25-75 ms. Par contre pour la **consultation de pages Internet**, elle revêt

<sup>468</sup> <https://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200608/devdur.html> (lien vidéo: bas de page)

<sup>469</sup> (pas plus de détails disponibles sur la 2G)

**1 ms = 1 milliseconde** = 1 millième de seconde

<sup>470</sup> Observations en conditions idéales: (mesures en conditions réelles en 4G: voir plus loin)

La **3.5G (HSPA)** permet 8-17 ms (*uplink* = à partir du téléphone) et 12-17 ms (*downlink* = sens inverse), pour des paquets de données inférieurs à 250 octets. Pour des paquets plus volumineux, *uplink*: 10-52 ms; *downlink*: 15-18 ms

La **4G (LTE)** permet 21-31 ms (*uplink* = à partir du téléphone) et 8-15 ms (*downlink* = sens inverse), sans sensibilité importante à la taille des paquets de données

Laner M. et al, "A Comparison Between One-way Delays in Operating HSPA and LTE Networks"

<http://www.eurecom.fr/fr/publication/3694>

<sup>471</sup> Déjà cité :

[http://research.rewheel.fi/downloads/Rewheel\\_Tutela\\_LTE\\_5G\\_performance\\_drivers\\_Europe\\_17022019\\_FINAL.pdf](http://research.rewheel.fi/downloads/Rewheel_Tutela_LTE_5G_performance_drivers_Europe_17022019_FINAL.pdf) pg 7

plus d'importance pour assurer une bonne expérience afin d'éviter la sensation d'attente entre l'affichage des pages. L'étude citée plus haut<sup>472</sup> indique la **pleine satisfaction des utilisateurs avec les latences de l'ordre de 25-50 ms déjà atteintes avec la 4G** (et même la 3G).



Les **jeux vidéo** en ligne et en déplacement ont également besoin d'une *latence* faible pour assurer une expérience agréable au joueur. La *latence* idéale (attention : aller-retour jusqu'au serveur ou *cloud*) serait de l'ordre de 100 ms<sup>473</sup>, mais idéalement de 75 ms<sup>474</sup>. Selon une étude financée par l'Europe<sup>475</sup>, les jeux vidéo sur réseaux mobiles impliquent même une *latence* située sous les 50 ms aller-retour. Selon

cette même étude, la *latence* aller-retour de la 3G (29 ms) donne déjà grande satisfaction aux joueurs, d'ailleurs meilleure que la première version de la 4G (44 ms). Datant de 2012, l'étude conclut néanmoins qu'avec certaines améliorations, la **4G serait également satisfaisante en matière de latence**.

Quand on sait que pour voyager de l'antenne à leur destination finale sur Internet, les données auront besoin de plusieurs **dizaines de ms**, quel est l'intérêt de réduire la *latence* théorique du réseau de téléphonie mobile de 10 ms (4G) à 1 ms ou moins (5G) ? On y gagnerait un temps théorique (9 ms x 2 = 18 ms) qui ne serait même pas remarqué par l'utilisateur. Ceci est d'autant plus vrai pour une communication intercontinentale, où le délai est typiquement de l'ordre de 100-200 ms. En conditions d'utilisation réelles, **l'utilisateur mobile ne ressentira aucune différence entre la 4G et la 5G**.

Avec la 5G, on nous annonce de **nouvelles applications** rendues possibles grâce à une *latence* qui **pourrait baisser sous 1 ms**. Cette réduction n'aurait pourtant **aucun intérêt** dans un réseau mobile public et serait sans effet comme nous le verrons dans les différents scénarios qui proposent d'autres solutions mieux adaptées.

### 7.1.5 Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G

**Faux.**

Déjà depuis la 3G, la consommation de données mobiles augmente avec **la consommation de vidéos, qui est de très loin l'application la plus gourmande en données**. Afin d'évaluer le

<sup>472</sup> Déjà cité : <https://www.bcg.com/publications/2015/telecommunications-customer-insight-uncovering-real-mobile-data-usage-drivers-customer-satisfaction.aspx>

<sup>473</sup> <https://www.highspeedinternet.com/resources/how-much-speed-do-i-need-for-online-gaming>

<sup>474</sup> <https://www.pcgamer.com/what-are-latency-and-ping-and-what-do-they-mean-for-gaming/>

<sup>475</sup> Déjà cité : <http://www.eurecom.fr/fr/publication/3694/download/cm-publi-3694.pdf>

maximum théorique de capacité nécessaire, on a imaginé un scénario qui consisterait en 1h de streaming vidéo par jour pour tous (en déplacement). En y rajoutant la consommation de données caractéristique (bien moindre) liée aux apps de nos smartphones, ceci correspondrait à **15-20 Go<sup>476</sup>/mois** par personne sur réseaux mobiles uniquement, sans bien sûr compter la consommation de données par câble ou Wi-Fi, ni celle de nos autres appareils fixes (smart TV, consoles de jeux,...). Il s'agit d'une moyenne, tenant donc bien compte tant des petits que des gros utilisateurs de données mobiles. Cette approche de détermination du maximum absolu de volume est proposée par le Prof. William Webb<sup>477</sup>, mais nous ne nous aventurerons pas à des prédictions hasardeuses sur sa valeur exacte ni sur l'année à laquelle il se produira. On peut par contre en retenir un ordre de grandeur autour de 20 Go mensuels.

On observe actuellement toujours une augmentation annuelle de la consommation de données mobiles au niveau mondial et les tendances projetées sur 2 ans sont toujours en forte hausse. C'est tout à fait logique, mais **il est probable qu'on atteigne un palier dans les années à venir**, car le nombre d'utilisateurs n'augmentera presque plus, et les journées des utilisateurs ne sont pas extensibles. Certains pays développés très consommateurs de données présentent déjà depuis plusieurs années (2011 ou 2012) un **affaiblissement de la croissance de consommation de données mobiles**. Le délai avant d'atteindre la croissance zéro est difficile à prévoir et les prévisions sont souvent fournies par les acteurs du secteur (exemple Cisco<sup>478</sup>), à prendre donc avec précaution. Il faut noter qu'il n'est pas dans l'intérêt de l'industrie ou des régulateurs de révéler de telles tendances à la baisse, car ceci mettrait à mal un de leurs principaux arguments, à savoir qu'en fin de 5<sup>ème</sup> génération le besoin de capacité serait multiplié par 100 ou 1000(!) par rapport à aujourd'hui. **Les perspectives de croissance du secteur doivent être prises avec prudence. Elles soutiennent le besoin d'une industrie de montrer une façade innovante et ambitieuse et de rappeler sa position de force vu son rôle central dans notre société de l'information immédiate.**

Il ne faut pas négliger le comportement des utilisateurs qui adaptent leur consommation de données mobiles en fonction des limites de leur plan tarifaire. Lorsque le Wi-Fi gratuit est disponible, celui-ci est en général favorisé par la plupart des utilisateurs afin de ne pas entamer leur forfait. En cas de congestion prévue, la capacité mobile nécessaire peut être réduite par les opérateurs en jouant sur le levier des "forfaits data" en restant dans certaines limites de consommation, et éviter un déplacement de la consommation Wi-Fi vers le réseau mobile<sup>479</sup>. La GSMA, l'association des opérateurs mobiles, rappelle d'ailleurs à ses membres, dans son étude sur les coûts de la 5G<sup>480</sup>, qu'ils ont un choix stratégique à faire afin de maîtriser l'augmentation inévitable de leurs coûts : selon leur choix, parmi trois scénarios de déploiement plus ou moins rapides, l'augmentation de trafic serait plus ou moins forte (entre 20 et 40% annuels). **Le secteur des télécoms nous fait ici la parfaite démonstration que le rythme de croissance du trafic est entre les mains des opérateurs et non le reflet d'une demande (et encore moins d'un besoin) des utilisateurs. En poussant ce raisonnement plus loin, la croissance du trafic sur les réseaux mobiles pourrait être gérée grâce à une volonté politique visant à éviter tous**

<sup>476</sup> Go = Gigaoctet (français) = GB = GigaByte (anglais) = env. 1 milliard d'octets (Bytes) = env. 8 milliard de bits

<sup>477</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), cfr. "Predictions of volume"

<sup>478</sup> [https://www.cisco.com/c/dam/m/en\\_us/network-intelligence/service-provider/digital-transformation/knowledge-network-webinars/pdfs/1213-business-services-ckn.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/network-intelligence/service-provider/digital-transformation/knowledge-network-webinars/pdfs/1213-business-services-ckn.pdf)

<sup>479</sup> Hazas M. et al, "Are there limits to growth in data traffic?: On time use, data generation and speed". Limits '16 conference, June 8-10 Irvine, CA; ACM 5 pages (2016). <https://core.ac.uk/download/pdf/76958856.pdf>

<sup>480</sup> Déjà cité : <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/>

## **les travers d'une surconsommation sur ces réseaux, entre autres en limitant les forfaits de données.**

Parmi les travers liés à l'utilisation croissante des réseaux mobiles, on ne peut ignorer l'application appelée **FWA, pour Fixed Wireless Access**. Déjà proposée depuis environ 1996<sup>481</sup> selon William Webb, elle permet une connexion dite « fixe » chez soi ou au bureau à travers le réseau mobile. Cette pratique fait passer une grande partie du trafic filaire sur les réseaux mobiles. Les échecs commerciaux de la FWA des 20 dernières années pourraient être derrière nous avec la 4G, car elle est déjà proposée par plus de 185 opérateurs selon Ericsson<sup>482</sup>. Avec les capacités atteintes de nos jours, on pourrait parler d'un véritable détournement de trafic colossal vers le réseau mobile, alors qu'il pourrait passer par des solutions filaires. Les opérateurs de réseaux mobiles y voient bien sûr une opportunité unique de gagner des parts de marché jusqu'alors réservées aux opérateurs de téléphonie fixe et aux câblo-opérateurs. Les avantages principaux du FWA sont une installation par le client sans intervention de l'opérateur, moins de câbles et des débits déjà en 4G de plusieurs centaines de Mbps (jusqu'à 600 Mbps), selon une étude d'Ovium<sup>483</sup>. L'étude indique que dans certains pays émergents, le FWA constituerait la principale solution de connexion à large bande (*broadband*), surtout au Nigéria. Ericsson prédit qu'en 2025, un quart du trafic mobile sera consommé à travers le FWA. Ce détournement de la technologie sans fil aura des conséquences sans précédent sur la consommation électrique, avec des volumes téléchargés chez soi (contenu vidéo HD de type Netflix, Youtube, Amazon Prime,...) très largement supérieurs aux volumes des connexions réellement « mobiles ». **Seule une volonté politique forte pourrait limiter la prolifération du FWA et éviter une proportion du trafic sur réseaux mobiles toujours croissante.** Même si le principe du FWA peut être mis en cause, la 4G y satisfait déjà largement. De plus, le FWA ne représente pas un besoin mais une solution. **Le FWA ne reflète donc pas un besoin en capacité de données mobiles où la 5G apporterait une solution.** Il s'agit d'une proposition de l'industrie à consommer toujours plus de données mobiles, afin de gagner de nouvelles parts de marché.

Quant au futur, et strictement du point de vue économique et technologique, nous verrons que *l'Internet des Objets* ne dépend pas de la 5G à la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180). De même, la vision d'une hypothétique application mobile qui impacterait fondamentalement le comportement des utilisateurs nécessitant un **volume de données supérieur à la vidéo HD semble peu convaincante et utopique**. Nous y reviendrons à la section *La Réalité Virtuelle et Augmentée aurait besoin de la 5G* (page 183).

Par ailleurs, l'industrie a prévu de déployer la 5G par phases. La capacité largement accrue grâce aux ondes *millimétriques* et au *massive MIMO* ne commencerait à être déployée que dans plusieurs années. Le déploiement serait progressif vu les millions de nouvelles antennes à installer. Enfin, les utilisateurs devront également très progressivement remplacer leurs téléphones par des appareils compatibles avec la 5G *millimétrique*. Il faudrait donc encore rajouter 2 à 3 ans après le déploiement quasi complet de la 5G pour que la grande majorité des utilisateurs y soient connectés. Sans prétendre à des capacités de clairvoyance, ceci nous semble irréalisable dans tous les cas avant 2027, voire 2030. D'ici là, nous pourrions d'ailleurs avoir atteint un palier de

---

<sup>481</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), cfr. "Predictions of volume", pg 119

<sup>482</sup> Déjà cité : Ericsson Mobility Report June 2020 <https://www.ericsson.com/fr/mobility-report/reports/june-2020>

<sup>483</sup> <https://www.ondia.com/~media/informa-shop-window/tmt/whitepapers-and-pr/fixed-wireless-access.pdf>

consommation, s'il n'est pas déjà derrière nous (certains prédisent 2027<sup>484</sup>). La 5G et ses promesses de capacité accrue arriveraient dans ce cas tout simplement trop tard. **La vision imposée par la 5G semble donc également caduque du point de vue d'une réponse à l'augmentation de capacité.**

Toujours selon divers experts indépendants et même selon certains opérateurs, dans l'hypothèse où la capacité de la 4G ne serait pas suffisante, l'alternative à la 5G et la **priorité des opérateurs devrait être de renforcer le réseau 4G actuel en capacité dès maintenant**. Différentes possibilités s'offrent aux opérateurs, comme indiqué par William Webb, pour augmenter la capacité : reprendre les fréquences de la 2G/3G (multiplication par 2 ou 3 de la capacité actuelle); rajouter des fréquences 4G (idem x2 ou x3), améliorer les antennes existantes *MIMO* (4G), rediriger les utilisateurs vers le Wi-Fi (N.D.L.R. : et le câble en priorité), ou l'utilisation de fréquences sans licence (N.D.L.R. : après étude de l'impact sanitaire et environnemental).

**En bref, la poursuite de l'augmentation incontrôlée du trafic mobile est annoncée comme une évidence par le secteur. Ces spéculations ne sont que le reflet des intentions des télécoms d'inonder le marché avec la 5G. La 5G n'est donc pas une réponse à un besoin en capacité accrue venant des utilisateurs. Seules exceptions, les marchés que représentent certains pays émergents, peuvent voir dans le mobile (pas nécessairement la 5G) une solution de connectivité à large bande à moindre coût.**

**Bien qu'encore controversée, la réduction progressive de la croissance économique - à laquelle le secteur des télécommunications ne devrait pas faire exception - est une nécessité absolue tant pour des raisons économiques qu'environnementales, déjà abordées dans ce rapport. Dans tous les cas, une volonté politique sera nécessaire afin de limiter le trafic mobile de manière générale, avec une attention particulière à éviter un déplacement du trafic des réseaux fixes vers les réseaux mobiles et à limiter les forfaits de données.**

---

<sup>484</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), cfr. "Predictions of volume"



les alternatives technologiques permettant sa réalisation, dont la 5G ne reflète qu'une des visions. Nous levons le voile sur l'IdO, sous un angle technique accessible à tout un chacun.

Lorsqu'on se penche sur les chiffres, les prévisions semblent converger à dénombrer le nombre d'objets connectés — à terme — autour de 50 milliards, ce qui équivaldrait à 10 objets par personne dans les pays développés.

La plupart des objets connectés ne sont destinés qu'à envoyer **extrêmement peu de données** et à des **intervalles de temps très espacés**. Malgré le nombre très élevé d'objets, les données transmises **ne nécessitent pas les performances de la 5G, ni en termes de vitesse, ni de latence, ni de capacité**.

Il s'agit d'un marché très diversifié avec des besoins dispersés, mais ses besoins ne sont en rien comparables aux besoins actuels ou futurs liés au streaming vidéo. Il est impossible de prédire quelles applications exactement vont réellement prendre un grand essor et générer le plus de demande sur les réseaux mobiles. Nous devons donc nous baser sur les considérations générales reprises ci-dessous.

Une majorité des objets connectés seront situés **dans les bâtiments**. Tous les objets domestiques, dans les bureaux et les industries, pourront continuer à communiquer via les réseaux locaux existants. On peut compter dans cette catégorie les applications liées à la santé (moniteurs cardiaque, de chute, de glycémie, test de grossesse, distributeur de pilules), objets contrôlés à distance pour la domotique, l'arrosage automatisé, les caméras et systèmes de sécurité, les appareils ménagers,...

Les objets **hors des bâtiments et hors de portée** des réseaux locaux, isolés, ont par contre besoin d'un réseau (par exemple mobile) pour échanger des données avec un utilisateur ou un système. On peut par exemple citer les compteurs intelligents ou *smart meters*, les parcs éoliens et les capteurs et actionneurs des *smart grids*, ou des villes intelligentes ou *smart cities* (feux et éclairages automatiques, régulation du trafic, poubelles intelligentes) les réseaux de capteurs ou *sensor networks* (pollution, météo, bruit,...), les objets intelligents à porter ou *smart wearables* comme les *smartwatches* (capteurs de rythme cardiaque, tension,...),... Mais, malgré leur diversité, ils devraient représenter une minorité des objets et du trafic de données, peut-être 30 à 40 % des objets selon les experts. Rien n'indique qu'ils ne pourraient pas fonctionner avec les réseaux 2/3/4G<sup>485</sup>.

Il existe en réalité de nombreuses technologies en concurrence permettant l'IdO sans la 5G, et certaines bien connues du grand public, comme Zigbee, Bluetooth, Wi-Fi, le câble, la *fibres optique*, ou des technologies spécifiques à l'IdO comme LoRa, SigFox, Weightless, Ingenu. Soulignons enfin que la 4G intègre également des fonctionnalités spécifiques à l'IdO: LTE-M (Long Term Evolution-Machine), et NB-IoT (NarrowBand IoT). La multiplication par un facteur dix du nombre d'objets connectés simultanément, proposée par la 5G, est un de ses avantages mais ne semble pas faire partie des demandes du vaste marché de l'IdO. **La 5G ne répondra à aucun réel besoin qui ne soit déjà satisfait par les technologies de l'IdO disponibles.**

---

<sup>485</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 27-34

Au contraire, selon Hatton et Webb, **la 5G risque bien d'aggraver la confusion et de ralentir le développement** d'un marché dont l'industrie n'arrive pas à s'accorder sur une norme (standard) : « *Le problème de l'IdO mobile n'est pas la technologie mais la rentabilité pour les opérateurs. La 5G ne fait qu'empirer les choses, (...) parce qu'elle sape encore les liquidités des opérateurs, rendant un quelconque investissement dans l'IdO encore plus ardu. Rien dans la 5G ne modifie la proposition de valeur pour l'IdO pour l'utilisateur ou pour l'opérateur* ». (notre traduction)

Des "visionnaires" pourraient bien sûr toujours imaginer des besoins hypothétiques basés sur du **streaming vidéo à très haute définition** en déplacement, comme des « bodycams » (caméras fixées au corps) qui pourraient en permanence envoyer des images 4K ou 8K, filmées en direct, vers un serveur dans le *cloud*. Même dans les cas les plus extrêmes imaginables, des alternatives bien plus fiables existent, tout simplement en enregistrant les images temporairement dans la caméra et en les envoyant dans le *cloud* au moment où une connexion gratuite et fiable (câblée ou Wi-fi) est disponible.

Un autre besoin hypothétique créé de toute pièce par les promoteurs de la 5G et du *cloud*, nécessiterait l'envoi en temps réel d'images en haute définition, à des fins **d'analyse par une intelligence artificielle dans le cloud**. Parmi les exemples les plus cités, on compte la **reconnaissance faciale** à partir d'images de caméras de surveillance et l'analyse d'images prises dans les cultures afin de **piloter des tracteurs, robots ou drones agricoles**. Tous ces objets (caméras, tracteurs, robots, drones) ainsi que tous les objets nécessitant l'aide d'une intelligence artificielle, pourraient embarquer un système d'IA. Les avantages à la clé sont un délai de réponse plus court et l'absence de dépendance vis-à-vis d'un réseau de télécommunications. Le principe d'embarquer l'IA dans la machine, plutôt que de l'héberger dans le *cloud*, est déjà une réalité pour les véhicules autonomes<sup>486</sup>.

L'industrie de la 5G avance parfois que les « jumeaux virtuels » (**virtual twins**), permettant notamment de prédire les pannes et estimer les besoins de maintenance de machines complexes, tireraient profit de la 5G. Selon une thèse d'ingénierie<sup>487</sup> de 2019, il semble pourtant que les technologies existantes de l'IdO, la 4G et le Wi-Fi puissent déjà couvrir les besoins de connectivité du jumeau physique au jumeau virtuel.

Au vu du nombre d'objets attendus (10 par personne), de la proportion d'objets nécessitant une connexion à un réseau mobile (max 40 %), d'une connexion par heure en moyenne (200 octets ou bytes en moyenne), ceci correspondrait à **0,5 MB par mois**. L'IdO aura donc à terme des besoins équivalents à **0,03% (3 dix-millièmes) du trafic mobile actuel**, ce qui serait possible même avec la 2G. Même avec une très large marge d'erreur dans ces estimations d'expert, ceci n'indiquerait toujours **pas le moindre intérêt de la 5G pour l'IdO**.

En bref, actuellement, l'attention se focalise principalement sur la 5G et les promesses de son industrie. Cette approche réductrice freine l'avancée de réels progrès promis par l'IdO, comme le suggèrent Hatton et Webb<sup>488</sup>. Pourtant, une analyse des coûts/bénéfices indépendante et

---

<sup>486</sup> <https://www.nvidia.com/fr-fr/self-driving-cars/drive-platform/hardware/>

<sup>487</sup> [https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/37926/master\\_Ala-Laurinaho\\_Riku\\_2019.pdf](https://aaltodoc.aalto.fi/bitstream/handle/123456789/37926/master_Ala-Laurinaho_Riku_2019.pdf)

<sup>488</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

comparative englobant l'ensemble des technologies sans fil (et filaires) liées à l'IdO, permettrait de déterminer les meilleures alternatives pour chaque cas d'utilisation.

La révolution de l'IdO est cependant bien en route avec déjà en 2019 plus de **11 milliards d'objets opérant sans la 5G**. De nombreuses questions techniques restent toutefois ouvertes concernant les standards futurs de l'IdO et ses applications à grand succès. Mais il paraît déjà très clair que la **5G n'est pas un élément nécessaire au développement rapide de l'IdO**, bien au contraire, et il n'a d'ailleurs pas attendu la 5G pour se développer de manière exponentielle.

Plutôt que de freiner la recherche et le développement de l'IdO dans l'attente de la 5G, des choix judicieux et réfléchis parmi l'ensemble des technologies pourraient accélérer la genèse de nouvelles applications apportant un réel progrès, ouvrant des perspectives de relance économique. En conclusion, il faut privilégier d'autres technologies existantes, à bien moindre coût pour les infrastructures, la santé, l'environnement et au bénéfice des utilisateurs et de l'économie en général.

#### 7.1.6.2 La Réalité Virtuelle et Augmentée auraient besoin de la 5G

**Faux.**

La **Réalité Augmentée** (*AR Augmented Reality*) peut être définie comme la création d'images d'objets artificiels se combinant à l'image du monde réel. Ces objets artificiels s'affichent par l'intermédiaire d'un casque ou de lunettes spéciales. L'AR promet des applications par exemple dans les domaines du jeu vidéo, de la formation, de l'industrie, de la sécurité et de la défense.

Prenons un exemple fictif dans le domaine de la sécurité. Un agent de police de terrain pourrait porter une visière sur laquelle des informations seraient projetées, indiquant la configuration des rues ou d'un bâtiment, ou le profil judiciaire des personnes en vue, identifiées par reconnaissance faciale. L'AR peut être plus ou moins complexe selon le type d'objet superposé à la réalité (texte, image 2D, image 3D, vidéo). Elle nécessite de capter certaines informations sur le monde réel (images, lumière, position, accélération,...) afin de les analyser et d'adapter rapidement en conséquence la position et l'aspect des objets artificiels. Si l'application AR est hébergée dans le *cloud*, ceci nécessite donc l'envoi de données depuis l'utilisateur vers le *cloud* (up-link). Cependant, il est peu probable que les applications AR nécessitent une vitesse élevée. En effet, elles se satisfont de débits bien inférieurs à ceux de la 5G. A titre de comparaison, même le jeu phénomène à très grand succès PokemonGo n'a rajouté que 0,1% de données au trafic existant (2016) et peut même fonctionner en 3G.

La **Réalité Virtuelle** (VR *Virtual Reality*), avec ses casques montés sur la tête (HMD *Head Mounted Device*) — image tant reprise à travers le marketing 5G des télécoms — permet une expérience en immersion totale dans un univers réel ou artificiel. L'appareil affiche une image sur un large champ de vision en relief (3 dimensions) et adapte l'image afin de suivre les mouvements de la tête et parfois également des yeux de l'utilisateur. La VR est surtout utile dans le secteur des médias, afin d'améliorer la sensation de participation à une scène, que ce soit un jeu vidéo, un événement sportif ou un film enregistré. La VR se pratique surtout en intérieur, pas ou peu en déplacement (comme passager), et peut donc déjà compter sur les infrastructures câblées et Wi-Fi existantes sans nécessité d'un réseau mobile. Une connexion à Internet n'est d'ailleurs nécessaire que pour la retransmission VR en direct (*live*) ou le jeu en ligne. Dans les autres cas, les fichiers VR peuvent être stockés sur un appareil portable. Dans les rares cas où la VR *live* serait utilisée en *déplacement*, on peut imaginer que l'utilisateur se contentera d'un confort visuel moins optimal. Des applications spécialisées VR immersives 4G existent déjà, ne nécessitant que 4 Mbps, selon une étude de CommScope<sup>489</sup> (pourtant également active dans le domaine de la 5G).



Ce document décrit les besoins actuels et futurs de la *Réalité Augmentée* et de la *Réalité Virtuelle* (ou toute *Réalité Mixte*). Elle n'indique cependant en aucun cas que la 5G pourrait constituer une solution avantageuse. Elle précise également que la *latence* de la communication au niveau du réseau d'accès à Internet (exemple :  *fibre optique*, 5G) n'est pas critique. L'expérience ultime 3D de VR dans le futur (plus de 5 ans) nécessiterait un débit de 576 Mbps envoyé au casque VR, qui pourra se faire via des connexions locales sans la 5G. Des solutions plus économiques existent, comme le câble, la  *fibre optique* (filaire) ou le  *Wi-Gig* (sans fil). De toute manière, la *latence* minimum qu'on pourrait atteindre pour de tels débits en 5G serait de l'ordre de 15 ms (aller-retour), et sans aucun avantage perceptible par rapport aux meilleures *latences* déjà possibles avec un réseau 4G (20 ms).

En contradiction avec ce rapport, une étude de la GSMA<sup>490</sup> (association des opérateurs) est a priori très favorable à l'implication de la 5G, du  *cloud* mobile et des opérateurs dans ces types d'applications. Elle est fort discutable car les conclusions essentielles de l'étude CommScope semblent ignorées par la GSMA, concernant la nécessité d'atteindre une *latence* MTP<sup>491</sup> optimale. Or, les solutions  *cloud* proposées par la GSMA semblent incapables de satisfaire cette très faible *latence* à très haut débit, même avec une connexion en  *fibre optique* ou 5G.

<sup>489</sup> <https://www.commscope.com/globalassets/digizuite/1733-exec-paper-virtual-and-augmented-reality-final.pdf>

<sup>490</sup> <https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/cloud-ar-vr-whitepaper/>

<sup>491</sup> **MTP** Motion to Photon : le temps nécessaire à l'image perçue par l'œil (Photon) à s'adapter au mouvement (Motion) de l'utilisateur. Au-delà de 15-20 millisecondes, il y a un risque d'inconfort et de nausée

**Même si la 5G est une alternative à la connectivité de la *Réalité Virtuelle* ou *Augmentée*, ces applications n'ont pas besoin de la 5G pour offrir la meilleure expérience immersive possible à l'utilisateur.**

#### 7.1.6.3 Le secteur de la santé tirerait profit de la 5G

**Faux.**

Les applications médicales numériques sont susceptibles de sauver des vies et de jouer un rôle dans la prévention de maladies et accidents. Cependant, nous verrons pourquoi elles ne sont en rien dépendantes de la 5G.

D'une manière générale, la plupart des applications médicales numériques nécessitent un **très haut degré de fiabilité et de sécurité**<sup>492</sup>. La connexion à un réseau sans fil (2-3-4-5G) pose divers problèmes de fiabilité liés aux interférences, à la faiblesse du signal, à la congestion du réseau, ou au blocage des ondes par des obstacles. La connexion sans fil pose un risque pour la cybersécurité, en particulier dans le cas d'une technologie n'ayant pas encore été éprouvée sur le long terme comme **la 5G. Une connexion sans fil pourrait également poser un risque mortel lors d'une opération chirurgicale.**

Un premier type d'application médicale, le **monitoring à distance** de différents indicateurs vitaux et autres paramètres biologiques, fait partie du domaine de *l'Internet des Objets*. Les objets connectés ne dépendent en réalité pas de la 5G, comme déjà démontré dans la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180).

Pour assurer une réelle sécurité du patient, les applications de monitoring sans fil devraient reposer sur des technologies extrêmement fiables et ayant fait leurs preuves. Elles pourraient utiliser plusieurs connexions en parallèle, avec des émissions radiofréquences d'intensité minimale (proches du corps du patient), et rayonnant uniquement aux moments nécessaires. Notons enfin que la **4G permet déjà de prioriser le trafic urgent**, qu'elle offre une bonne couverture territoriale, desservant de nombreux patients potentiels, et que diverses technologies de *l'Internet des Objets* permettent des niveaux de rayonnement inférieurs à ceux des réseaux mobiles. Il faut ajouter ici que l'exposition de personnes particulièrement sensibles aux rayonnements émis par ces objets devrait être limitée par divers moyens.

Par ailleurs, la 5G implique notamment une **hausse des limites d'exposition** aux rayonnements de radiofréquences dans certaines régions aux normes plus strictes, des ondes en **faisceaux concentrés** et l'utilisation d'**ondes millimétriques**. Ces caractéristiques des ondes, prises séparément ou combinées, n'ont fait l'objet que de peu d'études quant à leur impact sur le vivant. Ces **nouveaux risques pour la santé** des populations exposées sont abordés au chapitre *Arguments Sanitaires* (page 16).

Ensuite, la **télé-chirurgie** et la **télé-consultation** sont des applications présentant un potentiel énorme dans le domaine médical. Il s'agit en réalité d'applications déjà existantes depuis bien des années mais peu fréquentes. Utilisant du matériel fixe en intérieur, elles ne nécessitent pas de connexion à un réseau mobile. La connexion se fait donc, selon les applications et le site, avec des

---

<sup>492</sup> Déjà cité : <https://broadbandnow.com/report/telehealth-requires-broadband-availability/>

solutions câblées ou la  *fibre optique* . La 3G/4G ou les satellites sont néanmoins des alternatives utilisées en démonstration (sans patient réel) ou lorsque la mobilité est absolument nécessaire. Les solutions high-tech de télé-consultation, comme par exemple l'échographie par bras robotisés<sup>493</sup>, permettent d'aider les patients sur des territoires quasi illimités et démontrent la possibilité de consulter à distance avec des **débits de données entre 2 et 6 Mbps**, équivalents à la 3G.

En 2001 déjà on a déterminé que la **latence (aller-retour)** pour une expérience idéale du médecin était de l'ordre de 500 ms<sup>494</sup>. Une étude universitaire en 2012 indique **300 ms** comme la limite au-delà de laquelle la *latence* commence à se ressentir<sup>495</sup>, valeur confirmée plus récemment en 2015<sup>496</sup>.

Prétendre que la 5G aurait un intérêt afin d'enlever 2 x 10 ms (limite actuelle de la 4G), n'a donc absolument aucun sens, d'autant plus que la plus grande partie du temps de réponse est lié au *cœur du réseau* Internet, et non au réseau mobile. Si, comme annoncé par les télécoms, 1 ms de *latence* était vraiment nécessaire, compte tenu de la vitesse de la lumière, cela signifierait qu'on ne pourrait jamais opérer à une distance de plus de 300 km.

**Les besoins en connectivité de la télé-chirurgie et de la télé-consultation sont donc déjà très largement couverts par les réseaux existants.**

Si lors d'une télé-consultation le médecin souhaite **palper le patient** à distance, ceci peut se faire grâce au personnel soignant sur place. En admettant que ce genre d'application ait un intérêt, elle ne serait de toute manière pas mobile.

Les initiatives récentes en matière **d'hôpital connecté 5G**, comme en Corée du Sud (*5G-powered digital hospital*)<sup>497</sup>, pays pionnier dans le déploiement de la 5G, impliquent des applications de domotique (contrôle du lit, de la TV et de la lumière) par reconnaissance vocale. Les déplacements dans les couloirs de l'hôpital pourront se faire avec l'aide de la *Réalité Augmentée* (AR) sur un appareil mobile plutôt qu'en lisant des panneaux. Des visites virtuelles aux patients confinés pourront se faire via des hologrammes. Une bien meilleure protection des données médicales est aussi envisagée. Enfin, les locaux réservés au personnel seront sécurisés par la reconnaissance faciale évitant ainsi toute contamination par contact physique. Toutes ces applications s'utilisent en intérieur et sont réalisables sans aucune connexion 5G. L'hôpital connecté décrit ci-dessus ne propose donc que des applications liées au confort du patient ou des visiteurs et à la sécurité, et il serait **incorrect d'associer cette vision de l'hôpital connecté à des applications médicales, ou à un rôle de la 5G dans le domaine de la santé.**

Les **ambulances connectées** et la *Réalité Augmentée* pour le personnel médical mobile, illustrés dans une vidéo tournée en Corée du Sud<sup>498</sup>, sont un exemple nécessitant une connexion mobile relativement stable et un débit de données suffisant. Ces besoins sont largement couverts par la

---

<sup>493</sup> Exemple de système d'échographie ne nécessitant que 2 Mbps (débit d'une connexion 3G):  
<https://www.adechotech.fr/produit/>

<sup>494</sup> <http://www.academie-medecine.fr/wp-content/uploads/2015/05/pages-de-1291-a-1301.pdf>

<sup>495</sup> [http://docnum.univ-lorraine.fr/public/DDOC\\_T\\_2012\\_0113\\_PEREZ.pdf](http://docnum.univ-lorraine.fr/public/DDOC_T_2012_0113_PEREZ.pdf)

<sup>496</sup> <https://www.news-medical.net/news/20151005/How-feasible-is-telesurgery-An-interview-with-Dr-Roger-Smith-CTO-Florida-Hospital-Nicholson-Center.aspx>

<sup>497</sup> [https://www.sktelecom.com/en/press/press\\_detail.do?page.page=1&idx=1395&page.type=all&page.keyword](https://www.sktelecom.com/en/press/press_detail.do?page.page=1&idx=1395&page.type=all&page.keyword)

<sup>498</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=CLqc-bG0mD4>

4G, qui permet déjà de donner la priorité au trafic de données urgent avec des débits largement suffisants et une connexion moins instable qu'en 5G. De plus, les fréquences de la 4G permettent d'atteindre une bonne couverture du territoire. La connexion 4G prioritaire pourrait être complétée par une connexion satellite en cas de coupure. Dans un scénario réaliste où les données du patient ou des radiographies doivent être envoyées à l'hôpital avant l'arrivée de l'ambulance, la 4G est suffisante. Par contre, lorsque le secteur des télécoms prophétise des opérations de **chirurgie mobile en ambulance**, il s'agit là d'une pure spéculation irréaliste car les accélérations, freinages, virages et irrégularités de la route rendent impossible l'opération d'un patient

La vidéo citée ci-dessus montre également que la Corée du Sud a développé des applications prometteuses d'**assistance médicale par vidéo** en cas de malaise en attendant les secours. Encore une fois, ce type d'application est déjà possible en 4G.

En conclusion, les besoins en connectivité spécifiques au secteur médical sont la fiabilité de la connexion et la limitation de l'exposition du patient au rayonnement électromagnétique. Les besoins en débit et en *latence* ne sont pas des contraintes fortes dans ce domaine. Pour les applications médicales fixes, la *fibres optiques* et le câble sont de loin les solutions les plus adaptées. En cas d'applications mobiles critiques, le trafic prioritaire 4G en parallèle avec d'autres technologies sont des solutions envisageables. Malgré les affirmations du secteur des télécoms, **la 5G ne présente donc aucun intérêt particulier pour le monitoring de patients, la télé-chirurgie, la télé-consultation, l'ambulance connectée ou le secteur de la santé en général.** Au contraire, **la 5G pose divers nouveaux risques sanitaires, ainsi que des risques de cybercriminalité incompatibles avec le très haut niveau de confidentialité et d'intégrité applicable aux données médicales.**

#### 7.1.6.4 Les véhicules autonomes auraient besoin de la 5G

**Faux.**

Les véhicules autonomes sont l'un des mythes les plus évidents de la 5G. L'association erronée et pourtant systématique entre la 5G et le véhicule autonome, en particulier dans le discours des promoteurs de la 5G, semble pourtant faire impression auprès de bon nombre de personnes<sup>499</sup>. Une explication possible à cette mauvaise compréhension est à trouver dans la stratégie de mobilité de la Commission Européenne, dont la 5G est l'un des fondements. Dans ce cadre, de larges fonds ont été investis dans la recherche et le développement d'applications de mobilité basées sur la 5G. Ces investissements d'argent public ont permis au secteur des télécommunications de s'associer à certains constructeurs de véhicules et d'accessoires automobiles, dans le cadre de vastes programmes de recherche et de développement. Nous y reviendrons, mais retournons d'abord à une vision réaliste et indépendante...

Imaginez un instant un véhicule dit "autonome" perdant soudainement sa connexion au réseau 5G. A en croire les discours des télécoms, ces véhicules **devront s'arrêter dès qu'ils atteignent les limites de couverture du réseau 5G...**

---

<sup>499</sup> <http://www.webbsearch.co.uk/wp-content/uploads/2019/08/Does-the-autonomous-car-need-5G.pdf>

Les véhicules réellement autonomes ne pourraient assurer la sécurité des occupants et autres usagers de la route s'ils devaient dépendre de la disponibilité d'un réseau de télécommunications. **Les véhicules autonomes les plus développés à ce jour (par exemple Tesla, Google) peuvent fonctionner sans aucune connexion à un réseau mobile** et ont déjà parcouru des millions de km avec un taux d'accidents inférieur (et des accidents moins graves) qu'avec un conducteur humain. Comme l'indique William Webb<sup>500</sup>, si une connexion 5G était réellement nécessaire, ceci imposerait de nouvelles contraintes aux constructeurs, reporterait la disponibilité de ces nouvelles applications, probablement à une autre décennie, et poserait de nombreux problèmes de délai, fiabilité, économie et complexité<sup>501</sup>. Des solutions d'intelligence artificielle (IA) embarquées dans les véhicules<sup>502</sup> sont déjà disponibles, capables d'apprendre à conduire, de faire face à toutes les situations et de prendre des décisions en temps réel sans aucune connexion à un réseau de télécommunications lors de la conduite.

Les connexions des véhicules autonomes à un réseau mobile sont tout au plus utiles ou agréables mais jamais nécessaires au fonctionnement du véhicule ou à la sécurité. On peut imaginer l'échange d'informations sur l'état du trafic ou des routes, des mises à jour de cartes ou des logiciels embarqués, l'amélioration de l'intelligence artificielle liée à la conduite, le divertissement et le travail des passagers, l'utilisation du véhicule (planifier les révisions, calculer la prime d'assurance). **Tout ceci est déjà possible avec la 4G et autres technologies existantes** (voir la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* page 180).

La stratégie de la Commission Européenne en matière de mobilité, publiée en mai 2018, intitulée « *En route vers la mobilité automatisée: une stratégie de l'UE pour la mobilité du futur* »<sup>503</sup> n'est ni explicite ni convaincante quant au rôle soi-disant essentiel de la 5G, et reste très floue : « *À partir de 2020, l'infrastructure de connectivité 5G devrait également jouer un rôle majeur pour la mobilité connectée et automatisée, ainsi que pour la mise en œuvre d'écosystèmes numériques innovants autour des voitures* ». Cette stratégie européenne englobe entre autres l'initiative 5GCAR<sup>504</sup> lancée en 2017, et ayant produit une série de documents mais également de simulations et d'essais sur circuit. Elle a identifié comme suit les différentes classes de cas d'utilisations qui bénéficieraient de la 5G :

- **La Perception Coopérative** : les véhicules connectés partagent entre eux les données enregistrées par leurs capteurs et caméras embarqués, afin d'avoir une représentation plus large et précise de leur environnement, y compris les véhicules et usagers non visibles par le véhicule lui-même (*non line-of-sight*). Par exemple l'image d'un autre véhicule venant en sens inverse caché par un camion peut ainsi être affichée sur un écran comme si le camion était transparent. Un tel échange de données ne nécessite pas la 5G et pourrait même se faire directement entre les véhicules avec les technologies actuelles. Mais la nécessité et l'intérêt de savoir ce qui se cache derrière un véhicule sont-ils établis ? Quel est le niveau de risque actuel que l'on tente de mitiger par cette application ? Si le besoin est simplement d'identifier la présence d'un véhicule caché, quel est l'intérêt de produire une image détaillée de ce véhicule comme présenté dans cet essai ? Un véhicule autonome ne devrait-il pas se fier d'abord à ses capteurs et réaliser une évaluation globale

<sup>500</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 87

<sup>501</sup> <https://www.linkedin.com/pulse/5g-vs-ai-do-smart-devices-still-need-fastest-networks-dean-bubley/>

<sup>502</sup> Déjà cité : <https://www.nvidia.com/fr-fr/self-driving-cars/drive-platform/hardware/>

<sup>503</sup> <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:52018DC0283&from=EN>

<sup>504</sup> <https://5g-ppp.eu/5gcar/>

du risque en supposant simplement qu'un véhicule peut toujours se cacher derrière un obstacle ?

- **La Manœuvre Coopérative** : les véhicules autonomes coopèrent à une manœuvre afin d'agir de façon cohérente dans leurs décisions. L'exemple type est l'entrée d'un véhicule sur une autoroute (*lane merge*) où des véhicules déjà présents sur l'autoroute doivent adapter leur vitesse pour permettre à un nouveau véhicule de s'insérer dans le trafic dense. Pour atteindre cet objectif, les véhicules pourraient en réalité communiquer avec l'infrastructure routière sans la 5G ou tout simplement se fier à leurs multiples capteurs pour identifier la position et la vitesse des autres véhicules. De plus, ce cas d'étude a démontré que la *latence* (temps de réponse) réellement observée est de l'ordre d'une à plusieurs centaines de millisecondes (aller-retour) pour communiquer avec le serveur central qui coordonne les véhicules<sup>505</sup>, même avec l'aide du *mobile edge computing (MEC)*, et que la *latence* plus faible de la 5G n'a en réalité aucun effet sensible sur le temps de réponse total.
- **La Sécurité Coopérative** : les véhicules connectés reçoivent des données sur les usagers faibles (motos, vélos, piétons) afin de prédire leur position et leur trajectoire, et de freiner à leur approche même s'ils ne sont pas visibles à travers les capteurs embarqués. Ces données se basent sur le tracking de la position des usagers faibles porteurs d'un smartphone 5G, qui est plus précis avec la 5G qu'avec la 4G. Cependant, la sécurité des usagers faibles ne peut se limiter à la protection des personnes possédant un appareil 5G et encore moins à condition d'être connecté en permanence. Elle doit se baser sur une évaluation globale du risque de collision et le respect des vitesses et distances de sécurité. Un enfant courant derrière son ballon doit être reconnu par les senseurs de la voiture réellement autonome, mais ne sera jamais identifié par le réseau 5G.
- **La Navigation Autonome** : les véhicules reçoivent des données de cartes très précises, ce qui peut très bien se faire déjà en 4G.
- **La Conduite à Distance** : pour les véhicules qui ne sont pas complètement autonomes, la conduite pourrait être effectuée à distance dans les cas où le véhicule ne peut pas prendre une décision, comme pour le stationnement en fin de parcours. Ceci ne concerne donc pas les véhicules totalement autonomes.

**En bref, ces différents cas de figure révèlent que la 5G n'offrirait qu'un complément de sécurité aux technologies réellement essentielles à la sécurité et à l'autonomie des véhicules.** Ils démontrent certes l'utilité de la connectivité des véhicules avec l'infrastructure et les autres véhicules, mais cette connectivité est tout à fait réalisable avec d'autres technologies ne nécessitant pas l'intermédiaire d'un réseau cellulaire. Ces études sont clairement orientées voire biaisées par l'idée maîtresse d'un positionnement de la 5G comme technologie majeure pour les véhicules autonomes. Elles ne prennent la peine ni d'identifier les inconvénients (coûts, cybersécurité, *latence*) liés à la 5G, ni de la comparer à d'autres alternatives. Elles ne comprennent pas non plus d'analyse des avantages d'une approche non connectée par rapport au « tout connecté ».

L'usage de la voie publique concerne presque toute la population et est une question de vie ou de mort. Le niveau de sécurité exigé devrait donc être constant et extrêmement élevé. La dépendance à un réseau comme celui de la 5G, qui ne serait disponible que par intermittence, semble donc

---

<sup>505</sup> <https://5gcar.eu/> (cliquer sur "link2" puis s'enregistrer, voir minutes 15-22)

incompatible avec le discours des promoteurs de la 5G, qui tente de nous vendre l'idée de routes plus sûres.

Bien sûr, les cas d'utilisation décrits ci-dessus indiquent que **la sécurité implique des communications entre les différents véhicules** (V2V pour *Vehicle-to-Vehicle*), quelle que soit la solution choisie. Ces communications seront cependant plus simples à mettre en place, fiables, rapides et économiques si elles impliquent une communication directe (par des signaux radio ou lumineux) et donc sans recourir à un quelconque réseau. Il faut noter que la 4G et la 5G permettraient également ce type de communication directe (*sidelink*, sans passer par l'*antenne-relais*) entre les véhicules, cependant les avantages et inconvénients en comparaison avec d'autres solutions V2V ne sont malheureusement pas étudiés par cette initiative qui se focalise uniquement sur la 5G.

En matière de couverture 5G le long des routes, en juin 2020 la Commission Européenne a publié dans son actualité<sup>506</sup> : « *Le plan d'action 5G pour l'Europe (5GAP), adopté par la Commission européenne en septembre 2016, appelle à des actions pour atteindre une couverture 5G ininterrompue dans toutes les zones urbaines et le long de tous les principaux axes de transport à travers l'Europe d'ici 2025. En particulier, il est prévu que l'infrastructure 5G sera un catalyseur clé pour le développement de la mobilité connectée et automatisée (CAM), fournissant une large gamme de services numériques au véhicule et ouvrant la voie à une **conduite entièrement autonome** d'ici la fin de la décennie **sur des sections spécifiques de routes équipées de 5G.** »*

Le plan européen nous promet donc des services offerts à tous les véhicules dans les zones urbaines et les axes principaux, mais omet de nous dire qu'ils ne seront pas indispensables aux véhicules réellement autonomes. L'assimilation de la 5G à un « *catalyseur clé ouvrant la voie à une conduite entièrement autonome* » est peu crédible. Que feront ces véhicules en zone non couverte par la 5G ? L'Europe n'aurait-elle donc pas l'ambition d'envisager des véhicules réellement autonomes, mais des véhicules où le conducteur doit reprendre le volant en bordure du réseau 5G ? N'y aurait-il pas derrière ce marketing une **ambition déguisée des télécoms d'imposer un déploiement autoroutier de grande ampleur afin de nous rendre accros à des applications de divertissement** à haut débit sur les routes ?

Enfin, si la sécurité des usagers dépendait vraiment de la 5G, la **responsabilité du constructeur** du véhicule serait également engagée. Quel fabricant oserait faire dépendre la vie de passagers du temps de réaction ou de la couverture d'un réseau de télécommunications ? **Comment les assurances interviendront-elles et comment les victimes seront-elles indemnisées** si la responsabilité peut être rejetée entre le constructeur du véhicule, l'opérateur du réseau et les fabricants de matériel télécom, ainsi que leurs éventuels sous-traitants ?

Pour être complet, il est utile de noter que certaines industries de très grande ampleur indiquent qu'un réseau privé 5G sur leur site (plusieurs km<sup>2</sup>) pourrait mieux répondre à certains besoins pour lesquels le Wi-Fi serait moins adapté<sup>507</sup>. Par exemple, la commande à distance de véhicules industriels (déjà autonomes sans la 5G) en tirerait un avantage. Il s'agit donc ici d'une application

<sup>506</sup> <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/news/eu-boosts-investment-5g-hardware-innovation-and-trialling-5g-based-connected-and-automated>

<sup>507</sup> <https://www.handelsblatt.com/today/companies/private-call-german-industrial-firms-plan-their-own-5g-networks/23867384.html?ticket=ST-3916993-IEL5oO3wELa69UxnItTE-ap1>

5G dans l'optique d'un **réseau local privé**, et donc sans intérêt dans le cadre d'un réseau mobile public, et non liée à l'autonomie des véhicules.

Un autre cas particulier est celui des véhicules **semi-autonomes** avec des **parcours limités et prédéfinis**, pour lesquels une connexion 5G peut être utilisée. La Corée du Sud, déjà pionnière dans le déploiement de la 4G et maintenant de la 5G, avec sa volonté politique de démontrer sa puissance technologique sur le plan international, a subventionné des bus autonomes connectés par la 5G, mais limités à circuler dans certaines zones<sup>508</sup>. Rien ne semble pourtant confirmer le rôle essentiel de la 5G pour un tel cas d'usage.

En conclusion, paraphrasons William Webb au sujet du lien entre la 5G et les véhicules autonomes<sup>509</sup> : « (...) *l'industrie de la voiture autonome n'a pas un besoin impérieux de la 5G pour laquelle elle paierait un coût significatif. Il est plus probable que l'industrie de la 5G nécessite son adoption par la voiture autonome, afin de fournir un cas d'utilisation et une analyse de rentabilisation* ». (notre traduction)

#### 7.1.6.5 Les drones auraient besoin de la 5G

**Faux.**

Les drones civils sont actuellement principalement contrôlés par des connexions radio à courte portée, car la loi impose en général qu'ils restent en vue de leur opérateur. Dans les cas où le drone est autorisé à voler à grande distance, la **connexion est possible avec les technologies actuelles** dans un rayon allant de quelques km à une centaine de km selon les fréquences utilisées<sup>510</sup>. Les drones sont déjà utilisés dans de nombreuses applications, sans la 5G, et peuvent déjà se déplacer de façon autonome ou télécommandés à longue distance, par exemple pour la livraison de colis, la recherche de victimes après un désastre naturel, le relevé topographique ou la sécurité.



Selon Robotics Business Review<sup>511</sup>, les besoins de connectivité des drones sont très particuliers et de différents types, mais **les réseaux mobiles 4G ou 5G n'offriront jamais la couverture suffisante en altitude** (3D connectivity). Une altitude de quelques dizaines de mètres pose également le **problème des interférences** en raison des innombrables sites en vue directe (*line of sight*) du drone. En particulier, la portée très limitée des ondes *millimétriques* de la 5G ne pourra

satisfaire aux besoins des drones. Tout comme les véhicules autonomes, leur fonctionnement ne

<sup>508</sup> Déjà cité : <https://telecoms.com/intelligence/shenzhen-subsidizes-5g-deployment-why-are-governments-around-the-world-subsidizing-5g/>

<sup>509</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 89

<sup>510</sup> <https://www.911security.com/learn/airspace-security/drone-fundamentals/drone-communication-data-link>

<sup>511</sup> <https://www.roboticsbusinessreview.com/opinion/5g-and-future-connectivity-requirements-for-drones-and-uavs/>

peut dépendre de la disponibilité d'un réseau mobile pour assurer leur mission et la sécurité dans leur environnement immédiat.

Certains drones commandés sur de longues distances sont également destinés à prendre des **vidéos à haute définition** (HD ou UHD). Déjà aujourd'hui, ces vidéos peuvent être enregistrées dans le drone en haute qualité, mais aussi envoyées en haute qualité en temps réel à l'opérateur et à une base de données à distance (ou à une intelligence artificielle). Pour toutes ces applications vidéo, la transmission de très haute qualité a besoin de vitesses entre 1,5-8 Mbps, donc à des débits permis par la 4G.

Même avec de **nouvelles applications** liées aux drones, comme la reconnaissance faciale en temps réel, les images peuvent être envoyées via la 4G ou une autre technologie si nécessaire. Enfin, pour la reconnaissance topographique (par exemple dans les mines et chantiers), l'envoi en temps réel des données et des images aurait une valeur ajoutée pour l'automatisation de collecte des données. La 4G permet cependant déjà de transmettre des milliers de photos en très haute définition (quelques dizaines ou centaines de photos par hectare<sup>512</sup>).

Il existe bien sûr déjà des applications 5G utilisant des drones, comme l'observation des incendies et la recherche de victimes par les pompiers. La 5G peut en effet apporter une alternative viable au pilotage de drones télécommandés. Cependant, même si la 5G apporte de bien meilleures performances que la 4G, les réseaux mobiles ne sont pas les plus à même de connecter ces véhicules aériens autonomes. Ils ne sont pas nécessaires à ces applications.

**La 5G n'est donc ni une nécessité, ni même une alternative optimale à la connexion des drones.**

#### 7.1.6.6 Les réseaux intelligents auraient besoin de la 5G

**Faux.**

La production, le transport, la distribution et la consommation d'énergie représentent un domaine avec des besoins très spécifiques en matière de télécommunications. Il faut tout d'abord faire une distinction claire entre deux problématiques bien distinctes : les réseaux électriques et de gaz intelligents (*smart grids*) et les compteurs intelligents (*smart meters*).

D'une part, les réseaux intelligents *smart grids*, permettent de répondre aux **besoins opérationnels des opérateurs publics** de réseaux de transport et de distribution électrique. La part croissante de sources d'énergies renouvelables (éolien, solaire) a créé de nouveaux besoins car elles sont moins faciles à prévoir. L'ensemble du réseau électrique doit être surveillé à partir d'un centre de contrôle (*dispatching*). L'information sur les paramètres du réseau électrique (intensité du courant, tension, fréquence, puissance produite,...) est déjà mesurée par de nombreux capteurs et envoyée par divers réseaux de télécommunication vers les écrans du centre de dispatching. Pour optimiser les opérations de maintenance, des sections du réseau électrique doivent également pouvoir être pilotées à distance à partir du dispatching. Ces constatations valent également pour le réseau de gaz mais l'adoption des *smart grids* y est en

---

<sup>512</sup> <https://www.3dsurvey.si/case-studies/drone-mapping-for-carrying-out-of-repairs-of-mining-induced-subsidence>

général à un stade moins avancé que pour l'électricité. Le secteur du gaz<sup>513</sup> en Europe indique cependant un intérêt pour les *smart grids*, avec un contrôle plus automatisé et efficace de la qualité, du débit, de la pression et de l'état des conduites, avec des économies d'énergie à la clé.

Quand on se penche sur les besoins réels en télécommunications des smart grids, rien n'indique que la 5G pourrait présenter un avantage ni même une **alternative viable** en remplacement des solutions actuelles. La **latence** (délai entre l'envoi et la réception de l'information) nécessaire aux aspects opérationnels est très peu exigeante et de l'ordre de la seconde. Les **volumes** de données et les **débits** de transmission impliqués sont extrêmement faibles. La



**couverture** territoriale est très large et déjà majoritairement assurée. C'est la **disponibilité** du réseau télécom qui est critique : les *smart grids* nécessitent un réseau télécom fonctionnant même en cas de blackout (panne électrique totale), un niveau de service qu'aucun opérateur télécom ne peut offrir de manière rentable. En général, il s'agit donc d'un réseau télécom dédié et géré par le gestionnaire du réseau électrique/gaz. Pour résumer ces besoins, il s'agit de performances très faibles, mais avec une garantie de très haute disponibilité. Même si un tel niveau de service était proposé avec la 5G, une **dépendance envers un opérateur télécom ne mettrait-elle pas en péril le réseau électrique et de gaz et donc la population ?**

D'autre part, le réseau de transport électrique doit pouvoir **réagir localement et de manière automatique** à des événements sur le réseau électrique (par exemple une chute de fréquence électrique), dans un délai de l'ordre de 10 millisecondes. Faute de réaction quasi-instantanée, des dommages matériels sur le réseau électrique voire un blackout sont à craindre. En plus de cette **très faible latence**, encore une fois, la **disponibilité** est dans ce scénario essentielle et ne peut pas dépendre d'un réseau de télécommunications mobile comme la 5G.

Pour les installations électriques critiques, les **solutions télécoms sont déjà en place** : elles sont basées sur la *fibres optiques* ou le câble en cuivre (Ethernet). Pour la transmission des données non critiques, des solutions mobiles existantes propres à l'*Internet des Objets* (IdO ou *Internet of Things*) sont déjà utilisées et satisfaisantes, comme LoRa, SigFox, UMTS (3G) et NB-IoT (4G). Aucun nouveau besoin n'indique une opportunité de remplacer ces technologies par la 5G. Pour plus d'informations sur l'IdO, voir la section *L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G* (page 180).

La deuxième problématique concerne les compteurs intelligents ou **smart meters** destinés avant tout à permettre l'automatisation du relevé des compteurs (eau, gaz, électricité) et accessoirement une facturation plus proche de la réalité de consommation. Ces appareils n'ont besoin d'envoyer qu'une quantité infime de données (comptage), à des intervalles très espacés (24h voire un mois), et la **latence** de cette transmission est sans aucune importance. **La 5G n'y a donc aucun rôle à jouer**, d'autant plus que ses fréquences ne peuvent pénétrer correctement

<sup>513</sup> <https://www.marcogaz.org/app/download/7928262763/TF-SGG-14-12.pdf?t=1541675385>, pg 12-13

dans les sous-sols des bâtiments où se trouvent souvent les compteurs. Des solutions sont déjà en place comme les courants porteurs en ligne (CPL), LoRa, SigFox, Wize, GPRS (2G), UMTS (3G) ou NB-IoT (4G). Les mises à jour éventuelles des logiciels embarqués des *smart meters* peuvent se faire également via ces technologies.

Enfin, une des visions de l'avenir des *smart grids* implique une **gestion locale de l'énergie électrique** qui vise principalement écologie et efficacité énergétique. Cette vision est le résultat d'une évolution récente du modèle de production et de consommation de l'électricité liée à la transition énergétique. Les énergies renouvelables ne sont pas disponibles 24h/24, renforçant l'importance du stockage de l'énergie. Le succès des véhicules électriques crée de nouveaux pics de consommation mais aussi des opportunités de stockage et de restitution de l'électricité. La production centralisée, avec un nombre très limité de grandes centrales électriques, induit d'importantes pertes dans le réseau de distribution électrique sur de longues distances. Une évolution est en cours vers une multitude de points de production au niveau des consommateurs devenus également petits producteurs, dits *prosumers*, avec une très large part de solaire mais également d'éolien et de cogénération. Dans ce nouveau contexte de production et de consommation locales, des études sont en cours afin d'optimiser (en temps réel) la gestion de l'offre, de la demande, des échanges commerciaux, du tarif (variable) et du stockage de l'électricité, suivant le concept d'**énergie transactive** (*transactive energy*). Selon Timothy Schoechele, PhD, **cette vision ne repose en aucun cas sur la 5G**<sup>514</sup>. En effet, la *latence* nécessaire est de l'ordre de la seconde pour ce type d'applications et le débit de données est très faible.

Le secteur des télécoms est à la recherche d'un marché pour la 5G et les *smart grids* n'y font pas exception. Par exemple, le rapport chinois "*5G Network Slicing Enabling the Smart Grid*"<sup>515</sup> en collaboration avec le secteur des *Utilities* reflète et confirme globalement les besoins exposés ci-dessus. Néanmoins, il n'est pas convaincant quant au rôle présumé de la 5G, car il semble ignorer les besoins évoqués plus haut de disponibilité et de couverture spécifiques au secteur.

**En résumé, les réseaux et compteurs intelligents n'ont aucun bénéfice à tirer de la 5G, ni pour leur gestion opérationnelle, ni pour l'automatisation des prises de décision locales, ni pour le comptage, ni pour la gestion de l'énergie transactive. Les technologies existantes (fibre optique, fil de cuivre, sans fil) sont plus adaptées à ces applications.**

#### 7.1.6.7 L'accès mobile à large bande aurait besoin de la 5G

**Faux.**

Dans des **zones à population dense**, comme les villes, l'accès rapide à internet (appelé par l'industrie "large bande" ou *broadband*) sur les appareils mobiles, est déjà assuré avec la technologie 4G et le Wi-Fi. Ce dernier peut même être utilisé dans les zones extrêmement denses comme les stades et les salles de spectacle. Tout ceci à bien moindre coût que la 5G.

Voici quelques scénarios pointés par l'industrie des télécoms comme nécessitant la 5G, pourtant déjà possibles avec la 4G et le Wi-Fi: la collaboration vidéo (*pervasive video*), les bureaux

---

<sup>514</sup> Déjà cité : Timothy Schoechele, "Re-Inventing Wires: The Future of Landlines and Networks" (2018), pg 93

<https://tinyurl.com/y89sfng8>

<sup>515</sup> <https://www-file.huawei.com/-/media/CORPORATE/PDF/News/5g-network-slicing-enabling-the-smart-grid.pdf>

intelligents (*smart offices*), les services *cloud*, le partage en temps réel de vidéos HD lors des spectacles,...

Comment assurer une vitesse élevée tout en permettant de télécharger plus de données ? Nous avons déjà abordé cette question et énoncé les solutions 4G, à la section *Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 176).

Dans les **zones à faible densité de population**, comme les zones rurales ou encore les zones défavorisées à faible revenu par utilisateur, la 5G ne promet qu'un service minimum loin des très hauts débits annoncés. Il s'agit ici d'améliorer la couverture actuelle et d'atteindre 100% des utilisateurs. C'est une ambition louable mais qui peut également être atteinte avec la 4G et à bien moindre coût pour un résultat identique. Les fréquences de 700 MHz prévues à cet effet sont d'ailleurs également utilisables par la 4G.

Selon un rapport britannique<sup>516</sup> de 2016 de la NIC (National Infrastructure Commission), atteindre 50 Mbps partout coûterait 70 milliards de GBP et atteindre 10 Mbps coûterait 20 milliards de GBP. Aucun de ces scénarios n'est jugé économiquement viable. Comme déjà discuté à la section *Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 172), **les besoins les plus exigeants sont satisfaits** avec 1,5 Mbps pour regarder des vidéos en ligne et 8 Mbps pour surfer sur Internet, et rien n'indique une demande supérieure, or on dépasse déjà ces vitesses **avec la 4G**.

#### 7.1.6.8 La mobilité accrue aurait besoin de la 5G

**Faux.**

De nombreux problèmes sont encore à résoudre concernant la connectivité des utilisateurs en déplacement. Qui n'a pas rencontré des coupures de réseau dans le train au passage d'une gare ou d'un tunnel, ou perdu la connexion en passant en voiture dans certaines zones rurales ?

Pour les déplacements en voiture et **sur la route** en général, ce défi nous ramène à la couverture du réseau, déjà abordée à la section *L'accès mobile à large bande aurait besoin de la 5G* (page 194), où nous avons vu que la 4G est une approche plus économique et largement satisfaisante. La 5G n'a même pas l'ambition d'apporter plus que la 4G à ce niveau.

Dans **les trains**, y compris ceux à grande vitesse, il est plus réaliste d'envisager des approches câblées ou le Wi-Fi. La liaison à Internet serait alors assurée par des antennes extérieures, sur le toit, bien plus performantes que celles intégrées à nos téléphones. Celles-ci pourraient être connectées aux réseaux satellites de télécommunication existants et/ou à un réseau mobile (là où la couverture 4G est assurée). On pourrait imaginer que ces antennes de toit communiquent via la 5G tout le long des voies pour assurer un plus haut débit, mais à un coût très conséquent qui serait reporté in fine sur les utilisateurs. La viabilité économique est ici le facteur bloquant à la 5G.

---

<sup>516</sup> Déjà cité : E.J. Oughton & Z. Frias, "Exploring the Cost, Coverage and Rollout Implications of 5G in Britain", 2016  
[https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/577965/Exploring\\_the\\_Cost\\_Coverage\\_and\\_Rollout\\_Implications\\_of\\_5G\\_in\\_Britain\\_-\\_Oughton\\_and\\_Frias\\_report\\_for\\_the\\_NIC.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/577965/Exploring_the_Cost_Coverage_and_Rollout_Implications_of_5G_in_Britain_-_Oughton_and_Frias_report_for_the_NIC.pdf) pg

Dans les autres **transports en commun**, les solutions 4G et Wi-Fi sont déjà largement disponibles et ont fait leurs preuves. On ne peut pas mettre plus de personnes qu'aujourd'hui dans un bus ou une rame de métro, et la capacité nécessaire ne devrait donc plus augmenter significativement, comme déjà vu à la section *Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 176).

**En bref, les besoins accrus en connectivité mobile peuvent être satisfaits sans attendre la 5G.**

#### 7.1.6.9 Les communications en temps réel auraient besoin de la 5G

**Faux.**

Nous avons déjà abordé cette question plus en détail à travers diverses sections. Ici, nous faisons une synthèse des besoins et du rôle de la 5G en matière de communications en temps réel.

La communication appelée "en temps réel" indique une impression d'instantanéité, qui implique un temps de réponse (*latence*) court tant des éléments du réseau que de l'application elle-même. Par extension, l'industrie appelle *extreme real-time communications* des cas extrêmes d'applications qui seraient rendues possibles par la 5G car elles nécessiteraient un temps de réponse extrêmement faible.

Parmi ces applications annoncées par les télécoms, on compte l'automatisation des réseaux électriques *smart grids*, les **véhicules autonomes**, la commande à distance de **robots** (y compris dans **l'industrie** et dans la **télé-médecine**) et de véhicules, la **réalité virtuelle** ou VR *virtual reality* et **l'Internet tactile**, où des objets (réels ou virtuels) sont contrôlés à distance du bout des doigts. Il faut remettre tout ceci dans des perspectives réelles et concrètes. Cet état des lieux est très vivement controversé.

Actuellement, la **4G offre déjà une latence très faible (10 ms théorique)**, et elle pourrait être réduite à 5 ms. Dans la pratique, dans le cas d'un réseau congestionné où la *latence* peut atteindre environ 50 ms, on peut la réduire en augmentant la capacité comme déjà vu ci-dessus. Aucun de ces secteurs ne nécessiterait en réalité moins de 10-50 ms, à l'exception de l'industrie (qui pourrait installer son propre réseau 5G privé). De plus, **les temps de latence de 1 ms ou moins promis par la 5G seraient tout simplement irréalisables en conditions réelles** (ou tout au moins au prix de fortes pertes d'efficacité et de changements profonds du réseau) **et ne répondraient à aucun besoin réel selon des experts**<sup>517</sup>.

Par ailleurs, certains de ces services, et en particulier les plus exigeants en matière de temps de réponse (l'industrie), sont destinés à une **utilisation en intérieur**, où des réseaux locaux déjà plus rapides que la 5G sont faciles à mettre en place et de façon plus économique. Il n'existe pas d'indication que ces services (dans l'industrie, la chirurgie, la *réalité virtuelle*, l'Internet tactile) puissent évoluer en applications en extérieur ou en déplacement.

---

<sup>517</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019), pg 18-20

Certaines applications sont abordées plus en détails dans d'autres sections de ce rapport: voir *Les véhicules autonomes auraient besoin de la 5G* (page 187), *Le secteur de la santé tirerait profit de la 5G* (page 185) et *La robotique industrielle aurait besoin de la 5G* (page 197). Cette dernière ferait exception car la 5G pourrait jouer un rôle dans certaines applications industrielles (sous la forme d'un réseau privé industriel).

#### 7.1.6.10 Les services de secours auraient besoin de la 5G

**Faux.**

On peut s'attendre à de nouvelles applications destinées aux services d'urgence et de sécurité publique. Les besoins spécifiques de cette catégorie sont une **haute disponibilité**, une **autonomie élevée** (batteries de longue durée et consommation faible), et la tolérance de hauts **pics de trafic**, dans la gestion de catastrophes naturelles par exemple.



**Les spécifications de la 4G tiennent à présent déjà compte de ces besoins spécifiques<sup>518</sup>** et la 5G n'est donc pas nécessaire à cette catégorie d'utilisateurs.

#### 7.1.6.11 La robotique industrielle aurait besoin de la 5G

**Vrai, mais dans des cas très limités et sans réseau public 5G**

Selon William Webb fin 2019, dans son livre « The 5G Myth », : **“il n’y a pas de rôle pour la 5G ici”** (N.D.L.R. : dans la robotique industrielle). Vu leurs besoins spécifiques, ce sont aujourd'hui des machines fixes et connectées via des réseaux câblés ou des interfaces sans fil existantes de type Bluetooth ou Wi-Fi. Ils sont situés en intérieur, ce qui pose le problème connu de la couverture 5G car les ondes *millimétriques* y pénètrent très difficilement. La seule utilisation avec un potentiel à étudier serait le déploiement de **réseaux 5G privés** à l'intérieur de **bâtiments industriels**, ce qui impliquera un déploiement très coûteux de matériel, ainsi qu'idéalement l'achat de spectre pour pouvoir utiliser ces fréquences comme indiqué par une étude du MIT<sup>519</sup>. Il s'agit d'un **investissement important qui implique également de profonds changements d'architecture réseau**, comme nous allons le voir.

La vision des télécoms implique des défis technologiques importants et mène à de profonds **changements d'architecture allant, selon certains, à l'encontre du bon sens**. Elle se base sur un ensemble de suppositions technologiques plaçant prioritairement la 5G au centre de toute

<sup>518</sup> Déjà cité : William Webb, “The 5G Myth”, 3rd Edition (2019), pg 81-82

<sup>519</sup> <https://www.technologyreview.com/2018/11/28/138916/companies-fed-up-with-crappy-wi-fi-are-deploying-5g-instead/>

solution afin de permettre la construction des usines intelligentes ou *smart factories* du futur, voire d'usines conscientes ou *conscious factories*.

Dans cette vision, les robots du futur ne seraient plus autonomes et auraient besoin de communiquer avec le *cloud* pour pouvoir travailler. Pour ce faire, ils devraient pouvoir obtenir une réponse du *cloud* dans un délai proche de la milliseconde (1 ms). L'Intelligence Artificielle apportera clairement de nouvelles possibilités afin que les robots puissent apprendre par eux-mêmes à exécuter des tâches le plus efficacement possible. Cependant on ne pourra jamais dépasser la vitesse de la lumière<sup>520</sup>. Donc, même si le *cloud* répondait instantanément (ce qui est impossible), pour répondre en 1 ms, le serveur ne pourrait être à plus de 100-150 km. Il faudra donc déplacer l'intelligence artificielle géographiquement en bordure de réseau mobile (*MEC* ou *Mobile Edge Computing*).

A l'instar des véhicules "autonomes", la production serait donc à l'arrêt dès qu'un problème se pose soit au niveau du réseau mobile, soit du *cloud*, soit de l'Intelligence Artificielle.

Déjà fin 2016, l'analyste Dean Bubley avait identifié le nœud du problème<sup>521</sup> : « *il y a un énorme fossé entre les attentes de la communauté 5G (qui parle sans cesse de voitures et de robots autonomes utilisant des réseaux mobiles ultra-performants, ou des réseaux "IdO" massifs de capteurs et d'actionneurs) et la communauté de l'Intelligence Artificielle et de la robotique (qui n'en parle pas)*. » (notre traduction)

Cette voie (*MEC*) se confirme de plus en plus comme une demande de l'industrie, et la 5G semble donc pouvoir présenter un intérêt pour certains robots connectés à un « *edge computer* ».



Cependant, il s'agirait d'industries à très haut profit, et prêtes à faire un investissement massif en capital dans une infrastructure privée 5G. Dans un tel cas, nous ne parlons alors plus d'un besoin lié à un réseau mobile public destiné à remplacer la 4G, mais bien d'un **réseau local privé industriel**,

probablement réservé à quelques dizaines ou centaines de clients à travers le monde, selon Hatton et Webb<sup>522</sup>. **Siemens**<sup>523</sup> rajoute, en faveur d'un réseau 5G industriel privé, par rapport à un réseau public, un avantage en matière de sécurité des données. Enfin, le rapport du **Haut**

<sup>520</sup> La communication quantique permettrait des communications instantanées, mais ne s'applique pas à la 5G.

<sup>521</sup> Déjà cité : <https://www.linkedin.com/pulse/5g-vs-ai-do-smart-devices-still-need-fastest-networks-dean-bubley/>

<sup>522</sup> Déjà cité : Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

<sup>523</sup> Déjà cité : <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:ebfabd16-3356-49a1-bc1e-1675f8855190/is-5g-already-robust-enough-for-the-industry.pdf>

**conseil pour le climat** « Maîtriser l'impact carbone de la 5G »<sup>524</sup> de décembre 2020, va également en ce sens, après étude des usages de la 5G pour les entreprises : « **Un déploiement national de la 5G ne serait pas nécessaire, les entreprises pouvant déployer une infrastructure locale en 5G ou s'appuyer sur d'autres types de réseaux locaux permettant déjà ce type d'usage (WiFi ou LoRa par exemple).** »

7.1.6.12 Les prévisions météo seraient améliorées grâce à la 5G

**Faux.**

Nous avons déjà développé le **problème fondamental que posera la 5G pour les prévisions météorologiques à l'échelle mondiale**, dans la *section Interférences avec les prévisions météo et le suivi du changement climatique* (page 83) : problème confirmé par les scientifiques du monde entier ainsi que les agences spatiales exploitant les satellites météorologiques.

L'industrie des télécoms tente malgré tout, dans sa vaste propagande 5G<sup>525</sup> et à travers une approche pseudo-scientifique, de semer le doute sur les fondements de la discussion. Celle-ci a pourtant demandé plus de quatre années de négociations pour aboutir à des normes toujours insuffisantes. De plus, elle a l'audace de remettre en question les études scientifiques comme celles de la NASA (espace), de la NOAA (atmosphère et océans) et des associations de météorologues.

Les télécoms ont même avancé que la 5G permettrait, via l'*Internet des Objets* (IdO) et les drones, d'effectuer des relevés météo plus nombreux et en des endroits actuellement difficilement accessibles. Nous avons déjà démenti ces deux mythes de la 5G. Il n'est en réalité pas établi que la 5G présenterait un réel intérêt pour l'IdO (*L'Internet des Objets aurait besoin de la 5G*, page 180) ou pour les drones (*Les drones auraient besoin de la 5G*, page 191).

L'industrie des télécoms pointe d'ailleurs elle-même le fait qu'aujourd'hui, on utilise déjà **la 4G pour collecter des données météorologiques** à partir des smartphones, afin de compléter les données des radars météo. Si on suit leur raisonnement, la 5G n'apportera donc rien non plus à la collecte de données à partir des smartphones.

Enfin, les satellites météo sont une solution éprouvée depuis des décennies, dans laquelle des milliards ont été investis, qui permettent de suivre les évolutions atmosphériques, dont les ouragans, alors qu'au niveau du sol des milliers d'antennes 5G pourraient être dévastées et rendues inutilisables suite à un phénomène météorologique.

En bref, **la 5G ne présente aucun intérêt pour les prévisions météorologiques, et au contraire, elle fait peser une lourde menace sur leur précision.** La 5G fait ainsi peser un **risque global pour la sécurité des populations**, la sécurité de la navigation et du transport aérien, la sécurité militaire, mais aussi des **menaces économiques** sur de nombreux secteurs.

---

<sup>524</sup> <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/maitriser-limpact-carbone-de-la-5g/>

<sup>525</sup> Exemple: CTIA (association du secteur sans fil, USA) : <https://www.ctia.org/news/how-5g-will-improve-weather-forecasting-preparedness>

## 7.2 Faux arguments sanitaires

### 7.2.1 La 5G remplacera les 2G et 3G et il n'y aurait donc pas plus de danger

**Faux.** Voir explications sous la question suivante.

### 7.2.2 La 5G nous exposerait à moins de danger que la 4G

**Faux.**

Les 2G et 3G seront en effet remplacées à terme mais celles-ci, même combinées, fonctionnent à des limites de puissance beaucoup plus faibles que la 4G et la 5G. La 5G nous exposera à des densités de puissance encore nettement supérieures à la 4G.

**Les 2G, 3G et 4G combinées peuvent fonctionner avec seulement 1/50<sup>ème</sup> des niveaux d'exposition demandés par les opérateurs pour le fonctionnement de la 5G quand elle sera totalement déployée.**

La croyance que la 5G nous exposera moins que la 4G semble malheureusement fort répandue. Elle est le résultat d'informations imprécises ou incomplètes, scientifiquement infondées, relayées sans esprit critique ni compréhension correcte de la science et de la technologie impliquée.

1. Les antennes « micro cellules » de la 5G émettent moins de puissance que les « macro cellules » mais l'exposition subie pourrait néanmoins être supérieure.
  - Il y a souvent confusion entre la **puissance émise par l'antenne** (émission) et la **densité de puissance reçue** (immission) quand on est exposé à l'antenne. La *densité de puissance* reçue diminue selon le carré de l'éloignement par rapport à l'antenne. Inversement, elle augmente à mesure que l'on se rapproche de l'antenne. Lorsque la distance par rapport à l'antenne est divisée par 2, la *densité de puissance* reçue est multipliée par 4. **Si la distance est divisée par 10, la densité de puissance est multipliée par 100**, etc.
  - On peut comparer ce phénomène aux phares aveuglants d'une voiture, alors que la lumière immensément plus forte de la lune ne nous aveugle pas. Voir la comparaison indiquant les puissances de différentes générations d'antennes à la section *Facteurs d'évaluation du surplus de consommation électrique du réseau 5G* (page 54).
  - La 5G nécessitera l'installation d'une multitude de nouvelles antennes utilisant de nouvelles fréquences, dont certaines (comme pour les ondes *millimétriques*), seront de très nombreuses petites antennes (small cells). Elles rayonnent des puissances inférieures aux grandes antennes (macro-cells) de la 4G actuelle, mais seront placées à proximité des utilisateurs et les cibleront avec des faisceaux concentrés. En raison de la densité et proximité des antennes et de la concentration du rayonnement dans des faisceaux, il est très vraisemblable que l'exposition subie se verra augmentée, même si la puissance émise par les antennes est plus faible (voir arguments suivants).

2. Les antennes de la 5G ne remplaceront pas les antennes 4G
  - La 5G se base en grande partie sur les technologies de la 4G en y apportant des modifications, et se base sur les antennes existantes 4G qui continueront à émettre aux mêmes puissances. Seules les antennes les plus anciennes (2G/3G) avec des niveaux d'émission insignifiants (par rapport à la 5G) pourraient être supprimées, à terme mais pas dans l'immédiat. Globalement, **la 5G va donc rajouter des émissions et non en supprimer.**
3. Le secteur indique que le niveau d'exposition doit être relevé pour permettre le déploiement de la 5G dans les régions aux limites plus strictes, comme à Bruxelles
  - A Bruxelles, tant les opérateurs que le régulateur des télécoms (l'IBPT) clament haut et fort qu'il ne sera pas possible de déployer la 5G si les normes ne sont pas revues à la hausse. L'IBPT avait déterminé et affirmé, dans son rapport de septembre 2018, la **nécessité d'une très forte augmentation des niveaux autorisés** comme indiqué à la section *Problèmes posés par les nouvelles "directives de sécurité"* (page 27).

Rappelons encore que l'intensité de l'exposition (*densité de puissance reçue*) n'est **pas le seul facteur de risque**. Nous abordons ces facteurs à la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18).

### 7.2.3 Les antennes de la 5G seraient moins puissantes et donc moins nocives **Faux.**

C'est un des faux arguments qui sème le plus de confusion parmi la population sur la 5G.

Premièrement, la 5G est constitué de différentes technologies et de différents types d'antennes. En résumé, on parle du déploiement en priorité des basses fréquences (0,7 GHz) et hautes fréquences (3,6 GHz) dont les antennes sont assez comparables à celles de la 4G mais qui vont rayonner en réalité beaucoup plus de puissance (voir *Facteurs d'évaluation du surplus de consommation électrique du réseau 5G*, page 54). Ensuite, quand la technologie sera au point, il est prévu de déployer de petites antennes (*small cells*) rayonnant des ondes *millimétriques* (26 GHz et au-delà).

Ces petites antennes (*small cells*) émettent moins de puissance que les antennes de *macro-cellules*. Néanmoins, rien ne permet sur cette base de dire si l'exposition aux rayonnements sera plus ou moins intense, en raison de la proximité de nombreuses antennes et de la concentration de la puissance dans des faisceaux. A titre de comparaison, un petit rayon laser émettant très peu de puissance peut vous brûler la rétine, alors qu'un puissant phare côtier est inoffensif.

Voir aussi *La 5G nous exposerait à moins de danger que la 4G* (page 200) et *Les ondes de la 5G ne cibleraient que les appareils qui en ont besoin* (page 203).

Cependant, l'argument à retenir, comme nous l'avons déjà décrit, est le fait que le déploiement de la 5G va généralement de pair avec une **augmentation de l'exposition des personnes aux**

**rayonnements de radiofréquences.** Voir le chapitre *Problèmes posés par les nouvelles "directives de sécurité"* (page 27).

#### 7.2.4 Les effets des ondes millimétriques sur la santé seraient négligeables

**Faux.**

L'industrie des télécoms soutient que les rayonnements *millimétriques* de la 5G seront principalement absorbés en périphérie du corps, dans une épaisseur de 1 à 2 mm, de sorte qu'elle prétend que nous n'avons pas à nous inquiéter des effets.

L'industrie affirmait déjà pour les rayonnements électromagnétiques plus "conventionnels" dans la gamme des micro-ondes que la pénétration était limitée à la couche périphérique du corps, sur une épaisseur de 1 cm. Or, des effets en profondeur ont pourtant été relevés notamment dans le cerveau humain, sur le cœur et sur les systèmes hormonaux.

Cet argument ignore complètement les connaissances scientifiques actuelles en biologie et les connaissances médicales. Des études démontrent clairement des effets au-delà de la peau. Des perturbations électromagnétiques et des médiateurs chimiques peuvent être propagés dans tout le corps et induire des effets biologiques jusqu'en profondeur.

Le phénomène des « précurseurs de Brillouin », décrit à la section *Modulation et pulsation du rayonnement* (page 31), est un des mécanismes permettant d'expliquer l'impact en profondeur des rayonnements modulés et pulsés.

Dans tous les cas, il ne faut pas minimiser les *effets thermiques* au niveau de la peau. Le phénomène est d'ailleurs bien connu au point qu'il est utilisé dans des armes de contrôle des foules pour induire des réactions désagréables permettant de disperser des opposants ou des manifestants. Il y a donc **matière à suspecter une augmentation des troubles dermatologiques, mélanomes et autres cancers de la peau.**

Il faut aussi savoir que l'**échauffement excessif des yeux** pose question et doit encore être étudié afin d'établir les effets ophtalmologiques.

Sont également fortement concernés **tous les êtres vivants de petite taille** (par exemple les insectes, dont les abeilles indispensables à notre agriculture) **et tous les végétaux** qui, pour maximiser leur interaction avec l'environnement, ont principalement évolué en surface plutôt qu'en volume.

Nous abordons plus en détail les nombreuses questions liées à ces ondes à la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18).

## 7.2.5 Les ondes 5G n'auraient pas assez d'énergie pour endommager nos cellules

**Faux.**

Cette fausse croyance est basée elle-même sur l'hypothèse incorrecte selon laquelle la fréquence de l'onde porteuse serait le seul paramètre à prendre en compte pour déterminer si, oui ou non, il peut y avoir des dommages aux cellules.

Selon cette hypothèse à présent réfutée, seuls les rayonnements *ionisants* (certains ultraviolets, les rayons X, les rayons gamma,...), en raison de leur fréquence très élevée, auraient suffisamment d'énergie pour entraîner des dommages à l'ADN, à d'autres molécules biologiques et à nos cellules. Les rayonnements de radiofréquences, non *ionisants*, n'auraient pas cette capacité et ne pourraient provoquer des dommages que par échauffement (*effets thermiques*).

Comme nous l'avons vu à la section *Des effets sanitaires mal connus dus aux ondes millimétriques et au massive MIMO* (page 23), il est maintenant établi qu'à intensité similaire, **les rayonnements électromagnétiques non ionisants** de nos technologies sans fil **peuvent générer davantage de dégâts à l'ADN, aux cellules et aux systèmes biologiques** que des rayonnements *ionisants*. Ces dégâts ne sont ni provoqués par un effet d'ionisation direct, ni par un échauffement, mais par une cascade d'autres réactions biologiques et biochimiques qui fait intervenir notamment du stress oxydant et de l'inflammation.

D'autre part, les fréquences des ondes utilisées par un réseau de télécommunication visent à transporter des informations, qui sont encodées sur cette fréquence dite "porteuse" (de l'ordre de 30 gigahertz pour les ondes *millimétriques*). L'encodage de l'information est assuré par la modulation de la porteuse, qui crée des variations rapides des caractéristiques de l'onde. Par leur nature, **ces modulations peuvent également causer des effets biologiques**. Ce sont autant de variations brutales et incessantes de l'amplitude du rayonnement, capables de perturber le fonctionnement normal des systèmes vivants. Les rayonnements électromagnétiques des télécommunications sans fil ont ainsi un caractère totalement inédit pour les êtres vivants.

Rappelons encore que la fréquence n'est **pas le seul paramètre à prendre en compte pour évaluer les risques sanitaires**. Nous abordons ces facteurs à la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18) et *Sensibilité du vivant aux caractéristiques des radiofréquences* (page 29).

## 7.2.6 Les ondes de la 5G ne cibleraient que les appareils qui en ont besoin

**Faux.**

La 5G prévoit l'utilisation de réseaux d'antennes phasés conçus pour **concentrer la puissance dans des faisceaux** focalisés vers les appareils connectés. Cependant, sur le plan technique, cette

description est une **vision très simplifiée de la réalité de ces faisceaux d’antennes “massive MIMO”** :<sup>526</sup>

- Les antennes *mMIMO* émettent dans **de nombreuses directions et dans les 3 dimensions**, mais à des puissances différentes suivant la direction.
- Elles émettent leur puissance suivant un “diagramme de rayonnement” (*radiation pattern*) qui détermine la puissance émise dans chaque direction de l’espace. Ce qu’on appelle “faisceau” (*beam*) est en fait le “lobe” principal, une zone de l’espace qui peut être plus ou moins étroite selon les performances spatiales de l’antenne, et dans laquelle se retrouve la majeure partie de la puissance émise (vers l’utilisateur cible).
- Il existe et existera toujours plusieurs “lobes” secondaires (*side lobes*) autour du lobe principal, de niveaux (*SLL* ou *Side Lobe Level*) plus faibles que le lobe principal, mais dont l’intensité sera largement suffisante pour induire des effets biologiques. L’intensité de ces lobes secondaires dépend des performances et donc surtout du type d’antenne *mMIMO* et leur réduction implique un coût qui risque fort de ne pas être investi par les fabricants.
- En plus des faisceaux liés au transfert de données, chaque antenne va irradier 24h/24 des faisceaux soit fixes, soit balayant l’ensemble de l’espace occupé par de potentiels utilisateurs. Ces faisceaux émis par l’*antenne-relais*, permettent aux appareils mobiles de signaler à l’antenne leur position géographique. Les appareils indiquent ainsi à l’antenne quels faisceaux reçus sont les plus forts, afin de pouvoir se connecter ou rester connectés<sup>527</sup>. Ces faisceaux (appelés SSB) sont émis à intervalles réguliers, toutes les 5 à 160 millisecondes<sup>528</sup>. Ici encore, ces **faisceaux SSB s’ajoutent aux causes des effets biologiques**. De plus, les SSB ont également des lobes secondaires (voir explication ci-dessus).
- Il s’agit d’un réseau mobile. Les utilisateurs sont donc potentiellement en mouvement. Ces faisceaux devront donc pouvoir “tracker” les utilisateurs et les suivre dès lors qu’ils sont en mouvement ou que le moindre obstacle s’interpose entre l’antenne et l’utilisateur (y compris les doigts ou la main<sup>529</sup>).
- La communication est alors temporairement interrompue jusqu’à ce qu’un nouveau calcul de faisceau alternatif puisse être établi, souvent par réflexion sur une ou plusieurs surfaces (sol, mur, vitre,...). Des êtres vivants peuvent donc se retrouver à tout moment sur le passage des nouveaux faisceaux ainsi établis (et de leurs lobes secondaires).
- Les mêmes considérations, à l’exception de l’émission de faisceaux SSB, sont de mise pour les faisceaux émis par les appareils mobiles équipés d’antennes à faisceaux : émission des faisceaux dans toutes les directions, lobes, obstacles posés par les doigts, notre corps...

En conclusion, même avec un appareil éteint, il sera **impossible de se soustraire aux rayonnements de la 5G, qu’il s’agisse de ceux des lobes primaires ou secondaires des antennes, de ceux émis par les smartphones ou autres objets connectés voisins, qu’ils soient reçus en ligne directe ou après réflexions sur des surfaces (bâtiments, sol, etc)**.

---

<sup>526</sup> Article technique sur le *Massive MIMO* et les mesures de terrain des rayonnements: <https://www.rcrwireless.com/20180912/5g/5g-nr-massive-mimo-and-beamforming-what-does-it-mean-and-how-can-i-measure-it-in-the-field>

<sup>527</sup> Ces faisceaux sont appelés **SSB (Synchronization Signal Block)** beams

<sup>528</sup> <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?arnumber=8675913>

<sup>529</sup> La position des doigts sur le terminal peut empêcher une bonne connexion et limiter l’efficacité de la technologie *mMIMO*: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8995546>

Rappelons encore que l'intensité de l'exposition n'est **pas le seul paramètre à prendre en compte pour évaluer les risques sanitaires**. Nous abordons ces facteurs à la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18).

### 7.2.7 La 5G nous exposerait moins par ses transferts de données plus courts

**Faux.**

Cette fausse croyance repose sur une méconnaissance des technologies de la 5G et d'Internet.

- Nous avons déjà vu à la section *Les ondes de la 5G ne cibleraient que les appareils qui en ont besoin* (page 203) que l'exposition sera permanente aux faisceaux d'ondes (*millimétriques* ou non) ou aux antennes sans faisceaux (moins attendues) de la 5G dès son installation.
- Ces rayonnements (*millimétriques* ou non) vont se rajouter aux rayonnements existants de la 4G, comme décrit plus haut dans la section *La 5G nous exposerait à moins de danger que la 4G* (page 200).
- Dans certaines régions aux limites d'exposition aux rayonnements plus strictes, les opérateurs et régulateurs télécoms demandent une révision à la hausse des limites avant de déployer la 5G (jusqu'à 50 fois plus pour la norme bruxelloise). Leur demande laisse peu de doute sur le fait que l'intensité d'exposition à la 5G dans la vie réelle sera considérablement augmentée par rapport à la 4G. Ce sujet est abordé à la section *Problèmes posés par les nouvelles "directives de sécurité"* (page 27).
- Comme dans les réseaux de générations précédentes, des signaux de contrôle doivent être échangés entre l'antenne et les appareils des utilisateurs afin de gérer les fonctions d'accès et de gestion de la mobilité (*AMF Access and Mobility management Function*). L'utilisateur ne contrôle pas les moments d'émission/réception de ces signaux de contrôle.
- Enfin, le transfert de données de beaucoup d'applications mobiles se fait automatiquement, sans intervention des utilisateurs, à intervalles réguliers ou à des moments prédéfinis. Ce transfert de données est nécessaire soit afin de rafraîchir l'information du réseau vers l'appareil (*downlink*), ou d'envoyer des informations à jour vers le réseau (*uplink*). L'utilisateur ne contrôlera donc pas les moments de transfert de données des "apps" qu'il a installées.

Ajoutons que la durée et l'intensité de l'exposition ne sont **pas les seuls paramètres à prendre en compte pour évaluer les risques sanitaires**. Voir la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18).

### 7.2.8 La portée réduite des ondes de la 5G réduirait le danger

**Faux.**

La portée du signal n'est pas le paramètre à prendre en compte et n'est d'ailleurs jamais un critère repris dans les limites de sécurité. La portée réduite des ondes (*millimétriques* ou non) de la 5G n'évite pas l'augmentation attendue de l'exposition dans la vie réelle.

Nous avons déjà expliqué plus haut, dans la section *La 5G nous exposerait à moins de danger que la 4G* (page 200), que, avec la 5G, l'intensité de l'exposition dans la vie réelle sera très

vraisemblablement augmentée en conséquence de la révision annoncée des normes (à la hausse), de la densité et proximité des antennes et de la concentration du rayonnement dans des faisceaux. Il ne faut donc pas s'attendre à un danger moindre que celui existant dans la situation sans la 5G.

Nous avons également expliqué plus tôt que la 5G présente des risques nouveaux, notamment pour la peau, les yeux, les êtres vivants de petite taille et les végétaux. Voir la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18)

### 7.2.9 Les bâtiments nous protégeraient des ondes de la 5G

**Faux.**

Comme déjà indiqué, les ondes *millimétriques* spécifiques de la 5G pénètrent difficilement dans les bâtiments, mais des solutions seront mises en place pour augmenter la concentration des rayons et traverser certains murs afin de pénétrer dans les bâtiments.

Par ailleurs, des modèles d'antennes de *micro-cellules* (appelées *femto-cellules*<sup>530</sup>) seront destinés à être installés à l'intérieur de certains bâtiments.

Plus de détails sont disponibles à la section *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18).

### 7.2.10 La 5G serait moins nocive que les rayons du soleil

**Faux.**

Sans rentrer dans des explications détaillées de physique, l'origine de ce raisonnement erroné repose sur un point commun aux rayonnements de radiofréquences émis par nos appareils, et les rayonnements lumineux de l'astre solaire : il s'agit dans les deux cas d'**ondes électromagnétiques**.

On a tendance à vouloir comparer l'**intensité** des rayons solaires naturels aux rayonnements de radiofréquences artificiels de nos technologies modernes. Pour le rayonnement solaire, la *densité de puissance* à laquelle nous sommes exposés par beau temps est environ 100 fois<sup>531</sup> celle des normes futures prévues pour la 5G ! On compare aussi parfois les **fréquences** des ondes. Comparés aux ondes *millimétriques* de la 5G, les rayonnements du soleil ont des fréquences jusque 10 000 fois supérieures. Sous prétexte que les rayonnements solaires ne constituent pas un danger pour les êtres vivants (sauf exposition excessive), certains en déduisent qu'il en va de même pour les rayonnements de radiofréquences.

---

<sup>530</sup> <https://www.nokia.com/networks/solutions/femtocells/>

<sup>531</sup> Soleil: *densité de puissance* de 1350 W/m<sup>2</sup> à la limite de l'atmosphère terrestre. Environ 2/3 (900 W/m<sup>2</sup>) à la surface de la Terre <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/solar-radiation>  
Limite ICNIRP: 10 W/m<sup>2</sup> au-dessus de 2 GHz (voir fig. 2 page 494)  
<https://www.icnirp.org/cms/upload/publications/ICNIRPrfgdl2020.pdf>

C'est une erreur de penser que les seuls paramètres à prendre en compte pour évaluer l'effet des rayonnements électromagnétiques sont l'intensité et la fréquence. Cette erreur découle du cadre de pensée applicable aux rayonnements **ionisants** (UV-C, Rayons X, Rayons gamma).

Pour évaluer l'effet des rayonnements **non-ionisants** des technologies de la communication sans-fil sur les êtres vivants, bien d'autres paramètres doivent être pris en considération, comme déjà développé aux sections *Risques sanitaires posés par les caractéristiques des ondes de la 5G* (page 18), *Sensibilité du vivant aux caractéristiques des radiofréquences* (page 29) et *Les "limites de protection" sont définies sur des bases pseudo-scientifiques* (page 112):

- le caractère modulé (pics de puissance), pulsé et polarisé des rayonnements,
- le caractère non-linéaire et non-monotone de la courbe dose-réponse,
- l'hétérogénéité des systèmes vivants,
- les effets cocktail (synergiques) avec d'autres polluants, notamment chimiques.

Quand ces paramètres et la complexité de l'interaction entre les êtres vivants et leur environnement sont pris en considération, on en arrive à des conclusions très différentes. Une argumentation simpliste reposant sur des hypothèses bancales ne pourra jamais appréhender cette complexité.

### 7.2.11 La 5G serait nécessaire pour sauver des vies

**Faux.**

Plus tôt dans ce chapitre, nous avons relayé une analyse critique et indépendante, par des experts en ingénierie, de diverses applications annoncées par le secteur des télécommunications, y compris celles qui prétendent permettre de sauver des vies grâce à la 5G.

A ce sujet, voir en particulier les fausses allégations abordées aux sections suivantes: *Le secteur de la santé tirerait profit de la 5G* (page 185), *Les véhicules autonomes auraient besoin de la 5G* (page 187), *Les drones auraient besoin de la 5G* (page 191) et *Les services de secours auraient besoin de la 5G* (page 197).

Nous avons démontré qu'il s'agit d'un argument de marketing du secteur des télécommunications voire d'un outil de propagande et qu'aucune de ces applications, quand leur utilité est avérée, n'a besoin de la 5G pour fonctionner. **Chacune de ces applications peut être développée sur base de technologies alternatives à la 5G** avec des avantages à la clé sur la santé, l'environnement, le coût ou la qualité de service.

En revanche, avec la 5G, les risques sont élevés de voir augmenter considérablement un large éventail de troubles et de maladies.

Comme pour tout autre problème toxicologique exposant toutes les personnes, des plus résistantes aux plus faibles, il est vraisemblable que le **nombre de décès causés par la 5G dépassera le nombre de vies potentiellement sauvées**, en admettant que la 5G puisse sauver des vies (affirmation fortement remise en question dans ce rapport). Nous explorons les aspects liés à la santé au chapitre *Arguments Sanitaires* (page 16).

## 7.2.12 La toxicité cancéreuse des radiofréquences ne serait pas un problème

**Faux.**

Le niveau “**cancérogène possible**” (2B) des rayonnements de radiofréquences, établi en 2011 par le CIRC<sup>532</sup>, correspondrait à un risque équivalent à manger des légumes en saumure, et inférieur à boire du café très chaud ou à travailler de nuit. Ceci doit être remis dans son juste contexte :

- La classification du CIRC est par nature temporaire, car le CIRC se base sur un ensemble d'études scientifiques non exhaustif et disponible à un moment donné, et revoit sa classification si nécessaire quand de nouvelles études sont publiées. Cette classification a été établie en 2011 et ne tient pas encore compte des dernières études en la matière. La réévaluation des ondes électromagnétiques se situe d'ailleurs parmi ses premières priorités (2020-2024). Nous rappelons à la section *Des milliers d'études scientifiques démontrant des impacts biologiques* (page 16), quelques études récentes de grande ampleur dont les conclusions indiquent la nécessité de réévaluer à la hausse le niveau de classement des rayonnements de radiofréquences. Au regard des nouvelles données disponibles, il semble que les rayonnements de radiofréquences de la télécommunication sans fil pourrait être reclassés en catégorie (1), “**cancérogène certain**”.
- Pour rassurer le lecteur, le CIRC a évalué la consommation de café comme non cancérogène (3) en 2018 car divers types de cancer sont favorablement retardés par le café. Cependant, le CIRC indique en effet dans le même rapport comme probablement cancérogène (2A) la consommation de toute boisson chaude de plus de 65°C.
- Le CIRC a classifié possiblement cancérogènes (2B en 1993) certains types de préparations de légumes en saumure suivant certaines recettes asiatiques (*pickled vegetables, traditional Asian*). Il ne s'agit donc pas des cornichons ou autres légumes marinés au vinaigre que l'on trouve dans les pays occidentaux.
- Le CIRC évalue le potentiel cancérogène de substances et d'agents mais le cancer n'est qu'une des nombreuses maladies mise en lien avec l'exposition aux radiofréquences.
- Le CIRC ne tient pas compte de l'effet cocktail et des interactions complexes possibles entre agents et expositions toxiques.
- L'exposition aux rayonnements de radiofréquences est permanente 7j/7 et 24h/24, contrairement aux agents toxiques alimentaires, respiratoires, cutanés et professionnels.
- Contrairement aux agents toxiques alimentaires, l'exposition aux rayonnements radiofréquences n'est épargnée à aucun être vivant animal ou végétal, et aucun ne peut s'y soustraire. Tout le monde est exposé quelles que soient les particularités propres à son âge, son stade de croissance, son espèce, ses particularités génétiques et épigénétiques, son état de santé ou de stress.
- Le CIRC n'évalue que la toxicité pour les humains, sur base d'études scientifiques effectuées sur des sujets humains et animaux, sur des cellules humaines et animales. Il n'évalue pas la toxicité pour les animaux et les végétaux.

---

<sup>532</sup> Déjà cité : **CIRC (IARC en anglais)** = Centre International de Recherche contre le Cancer, agence spécialisée de l'OMS pour la recherche sur le cancer, créée en mai 1965  
[https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208\\_F.pdf](https://www.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/07/pr208_F.pdf)

- Le CIRC adopte une approche minimaliste dans l'évaluation du risque de carcinogénicité avant de classer un agent. Aussi, beaucoup d'études pourtant validées par une majorité de scientifiques mais ne satisfaisant pas aux critères du CIRC sont écartées. Il faut donc interpréter correctement les classifications du CIRC, qui dépendent de critères d'évaluation particuliers.

### 7.2.13 Il n'y aurait pas d'explication plausible à l'impact sanitaire des radiofréquences

**Faux.**

Selon l'industrie des télécoms, il n'existerait aucun mécanisme pouvant expliquer l'existence d'effets biologiques néfastes à des niveaux *non thermiques*. Pourtant, de nombreuses études ont montré que l'exposition aux rayonnements électromagnétiques des technologies sans fil génère du stress oxydant.

Il a été proposé que le stress oxydant puisse être lui-même causé par une cascade de réactions consécutive à l'activation des canaux calciques tensiodépendants sous l'effet de l'exposition<sup>533</sup>.

Il existe donc des mécanismes plausibles pour expliquer comment les rayonnements de radiofréquences peuvent provoquer des effets sanitaires autrement que par échauffement. Pour aller plus loin, voir *Mécanismes d'action des champs et rayonnements électromagnétiques* (page 43).

### 7.2.14 Les études scientifiques indiquant un risque sanitaire seraient biaisées

**Faux.**

Ceux qui font valoir des études montrant des effets biologiques et sanitaires (études positives) sont couramment accusés de présenter une vue biaisée de l'état de la science, de faire du « *cherry picking* » (terme anglophone qui désigne le fait de ne tenir compte que des études qui arrivent à la conclusion espérée, et d'ignorer celles qui la contredisent). Sans doute est-il utile de clarifier ici que les études qui ne montrent pas d'effet (études négatives), même en nombre supérieur, n'annulent pas les résultats des études positives bien menées. Selon les standards scientifiques, lorsque des études bien menées trouvent des effets, les recherches qui ne trouvent pas d'effet présentent peu d'intérêt pour faire progresser la science. Il est donc absurde de reprocher aux scientifiques de se baser prioritairement sur les études positives. Et cela l'est d'autant plus que les études déjà disponibles qui concluent à la réalité des effets biologiques des rayonnements de radiofréquences se comptent par milliers.

D'autre part, il est connu que les mécanismes de financement et les liens d'intérêt qui lient les chercheurs à l'industrie sont susceptibles de biaiser les résultats en faveur de l'industrie et de venir gonfler ainsi le nombre d'études négatives.

---

<sup>533</sup> Conseil Supérieur de la Santé: Dans son avis n°9404 rendu en mai 2019 page 35, (Anghileri et al., 2006 ; Pall et al., 2015)

Dans la section *La science biaisée par l'industrie* (page 113), nous expliquons comment la science est en réalité asservie et instrumentalisée par l'industrie et par quels mécanismes l'industrie arrive à faire subsister le doute sur le résultat de milliers d'études positives, au détriment de la santé et de l'environnement.

## 7.3 Faux arguments environnementaux

### 7.3.1 La 5G serait plus efficace énergétiquement que les précédentes générations

**Vrai mais....** c'est en fait un leurre.

D'une manière générale, l'efficacité énergétique induit inévitablement un « **effet rebond** », invitant à toujours plus de consommation de données et donc à une consommation énergétique accrue. L'efficacité énergétique d'une transmission de données s'exprime en bits par Joule. Si elle augmente, on peut transporter plus de données (bits) avec la même quantité d'énergie (Joule). Pour plus de détails, l'effet rebond et les nombreuses inconnues sur la future efficacité énergétique de la 5G sont repris à la section *Efficacité énergétique du réseau 5G : des questions encore sans réponse* (page 59).

Afin de valider ces conclusions, il suffit de citer les propos d'un opérateur télécom. Voici un extrait de l'audition au Sénat français le 10 juin 2020<sup>534</sup> d'Olivier Roussat, président-directeur général de Bouygues Telecom:

*« Le deuxième sujet est l'impact environnemental. Cet argument est utilisé très fréquemment, pour expliquer que la 5G consomme moins que la 4G. La 5G permet, lorsque l'on transporte des données, de le faire avec moins d'énergie. En revanche, elle augmente considérablement les débits et permet donc un usage beaucoup plus important, donc de transporter davantage de données, ce qui est beaucoup plus consommateur. **Il est donc erroné d'affirmer que la 5G permettra des efforts en matière d'énergie. Après la première année de déploiement, la consommation énergétique de tous les opérateurs affichera une augmentation importante.** »*

Le résultat sera très vraisemblablement une multiplication au minimum par 3,5 de la consommation énergétique du réseau mobile, un des nombreux facteurs annonçant une **véritable catastrophe environnementale**, comme expliqué à la section *Estimation minimale du surplus de consommation électrique du réseau 5G* (page 62).

**L'efficacité énergétique annoncée est donc un leurre car la consommation énergétique va significativement augmenter avec la 5G.**

---

<sup>534</sup> <https://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200608/devdur.html> (lien vidéo: bas de page)

### 7.3.2 La 5G soutiendrait les économies d'énergie dans d'autres secteurs

**Faux.**

En août 2020, Huawei a publié un rapport<sup>535</sup> intitulé « *Green 5G: Building a Sustainable World* » (la 5G verte : construire un monde durable). Huawei est la société chinoise de télécommunications qui a commencé à installer des infrastructures 5G au niveau international. Le rapport affirme que la 5G peut avoir un effet positif significatif sur le climat en augmentant l'efficacité énergétique et en permettant aux industries de réduire leurs émissions de *gaz à effet de serre* et d'atteindre leurs objectifs climatiques.

Les technologies 5G pourraient-elles réduire ou compenser les impacts environnementaux causés par la 5G (résumés à la section *Consommation énergétique de la 5G : synthèse*, page 69) ? Pour répondre à cette question, analysons le rapport d' Huawei « Green 5G », en particulier ses affirmations concernant le potentiel de la 5G à soutenir la cause de l'environnement. Le rapport de Huawei fait l'éloge de l'efficacité énergétique de la 5G. Cependant, l'efficacité énergétique ne peut empêcher une augmentation significative de la consommation d'énergie, car elle entraîne une augmentation du trafic de données.



Huawei déclare que les technologies de l'information et de la communication (TIC) pourraient aider à réduire les émissions de *gaz à effet de serre* dans d'autres industries de 15% en 2020. Cette affirmation est basée sur un ancien rapport<sup>536</sup> (2008) qui examinait la plupart des aspects des TIC dans le monde. En ce qui concerne les réseaux mobiles à haut débit (3G, 4G, 5G), il a en réalité fait état d'une montée en flèche des émissions de *gaz à effet de serre*, et d'aucune économie potentielle de CO<sub>2</sub> dans d'autres secteurs.

Et cependant, le document de Huawei affirme avec confiance que, couplée à d'autres technologies (intelligence artificielle, *cloud*, virtualisation, *Internet des Objets*), la 5G pourrait aider diverses industries à augmenter leur efficacité énergétique. La combinaison du terme « 5G » avec d'autres mots à la mode en une seule phrase forme un écran de fumée cachant une réalité pourtant simple: la 5G est une technologie de connexion sans fil. L'utilisation d'une connexion 5G ne prouve pas que la 5G soit la meilleure ou la seule connexion possible et disponible. En réalité, de nombreux bénéfices environnementaux pourraient être réalisés en utilisant des technologies moins énergivores.

<sup>535</sup> <https://www.huawei.com/en/public-policy/green-5g-building-a-sustainable-world>

<sup>536</sup> <https://gesi.org/research/smart-2020-enabling-the-low-carbon-economy-in-the-information-age>

Sans preuve, le rapport de Huawei suppose à tort que les technologies de l'*Internet des objets* (IdO) (telles que les véhicules autonomes, les véhicules électriques, l'optimisation du trafic, les villes intelligentes et les réseaux intelligents) nécessitent la 5G. Des analystes indépendants<sup>537</sup> ont sérieusement contesté les avantages de la 5G pour l'IdO. Les affirmations de Huawei selon lesquelles la 5G est nécessaire à ces technologies et à leur efficacité énergétique sont absolument incorrectes. Dire qu'acheter ou produire de l'énergie « verte » pour la 5G la rend plus économe en énergie, est également une pure imposture. Comparée à l'énergie non renouvelable, l'énergie renouvelable est rare. La construction et la mise au rebut de systèmes d'énergie « renouvelables » (par exemple solaire, éolien, hydroélectrique) ont également d'énormes conséquences écologiques. De plus, l'utilisation des « énergies renouvelables » pour la 5G réduirait l'énergie renouvelable disponible pour d'autres applications. Huawei se trompe quand il affirme que les batteries au lithium « intelligentes » augmenteraient l'efficacité énergétique: les antennes 5G auront besoin de capacités de batteries bien plus importantes que les antennes 4G, ne faisant qu'ajouter à la consommation d'énergie mondiale (voir section *5G, lithium et besoins en eau* page 72). Fabriquer davantage de batteries augmentera l'extraction de minerai et les émissions de *gaz à effet de serre*. Charger et décharger les batteries de la 5G causera encore davantage de pertes en électricité.

Le rapport ne fournit que trois études de cas concrètes avec des avantages quantifiés. Chacune des trois conclut à tort que la 5G permet une économie plus durable.

Dans l'étude de cas sur les transports, des travailleurs voyageant en voiture pour inspecter des gazoducs sont remplacés par un drone rapide, alimenté au mazout et connecté à la 5G, équipé d'une caméra vidéo ultra haute définition. Quatre erreurs sont identifiables. Premièrement, le déploiement de la 5G autour des pipelines est coûteux et consommateur d'énergie. Les réseaux mobiles ne sont pas conçus pour connecter des drones, voir section *Les drones auraient besoin de la 5G* (page 191). Huawei ne fournit aucune preuve que seule la 5G puisse connecter ces drones. Le rapport n'explique pas pourquoi la 4G (existante) ne peut pas faire ce travail. Deuxièmement, par rapport aux voitures, même les drones à longue portée ont encore une portée très limitée (80 km). Troisièmement, Huawei ne tient pas compte de l'énergie utilisée pour construire ou faire fonctionner des réseaux 5G. Enfin, malgré l'enthousiasme de Huawei, économiser 2,1 mégatonnes de CO<sub>2</sub> par an est insignifiant (moins de 1%) en comparaison des émissions annuelles estimées pour la 5G à 250 mégatonnes.

Lorsque Huawei montre comment la télémédecine pourrait bénéficier de la 5G en réduisant les déplacements des médecins, il omet de signaler que ces soins de santé nécessitent une connexion hautement fiable. La 5G pourrait être plus fiable que la 4G. Néanmoins, les connexions sans fil comme la 4G ou la 5G ne sont généralement pas suffisamment fiables pour la télémédecine. Deuxièmement, les soins de santé n'ont pas besoin des vitesses ni des temps de réponse à hautes performances de la 5G. Nous abordons ces questions à la section *Le secteur de la santé tirerait profit de la 5G* (page 185). Huawei a tout simplement tort de déclarer que les soins de santé nécessitent la 5G. En fait, la télémédecine tire déjà parti de connexions filaires à haut débit, sécurisées et consommant moins d'énergie.

---

<sup>537</sup> Déjà cités : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019)  
Matt Hatton & William Webb, "The Internet of Things Myth" (2020)

Huawei fait également état d'une usine de smartphones qui automatise son contrôle de qualité en connectant des caméras vidéo à l'intelligence artificielle (IA) via la 5G. Par rapport aux travailleurs humains, l'IA identifie les défauts avec une efficacité énergétique beaucoup plus élevée. Mais encore une fois, en raison de l'effet rebond, une plus grande efficacité énergétique n'entraîne aucune économie. Cela peut même augmenter la consommation d'énergie. Ce cas ne fait pas exception à la règle. Huawei admet même que la consommation d'énergie n'a pas diminué suite à l'introduction de la 5G dans cette usine de smartphones.

Dans aucune de ces trois études de cas, Huawei ne prend en compte les quantités substantielles d'énergie consommées par l'infrastructure 5G. En utilisant des alternatives à la 5G moins énergivores, une telle quantité d'énergie ne serait pas nécessaire. Alors que la 5G pourrait permettre une augmentation considérable des données mobiles, elle nous inciterait également à consommer des volumes croissants de données mobiles et, par conséquent, augmenterait la consommation d'électricité. La 5G serait le principal contributeur au problème qu'elle promet de résoudre: un manque de capacité du réseau pour diffuser des vidéos plus volumineuses. Est-ce là ironie ou intention ? Lorsque l'industrie crée de nouveaux besoins pour les consommateurs en permettant des volumes pratiquement illimités de données mobiles, elle veut encourager la dépendance aux réseaux mobiles. Ceci rappelle les stratégies déployées il y a des décennies par les industries du tabac, du sucre et de la chimie, stratégies qui ont conduit à une consommation incontrôlable.

La 5G devrait également déplacer le trafic de données des réseaux câblés existants<sup>538</sup> vers des réseaux mobiles beaucoup moins efficaces. Compte tenu des énormes quantités d'énergie dont la 5G aura besoin, principalement à partir de combustibles fossiles, l'utilisation répétée par Huawei du terme « durable » pour décrire la 5G est – au mieux – déroutante. Curieusement, en 2019, Huawei a publié un autre rapport mettant en garde l'industrie contre des besoins en électricité jamais vus auparavant avec la 5G. Ce rapport est référencé par divers sites Internet, y compris l'Agence internationale de l'énergie. De façon moins surprenante, après la publication du rapport Green 5G en août dernier, le rapport 2019<sup>539</sup> a disparu du web.

Andy Purdy, responsable de la sécurité de Huawei aux États-Unis et membre du conseil de Forbes, a fait l'éloge de la 5G dans un récent article de Forbes<sup>540</sup>. Il a rapporté que la 5G «*promet de réduire considérablement la consommation d'énergie dans les réseaux de télécommunications*» (notre traduction) alors que sa propre industrie s'oppose à cette affirmation. L'association de l'industrie mobile, la GSMA<sup>541</sup>, et l'opérateur mobile français Bouygues Telecom<sup>542</sup> préviennent tous les deux

---

<sup>538</sup> L'utilisation de réseaux sans fil pour des connexions « fixes » est appelée Fixed Wireless Access (FWA). Selon Ericsson, le FWA atteindrait 25% du trafic mobile en 2025

Déjà cité : <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/june-2020>

<sup>539</sup> Le rapport a depuis été supprimé du site web d' Huawei.

Huawei, "5G Telecom Power Target Network White Paper", 2019

Lien (ne fonctionne plus): <https://carrier.huawei.com/~media/CNBGV2/download/products/network-energy/5G-Telecom-Energy-Target-Network-White-Paper.pdf>

Voici l'extrait exact:

"According to the measured data of multiple operators, the power consumption of one band 5G equipment (64T64R, 3.5 GHz Massive MIMO, including one BBU and three AAU/RRUs) is 300% to 350% of 4G with the same configuration."

<sup>540</sup> <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2020/11/10/the-biggest-5g-benefit-most-people-dont-know-about/?sh=19a7f09b6ca2>

<sup>541</sup> Déjà cité : vu l'augmentation attendue en consommation électrique, la GSMA recommande aux opérateurs de faire de la réduction d'énergie leur première priorité dans le cadre de la 5G:

<https://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/5g-era-mobile-network-cost-evolution/>

<sup>542</sup> Déjà cité : <https://www.senat.fr/compte-rendu-commissions/20200608/devdur.html>

que tous les opérateurs de réseaux verront inévitablement leur consommation d'énergie augmenter significativement avec la 5G. Les exemples d'économies d'énergie cités par Purdy ne sont pas pertinents. Il revendique des économies d'énergie qui ne reposent pas sur la technologie 5G. Il confond également l'ambition de l'industrie de réduire son empreinte carbone avec la réalité : la 5G entraînera une augmentation de la demande énergétique et de l'empreinte carbone.

En résumé, l'affirmation de Huawei selon laquelle la 5G réduirait le changement climatique est erronée. Son rapport ne fournit aucune preuve que la 5G ait un rôle à jouer dans la réduction de la consommation d'énergie. L'entreprise a soigneusement évité de discuter de l'empreinte environnementale massive de la 5G. En réalité, l'empreinte de la 5G compromettrait probablement les économies d'énergie et les objectifs de réduction des émissions carbone.

L'exploration d'autres technologies de l'information et de la communication pourrait conduire à une réelle réduction de la consommation énergétique. Une nouvelle vision de la connectivité pourrait émerger, avec une réduction significative des émissions de *gaz à effet de serre*, une satisfaction accrue des utilisateurs et de véritables progrès pour les générations futures. Notre société peut atteindre ses objectifs climatiques, mais seulement si nous remettons en question les nouveaux besoins numériques créés par l'industrie et explorons des alternatives vraiment économiques et plus durables que la 5G. Un réel défi serait d'envisager un Internet dans lequel nous remplacerions une croissance « smart » sans fin, par un progrès éclairé et cohérent.

## 8. La sonnette d'alarme avant le basculement ?

Sur une note plus personnelle, comme ingénieur je me sens partiellement responsable de cette situation. Sans formation aux impacts de la technologie sur le vivant et la planète, les ingénieurs sont en général bien démunis à cet égard. Ayant pourtant travaillé dans l'industrie des télécoms et dans la finance pendant près de 25 ans, je traverse une prise de conscience récente sur l'empreinte des technologies. Même un technicien grisonnant peut donc se retourner sur son passé et se mettre à rêver d'une société plus évoluée où l'innovation viserait le bien-être général sur le long terme. Ce constat sur moi-même à un âge assez avancé, me donne l'espoir que la jeunesse sera encore plus encline à comprendre les enjeux et la nécessité d'un **monde durable**, à l'image de jeunes leaders de mouvements écologiques comme **Greta Thunberg** en Suède ou **Côme Girschig** en France.

La croissance a ses limites, déjà révélées au grand jour par la science<sup>543</sup> avant ma naissance, mais soigneusement dissimulées au grand public. C'est seulement à l'âge mûr, qu'à travers des recherches personnelles et indépendantes, loin des nouvelles souvent biaisées, futiles ou incomplètes des médias de masse, j'en suis arrivé à élargir ma vision du monde et à entrevoir les réalités qui nous attendent.

En ce début d'année 2021, il me semble plus que temps de sonner, à mon tour, **l'alerte générale** :

Notre société semble comme prise dans un tourbillon totalement chaotique : **l'économie** est basée sur des modèles obsolètes ignorant la réalité de la finitude des ressources et de l'atmosphère. **La finance** et la monnaie sont devenues virtuelles. Elles sont basées sur la spéculation et non la valeur réelle des biens et services, et n'ont pu éviter les crises systémiques par manque de régulation. **L'industrie**, poussée par le profit et la concurrence, s'affranchit de réelles limites de protection des populations ou des écosystèmes à grands coups de lobbying. Dans le plus grand mépris pour la santé des citoyens, elle inonde les marchés de produits nocifs : tabac, amiante, phytosanitaire, alimentaire, télécommunications sont les exemples les plus notables. C'est sans compter le secteur pharmaceutique qui promet de traiter les effets nocifs de tous ces produits. Pourtant, **la santé** est devenue totalement hors contrôle, à ce jour plus que jamais avec l'augmentation de maladies graves ou chroniques et la crise Covid-19. **Le politique** remet en question les **droits fondamentaux** de libre circulation, d'échange avec nos semblables ou d'expression de nos émotions de manière naturelle. **L'environnement** est chargé de surplus de CO<sub>2</sub> pour des millénaires, de plastique, déchets toxiques industriels, phytosanitaires et pharmaceutiques, mettant à mal le climat et les **écosystèmes** dans une 6<sup>e</sup> extinction de masse des espèces.

Je ne sais plus que dire à mes trois enfants au sujet de l'état actuel du monde, ou pire du monde de demain. Le premier mot qui me vient est « pardon ». Le suivant, vu mon optimisme naturel sur la capacité de l'humain à s'adapter et se relever, est « courage ». J'essaie maladroitement de les sensibiliser à toutes les dérives et tromperies que j'ai moi-même tardé à découvrir.

<sup>543</sup> Déjà cité : <https://www.clubofrome.eu/limits-to-growth-the-30-year>

Quelques générations, y compris la mienne, ont suffi à réduire à l'état de ruine notre planète. Ce sont eux, nos enfants, qui vont devoir déblayer les décombres. Ce sont **nos enfants et les milliers de générations à venir**, qui vont devoir subir les **conséquences des erreurs d'une poignée de générations** qui les ont précédés, par manque de sens des responsabilités ou par simple ignorance. A eux la très lourde tâche de faire renaître une société nouvelle et profondément empreinte de justice pour le vivant dans son ensemble.

Mais dans quelles conditions matérielles, alimentaires, sanitaires et psychologiques vivront-ils ? Comment les aider à reconstruire un nouveau monde ? Comment limiter au maximum les dégâts ? Comment habituer les générations actuelles à une décroissance radicale et se contenter de presque rien, après une vie dont l'abondance matérielle définissait le « niveau de vie » ?

Le chaos actuel pourrait bien être arrivé à un **point de basculement de tout le système**, menant à un effondrement systémique mondial. Sans faire l'unanimité, plusieurs scientifiques collapsologues le prédisent et leurs idées sont reprises par des hommes politiques de haut niveau, comme en France l'ex-Premier ministre Edouard Philippe ou l'ex-député européen et ex-ministre de l'Aménagement du territoire et de l'Environnement Yves Cochet.

Ce qui reste une certitude, c'est que de nombreux **chocs sans précédent** sont devant nous. Nos capacités d'adaptation seront mises à rude épreuve et un réel sens de l'innovation sera nécessaire afin de redéfinir nos modes et conditions de vie avec des moyens matériels et énergétiques extrêmement réduits. La crise sanitaire mondiale de la Covid-19 pourrait n'être que le symptôme de trop du profond et brusque basculement qui est juste devant nous.

Le déploiement public de la 5G n'a aucun sens dans le contexte actuel de crises multiples et imbriquées.

**La 5G fait peser des risques majeurs sur l'atteinte, d'urgence, par notre société, d'objectifs essentiels :**  
une décroissance forte (5%), une santé et une immunité forte et  
une protection forte de l'environnement.



## 9. L'alternative à la 5G

Ce chapitre reprend de manière synthétique les questions, déjà abordées dans différents chapitres, de l'**utilité de la 5G** et de l'existence de **technologies alternatives**.

Nous mettons également en lumière les **choix décisifs** auxquels doivent faire face les utilisateurs, les autorités publiques ainsi que les opérateurs, afin de permettre un usage rationnel de la 5G, dans un cadre clairement défini et dédié à ses réels bénéficiaires.

Nous terminons par proposer une **vision de la connectivité** qui tienne compte des besoins réels des consommateurs et des entreprises, tels que nous les avons identifiés.

### 9.1 Un déploiement de la 5G ciblé à ses bénéficiaires

Le rapport français de décembre 2020 du **Haut conseil pour le climat** (HCC) « Maîtriser l'impact carbone de la 5G »<sup>544</sup> nous renseigne notamment au sujet des usages de la 5G.

**Pour les entreprises**, il confirme l'intérêt de la technologie 5G. Cependant, il indique clairement qu'un déploiement privé et ciblé de la 5G, ainsi que d'autres alternatives à son déploiement public, sont envisageables : « **Un déploiement national de la 5G ne serait pas nécessaire, les entreprises pouvant déployer une infrastructure locale en 5G ou s'appuyer sur d'autres types de réseaux locaux permettant déjà ce type d'usage (WiFi ou LoRa par exemple).** » Notre propre analyse structurée selon les différents usages rejoint la conclusion du HCC pour le monde des entreprises. Différents cas d'usage ont été abordés l'un après l'autre dans les différentes sous-sections de la partie *La 5G est une vision déconnectée de la réalité* (page 180).

**Pour les particuliers**, le HCC signale deux principaux usages de la 5G :

- Premièrement, la 5G permettrait une qualité supérieure des vidéos. Or, suivant notre analyse, une qualité d'image supérieure à celle atteinte avec la 4G est sans aucun intérêt sur un appareil mobile. Voir la section *Les besoins futurs en vitesse ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 172).
- Deuxièmement, la 5G permettrait de jouer à des jeux vidéo dans le *cloud*. Ici encore, nous pouvons tirer les mêmes conclusions : tant la vitesse que la *latence* pour cet usage sont déjà très satisfaisantes avec la 4G, comme indiqué à la section *Les besoins futurs en latence ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 175).

Le HCC identifie également des alternatives qui pourraient compenser la **saturation annoncée des réseaux 4G** : « *Un non-déploiement de la 5G pourrait résulter en l'utilisation de technologies alternatives comme le Wi-Fi, pour compenser la saturation des réseaux 4G en zones denses.* ». Nos conclusions vont dans le même sens, à la section *Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 176). Nous revenons ci-dessous sur certaines pistes qui permettraient d'éviter la saturation des réseaux 4G.

Mais **le mythe de la 5G** ne se limite ni à une longue liste d'usages et d'applications, ni à éviter la saturation de la 4G. D'autres idées reçues se sont construites à travers les discours de la

---

<sup>544</sup> Déjà cité : <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/maitriser-limpact-carbone-de-la-5g/>

propagande 5G. **L'innovation ne dépend pas de la 5G**, comme nous l'avons démontré à la section *La 5G serait indispensable à l'innovation dans de nombreux secteurs* (page 172).

De même, l'idée que la 5G pourrait soutenir des **économies d'énergie** est une tromperie, comme expliqué à la section *La 5G soutiendrait les économies d'énergie dans d'autres secteurs* (page 211).

Enfin, l'apparition d'**hypothétiques usages** inédits suite au déploiement national de la 5G, grâce à des performances supérieures à celles de la 4G, n'est que pure spéculation. Cette hypothèse invérifiable ne saurait justifier ni le coût économique, ni l'empreinte environnementale, ni les risques graves et multiples encourus par les êtres vivants et notre Terre, conséquents à la 5G.

**Il n'existe pas de besoin avéré justifiant le déploiement de la 5G,**  
mis à part les déploiements ciblés à de rares sites d'entreprises  
qui pourraient tirer un avantage de la technologie 5G.

## 9.2 Des alternatives câblées et sans fil

Les nombreux avantages du câble en cuivre et de la  *fibre optique*  ont été abordés à la section *Faux arguments technologiques* (page 168). Ces **alternatives aux réseaux mobiles et à la 5G** en particulier sont proposées lorsque *l'équipement utilisateur* n'est pas en déplacement et qu'un réseau mobile n'est donc pas nécessaire.

Néanmoins, dans certains **cas d'usages industriels** très spécifiques, comme la robotique ou le forage de précision à très haute vitesse, l'usage du câble pourrait amener des complications d'ordre mécanique (par exemple, inertie du câble avec influence négative sur la précision, usure du câble). De



même, lorsqu'un très grand nombre d'objets industriels doivent être connectés avec un très haut débit de données ou une très faible latence, et lorsque d'autres technologies sans fil comme le Wi-Fi ne sont pas envisageables, **la 5G (comme réseau local privé) pourrait constituer une alternative avantageuse.**

A la section *La 5G est une vision déconnectée de la réalité* (page 180), nous relayons une analyse des besoins en connectivité, à travers une série de cas d'usage et d'applications (*IdO, réalité virtuelle, télémédecine, véhicule autonome, drones, smart grid, etc.*). Nous y identifions également les alternatives à la 5G, tantôt câblées, tantôt sans fil. Nous renvoyons donc le lecteur à ces différentes sections identifiant certaines alternatives à la 5G selon les utilisations spécifiques.

**Les nombreuses alternatives** (filaires et sans fil) à un réseau public 5G permettent de satisfaire avantageusement tous les usages liés à la vision d'un avenir connecté.

### 9.3 L'heure des choix décisifs pour notre avenir connecté

L'augmentation des volumes de données transportés par les réseaux mobiles devrait mener à une réflexion sur les causes et les conséquences de cet état de fait, mais également sur les perspectives d'avenir qui en découlent.

Parmi les **causes** de l'augmentation incessante du volume de données sur les réseaux mobiles, l'usage croissant de la vidéo est le premier responsable, comme nous l'avons vu à la section *Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 176). L'utilisation croissante de *Fixed-Wireless-Access* (FWA) sur certains marchés y est également incriminée.

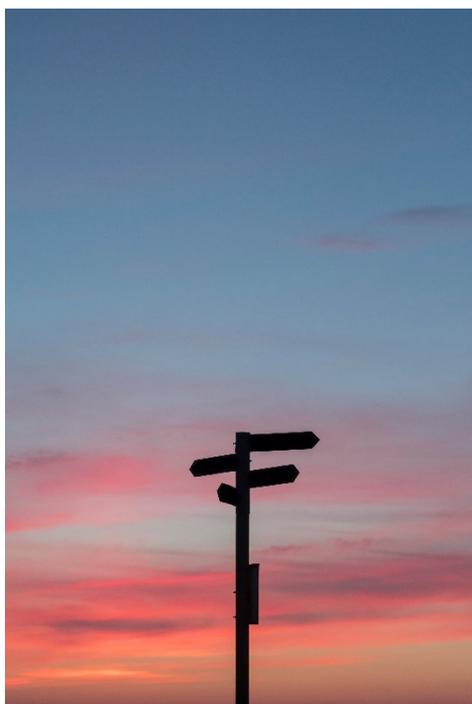
Il est essentiel de comprendre que l'augmentation de la consommation de données sur les réseaux mobiles ne reflète **pas un besoin** provenant des utilisateurs, mais l'usage qui est fait des différents réseaux afin de satisfaire une demande croissante de consommation. En effet, on peut satisfaire à cette demande tant à travers les réseaux fixes (*fibres optiques*, câble, Wi-Fi) que mobiles (2G, 3G, 4G, 5G). C'est pourquoi des **choix décisifs**, repris ci-dessous, sont nécessaires afin de limiter l'usage des réseaux mobiles et de favoriser les réseaux fixes.

L'augmentation du volume de données sur les réseaux mobiles, inefficaces dans l'utilisation de l'énergie, est lourde de **conséquences** sur la consommation énergétique et le changement climatique. L'énergie nécessaire à l'utilisation des réseaux 4G et l'explosion de la consommation attendue avec les réseaux 5G, sont synthétisés à la section *Consommation énergétique de la 5G : synthèse* (page 69). De même, l'énergie intrinsèque nécessaire à la fabrication des infrastructures de réseau 5G est à prendre sérieusement en considération. L'augmentation de la demande de données est également un faux prétexte au déploiement de la 5G. Nous avons vu qu'en réalité la saturation de la 4G peut être évitée.

Les **perspectives d'avenir** liées à l'augmentation des volumes de données mobiles, sont largement controversées. Si l'on en croit l'industrie de la 5G, pour absorber un trafic à croissance exponentielle, un déploiement massif de dizaines de millions de nouvelles antennes-relais 5G serait inévitable. Or, selon des experts indépendants, le trafic pourrait atteindre un palier dans les années à venir. De plus, le réseau **4G** serait capable, à travers divers leviers techniques, d'absorber un éventuel surplus. Ce raisonnement et ces solutions sont synthétisés à la section *Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 176). Rappelons encore que le rapport français de décembre 2020 du Haut conseil pour le climat (HCC)<sup>545</sup> confirme lui aussi la possibilité d'utiliser le **Wi-Fi** (N.D.L.R. ou en priorité le **câble**) comme **alternative à la 5G**, pour compenser une éventuelle saturation.

Examinons plus en détail les choix nécessaires afin de **limiter l'usage des réseaux mobiles**.

<sup>545</sup> Déjà cité : <https://www.hautconseilclimat.fr/publications/maitriser-limpact-carbone-de-la-5g/>



Il ne faut pas négliger le **pouvoir des utilisateurs**. S'ils deviennent conscients des impacts environnementaux et des risques sanitaires liés à leurs comportements numériques, des changements aux impacts concrets et significatifs sont possibles. On peut par exemple limiter au maximum l'utilisation des réseaux mobiles pour les applications très consommatrices de données, comme la vidéo en *streaming*, les appels vidéo ou la *réalité virtuelle*, et y **préférer les réseaux filaires, sinon le Wi-Fi**.

Pour limiter la connexion au réseau mobile, on peut stocker les données sur un support local (smartphone, disque dur, SSD, stick USB ou carte SD). Par exemple, on peut télécharger à l'avance, via le réseau filaire ou le Wi-Fi, les vidéos ou la musique que l'on souhaite consommer en déplacement. La plupart des applications vidéo et audio offrent un mode économique limitant l'utilisation des données mobiles. On peut également éteindre la

connexion de données (mobile data) quand on n'en consomme pas, et mettre l'appareil en veille ou en « mode avion » quand il n'est pas utilisé.

Il faut aussi savoir que les *appareils utilisateurs* transfèrent beaucoup de données à notre insu dès qu'ils sont connectés. Par exemple, la synchronisation de nos photos et vidéos avec le *cloud*, ou l'envoi de données concernant nos comportements se font en coulisse. Ces transferts de données sont plus efficaces via le câble ou le Wi-Fi, que via le réseau mobile. Sur smartphone et tablette, le moment et le réseau utilisés pour les mises à jour des apps ou du système d'exploitation (Android, iOS) sont paramétrables, ce qui permet de limiter la consommation de données mobiles.

Ensuite, le **pouvoir politique devrait jouer un rôle essentiel** si l'on veut limiter, voire arrêter, l'augmentation constante du trafic de données mobiles. Cet objectif est réalisable, notamment à travers deux leviers réduisant la migration du trafic de données des réseaux fixes vers les réseaux mobiles : premièrement, plafonner les forfaits de données proposés par les opérateurs ou décourager les **forfaits data mobiles « illimités »** ; deuxièmement, limiter au maximum le déploiement de solutions *Fixed-Wireless-Access (FWA)*.

**Des mesures visant la décroissance** (ou du moins une croissance moindre) **des données mobiles devraient donc être prises**, en concertation entre les associations de consommateurs, le monde politique et les opérateurs de téléphonie mobile. Cependant, avant de se précipiter vers la ratification et l'adoption de mesures concrètes, il serait utile d'identifier de manière indépendante l'impact prévisible de chaque type de mesure, selon les modalités mises en place (par exemple, le nombre et le profil des personnes participant à un programme de sensibilisation, le volume de données compris dans les forfaits mobiles, la couverture territoriale des alternatives Wi-Fi gratuites proposées par les opérateurs, etc.)

Des initiatives politiques ou citoyennes favorisant l'**éducation** des utilisateurs permettraient également une sensibilisation à l'empreinte carbone numérique de chacun, avec un impact bénéfique menant à des comportements numériques plus éco-responsables.

Afin de soutenir le déploiement de réseaux locaux privés 5G lorsqu'il est nécessaire pour les entreprises, il est essentiel de permettre l'utilisation de **bandes de fréquences à titre privé**. L'Allemagne<sup>546</sup> a déjà prévu ces usages industriels lors de la vente du spectre de la 5G. L'**attribution des fréquences** devra donc exclusivement se faire à ces industries ou aux organisations les représentant. Si des opérateurs de réseaux mobiles sont prêts à s'engager à ne déployer des réseaux 5G que sur des sites d'entreprises, une attribution sous conditions à ces opérateurs peut être envisagée également. Si les fréquences de la 5G ont déjà été attribuées à des opérateurs, l'attribution devrait être annulée si l'on veut soutenir une stratégie de déploiement soutenable. Les déploiements déjà réalisés d'infrastructures de réseaux publics 5G doivent faire l'objet d'une étude visant à éviter les dérives en matière de surconsommation de données, d'énergie, de ressources et d'exposition accrue aux rayonnements électromagnétiques.

Enfin, rappelons le **pouvoir des opérateurs** de réseaux de téléphonie mobile. A la section *Les besoins futurs en capacité ne seraient pas satisfaits sans la 5G* (page 176), nous avons vu d'une part qu'en jouant sur le levier des "forfaits data mobiles" limités, on éviterait un déplacement de la consommation Wi-Fi vers le réseau mobile. D'autre part, nous y avons signalé que l'association des opérateurs (GSMA) fait la démonstration que la **croissance du trafic est entre les mains des opérateurs** et non le reflet d'une demande ou d'un besoin des utilisateurs.

**L'association forte de ces trois pouvoirs (consommateurs, politique et opérateurs) ferait fléchir la hausse du trafic mobile et pourrait même l'arrêter, sans impact négatif sur les consommateurs.**

Selon les efforts développés, on pourrait même envisager une **décroissance** du trafic sur réseaux mobiles.

Si des mesures suffisantes ne sont pas prises pour réduire la hausse de trafic mobile jusqu'à un palier correspondant à la capacité actuelle du réseau 4G, l'alternative à la 5G et la **priorité des opérateurs devrait être alors de renforcer la capacité du réseau 4G**.

## 9.4 Une vision alternative de la connectivité

Le discours tenu par l'industrie de la 5G tente de l'imposer comme une nouvelle révolution. Nous avons démontré que ce récit est un mythe construit sur l'ignorance des besoins réels en connectivité des utilisateurs, des usages ou des applications qu'elle prétend soutenir. L'absence d'utilité avérée des réseaux 5G publics devrait nous rappeler de nous méfier de la propagande commerciale, dans tous les secteurs. La promotion de la 5G est le fruit d'une volonté d'inonder le marché de dizaines de millions de nouvelles antennes-relais et de milliards de nouveaux smartphones.

Nous proposons une **vision alternative** de la connectivité, basée sur les besoins actuels et futurs des particuliers et des entreprises. Bien sûr, elle tient compte des nombreux risques et

---

<sup>546</sup> Déjà cité : <https://www.lesechos.fr/industrie-services/industrie-lourde/5g-le-coup-de-poker-des-industriels-allemands-1006702>

conséquences induits par la 5G et abordés dans ce rapport, se reflétant dans un déploiement ciblé :

Notre vision vise un **déploiement de la 5G raisonnable et ciblé** vers ses réels bénéficiaires : les entreprises manifestant un intérêt pour un **réseau 5G local privé**, limité géographiquement à un ou plusieurs sites d'entreprise.

Tant pour les particuliers que pour les entreprises, une vision de « **connectivité cohérente partout** » (en anglais "consistent connectivity everywhere"), expression empruntée au Prof. William Webb dans son livre « The 5G Myth »<sup>547</sup>, est axée autant que possible sur des technologies rapides, fiables, économiques, durables et saines.

### **Connectivité cohérente partout**

Le débit de données (vitesse) minimum visé dans cette vision est de **10 mégabits par seconde (Mbps)** en tout lieu où une connexion à Internet est souhaitée (downlink et uplink).

Cette vitesse satisfait largement les besoins des particuliers comme des petites et moyennes entreprises. Elle doit être atteinte prioritairement à travers les **technologies filaires** (FTTx, câble coaxial, xDSL), et le **sans fil doit rester l'exception**.

### **Limites d'exposition**

Une révision à la **baisse des limites d'exposition** aux champs et rayonnement électromagnétiques est absolument nécessaire pour préserver la santé des citoyens.

Ceci implique d'une part une diminution des normes en fonction des recommandations publiées par le monde médical et scientifique, conformément au **principe ALARA**<sup>548</sup>, en particulier dans les lieux où séjournent des enfants, des femmes enceintes, des malades ou des personnes âgées.

D'autre part, une **remise en cause complète des fondements** mêmes des "directives de sécurité" est nécessaire, afin de tenir compte des résultats des études scientifiques indépendantes et des connaissances accumulées en matière d'impact sanitaire des rayonnements.

<sup>547</sup> Déjà cité : William Webb, "The 5G Myth", 3rd Edition (2019)

<sup>548</sup> ALARA = As Low As Reasonably Achievable, trad. : aussi bas que raisonnablement possible

Les fonds prévus pour le déploiement de la 5G pourraient être réinvestis dans ce cadre technologique cohérent, au bénéfice du bien commun et de l'environnement, mais aussi d'un retour sur investissement et d'une mise sur le marché plus rapides.

## Conclusions

Dans un état de droit, une société démocratique se doit d'écouter et de suivre l'opinion de ses citoyens dans le respect des droits fondamentaux de tout un chacun. Au travers des crises sans précédent et transformations profondes de notre société, les droits humains sont plus vulnérables. La **démocratie** implique une représentation des citoyens sans discrimination, englobant les minorités, les plus faibles et tenant compte du **bien commun**.

Le risque pour la santé publique posé par les champs électromagnétiques artificiels a été largement sous-estimé au cours des dernières décennies, malgré une exposition toujours croissante des populations. Les éléments de preuves scientifiques démontrant un impact sur le vivant se comptent pourtant par milliers. Le cortège de risques sanitaires révélés par ces études devrait nous rappeler que notre société prétend avoir la santé pour priorité. Les **conflits d'intérêts** au sein des institutions chargées de la protection des citoyens ont mené à un lamentable échec. Les limites actuelles établies par l'ICNIRP, en relation étroite avec les acteurs de l'industrie, sans réelle base scientifique, ne constituent-elles pas plus une menace qu'une protection ? Sans **aucune évaluation sanitaire** préalable, la 5G pourrait porter un coup fatal à la santé. Le niveau d'exposition aux ondes fortement accru et de nouvelles caractéristiques de rayonnement annoncent une **expérimentation de masse** sur les êtres vivants, démontrant une **négligence flagrante du principe de précaution**.

La vision de la 5G proposée par l'industrie des télécoms mènerait à une **catastrophe environnementale**. Son projet est en contradiction avec tous les efforts et toutes les politiques de **développement durable**. A l'échelle mondiale, la production de millions d'antennes et de milliards de composants exploiterait une quantité colossale de **ressources naturelles** non renouvelables et nécessiterait leur mise en **décharge**, aggravant davantage les **pollutions** toxiques et radioactives. Déjà problématique et coûteuse, l'extraction des nombreuses matières premières essentielles à nos smartphones serait accélérée. La **consommation d'énergie** ajoutée par l'utilisation de réseaux 5G au terme de leur déploiement, impliquerait une production électrique mondiale, selon les estimations, équivalente à 18-60 réacteurs nucléaires, rejetant des **gaz à effet de serre** correspondant à 13-30% des émissions du secteur de l'aviation et aggravant considérablement le **changement climatique**. En outre, les prévisions météorologiques et le suivi du changement climatique sont menacés par la pollution électromagnétique de la 5G. Enfin, de nombreuses espèces vivant sur terre, y compris l'espèce humaine, sont menacées par ces nouveaux rayonnements, pouvant mener à une accélération de la **6<sup>e</sup> extinction de masse**.

Des **vies humaines sont menacées** par la 5G, avec des répercussions dépassant l'entendement. Parmi les menaces certaines, on compte une augmentation des cancers, de l'infertilité, des fausses couches, des chaleurs létales et des feux de forêt. Parmi les menaces létales probables, on compte un accroissement des épidémies, famines, conflits armés et cyber-attaques, mais aussi des prévisions météorologiques moins précises impactant la protection civile, la sécurité de la navigation et du transport aérien civils et militaires, ainsi que l'avantage tactique militaire.

La vision économique et technologique de **la 5G est un mythe**. Les promoteurs de la 5G ont provoqué un chaos et une confusion sans précédent dans les esprits à grands coups de lobbying et de « buzz », relayant une **vision totalement biaisée de la 5G** à travers nos représentants

politiques et une large frange de la presse. Ses partisans ont largué une pluie de bombes chargées de fausses informations intoxiquant les esprits et opinions, prenant pour cible des sujets divers: *Internet des Objets*, véhicules autonomes, télé-chirurgie, drones, cancer, limites d'exposition...

Revenons à la réalité, en marge de la **propagande**. La 5G n'est nécessaire ni au véritable progrès, ni à la réalisation de la vision d'un monde interconnecté. La 5G comprend un ensemble de technologies en développement à la **recherche d'un marché** mais n'est pas une réponse à une demande du marché. La saturation annoncée des réseaux 4G peut être évitée à travers différents leviers technologiques, politiques et l'éducation. **L'intérêt de la 5G** n'est pas avéré pour les consommateurs et se limiterait à une petite **minorité d'industries**. Si un intérêt pour la 5G se confirme, privilégier un **déploiement privé et ciblé** à quelques sites industriels est essentiel. Un déploiement à plus large échelle n'est utile ni à l'**innovation**, ni à la **compétitivité**.

Dans plusieurs pays, des actions en justice sont en cours contre les Etats, au motif que la 5G est **illégale**. Elle viole plusieurs traités du droit communautaire et international et le simple respect des **droits humains** et de l'enfant. En réaction aux menaces de la 5G, un véritable **soulèvement citoyen** de masse est en marche à l'échelle mondiale, où scientifiques, médecins, ingénieurs, citoyens, se donnent la main à travers associations, manifestations et pétitions. Le soulèvement ira inévitablement croissant à mesure des prises de conscience, malgré la censure des appels citoyens. Des sondages indiquent une large majorité de la population catégoriquement opposée à la 5G. Face à son illégalité, au **déni de démocratie** et à la **censure**, les actions se multiplient. Si la 5G est déployée, les décideurs politiques seront tenus **responsables** et devront rendre des comptes, pour avoir ignoré les alertes des spécialistes et des citoyens. Enfin, de nombreuses **questions éthiques** centrales dont certaines remettant en cause les valeurs fondamentales ou la survie de nos civilisations, doivent également alimenter un réel **débat citoyen** autour de la 5G.

Nous proposons une **vision alternative** de la connectivité basée sur les besoins actuels et futurs. Cette vision de « **connectivité cohérente partout** » est axée autant que possible sur des technologies rapides, fiables, économiques, durables et saines. Une réflexion en profondeur est urgente et nécessaire. Le déploiement de la 5G à grande échelle serait contre-productif. Une infrastructure publique 5G représente des investissements colossaux et un véritable gâchis. Ces fonds pourraient être investis dans un cadre technologique cohérent, au bénéfice du bien commun, mais aussi d'un retour sur investissement et d'une mise sur le marché plus rapides.

Une prise de conscience politique et citoyenne est indispensable face à l'ampleur de la menace de la 5G, à la hauteur de son manque d'utilité publique. Les objectifs sanitaires, environnementaux, économiques et démocratiques de la société indiquent que la vision actuelle de la **5G n'a pas sa place dans notre civilisation**. Aussi, au nom de tous les citoyens éclairés et soucieux de la santé, de l'environnement, de l'économie, de l'utilisation optimale de la technologie, du respect de la loi, des droits humains, de l'éthique et de la démocratie, **nous demandons l'arrêt immédiat et définitif du déploiement de réseaux publics 5G**, localement et partout dans le monde. Dans un second temps, les fondements mêmes des limites de protection des citoyens doivent être revus sur des bases scientifiques saines. Une politique et des lois fortes et audacieuses doivent encadrer nos technologies high-tech, fondées sur des analyses indépendantes d'impact sanitaire, environnemental et sociétal. Sur ces nouvelles fondations et avec cette prise de recul, une nouvelle vision de la connectivité pourra voir le jour, dans un cadre constructif et durable élaboré en concertation avec les citoyens et les industriels. Faisons le choix responsable d'un avenir empreint d'un **véritable progrès, qui profite à tous ainsi qu'aux générations futures**.

# Annexes

## La technologie 5G en bref (pour les geeks)

*Pour le lecteur sans affinités techniques, une version alternative est disponible page 14.*

Les télécommunications sans fil utilisent les **ondes électromagnétiques** pour transporter l'information. Ces ondes se déplacent à la vitesse de la lumière dans le vide ou l'air. Elles sont liées à un champ électrique et à un champ magnétique ondulant à une certaine fréquence<sup>549</sup>. Elles sont aussi liées à une particule élémentaire (photon) qui possède une énergie augmentant avec la fréquence. En partant de la fréquence la plus faible à la plus élevée, on y compte les extrêmement basses fréquences (éclairs<sup>550</sup>, réseau électrique), les ondes radio, les micro-ondes, la lumière, les rayons X et gamma. La téléphonie mobile utilise les radiofréquences<sup>551</sup>, utilisées aussi par la radio AM/FM, le Wi-Fi, les radars, les satellites, ou les fours à micro-ondes. Quand la fréquence augmente, la longueur d'onde (entre deux « vagues ») diminue.

Depuis les années 80, chaque décennie vit l'apparition d'une nouvelle génération de téléphonie mobile : la **1G** comptait très peu d'utilisateurs. La **2G** vit la création du standard GSM<sup>552</sup>, des appels numériques sécurisés de qualité et des SMS. Le débit de données de la **3G**<sup>553</sup> permet de surfer sur Internet, et coïncida avec l'apparition de l'iPhone qui fit exploser la demande en données mobiles. La **4G**<sup>554</sup> répondit aux demandes de plus en plus exigeantes en débit, volumes de données et temps de réponse du réseau. On pourrait donc s'attendre à ce que la **5G**<sup>555</sup> soit une suite logique aux quatre dernières générations, comme les télécoms nous y ont habitués.

La peut donc sembler une suite logique aux quatre dernières décennies, comme nous y ont habitué les télécoms. La 5G vise en réalité une véritable **révolution vers une société hyper-connectée**.

Les promesses de la 5G définies par l'industrie sont:

- Un **débit** de données plus élevé<sup>556</sup>
- Une **latence** (temps de réponse) plus faible<sup>557</sup>
- Une **multitude de connexions** permettant l'*Internet de Objets (Internet of Things)*<sup>558</sup>

La couverture 5G du territoire repose sur le rajout d'antennes « classiques » (appelées **macro-cellules**) sur les sites existants 2/3/4G, avec des fréquences comparables à celles de la 4G (0,7 et 3,5 gigahertz). Mais comme ces fréquences ne pourront satisfaire aux débits et volumes de données promis à terme par la 5G, l'utilisation de nouvelles fréquences beaucoup plus élevées (26 gigahertz et plus) appelées **ondes millimétriques**<sup>559</sup> est prévue. Ces ondes permettent de transporter beaucoup plus de données mais ont l'inconvénient de s'affaiblir plus vite, et elles

<sup>549</sup> Fréquence: nombre d'ondulations par seconde, exprimé en hertz (Hz)

<sup>550</sup> [https://library.wmo.int/doc\\_num.php?explnum\\_id=3184](https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=3184)

<sup>551</sup> Radiofréquences (RF) entre 3 kilohertz (3000 par seconde) et 300 gigahertz (300 milliards par seconde)

<sup>552</sup> 2G : **GSM** = Global System for Mobile Communication

<sup>553</sup> 3G : **UMTS** = Universal Mobile Telecommunications System ; **HSPA** = High Speed Packet Access

<sup>554</sup> 4G : **LTE** = Long Term Evolution ; **LTE-A** = LTE Advanced (4G+)

<sup>555</sup> 5G : **NR** = New Radio ; **5GC** = 5G Core

<sup>556</sup> **eMBB** = Enhanced Mobile BroadBand (large bande mobile améliorée), quelques gigabit par seconde

<sup>557</sup> **URLLC** = Ultra-Reliable and Low Latency Communications (comm. ultra-fiables et faible *latence*), moins de 1 milliseconde

<sup>558</sup> **mMTC** = Massive Machine Type Communications (comm. massives type machine), 1 million d'objets connectés par km<sup>2</sup>

<sup>559</sup> **millimétrique** : la longueur de l'onde est plus petite, située entre 1 mm et 1 cm

traversent également difficilement la matière comme les murs, le vivant ou le feuillage. Pour remédier à ces problèmes, la 5G nécessite l'installation d'innombrables<sup>560</sup> petites antennes (appelées **micro-cellules**) proches de la population.

La 5G émet également des faisceaux concentrés (**beamforming**), qui ciblent les appareils grâce à la technologie appelée *massive MIMO*<sup>561</sup>. La 5G prévoit aussi de virtualiser le *cœur du réseau mobile*<sup>562</sup> mais sa première phase de déploiement se base encore sur le *cœur du réseau 4G*<sup>563</sup>.

La figure ci-dessous montre que la 5G, comme toutes les générations précédentes, est un réseau de transmission sans fil. Elle est ainsi une alternative parmi les technologies d'accès à Internet, qui constituent le premier pas de la connexion. Pour se connecter ensuite au *cœur du réseau Internet*, des technologies appelées *backhaul* existantes (en orange sur la figure) sont nécessaires, comme la *fibre optique*<sup>564</sup> quand elle est disponible, le fil de cuivre, les faisceaux micro-ondes et les satellites. La 5G dépend donc fortement de la fibre optique.

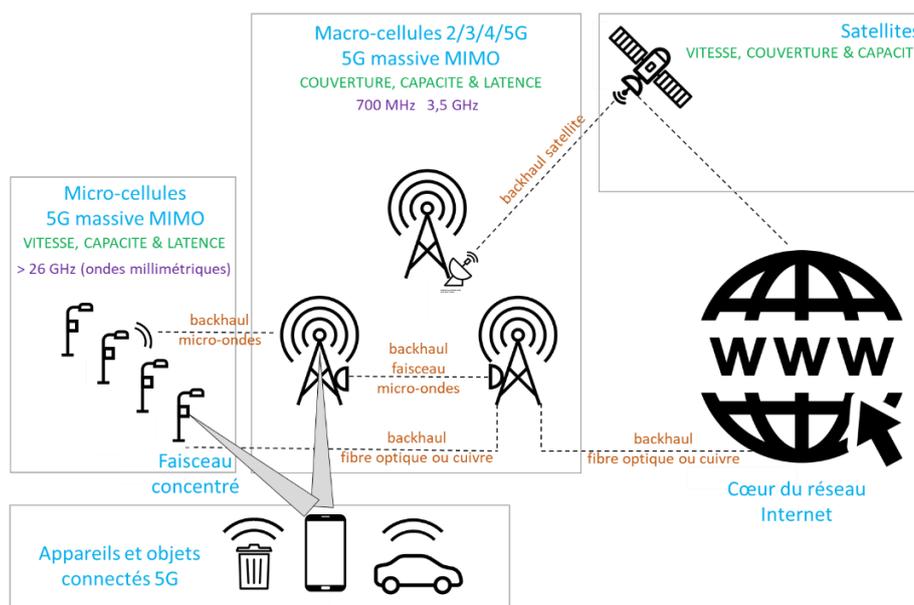


Figure 16 – La technologie 5G en bref

La 5G réutilise divers concepts existants hérités de la 4G, par exemple :

- *network slicing* qui permet de découper le réseau en « tranches » offrant des particularités différentes selon les besoins (débit, *latence*, fiabilité, couverture,...)
- *Massive MIMO*, voir ci-dessus
- *Mobile Edge Computing*<sup>565</sup>

<sup>560</sup> Jusqu'à 37 *micro-cellules* par km<sup>2</sup> en zones à forte population

Déjà cité : E.J. Oughton & Z. Frias, "Exploring the Cost, Coverage and Rollout Implications of 5G in Britain", 2016 pg 7

<sup>561</sup> **mMIMO** = Massive Multiple Input Multiple Output : un réseau massif (des dizaines voire centaines) de petites antennes génèrent en même temps des signaux dont les déphasages (légers décalages dans le temps) permettent de générer des faisceaux dans des directions ciblées

<sup>562</sup> **5G SA** = 5G StandAlone reposant sur un nouveau *cœur de réseau 5G* « virtualisé », c'est-à-dire assuré par des logiciels ne nécessitant plus de matériel spécialisé, pour optimiser coûts et flexibilité

<sup>563</sup> **5G NSA** = 5G Non StandAlone reposant sur le *cœur du réseau 4G*

<sup>564</sup> **Fibre optique** : câble très fin en verre ou plastique transmettant la lumière, avec des débits de données jusqu'à un million de fois supérieur aux autres technologies (fil de cuivre, sans fil), mais aussi un avantage en distance, poids, durabilité, *latence* sur longue distance, sécurité et sensibilité aux interférences

<sup>565</sup> **MEC** = hébergement de certains services informatiques dans de nombreux petits *data centers* en bordure du réseau mobile, pour augmenter la proximité des utilisateurs, au bénéfice de la *latence* et de la sécurité.

## Liste non exhaustive de substances nécessaires à la production de smartphones<sup>566,567</sup>

### Écran

acide nitrique  
acide sulfurique  
aluminium  
cérium  
dysprosium  
europium  
gadolinium  
gaz à effet de serre fluorés (GESF)  
indium  
lanthane  
lithium  
nitrate de potassium  
oxyde d'aluminium  
oxyde d'étain  
oxyde d'étain-indium  
(di)oxyde de silicium  
(mon)oxyde de silicium  
plomb  
potassium  
praséodyme  
saphir  
terbium  
verre d'aluminosilicate  
verre Gorilla  
yttrium

### Batterie

aluminium  
cadmium  
carbone  
cobalt  
coltan  
composés organohalogénés  
cuivre  
eau  
goudron de houille  
graphite  
graphite de carbone  
hydride nickel-métal  
lithium  
manganèse  
mercure  
oxyde de lithium et de cobalt  
plomb  
tantale  
zinc

### Boîtier

alliages aluminium  
brome  
carbone  
étain  
magnésium  
nickel  
plastique

### Électronique, circuit imprimé, câblage, haut-parleurs et moteurs

acétone  
acide chlorhydrique  
acide fluorhydrique  
antimoine  
argent  
arsenic  
benzène<sup>568</sup>  
béryllium  
bois  
bore  
cadmium  
charbon  
charbon de bois  
chlorofluorocarbones  
chloroforme  
chlorure de méthylène  
chrome  
coke de pétrole  
cuivre  
diborane  
dioxyde de soufre  
dysprosium  
étain  
éthers de glycol  
eucalyptus (en provenance du Brésil)  
gadolinium  
gallium  
gaz acétylène  
gaz arsine  
gaz de chlorure d'hydrogène  
hafnium  
hydrogène  
indium  
lanthane  
néodyme-fer-bore  
nickel  
nitruure de titane  
nitruure de titane-aluminium  
or  
oxyde de béryllium  
palladium  
pentafluorure d'arsenic  
perchloréthylène  
phosphine  
phosphore  
platine  
plomb  
polychlorobiphényles  
potassium  
praséodyme  
quartz  
scandium  
silicium (galettes)  
tantale  
terbium  
tétrachlorure de silicium  
toluène  
trichloréthylène (TCE)  
trichlorure de bore (BC13)  
trifluorure de bore

tungstène  
xylène  
yttrium  
zinc

<sup>566</sup> Déjà cité : Guillaume Pitron "La guerre des métaux rares : La face cachée de la transition énergétique et numérique" (2018), pg 278

<sup>567</sup> Katie Singer "The Campaign to Reduce Our Internet Footprint" <https://www.ourweb.tech/campaign/>

<sup>568</sup> Bande annonce d'un film traitant du sujet du benzène (2 min) <http://www.complicitfilm.org/>

# Glossaire

**antenne** : dans le domaine des télécommunications, une antenne est un équipement permettant la réception et la diffusion d'ondes électromagnétiques. Elle convertit des signaux électriques en ondes électromagnétiques (et réciproquement).

**antenne-relais** : voir *station de base*. Dans les réseaux de télécommunications mobiles, elle est parfois aussi appelée « antenne cellulaire » ou « antenne GSM ». D'autres technologies de télécommunications utilisent également d'autres types d'antennes-relais (télévision, radio, police, pompiers, hôpitaux, transports, chantiers...).

**anthropique** : phénomène conséquent de la présence ou de l'action de l'être humain (exemple : l'Homme est à l'origine du trou dans la couche d'ozone, c'est un phénomène anthropique).

**Augmented Reality (AR)** : voir *réalité augmentée*.

**backhaul** : partie d'un réseau de télécommunications reliant d'une part les équipements de raccordement des utilisateurs (ex. : filaires comme les multiplexeurs xDSL, ou sans fil comme les antennes-relais) et d'autre part le *cœur du réseau* de télécommunications (fixes ou mobiles). Dans les réseaux mobiles en particulier, le backhaul désigne le réseau entre les *stations de base* et le *cœur du réseau mobile (mobile core)*. Les liaisons composant le backhaul peuvent être filaires (*fibres optiques*, cuivre) ou sans fil (faisceaux hertziens, micro-ondes, satellites, Wi-Fi). Les liaisons entre *micro-cellules* et *macro-cellules* font également partie du backhaul, et sont appelées *fronthaul*. ([www.gsma.com/futurenetworks/wiki/mobile-backhaul-an-overview](http://www.gsma.com/futurenetworks/wiki/mobile-backhaul-an-overview))

**beamforming** : émission de faisceaux concentrés d'ondes électromagnétiques. voir *mMIMO* dans les abréviations.

**bit (b)** : (nom masculin, prononcer [bit]). Contraction de « binary digit » en anglais. Unité binaire de quantité d'information, pouvant prendre deux valeurs souvent représentées par 0 et 1.

**Byte (B)** : (nom masculin, prononcer [bait]). Voir *octet* en français.

**cellule** : en télécommunications, zone géographique desservie par une *antenne-relais* dans un réseau *mobile*, d'où les termes « téléphonie cellulaire » et « réseau cellulaire ». Selon les spécifications et la configuration de l'*antenne-relais*, la taille d'une cellule peut varier de quelques kilomètres ou dizaines de kilomètres (*macro-cellule*) à quelques mètres ou centaines de mètres (*micro-cellule*). Dans une zone à haut trafic de données, les *micro-cellules* peuvent se superposer à une *macro-cellule* pour y absorber plus de trafic.

**centre de données** ou **centre informatique** ou **data center** : site physique regroupant des installations informatiques (serveurs, routeurs, commutateurs, disques durs...) chargées de stocker, traiter et distribuer des données (data en anglais).

**cloud** : terme anglais (prononcer [klawd]) qui signifie « nuage » inspiré d'illustrations où Internet est représenté par un nuage. Indique le stockage et/ou le traitement de données et/ou tout autre service informatique sur un serveur (ordinateur) distancé situé dans un *centre de données (data center)*, contrairement à un service informatique sur un serveur local. Les *data centers* les plus vastes hébergent des services cloud utilisés par de très nombreuses sociétés, tels les clouds Amazon AWS, Microsoft Azure ou Google Cloud. Des *data centers* plus petits sont utilisés par une à quelques sociétés. La gamme des services offerts sur le cloud, désignés par une lettre suivie de « aaS » (SaaS, IaaS, PaaS, BaaS, DaaS) signifiant « ... as a Service », va de l'infrastructure informatique de base, aux applications les plus complexes et à l'intelligence artificielle. Les avantages du cloud sont notamment la possibilité pour les sociétés de réduire leur infrastructure et leur personnel informatique propres, une disponibilité 24h/24 7j/7, une flexibilité et une automatisation supérieures et souvent une tarification selon l'usage réel des services. Les inconvénients sont notamment la dépendance à la connexion réseau, la perte de contrôle sur la sécurité des données, la distance du cloud pouvant augmenter le temps de traitement, et parfois le coût.

**cœur du réseau** ou **core network** : le cœur d'un réseau de télécommunications relie différents réseaux d'accès. Aussi appelé « **backbone** » (colonne vertébrale). Dans le cas d'Internet, il s'agit d'une infrastructure internationale appelée « core Internet » ou « Internet backbone » qui assure l'interconnexion d'une multitude de réseaux d'accès à Internet (*fibre optique*, *ADSL*, *VDSL*, *mobile*, satellite,...). Dans le cas d'un réseau de télécommunications *mobiles*, il est appelé « **mobile core** », et assure généralement à l'échelle nationale l'interconnexion des *stations de base* à travers les connexions *backhaul*. Les liaisons des cœurs de réseaux sont généralement constituées de câbles en *fibre optique*.

**data center** : voir *centre de données*

**densité de puissance** : lorsqu'un rayonnement électromagnétique traverse une surface (exemple: la peau), la densité de puissance décrit la puissance du flux électromagnétique par unité de surface. Elle se mesure en watt par mètre carré ( $W/m^2$ ) ou microwatt par centimètre carré ( $\mu W/cm^2$ ). A une distance suffisante de l'antenne (hors champ proche), la densité de puissance est proportionnelle au carré de l'intensité du champ électrique, exprimée en volt par mètre (V/m). Les limites d'exposition des êtres vivants au rayonnement électromagnétique peuvent s'exprimer en densité de puissance ( $\mu W/cm^2$ ) ou en intensité de champ électrique (V/m).

**digital** : voir *numérique*

**downlink (DL)** : transfert de données à partir du réseau de télécommunications vers l'*équipement utilisateur*. Voir également *uplink*.

**edge computing** : voir *mobile edge computing*

**effet non-thermique** : effet biologique résultant de l'exposition aux champs ou rayonnements électromagnétiques, sans lien avec une élévation de la température.

**effet thermique** : effet biologique résultant de l'exposition aux champs ou rayonnements électromagnétiques, en raison d'une élévation de la température.

**électromagnétique** (champ, onde et rayonnement) : un champ électromagnétique est l'interaction d'un champ électrique et d'un champ magnétique oscillant à une certaine fréquence (nombre d'oscillations par seconde). Une onde électromagnétique (ou rayonnement électromagnétique) est la propagation d'une perturbation du champ électromagnétique, se déplaçant à la vitesse de la lumière dans le vide. L'onde électromagnétique est liée à une particule élémentaire (le photon). En partant de la fréquence la plus faible à la plus élevée, on compte les extrêmement basses fréquences (les ondes cérébrales, les résonances de Schumann générées notamment par l'activité orageuse à la surface de la terre, le réseau électrique), les ondes radio, les micro-ondes, les infra-rouges, la lumière visible, les ultra-violets, les rayons X et les rayons gamma. Quand la fréquence de l'onde augmente, la longueur d'onde (distance entre deux « vagues ») diminue. Voir également page 14.

**énergie primaire (EP)** : l'énergie primaire est celle contenue dans l'environnement, avant transformation en d'autres formes d'énergie. Elle est supérieure à l'énergie finale disponible, en raison des pertes d'énergie lors de la transformation, du stockage et du transport de l'énergie. Elle peut provenir du pétrole, du charbon, du « combustible » nucléaire, du gaz, des énergies renouvelables,... Par exemple, une voiture à moteur thermique transforme l'énergie primaire contenue dans le carburant en énergie de mouvement. Un réacteur nucléaire transforme l'énergie du noyau atomique en chaleur, qui met en mouvement de la vapeur d'eau actionnant une turbine produisant de l'énergie électrique. L'énergie électrique n'est donc pas considérée comme une énergie primaire, mais elle est fabriquée à partir d'énergies primaires. (<https://www.futura-sciences.com/planete/definitions/energie-renouvelable-energie-primaire-6933>)

**équipement utilisateur (UE)** : appareil (équipement) *numérique* utilisé par une personne (utilisateur). On trouve par exemple dans cette catégorie le téléphone *cellulaire*, le smartphone, la tablette tactile, l'ordinateur (portable ou de bureau), la radio DAB ou Internet, le téléviseur TNT ou smart TV, l'écran d'ordinateur, le vidéo-projecteur, la caméra ou l'appareil photo numérique,... On parle parfois de « **terminal** ». Les équipements utilisateurs comprennent certains objets connectés, comme les enceintes bluetooth, les « smart watches », « smart wearables » ou éclairages et prises connectés. On ne comptabilise pas les accessoires tels les chargeurs, claviers, souris, clés USB, ni les « box Internet » qui font partie des équipements de réseau. En 2019, GreenIT.fr évaluait le nombre d'équipements utilisateurs à 34 milliards.

**Ethernet** : dans les réseaux de télécommunications, liaison utilisant principalement le câble de cuivre. Ce protocole est largement utilisé, des *data centers* aux *équipements utilisateurs*, en passant par les réseaux d'accès à Internet et les réseaux locaux. Ne pas confondre avec Internet, le réseau mondial. Ethernet est une technologie sur laquelle se base Internet. (<https://fr.wikipedia.org/wiki/Ethernet>)

**fibre optique** : câble très fin en verre ou en plastique transmettant la lumière, permettant des débits de données jusqu'à un million de fois supérieurs aux autres technologies (fil de cuivre, sans fil), mais aussi un avantage en distance, poids, durabilité, *latence* sur longue distance, sécurité et sensibilité aux interférences.

**fronthaul** : voir *backhaul*

**gaz à effet de serre (GES, GHG)** : gaz présents dans l'atmosphère qui laissent passer le rayonnement solaire mais absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, puis le réémettent en grande partie vers le sol. Ce phénomène naturel qui réchauffe la Terre est appelé effet de serre. Plus d'une quarantaine de gaz à effet de serre sont recensés, parmi lesquels la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>). La forte augmentation de CO<sub>2</sub> depuis 1750 est principalement due à la combustion par l'Homme des énergies fossiles (pétrole, charbon, gaz) et de la biomasse. Les gaz à effet de serre d'origine *anthropique* sont en grande partie responsables du changement climatique en cours. Il faut 10 000 ans à la Terre pour éliminer 90% du CO<sub>2</sub> qui est émis aujourd'hui à chaque instant.

**Internet des Objets (IdO, IoT)** : ensemble des technologies permettant de faire communiquer des objets par le biais d'une connexion Internet. On parle alors d'objets connectés. En réalité, il n'en existe pas de définition figée à ce jour. Voir section 7.1.6.1.

**intrinsèque (énergie)** : appelée également « **énergie grise** », quantité d'énergie consommée lors du cycle de vie d'un matériau ou d'un produit : la production, l'extraction, la transformation, la fabrication, le transport, la mise en œuvre, l'entretien et enfin le recyclage ou la mise en décharge, à l'exception notable de l'utilisation. De la même manière, on parle d'émissions de « *gaz à effet de serre intrinsèques* », ou d'« *empreinte carbone intrinsèque* », pour désigner les émissions non liées à l'utilisation. Enfin, on peut parler de « *pollutions intrinsèques* » résultant de la production, de l'installation et de la fin de vie du produit.

**ionisant (rayonnement)** : rayonnement transportant des particules élémentaires d'une énergie suffisante pour arracher des électrons aux atomes. Les atomes ainsi privés de certains de leurs électrons sont alors chargés

positivement. Les atomes voisins qui accueillent les électrons se chargent négativement. L'ionisation peut mener à la rupture de liaisons moléculaires et ainsi entraîner des désordres biologiques, des effets pathologiques et des lésions. Parmi les rayonnements ionisants, on compte les rayonnements *électromagnétiques* transportant des photons de fréquences les plus hautes, tels les ultraviolets UV-C, les rayons X, et les rayons gamma. Certains rayonnements d'autres particules (alpha, bêta, neutrons) sont également ionisants. De nombreuses sources naturelles et artificielles sont à l'origine des rayonnements ionisants. Voir la discussion à la section 7.2.5.

**latence** : La latence du réseau mobile est le temps que mettent les données envoyées par l'appareil mobile pour atteindre l'*antenne-relais* (*station de base*), ou le temps mis pour revenir de l'antenne jusqu'à l'appareil mobile. Elle est mesurée par les télécoms généralement dans une seule direction (de l'antenne vers l'appareil). Le temps aller-retour est parfois considéré, ou encore le temps aller-retour comprenant le traitement des données par une application. Dans ces deux cas, la latence peut être appelée plus communément « temps de réponse ». Il est donc important de bien faire cette distinction. Voir la discussion à la section 7.1.4.

**macro-cellule** : voir *cellule*

**massive MIMO** : voir *mMIMO* (Abréviations).

**métal rare** : les métaux rares, par opposition aux métaux industriels, sont produits en faible quantité mais ils sont essentiels à certaines hautes technologies, particulièrement les technologies numériques et celles liées aux énergies renouvelables. On compte une trentaine de métaux rares. Voir aussi *terre rare*.

**micro-cellule** : voir aussi *cellule*. Il existe différents types de micro-cellules. Parmi les micro-cellules, on compte des cellules à l'extérieur mais aussi à l'intérieur des bâtiments. Par ordre de taille décroissant, citons les micro-cellules (centaines de mètres), pico-cellules (dizaines de mètres) et femto-cellules (mètres). Ces distances sont purement indicatives.

**millimétrique** (mm) : voir *onde millimétrique*

**Mixed Reality** (MR) : voir *réalité mixte*.

**mobile** (réseau de télécommunications) : un *réseau* de télécommunications mobiles (ou **réseau mobile** ou **réseau cellulaire**) est un *réseau* qui permet la connexion sans fil des *équipements utilisateurs* (téléphone cellulaire ou autre terminal), immobiles ou en mouvement, y compris lors de déplacements à grande vitesse et sur de longues distances. Un réseau mobile est un réseaux d'accès à Internet, tout comme les réseaux fixes d'accès à Internet ( *fibre optique FTTH*, câble coaxial, *xDSL*, *Wi-Fi*). Par extension, les « **données mobiles** » sont celles transportées par un réseau mobile.

**mobile core** : voir *core*

**mobile edge computing** (MEC) : hébergement de certains services informatiques dans de nombreux petits *data centers* en bordure (edge en anglais) du réseau mobile, pour augmenter la proximité avec les utilisateurs, au bénéfice de la *latence* et de la sécurité. Appelé aussi d'une manière plus générale « **multi-access edge computing** » ou simplement « **edge computing** ».

**numérique** : (adjectif et nom) désigne les technologies qui traitent des informations sous forme de nombres qui peuvent être traitées par des circuits électroniques logiques, contrairement aux technologies analogiques. Le numérique a révolutionné la technologie et envahi presque toutes les applications de notre quotidien. Des exemples de technologies numériques populaires sont les disques CD / DVD / blu-ray, le streaming audio ou vidéo, la photo numérique, les sites web (www). Des alternatives analogiques sont le disque vinyle, la cassette audio / vidéo, la radio FM, la photo argentique, le journal en papier. Les langues autres que le français utilisent le terme « **digital** ».

**octet** (o) : ensemble de 8 *bits*. L'octet mesure une quantité de données, comme la capacité de stockage de données d'un système ou la quantité de données téléchargées sur un réseau, etc. Un octet peut prendre  $2^8$  (2 puissance 8 = 256) valeurs différentes. Noté par la lettre 'o' minuscule en abrégé ou 'B' majuscule (« **Byte** » en anglais). Les multiples de l'octet sont Ko (KB), Mo (MB), Go (GB), To (TB), Po (PB), Eo (EB) avec une multiplication par 1024 par rapport au précédent (exemple : 1024 Mo = 1Go).

**onde millimétrique** : onde électromagnétique ayant une longueur d'onde située entre 1 et 10 millimètres (mm), correspondant à une fréquence entre 30 et 300 *gigahertz* (GHz). Il est courant que les ondes dans la bande de fréquence 26 GHz utilisées par la 5G soient également qualifiées d'ondes millimétriques. La 5G est la première génération de réseaux mobiles à utiliser les ondes millimétriques pour les communications avec les *équipements utilisateurs*.

**réalité augmentée** (ou **AR** pour **Augmented Reality** en anglais) : expérience sensorielle interactive, impliquant la création par ordinateur d'images de synthèse (objets, personnages,...) se combinant à l'image du monde réel. Les images d'objets artificiels s'affichent par l'intermédiaire d'un casque, d'une visière, de lunettes ou du tableau de bord d'un véhicule permettant la perception du relief. L'AR permet des applications notamment dans les domaines suivants : jeu vidéo, tourisme, formation, industrie, sécurité, défense. Les images peuvent parfois s'accompagner de perceptions par les autres sens.

**réalité mixte** (ou **MR** pour **Mixed Reality**) : toute expérience sensorielle interactive située entre deux extrêmes : d'une part la réalité, d'autre part un monde totalement virtuel (*Réalité Virtuelle*). La *Réalité Augmentée* fait partie de la Réalité Mixte, tout comme la Virtualité Augmentée (combinaison d'images réelles à une *Réalité Virtuelle*).

**réalité virtuelle** (ou **VR** pour **Virtual Reality** en anglais): expérience sensorielle interactive, impliquant la création par ordinateur d'images de synthèse (paysages, décors, objets, personnages,...). Les images s'affichent par l'intermédiaire d'un casque VR monté sur la tête ou d'écrans spéciaux permettant la perception du relief. La VR permet des applications notamment dans les domaines suivants : jeu vidéo, formation (simulation), culture, immobilier. Les images peuvent parfois s'accompagner de perceptions par les autres sens.

**smart city** : « ville intelligente ». Concept de l'*Internet des Objets*. Définition Voir section 7.1.6.1

**smart grid** : « réseau électrique intelligent ». Concept de l'*Internet des Objets*. Voir section 7.1.6.6

**smart meter** : « compteur intelligent ». Concept de l'*Internet des Objets*. Voir section 7.1.6.6

**smartphone** : « téléphone intelligent ». Téléphone mobile possédant des fonctions d'assistant personnel, conçu pour avoir des utilisations variées (Internet, jeux...).

**smartwatch** : « montre intelligente ». Concept de l'*Internet des Objets*. Voir section 7.1.6.6

**station de base** : dans un réseau de télécommunications mobiles, se dit d'un équipement installé sur un site et muni d'*antennes* avec lesquelles communiquent directement les *équipements utilisateurs* au moyen d'ondes *électromagnétiques*. Elle compte de nombreux équipements parmi lesquels les antennes et divers circuits électroniques et d'alimentation électrique. Elle est reliée au *cœur du réseau mobile* via une liaison *backhaul*. La station de base est parfois appelée *antenne-relais*, « antenne cellulaire » ou par abus de langage « antenne GSM ».

**terre rare** : Voir aussi *métal rare*. Les terres rares sont des *métaux rares* au nombre de 17. Leurs propriétés électroniques, magnétiques, optiques ou encore catalytiques en font des éléments particulièrement recherchés par l'industrie (numérique, énergie renouvelable, aéronautique, automobile, etc.). Leur nom provient de leurs quantités relativement faibles dans la croûte terrestre par rapport à leur poids économique. On les appelle parfois « métaux stratégiques ».

**thermique** : voir *effet thermique*

**uplink** (UL) : transfert de données à partir de l'*équipement utilisateur* vers le réseau de télécommunications. Voir également *downlink*.

**verticaux** : terme utilisé (généralement au pluriel) par l'industrie 5G pour désigner les secteurs dits « verticaux » qui pourraient en bénéficier, comme les transports, les médias, l'industrie manufacturière, l'énergie, la *smart city*, etc. ([5g-ppp.eu/verticals](https://5g-ppp.eu/verticals))

**Virtual Reality** (VR) : voir *réalité virtuelle*.

# Abréviations

3GPP	<b>3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project</b> : organisme de normalisation pour les réseaux 3/4/5/6G. Voir sections 4.3 et 4.4.1. ( <a href="http://3gpp.org">3gpp.org</a> )
5G-PPP	<b>5G Public Private Partnership</b> : partenariat public-privé de recherche, développement et innovation sur la 5G et ses applications (2014-2020). Voir section 4.2. ( <a href="http://5g-ppp.eu">5g-ppp.eu</a> )
5GCAR	(prononcer [sɛ̃kʒekar]) <b>5G Communication Automotive Research and innovation</b> : programme du 5G-PPP dans le secteur automobile (2017-2019) ( <a href="http://5Gcar.eu">5Gcar.eu</a> )
ADSL	<b>Asymmetric Digital Subscriber Line</b> : réseau d'accès fixe à Internet à haut débit à travers le câble en cuivre du téléphone, déployé depuis la fin des années '90 et souvent remplacé depuis par la ligne <i>VDSL</i> ou la <i>fibres optique FTTH</i> .
ALARA	(prononcer [alara]) <b>As Low As Reasonably Achievable</b> : en français, Aussi Bas Que Raisonnablement Possible
AR	<b>Augmented Reality</b> : voir <i>réalité augmentée</i>
B2B	(prononcer [bitubi]) <b>Business-to-Business</b> : vente aux clients professionnels et aux entreprises
B2C	(prononcer [bitusi]) <b>Business-to-Client</b> : vente aux clients particuliers
BTS	<b>Base Transceiver Station</b> : voir <i>station de base</i>
CEM	<b>Champ Electro-Magnétique</b> : voir <i>électromagnétique</i>
CIRC	(prononcer [sirk]) <b>Centre International de Recherche sur le Cancer</b> : IARC en anglais ( <a href="http://www.iarc.fr/fr">www.iarc.fr/fr</a> )
eMBB	<b>Enhanced Mobile BroadBand</b> : en français « large bande mobile améliorée », indique l'objectif de la 5G d'atteindre des débits de données de plusieurs gigabits par seconde ( <i>Gbps</i> ), soit plusieurs milliers de mégabits par seconde ( <i>Mbps</i> ).
EMF	<b>Electro-Magnetic Field</b> : en français « Champ Electro-Magnétique », voir <i>électromagnétique</i>
EMR	<b>Electro-Magnetic Radiation</b> : en français « Rayonnement Electro-Magnétique », voir <i>électromagnétique</i>
EPRS	<b>European Parliamentary Research Service</b> : en français « Service de Recherche du Parlement Européen » est le think-tank interne du Parlement Européen. Il a pour mission de fournir aux députés du Parlement européen et, le cas échéant, aux commissions parlementaires, des analyses indépendantes, objectives et fiables. Son rôle est aussi d'effectuer des recherches concernant différents domaines thématiques liés à l'Union européenne, afin de les aider dans leur travail parlementaire. ( <a href="http://www.europarl.europa.eu/at-your-service/fr/stay-informed/research-and-analysis">www.europarl.europa.eu/at-your-service/fr/stay-informed/research-and-analysis</a> )
ENISA	(prononcer [eniza]) <b>Agence de l'Union européenne pour la cybersécurité</b> : centre d'expertise en matière de cybersécurité en Europe. Elle aide l'UE et les États membres à être mieux équipés et préparés pour prévenir et détecter les problèmes de sécurité de l'information et y répondre. ( <a href="https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/enisa_fr">https://europa.eu/european-union/about-eu/agencies/enisa_fr</a> )
ESA	(prononcer [eza]) <b>European Space Agency</b> : en français « Agence Spatiale Européenne ». ( <a href="http://www.esa.int">www.esa.int</a> )
FCC	<b>Federal Communications Commission</b> : en français « Commission Fédérale des Communications » est l'agence gouvernementale étatsunienne indépendante, supervisée par le Congrès, chargée de mettre en œuvre et d'appliquer la loi et la réglementation américaines en matière de communications. ( <a href="http://www.fcc.gov">www.fcc.gov</a> )
FTTH	<b>Fiber To The Home</b> : réseau d'accès fixe à Internet à travers la <i>fibres optique</i> déployée jusqu'au domicile, permettant des débits de données <i>downlink</i> d'un à plusieurs gigabits par seconde ( <i>Gbps</i> ), soit un à plusieurs milliers de mégabits par seconde ( <i>Mbps</i> ). Voir <i>fibres optique</i> .
FTTx	<b>Fiber To The x</b> : englobe un ensemble de réseaux d'accès fixe à Internet à travers la <i>fibres optique</i> permettant de très hauts débits de données. Selon l'éloignement de la <i>fibres optique</i> par rapport au domicile, qui peut aller de la fibre arrivant jusqu'au domicile, à une distance de plusieurs kilomètres, on compte la <i>FTTH</i> , <i>FTTB</i> , <i>FTTLA</i> , <i>FTTC</i> et <i>FTTN</i> .
FWA	<b>Fixed Wireless Access</b> : technique permettant un accès à Internet dit « fixe » (domicile ou petite entreprise) à travers le réseau <i>mobile</i> . Voir la controverse à la section 7.1.5.

GAFAM	(prononcer [gafam]) <b>Google, Amazon, Facebook, Apple, Microsoft</b> : les 5 sociétés « géantes » de la Silicon Valley.
Gbps	(prononcer [zɪgabitparsəgɔ̃d]) <b>gigabits par seconde</b> : débit de données d'un milliard de <i>bits</i> par seconde.
GDPR	<b>General Data Protection Regulation</b> : voir <i>RGPD</i> .
GES	<b>Gaz à Effet de Serre</b> (voir glossaire)
GIEC	(prononcer [ziɛk]) <b>Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat</b> . Il a été créé en 1988 en vue de fournir des évaluations détaillées de l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur les changements climatiques, leurs causes, leurs répercussions potentielles et les stratégies de parade. ( <b>IPCC</b> en anglais, <a href="http://ipcc.ch/languages-2/francais">ipcc.ch/languages-2/francais</a> )
GSMA	L'association mondiale de l'industrie des télécoms mobiles représente les intérêts des opérateurs de téléphonie mobile du monde entier. Elle réunit plus de 750 opérateurs et près de 400 entreprises dans l'écosystème mobile au sens large, y compris les fabricants de téléphones et d'appareils, les sociétés de logiciels, les fournisseurs d'équipements et les sociétés Internet, ainsi que des organisations de secteurs industriels adjacents. ( <a href="http://www.gsma.com">www.gsma.com</a> ).
GW	(prononcer [zɪgawat]) <b>gigawatt</b> . Unité de mesure de puissance qui correspond à un milliard de watts.
GWh	(prononcer [zɪgawatɕer]) <b>gigawatt heure</b> . Unité de mesure d'énergie qui correspond à la puissance d'un gigawatt active pendant une heure.
IARC	<b>International Agency for Research on Cancer</b> : voir <i>CIRC</i> .
ICNIRP	(prononcer [iknirp]) <b>International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection</b> (en français, Commission Internationale de Protection contre les Rayonnements Non <i>Ionisants</i> ). L'ICNIRP est une société de droit privé qui prétend définir des lignes directrices pour la protection des personnes et de l'environnement contre les effets néfastes des rayonnements non <i>ionisants</i> . Voir les controverses aux sections 5.2 et 5.4. ( <a href="https://www.icnirp.org">https://www.icnirp.org</a> )
IdO	<b>Internet des Objets</b> (en anglais, IoT pour Internet of Things). Voir <i>Internet des Objets</i> dans le glossaire.
IEEE	(prononcer [aitripəli]) <b>Institute of Electrical and Electronics Engineers</b> . En français, Institut des ingénieurs électriciens et électroniciens. Organisation étatsunienne à but non lucratif. Elle compte plus de 400 000 membres : ingénieurs électriciens, informaticiens, professionnels du domaine des télécommunications, etc. et a pour but de promouvoir la connaissance dans le domaine de l'ingénierie électrotechnique, y compris électronique et des télécommunications. ( <a href="http://www.ieee.org">www.ieee.org</a> )
IET	<b>Institution of Engineering and Technology</b> (en français, Institut d'Ingénierie et de Technologie) représente la profession d'ingénieur dans les questions d'intérêt public. Aide les gouvernements à sensibiliser le public aux questions d'ingénierie et de technologie. Il fournit des conseils dans tous les domaines de l'ingénierie, en conseillant régulièrement le Parlement et d'autres organismes. ( <a href="https://www.theiet.org">https://www.theiet.org</a> )
I-IdO	(prononcer [ciaiɔti]) <b>Industrial Internet of Things</b> (en français, Internet des Objets industriel). Voir <i>Internet des Objets</i> dans le glossaire.
IdO	(prononcer [aiɔti]) <b>Internet of Things</b> (en français, IdO pour <i>Internet des Objets</i> ). Voir <i>Internet des Objets</i> dans le glossaire.
IPCC	<b>Intergovernmental Panel on Climate Change</b> (en français <i>GIEC</i> ). Voir <i>GIEC</i> .
kW	(prononcer [kilowət]) <b>kilowatt</b> . Unité de mesure de puissance qui correspond à mille watts.
kWh	(prononcer [kilowatɕer]) <b>kilowatt heure</b> . Unité de mesure d'énergie qui correspond à la puissance d'un kilowatt active pendant une heure.
Mbps	(prononcer [megabitparsəgɔ̃d]) <b>mégabits par seconde</b> : débit de données d'un million de <i>bits</i> par seconde.
MEC	(prononcer [mɛk]) <b>Mobile Edge Computing</b> . Voir <i>Mobile Edge Computing</i> dans le glossaire.
MIMO	(prononcer [mimo] ou [maimoo]) <b>Multiple-Input and Multiple-Output</b> (« entrées multiples, sorties multiples » en français) est une technique de multiplexage utilisée dans les radars, les réseaux sans fil et les réseaux mobiles. Elle permet des transferts de données à plus longue portée et avec un débit plus élevé qu'avec des antennes utilisant la technique SISO (Single-Input Single-Output). Utilise plusieurs antennes tant au niveau de l'émetteur que du récepteur.

mMIMO	(prononcer [masiv mimo] ou [masiv maïmou]) <b>Massive Multiple-Input Multiple-Output</b> . (« MIMO massif » en français) Par extension du terme <i>MIMO</i> , <i>Massive MIMO</i> (mMIMO) indique la présence de dizaines ou de centaines d'antennes (typiquement 64, 128, 256,...) émettant avec des déphasages (légers décalages dans le temps), permettant de générer des faisceaux ( <b>beamforming</b> ) d'ondes électromagnétiques dans des directions ciblées. De nombreux faisceaux peuvent être envoyés simultanément vers chaque utilisateur, sans interférence entre eux, en réutilisant les mêmes ressources (fréquence, temps). Ceci augmente l'efficacité spectrale et donc la capacité du trafic de données, mais aussi l'efficacité énergétique.
mMTC	<b>Massive Machine Type Communications</b> : en français « communications massives de type machine », indique l'objectif de la 5G d'atteindre jusqu'à 1 million d'objets connectés par kilomètre carré.
MR	<b>Mixed Reality</b> : en français « <i>réalité mixte</i> », voir <i>réalité mixte</i>
MW	(prononcer [megawat]) <b>mégawatt</b> . Unité de mesure de puissance qui correspond à un million de watts.
MWh	(prononcer [megawatœr]) <b>mégawatt heure</b> . Unité de mesure d'énergie qui correspond à la puissance d'un mégawatt active pendant une heure.
NASA	(prononcer [naza]) <b>National Aeronautics and Space Administration</b> : agence gouvernementale responsable de la majeure partie du programme spatial civil des États-Unis. La recherche aéronautique relève également de son domaine. ( <a href="http://www.nasa.gov">www.nasa.gov</a> )
NFV	<b>Network Functions Virtualization</b> : en français « virtualisation des fonctions de réseau », indique que les logiciels assurant le fonctionnement du réseau de télécommunications ne sont plus déployés sur du matériel dédié et propriétaire, mais sur des machines virtuelles non spécialisées.
NOAA	(prononcer [noa]) <b>National Oceanic and Atmospheric Administration</b> : en français « Agence américaine océanique et atmosphérique », est l'agence des États-Unis responsable de l'étude de l'océan et de l'atmosphère.
NTP	<b>National Toxicology Program</b> : programme gouvernemental étatsunien ayant pour mission d'évaluer les agents préoccupants pour la santé publique en appliquant les outils de la toxicologie et de la biologie moléculaire modernes. Le but est d'identifier les substances potentiellement dangereuses et d'évaluer leurs effets sur la santé humaine. ( <a href="https://ntp.niehs.nih.gov">https://ntp.niehs.nih.gov</a> )
REM	<b>Rayonnement Electro-Magnétique</b> : voir <i>électromagnétique</i>
RGPD	<b>Règlement Général sur la Protection des Données</b> (GDPR en anglais) ( <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016R0679</a> )
TW	(prononcer [terawat]) <b>terawatt</b> . Unité de mesure de puissance qui correspond à mille milliards de watts.
TWh	(prononcer [terawatœr]) <b>terawatt heure</b> . Unité de mesure d'énergie qui correspond à la puissance d'un terawatt active pendant une heure.
TCO	<b>Total Cost of Ownership</b> : (en français, coût total de possession) est le coût du cycle de vie d'un produit ou d'un service. Il présente l'avantage d'étudier non seulement l'achat initial mais le coût global sur le cycle de vie du produit (ou du service).
UE	<b>User Equipment</b> : voir <i>équipement utilisateur</i>
URLLC	<b>Ultra-Reliable and Low Latency Communications</b> : en français « communications ultra-fiables et à faible <i>latence</i> », indique l'objectif de la 5G d'atteindre une <i>latence</i> pouvant descendre sous 1 milliseconde (ms).
V2V	(prononcer [vituvi]) <b>Vehicle to Vehicle</b> désigne la communication entre les véhicules sans implication, ni humaine, ni d'un réseau de télécommunications.
VDSL	<b>Very-high-bitrate Digital Subscriber Line</b> : réseau d'accès fixe à Internet à très haut débit à travers le câble en cuivre du téléphone, déployé depuis le début des années 2000.
VR	<b>Virtual Reality</b> : voir <i>réalité virtuelle</i>
xDSL	<b>x Digital Subscriber Line</b> : englobe un ensemble de réseaux d'accès fixe à Internet à travers le câble en cuivre du téléphone, comme l' <i>ADSL</i> et le <i>VDSL</i> .



Image : Telekom Netz, YouTube

Le projet de déploiement mondial de la 5G est à notre porte.  
Le cortège de controverses que la 5G entraîne souligne l'urgence  
d'une réflexion et d'un débat citoyen au sens large.

Un éclairage indépendant, libéré des conflits d'intérêt,  
est essentiel pour que puisse émerger, autour des enjeux de la 5G,  
une discussion sur des bases saines.

L'utopie de la 5G dépeinte par l'industrie est décalée de la réalité.  
Son mythe auréolé d'idées reçues est déjà bien ancré dans les esprits.

Nous sommes à un moment charnière de l'histoire de notre civilisation.  
A l'heure des grands choix, ce rapport tente humblement d'amener  
un point de vue citoyen et une réflexion sur l'avenir.

Cette exploration des différentes dimensions de la 5G reprend des éléments provenant de  
centaines de publications, principalement récentes et non biaisées par les intérêts industriels.

Elle est le fruit de nombreuses collaborations et propose une vue large sur la 5G:  
santé, environnement, économie, météorologie, climatologie, sécurité informatique et nationale,  
vie privée, lois et régulations, éthique et droits humains, utilité et usages.

Une vision alternative de la connectivité est proposée, évitant les écueils de la 5G,  
impliquant des déploiements ciblés à ses réels bénéficiaires  
et tenant compte des besoins de l'Homme et de la société dans son ensemble.