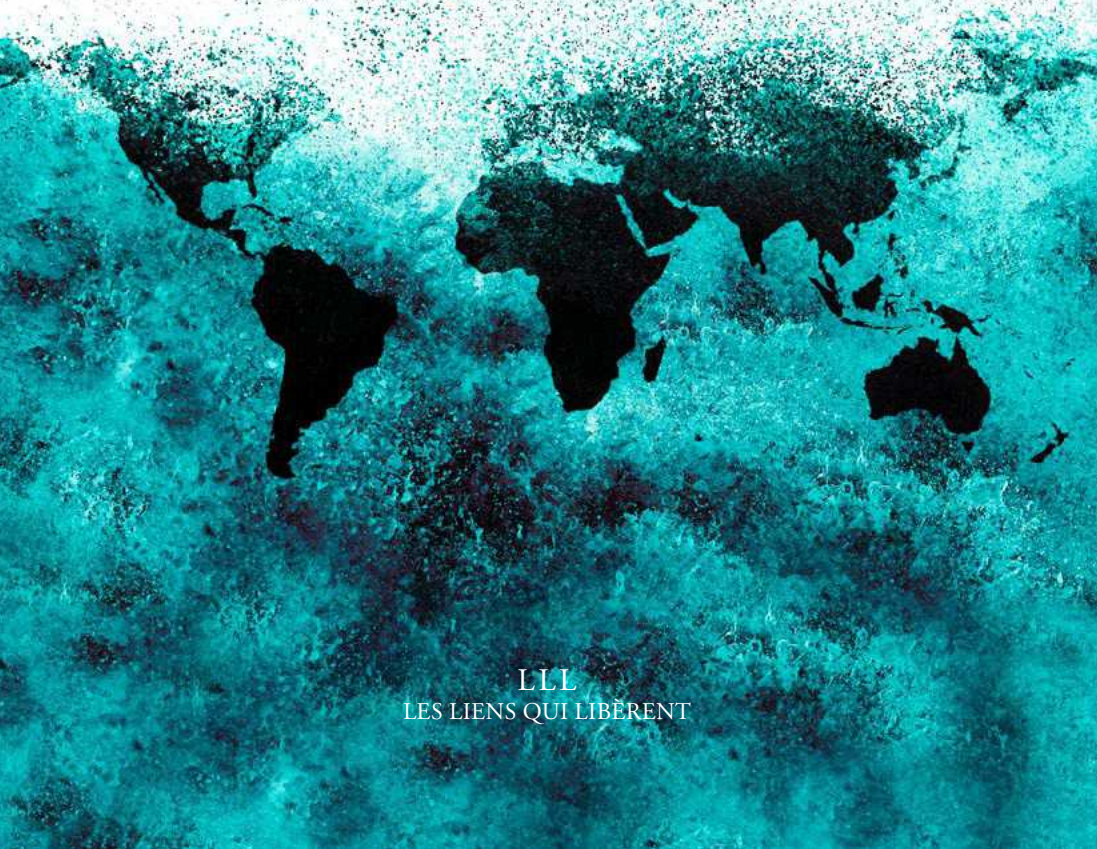


GUILLAUME PITRON

# L'ENFER NUMÉRIQUE

---

VOYAGE AU BOUT D'UN LIKE



LLL  
LES LIENS QUI LIBÈRENT



# L'ENFER NUMÉRIQUE



Guillaume Pitron

# L'ENFER NUMÉRIQUE

Voyage au bout d'un *Like*

ÉDITIONS LES LIENS QUI LIBÈRENT

Illustration de couverture : © imagedepotpro / Getty Images

ISBN : 979-10-209-1079-0

© Les Liens qui Libèrent, 2021

*À Camille, Victor, Anais.  
À Roland Boman et son fleuve disparu.*





*« Notre avenir est une course entre la puissance croissante de notre technologie et la sagesse avec laquelle nous l'utiliserons. »*

Stephen Hawking



## Introduction

Une fois n'est pas coutume, domptons la furieuse cavalcade du temps. Invertissons le cours des horloges. Et figurons-nous le rythme auquel s'est écoulé le quotidien de nos semblables jusqu'au XIX<sup>e</sup> siècle. Qu'il s'agisse de cultiver le millet, de lever des armées ou d'édifier des pyramides, la moindre de nos actions était assujettie au pas des esclaves, au débit des fleuves et aux vicissitudes des brises océanes. De ce monde subsistent des réseaux de communication toujours visibles : voies romaines, comptoirs coloniaux ou anciennes écuries édifiées, dans l'Ouest américain, par les postiers du Pony Express.

Ces routines millénaires furent bouleversées le 6 octobre 1829. Ce jour-là, « la fusée », une locomotive à vapeur conçue par l'ingénieur britannique George Stephenson, s'élança à 40 kilomètres à l'heure sur la ligne de chemin de fer reliant Manchester à Liverpool, condamnant diligences et caravelles à l'oubli. Associé au télégraphe et aux aéronefs, le train a transformé notre rapport au temps. Les hommes, les marchandises et les idées purent sillonner le monde à une vitesse

inédite, servis à présent par un réseau de transports planétaire mêlant ports, aéroports et tours relais.

Nouvelle étape le 2 octobre 1971, lorsque l'ingénieur américain Ray Tomlinson envoya le premier e-mail sur Arpanet<sup>1</sup>, un réseau informatique prisé des scientifiques et des militaires américains. L'humanité fut soudainement projetée dans l'ère de l'immédiateté. Tout change et s'échange aujourd'hui à la vitesse de la lumière ou presque. Après les routes pavées de l'Antiquité et les chemins ferrés de l'ère industrielle, vous vous demandez peut-être quelles infrastructures rendent nos actions numériques quotidiennes désormais possibles. Que se passe-t-il lorsque vous envoyez un e-mail ou pressez le pouce levé en l'air – le fameux *Like* – sur un réseau social ? Quelle est la géographie de ces milliards de clics, ainsi que leur impact matériel ? Quels défis écologiques et géopolitiques charrient-ils à notre insu ?

C'est le sujet de ce livre.

Arpanet appartient à la préhistoire du numérique et ses concepteurs – les pionniers de l'informatique – nous apparaissent comme une lointaine bande d'australopithèques. Conçu en 1969, ce réseau, qui connectait à l'origine une poignée d'ordinateurs installés en Californie et dans l'Utah, se déploya la décennie suivante, reliant davantage de terminaux aux États-Unis puis en Europe. L'élaboration en 1983 du protocole TCP/IP<sup>2</sup> autorisa ensuite les ordinateurs du monde entier à communiquer entre eux, signant la naissance d'Internet, un réseau de réseaux dont nous sommes, aujourd'hui, les colocataires.

---

1. « Advanced research projects agency network ».

2. « Transmission control protocol/Internet protocol ».

Depuis, Internet a permis aux technologies numériques de coloniser chaque recoin de notre planète. À force de transformer la moindre action tangible en processus informatique, tout ce que nous entreprenons aujourd’hui recèle une dimension digitale. Dormir est un acte numérique pour qui a installé une application sur son téléphone pour mesurer ses cycles de sommeil ; prier est une action numérique si nous téléchargeons sur le Web une méditation proposée par quelque communauté religieuse ; un combattant de Daech qui guerroye en Syrie agit dans le monde numérique car les données de géolocalisation de son mobile sont conservées par les États-Unis dans le cadre du programme « Gallant Phoenix » visant à le traduire, un jour, en justice<sup>1</sup> ; câliner son chat est tout autant une activité numérique si l’idée nous prend de diffuser les ronronnements dudit félin sur les réseaux sociaux.

Bref, tout ce que nous entreprenons dans le monde réel est désormais dupliqué dans les sphères virtuelles. Une numérisation du monde que le Covid-19 n’a fait qu’accélérer. Cette pandémie mondiale nous a, de toute évidence, rendus encore plus tributaires des outils digitaux pour travailler chez soi, acheter un livre sur un site d’e-commerce ou organiser une fête virtuelle entre amis. L’expansion de l’univers numérique est si rapide que ses acteurs peinent quelquefois à suivre son infernale cadence : en 2020, plusieurs opérateurs durent ainsi dégrader la qualité de leurs services de vidéo en ligne afin de prévenir une « saturation des réseaux<sup>2</sup> ». De même, les ventes

---

1. « US heading anti-jihadist intelligence sharing operation – report », *The Times of Israel*, 25 mars 2021.

2. « YouTube and Netflix are cutting streaming quality in Europe due to coronavirus lockdowns », CNBC, 20 mars 2020. De nombreux experts, comme l’informaticien Stéphane Bortzmeyer, pensent au contraire que les

d'ordinateurs et de PlayStation explosent et les constructeurs de voitures connectées se débattent dans une pénurie inédite de puces électroniques<sup>1</sup>.

Cette virtualisation générale du monde sensible n'en est qu'à ses bégalements: en 2030, les géants du Net auront connecté la totalité de l'humanité au World Wide Web<sup>2</sup>. Les expressions «Internet sensoriel», «réalité fusionnée» et «intelligence artificielle verte» feront bientôt partie de notre langage courant<sup>3</sup>, stimulant un prodigieux métissage des idées et des cultures. Les États-Unis et la Chine domineront le monde parce qu'ils auront pris le contrôle du cyberspace. Et pourtant, l'immense majorité d'entre nous se montre bien incapable d'expliquer quelles installations ont été déployées pour relier nos ordinateurs à nos tablettes ou nos smartphones.

D'abord parce que les technologies numériques provoquent un malentendu. À écouter leurs hérauts, l'univers digital ne serait en effet guère plus concret qu'un «nuage», le fameux *cloud* dans lequel nous stockons nos documents et photos. Tout au plus s'apparenterait-il à une espèce de «blob», cet organisme unicellulaire, composé d'un réseau de veines, informe et visqueux<sup>4</sup>. Pour un peu, le monde digitalisé serait synonyme de «vide» ou de «néant». Il nous

---

réseaux furent loin de la saturation. Lire «L'Internet pendant le confinement», framablog.org, 21 mars 2020.

1. «Why the world is short of computer chips, and why it matters», Bloomberg, 17 février 2021.

2. Littéralement, «la toile d'araignée mondiale», ainsi baptisée par le père du Web, le physicien britannique Tim Berners-Lee. À propos des projections d'extension du réseau à l'humanité entière, lire «Humans on the internet will triple from 2015 to 2022 and hit 6 billion», *Cybercrime Magazine*, 18 juillet 2019.

3. «10 hot consumer trends 2030», Ericsson ConsumerLab, décembre 2019.

4. «Giant cell blob can learn and teach, study shows», *Science News*, 21 décembre 2016.

invite à commercer en ligne, jouer virtuellement et nous étripper sur Twitter sans que cela ne mobilise, à première vue, le moindre gramme de matière, le plus infime électron, la première goutte d'eau. Bref, le numérique est le plus souvent réputé ne générer aucun impact matériel. « Allez déjà prendre conscience de ce que cela consomme de laisser une pièce allumée! », s'amuse Inès Leonarduzzi, directrice d'une organisation visant à rendre le numérique plus écoresponsable<sup>1</sup>. Alors pour les réseaux informatiques...

Supposément libéré de toute contrainte physique, le capitalisme numérique peut dès lors s'épanouir à l'infini. L'industrie digitale peut même vanter, comme nous allons le découvrir, son tribut positif à la préservation de la planète compte tenu des fabuleux leviers d'optimisation de nos méthodes agricoles, industrielles, « servicielles » qu'elle permet. Autrement dit, nous ne « sauverons » pas la planète sans un recours massif aux technologies numériques. Et puis il est très difficile de nous représenter le « blob »! La croissance de l'industrie digitale s'apparente en effet à celle d'une forêt de séquoias ou à l'acidification des océans : elle a beau être réelle, elle reste insaisissable à l'œil nu. Or, ce qui ne se perçoit pas ne se conçoit pas davantage.

Pourtant les questions, cruciales, demeurent : quel est l'impact spatial de cet outil ? Ces nouveaux réseaux de communication sont-ils compatibles avec la « transition écologique » ? Des régiments d'infanterie et des porte-avions devront-ils protéger ces infrastructures pour que nous puissions continuer à nous divertir sur la Toile ? Quelle entité gouvernera

---

1. Entretien avec Inès Leonarduzzi, directrice de Digital For the Planet, 2019.

demain le monde parce qu'elle contrôlera l'architecture physique de nos vies censément « dématérialisées » ?

Pendant deux ans, nous avons suivi, sur quatre continents, la route de nos e-mails, de nos *Like* et de nos photos de vacances. Pour cela, il nous a fallu sillonner les steppes de la Chine septentrionale à la recherche d'un métal qui fait fonctionner nos smartphones, arpenter les vastes plaines du cercle arctique où refroidissent nos comptes Facebook et enquêter sur la consommation d'eau de l'un des plus grands centres de données de la planète, celui de la National Security Agency (NSA), bâti dans l'un des États les plus arides des États-Unis. Nous avons voulu comprendre pourquoi la minuscule Estonie, au bord de la mer Baltique, est devenue la nation la plus digitalisée de la planète, enquêté sur le monde discret de la finance algorithmique dépendante des hydrocarbures et traqué le raccordement d'un câble transocéanique sur la façade atlantique de l'Hexagone.

Nous avons découvert qu'Internet a une couleur (le vert), une odeur (de beurre rance), et même un goût, salé comme l'eau de mer. Il émet également un son strident, semblable à celui d'une immense ruche. Bref, nous avons fait l'expérience sensorielle de l'univers numérique, prenant par là même la mesure de sa démesure. Car pour envoyer un simple *Like*, nous déployons ce qui sera bientôt la plus vaste infrastructure jamais édifiée par l'homme. Nous avons structuré un royaume de béton, de fibre et d'acier, hyperdisponible, sommé d'obtempérer à la microseconde près. Un « inframonde », constitué de *datacenters*, de barrages hydroélectriques, de centrales à charbon et de mines de métaux stratégiques, tous unis dans une triple quête : celle de puissance, de vitesse et... de froid.



Il s'agit également d'un royaume amphibie sillonné par des navires câbliers et des supertankers, peuplé d'hommes d'affaires et de marins, de mineurs et d'informaticiens, de maçons et d'électriciens, de balayeurs et de convoyeurs de camions-citernes. Des hommes et des femmes propulsés au-devant de fascinants défis écologiques, économiques et géostratégiques. Des machinistes de l'exode numérique bravant les lois de la physique pour que des milliards d'internautes aient l'illusion d'en être affranchis.

Une dizaine de pays visités plus tard, voici la réalité : la pollution digitale est colossale, et même celle qui croît le plus rapidement. « Lorsque j'ai découvert les chiffres de cette pollution, je me suis dit : "Comment est-ce possible?" », se rappelle Françoise Berthoud, ingénieure de recherche en informatique<sup>1</sup>. Cette pollution est d'abord due aux milliards d'interfaces (tablettes, ordinateurs, smartphones) constituant notre porte d'entrée sur Internet. Elle provient également des données que nous produisons à chaque instant : transportées, stockées, traitées dans de vastes infrastructures consommatrices de ressources et d'énergie, elles permettront de créer de nouveaux contenus digitaux pour lesquels il faudra... toujours plus d'interfaces ! Aussi ces deux familles de pollution se complètent-elles et s'alimentent-elles l'une l'autre.

Les chiffres sont édifiants : l'industrie numérique mondiale consomme tant d'eau, de matériaux et d'énergie que son empreinte est le triple de celle d'un pays comme la France ou l'Angleterre. Les technologies digitales mobilisent aujourd'hui 10 % de l'électricité produite dans le monde et

---

1. Entretiens avec Françoise Berthoud, ingénieure de recherche en informatique, 2019 et 2020.

rejetteraient près de 4 % des émissions globales de CO<sub>2</sub>, soit un peu moins du double du secteur civil aérien mondial<sup>1</sup>. « Si les entreprises du numérique se révèlent plus puissantes que les pouvoirs de régulation qui s'exercent sur elles, le risque existe que nous ne soyons plus en mesure de contrôler leur impact écologique », avertit Jaan Tallinn, le fondateur de Skype et du Future of Life Institute, qui travaille sur l'éthique des technologies<sup>2</sup>. Nous en sommes même convaincu : la pollution digitale met la transition écologique en péril et sera l'un des grands défis des trente prochaines années.

Une course est désormais engagée : d'un côté, les entreprises du numérique déploient leur formidable puissance financière et d'innovation pour optimiser et « verdir » Internet, les smartphones et même les pelouses bordant leur siège social. L'enjeu d'un numérique « écologique » et « responsable » se trouve aujourd'hui au cœur des préoccupations de l'industrie, car c'est à cette condition que nous pourrions continuer à cliquer et « liker » à l'envi. À leur tête, les GAFAM<sup>3</sup> entendent même entretenir notre ignorance de leur formidable tribut matériel. Omniprésents sur nos écrans, mais difficilement saisissables sur la terre ferme, ces géants ont, comme nous le verrons en Scandinavie, littéralement organisé leur « insolvabilité physique ». « Intouchables » au sens premier du mot, ils parviennent, de la sorte, à être inattaquables. Ils n'ont de comptes à rendre à personne... puisqu'ils n'existent pas!

---

1. « Lean ICT : pour une sobriété numérique », rapport du groupe de travail dirigé par Hugues Ferreboeuf pour le think tank The Shift Project, octobre 2018.

2. Entretien avec Jaan Tallinn, fondateur de Skype et du Future of Life Institute, 2020.

3. Acronyme des cinq entreprises américaines les plus puissantes de l'économie numérique : Google, Apple, Facebook, Amazon et Microsoft.

À telle enseigne que leur mot d'ordre pourrait être : « Pour vivre heureux, vivons dématérialisés. » Et évaporés.

De l'autre, des réseaux et communautés de « défricheurs<sup>1</sup> » pensent qu'un autre numérique, plus sobre, responsable et respectueux de l'environnement est possible. Nous les avons rencontrés : un entrepreneur néerlandais qui rapatrie des dizaines de milliers de téléphones portables de l'Afrique vers l'Europe ; une militante estonienne qui a lancé la première journée mondiale consacrée au nettoyage de nos données numériques ; un marin néerlandais qui récupère de vieux câbles au fond des océans, ou encore une armée d'ingénieurs de tous horizons qui ont conçu le smartphone le plus écologique du monde. Tous partagent les valeurs de collaboration, de sobriété, de partage... au service d'un numérique réellement durable.

C'est alors que surgit un puissant raz-de-marée médiatique : la « génération climat ». À Sydney, Berlin ou Manille, les « grèves du vendredi » rassemblent, depuis 2018, des millions de jeunes militants prenant à partie les dirigeants politiques et les entreprises incapables de se montrer à la hauteur de la crise écologique<sup>2</sup>. Il ne s'agit pas seulement d'un mouvement spontané, horizontal et majoritairement féminin, porté par des idéaux de justice et de solidarité ; c'est aussi et surtout un phénomène... numérique, amplifié par une déferlante de hashtags (mots-dièse) et de vidéos sur YouTube. Il fut initié par Greta Thunberg qui lança, le jour de la rentrée des classes de l'année 2018, la première grève du climat. Cette courageuse militante suédoise s'est transformée en une icône après

---

1. Nous devons ce terme à Agnès Crepet, responsable de la division *information technology* et longévité logicielle de Fairphone.

2. [fridaysforfuture.org](http://fridaysforfuture.org)

qu'une photo la présentant assise avec sa pancarte devant le Parlement suédois fut devenue virale en deux heures. Voilà pour la légende. Ce que l'on sait moins, en revanche, c'est que ce cliché est l'œuvre d'un photographe professionnel, dépêché par une start-up suédoise engagée dans la cause écologique afin de faire le buzz<sup>1</sup>. Puis les images passèrent entre les mains de brillants *community managers*, qui calibrèrent un puissant message pour les réseaux sociaux faisant, ainsi, naître une célébrité<sup>2</sup>.

Cela n'enlève rien à la sincérité du combat de Greta Thunberg. Mais n'oublions pas qu'à l'image de ce génie du marketing aujourd'hui suivi par 16 millions d'abonnés sur Twitter et Instagram, la « génération climat » est d'abord constituée de jeunes consommateurs drogués aux outils numériques. Aux États-Unis, un adolescent passe sept heures et vingt-deux minutes de son temps libre par jour devant un écran<sup>3</sup>, dont près de trois heures à regarder des vidéos sur Netflix ou Orange Cinéma Séries (OCS) et une bonne heure sur des réseaux sociaux tels que TikTok, SnapChat, Twitch, House party ou Discord. En France, un adulte de 18 ans a déjà possédé en moyenne... cinq téléphones mobiles! Et plus on est jeune, plus on renouvelle souvent ses équipements, lesquels comptent pourtant pour près de la moitié de la pollution numérique<sup>4</sup>.

---

1. Il s'agit de la start-up We Don't Have Time: [wedonthavetime.org](http://wedonthavetime.org)

2. « Comment la grève solitaire de Greta Thunberg est devenue virale en deux heures », La Netscouade, 18 octobre 2019.

3. Victoria Rideout, Michael B. Robb, « The common sense census: media use by tweens and teens », Common Sense Media, 2019.

4. « La face cachée du numérique – Réduire les impacts du numérique sur l'environnement », ADEME, janvier 2021.

Pour la première fois dans l'histoire, une génération entière se lève pour «sauver» la planète, traîner des États en justice pour inaction climatique et replanter des arbres<sup>1</sup>. Des parents soupirent d'avoir «trois Greta Thunberg à la maison», vent debout contre la consommation de viande, le plastique et les voyages en avion<sup>2</sup>. Mais dans le même temps, cette progéniture est celle qui a le plus recours aux sites d'e-commerce, à la réalité virtuelle et au *gaming*. Les jeunes raffolent également de la vidéo en ligne pour regarder la télévision, ce qui constitue, comme nous allons le voir, un non-sens écologique total. Une étude britannique devait confirmer que les *digital natives*, nés avec Internet, seront les premiers à adopter, à l'avenir, les nouveaux services et interfaces proposés par les grandes entreprises du secteur numérique<sup>3</sup>... La «génération climat» sera l'un des principaux acteurs du doublement, annoncé à l'horizon 2025, de la consommation d'électricité du secteur numérique (20 % de la production mondiale) ainsi que de ses rejets de gaz à effet de serre (7,5 % des émissions globales). Exposé à ce paradoxe lors d'un débat auquel nous participions, en 2020, un jeune adulte, pourtant spécialiste de ces questions, esquiva avec cette réponse négligente : «On consomme des produits numériques parce que l'on nous propose de les consommer.»

La réalité est que la «génération climat» hérite d'une infrastructure dont elle tirera le meilleur comme le pire. Cette enquête entend l'interpeller : que ferez-vous des fabuleux

---

1. Simon Kessler et Johan Boulanger, *Génération Greta*, documentaire de 53 minutes, AFP et Galaxie presse, 2020.

2. «J'ai trois Greta Thunberg à la maison... Ces ados écolos qui prennent en main le bilan carbone de la famille», *Le Monde*, 16 novembre 2019.

3. «Today's youth, tomorrow's internet A Nominet Digital Futures Report», Nominet, 2019.

pouvoirs dont vous serez bientôt les dépositaires? Saurez-vous dompter l'hubris que ces technologies excitent en vous ou serez-vous, tels des Icare, consumés par les radiations de ce soleil synthétique? Dans cette course entre la puissance croissante des technologies et la sagesse que leur emploi réclame, de quel côté pencherez-vous? Pour l'heure, vous frisez, selon l'agence Eurostat, la « saturation<sup>1</sup> » face à l'avalanche de contenus dont vous bombardent les GAFAM. Vous ne vous rendez donc pas compte qu'en faisant du numérique un instrument de votre émancipation, vous vous précipitez dans les bras de vos nouveaux maîtres. Vous courez le danger que le bénéfice de vos nouvelles habitudes véganes et locavores soit annihilé par l'explosion de votre empreinte numérique et les prodigieux effets rebonds que ce Léviathan électronique va engendrer.

« Cette situation me rappelle 1968, avec une jeune génération qui prend le chemin de la rue », analyse un expert du numérique. Suivant l'injonction de Karl Marx, les prolétaires de tous les pays étaient alors appelés à s'unir. Rien de tout cela ne s'est produit... cependant que les capitalistes, eux, se sont organisés pour façonner la mondialisation. Et pour cause : « Certains manifestants étaient des socialistes qui sont ensuite devenus des dirigeants de grandes compagnies pétrolières », trahissant de la sorte les idéaux qu'ils clamaient dans la rue, un pavé à la main, décrypte ce commentateur. Cinquante ans plus tard, « j'ai l'impression que l'histoire se répète », confie notre homme.

Saurez-vous lui donner tort?

L'histoire nous enseigne qu'il faut nous méfier des peurs provoquées par l'apparition d'inventions. Des journaux au

---

1. « Being young in Europe today – digital world », Eurostat, juillet 2020.

cinéma, du roman au téléphone, « les nouveaux médias ont toujours généré des effets de panique », rappelle en effet le psychologue canadien Steven Pinker<sup>1</sup>. Au xv<sup>e</sup> siècle, l'imprimerie fut vue comme « un danger pour l'esprit » et, au début du xx<sup>e</sup> siècle, la radio fut décriée comme portant atteinte aux bonnes mœurs et à la démocratie. Dans les années 1960, on soutint que la télévision allait détruire notre santé mentale et physique<sup>2</sup>. L'ordinateur et le numérique concentrent dorénavant ces critiques auxquelles s'ajoute – c'est inédit – celle de nuire à l'environnement. Les technologies digitales sont, à l'évidence, le miroir de nos inquiétudes contemporaines, de notre nouvelle écologie angoissée.

Elles sont pourtant porteuses de fabuleux progrès pour l'humanité. Avec elles, nous allons allonger l'espérance de vie des hommes, sonder les origines du cosmos, généraliser l'accès à l'éducation et modéliser les prochaines pandémies. Elles stimuleront même de formidables initiatives écologiques. Mais ne soyons pas candides au moment de nous engager dans la mère des batailles de ce siècle naissant : le numérique tel qu'il se déploie sous nos yeux ne s'est pas, dans sa très grande majorité, mis au service de la planète et du climat. Élément le plus évanescent qui soit, il est paradoxalement celui qui nous projettera le plus au-devant des limites physiques, biologiques, de notre maison commune.

C'est pourquoi nous avons voulu enquêter sur un univers dont la substance nous échappe. Décrypter la face sombre d'une industrie qui ne veut jamais prendre la lumière, la

---

1. « The perils of progress », *The New Republic*, New York, 29 juin 2010.

2. Trine Syvertsen, *Media Resistance: Protest, Dislike, Abstention*, Palgrave Macmillan, 2018.

## L'ENFER NUMÉRIQUE

géographie d'une prétendue abstraction. Révéler l'anatomie d'une technologie qui, au nom d'un idéal quasi-mystique de dématérialisation, est en train de produire une modernité prodigieusement matérialiste. Et mettre au jour cette évidence: envoyer un e-mail ou un *Like* charrie de vertigineux défis jusqu'alors soustraits à nos sens.



## 1.

### Numérique et écologie : un lien fantasmé

Depuis la rugissante ville d'Abou Dhabi, aux Émirats arabes unis, une demi-heure de route suffit à rejoindre Masdar City. Posée sur 640 hectares de désert brûlant, bordant l'autoroute du golfe Persique qui file vers l'Arabie saoudite, c'est une forteresse voûtée sur elle-même, réfugiée dans son écrin d'aluminium, de verre et de béton aux teintes rouges. Dans l'enceinte de la ville, les rues sont étroites et ombragées. Ici, des silhouettes enveloppées dans une *dishdash*, la longue chemise blanche traditionnelle des hommes, glissent sous un bouquet de palmiers. Là, les façades des immeubles sont ornées de *moucharabiehs*, des cloisons ajourées filtrant les intrusions lumineuses. Et sur une placette s'élance une tour à vent qui, comme dans les antiques villes persanes, capte les courants d'air et les redirige vers le cœur de Masdar pour la rafraîchir.

Si cette ville aux allures de vaisseau spatial<sup>1</sup> égaré dans un ourlet de dunes fascine tant, c'est parce que de formidables

---

1. L'expression s'inspire du livre de la chercheuse turque Gökçe Günel, *Space-ship in the Desert. Energy, Climate Change and Urban Design in Abu Dhabi*, Duke University Press, 2019. En raison de la pandémie mondiale, nous n'avons pas pu

ambitions technologiques pourraient bientôt s'y concrétiser : les autorités émiraties entendent faire de Masdar (« la source » en arabe) l'éco-cité la plus durable du monde<sup>1</sup>, pilotée par des technologies numériques les plus modernes jamais conçues. En 2030, lorsque 17 milliards d'euros y auront été investis, Masdar promet d'être un modèle régional et même mondial de développement urbain intelligent<sup>2</sup>. Quant à ses 50 000 futurs habitants, ils profiteront « de la qualité de vie la plus élevée avec l'impact environnemental le plus faible possible<sup>3</sup> », s'enthousiasment les réclames officielles. Bref, Masdar City est déjà un rêve éveillé : celui d'une ville parmi les plus agréables où vivre sur la Terre.

#### LES VILLES INTELLIGENTES AU CHEVET DE LA PLANÈTE

Masdar symbolise à elle seule les espoirs aujourd'hui placés dans les villes intelligentes. Également appelées *smart cities*, elles sont la quintessence de ce que le numérique peut nous apporter de mieux. Et pour cause ! Plus de la moitié de la population mondiale est dorénavant concentrée dans les agglomérations. Ces dernières n'ont beau accaparer que 2 % de la surface du globe, on y produit par ailleurs 75 % de l'énergie dans le monde et on y émet 80 % des émissions globales de CO<sub>2</sub> ! Inutile de préciser que la pression sur l'eau, les

---

nous rendre à Masdar. Les documents promotionnels diffusés par les autorités émiraties ont permis d'écrire les descriptions ci-dessus.

1. Federico Cugurullo « Exposing smart cities and eco-cities: Frankenstein urbanism and the sustainability challenges of the experimental city », *Environment and Planning A: Economy and Space*, 16 novembre 2017.

2. Federico Cugurullo, *op.cit.*

3. Consulter la vidéo « Welcome to Masdar City » sur : [youtube.com/watch?v=FyghLnbp20U](https://www.youtube.com/watch?v=FyghLnbp20U). De nombreux documents promotionnels sont consultables sur : [masdarcity.ae/en/](http://masdarcity.ae/en/)

ressources alimentaires et les réseaux électriques y est colossale. Un défi consiste dès lors à articuler et mieux organiser les flux de personnes, de biens et d'énergie, afin de rendre la ville de demain plus agréable à vivre et écologique. Adieu les armadas de policiers munis de sifflets pour administrer les flux de voitures, de camions et de motos aux carrefours ! Sus au simple « bouche-à-oreille » pour que les stocks de produits périssables trouvent acheteurs en temps et en heure : dans les villes intelligentes, les données collectées et traitées par les technologies de l'information et de la communication (TIC), les capteurs, les systèmes de géolocalisation et même l'intelligence artificielle permettent de décupler la capacité des citoyens à collaborer et à interagir, le tout au service de la planète. Un monde écologique sera d'abord un monde mieux organisé.

Masdar fait figure de test grandeur nature. La ville doit entièrement s'approvisionner en énergies renouvelables et n'émettre ni CO<sub>2</sub> ni déchets. Comment ? Grâce aux capteurs de mouvements et aux compteurs reliés à des logiciels qui pourraient réduire de plus de moitié la consommation d'électricité et d'eau de la ville. Au moyen, également, de 1 800 véhicules autonomes qui composeraient (selon les plans initiaux) un réseau de transports baptisé *Personal Rapid Transit* (PRT). À l'aide, enfin, d'installations domotiques qui permettraient, dans les habitations, de moduler le fonctionnement des climatiseurs en fonction de la présence de leurs occupants, de façon que la consommation d'énergie des villas soit abaissée de 72 %. « Les autorités émiraties ont fait le pari que la technologie est la solution à tous les défis urbains ! », constate Federico Cugurullo, universitaire italien ayant longuement étudié Masdar City<sup>1</sup>.

---

1. Entretien avec Federico Cugurullo, professeur assistant en urbanisme intelligent et durable au Trinity College de Dublin, 2020.

Dès 2007, l'agence d'architectes britannique Foster+Partners<sup>1</sup> missionnée pour faire jaillir Masdar des sables avait mis l'accent sur des aménagements urbains de bon sens, à l'efficacité éprouvée. La ville est orientée vers le nord-est afin de limiter son exposition au soleil, les ruelles sont alignées dans le sens du vent pour faciliter les courants d'air. Quant aux escaliers disposés avant les ascenseurs, ils incitent à davantage d'exercice physique. Mais les autorités émiraties ont préféré miser sur les innovations technologiques... De sorte que rien ne s'est déroulé comme prévu. Cumulant les obstacles techniques, les officiels ont admis que la part des énergies renouvelables nécessaires au fonctionnement de la ville serait plutôt de 50 %, soit moitié moins qu'envisagé à l'origine. Le *Personal Rapid Transit* s'est avéré un borbier technique au point d'être remplacé par une flotte de navettes autonomes plus modeste<sup>2</sup>. Quant à la domotique, le *Building Management System*, un ambitieux projet de contrôle et de diminution de la consommation énergétique des habitants de Masdar, sa mise en œuvre est fortement retardée tant personne ne sait comment le faire fonctionner<sup>3</sup>.

---

1. [fosterandpartners.com/projects/masdar-city/](http://fosterandpartners.com/projects/masdar-city/)

2. En effet, si un oiseau volait au-devant d'un véhicule autonome, celui-ci s'arrêterait net pour ne pas le heurter. Il aurait fallu faire fonctionner le PRT dans un tunnel, proposition qui n'a jamais été mise en œuvre...

3. De multiples anomalies liées à la mesure de la consommation d'eau et d'air conditionné n'ont pas été résolues «et personne ne semble comprendre pourquoi ces installations ne fonctionnent pas», rapporte Gökçe Günel dans son ouvrage, *Spaceship in the Desert. Energy, Climate Change and Urban Design in Abu Dhabi*, *op. cit.*

## LE VÉRITABLE COÛT ÉCOLOGIQUE DES *SMART CITIES*

Aujourd'hui, seuls 10 % du plan initial de l'éco-cité ont été bâtis et la ville accueille à peine 2 000 résidents. Masdar est-elle condamnée à devenir la première « cité verte fantôme », comme s'en est inquiétée la presse internationale<sup>1</sup>? Et surtout, est-elle, comme le répètent à l'envi ses promoteurs, une ville réellement respectueuse de l'environnement? La question paraît scandaleuse quand on sait que rendre tout plus intelligent est le nouvel horizon de l'écologie. Le Parlement européen n'a-t-il d'ailleurs pas affirmé que les villes *smart* généreront « de la prospérité économique et du bien-être social », tout en étant « efficaces et durables<sup>2</sup> »? Voilà qui explique pourquoi 443 projets de *smart cities* ont déjà vu le jour à l'initiative de 286 villes à travers le monde<sup>3</sup>.

Or, « une ville est comme un individu : elle a besoin de nourriture, d'eau et d'espace pour s'épanouir », raconte Federico Cugurullo. En étudiant le « métabolisme urbain » d'une agglomération, les urbanistes entendent recenser les flux de matières, d'énergie et de déchets qui y entrent et en sortent afin d'en apprécier les performances écologiques. Or, quel est le métabolisme d'une *smart city* telle que Masdar? « La question est légitime car les technologies intelligentes

---

1. « Masdar's zero-carbon dream could become world's first green ghost town », *The Guardian*, 16 février 2016.

2. « Mapping Smart Cities in the EU », Directorate General For Internal Policies, Policy Department, Economic and Scientific Policy, janvier 2014.

3. « Navigant Research's smart city tacker 2Q19 highlights 443 projects spanning 286 cities around the world », *Business Wire*, 20 juin 2019. Toujours selon la société de conseil Navigant Research, le marché annuel mondial des technologies au service des villes intelligentes, qui avoisinait 97,4 milliards de dollars américains en 2019, atteindra 263 milliards de dollars en 2028.

nécessitent des matériaux dont il faut calculer l'impact», insiste Curugullo, qui confie avoir demandé – sans succès – des rapports chiffrés auprès des promoteurs. De toute façon, «vous ne vous procurerez jamais de tels documents à Abou Dhabi», tranche l'universitaire turque Gökçe Günel, auteure d'un ouvrage sur Masdar City, dans une allusion à peine voilée au régime autoritaire émirati<sup>1</sup>.

Le plus stupéfiant est que, jusque récemment, aucune étude d'impact globale d'une *smart city* n'avait été conduite dans le monde<sup>2</sup>. Il faut en réalité attendre 2016 pour qu'un groupe de chercheurs danois, emmené par Kikki Lambrecht Ipsen, établisse un cadre d'analyse théorique pour le compte d'une revue scientifique<sup>3</sup>. Durant six mois, l'universitaire va

---

1. Entretien avec Gökçe Günel, maîtresse de conférence en anthropologie à l'université de Rice, Houston, Texas, 2020.

2. Dès 1994, dans son étude «Green signals: The environmental role of telecommunications in cities», le chercheur anglais Simon J. Marvin remet en cause l'idée communément acceptée selon laquelle les télécommunications pourraient activement contribuer au développement de villes plus durables. Et en 2014, dans un article publié dans *Environment and Planning A* intitulé «Smart cities and green growth: outsourcing democratic and environmental resilience to the global technology sector», deux chercheurs anglais, Jenni Viitanen et Richard Kingston, citent et poursuivent les travaux de Simon J. Marvin. À tâtons, ils émettent des hypothèses sur l'impact environnemental des *smart cities*: «Il est probable que plus une ville devient intelligente, plus elle produira de déchets électroniques.» Enfin, ils enjoignent les législateurs à «adopter une approche moins naïve des risques et des bénéfices» des villes intelligentes. Aucun calcul précis n'est néanmoins réalisé. En 2016, enfin, le rapport effectué par la Environmental Industries Commission, «Getting the green light: Will smart technology clean up city environments?» conclut qu'il «existe un manque de preuves définitives que les technologies intelligentes [...] joueront un rôle majeur dans l'amélioration des performances environnementales des villes».

3. Kikki Lambrecht Ipsen, Regitze Kjær Zimmermann, Per Sieverts Nielsen, Morten Birkved, «Environmental assessment of Smart City Solutions using a coupled urban metabolism – life cycle impact assessment approach», *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 2019.

passer en revue les coûts et bénéfices de sept catégories de technologies *smart* telles que les fenêtres intelligentes, les compteurs d'eau connectés et les réseaux électriques informatisés – soit des millions d'équipements<sup>1</sup>... D'un côté, ces outils réduisent la consommation d'électricité des agglomérations. Mais pour obtenir un tel gain, il a fallu industrialiser et transporter quantité d'équipements, avec un coût matériel et énergétique important. Or l'analyse coûts-bénéfices de Kikki Lambrecht Ipsen, publiée en 2019, laisse abasourdi : «Le développement de solutions de villes intelligentes génère, d'une manière générale, une influence négative sur les performances environnementales d'un système urbain<sup>2</sup>», conclut la chercheuse.

Soyons clairs : les *smart cities* peuvent être des agglomérations agréables à vivre et localement propres pour les milliards d'urbains qui les habitent. De plus, des progrès technologiques les rendront encore plus efficaces et contribueront probablement à réduire leur bilan écologique. Il n'est dès lors pas insensé que nos édiles en fassent un fer de lance de leur action politique. Mais si l'on tient compte des véritables frontières de ces villes, qui s'étirent à des milliers de kilomètres des périphériques, là où l'on fabrique les technologies intelligentes, il semble que nous aggravions actuellement leur impact global. «Les conclusions de l'étude ne peuvent être généralisées à l'ensemble de la planète, prévient Kikki Lambrecht Ipsen. Mais lorsqu'il est question de

---

1. Étaient combinées deux méthodes, l'une qui s'intéresse à l'ensemble des flux de matières entrant et sortant d'une ville (*urban metabolism*) et l'autre qui analyse ces flux de matières à toutes les étapes de vie de la ville, c'est-à-dire au moment de l'extraction des ressources, de la fabrication des produits, de leur utilisation puis de leur fin de vie (*life cycle analysis*).

2. Entretien avec Kikki Lambrecht Ipsen, chercheuse au département génie civil, université de Sherbrooke, Québec, Canada, 2020.

« villes intelligentes, il nous faut rester méfiants. » Federico Cugurullo a, lui, l'intuition – sans pouvoir le prouver – que « les coûts écologiques de Masdar City sont [eux aussi] supérieurs aux bénéfiques escomptés ». Il assure d'ailleurs que « les solutions avancées sont précisément la cause du problème. Si vous consultez des géographes ou des urbanistes, 95 % d'entre eux demeurent sceptiques à propos de la ville intelligente ».

Comment une telle cécité a-t-elle été rendue possible ?

### LES MATHÉMATIQUES AU SERVICE DE LA NATURE

Pour répondre à cette question, il nous faut ouvrir une fenêtre sur la longue histoire des mathématiques. Depuis des milliers d'années, les hommes n'ont cessé de traduire le monde qui les entoure en chiffres ou en nombres – de calculer. Projetons-nous pour commencer dans une société agraire s'épanouissant en Mésopotamie, il y a cinq mille ans, sur les rives de l'Euphrate. Pour compter leurs troupeaux, les bergers plaçaient dans un récipient un nombre de jetons d'argile équivalant aux têtes de bétail composant leur cheptel et, partant, ils les comptaient<sup>1</sup>. Par la suite, les diverses branches des mathématiques (algèbre, statistique, géométrie, arithmétique, etc.) ont permis de poursuivre cette œuvre de conceptualisation du monde... et donc d'étendre l'emprise de l'homme sur ce qui l'entoure.

Dans l'Antiquité romaine, par exemple, les aqueducs furent construits grâce, notamment, à l'utilisation du dioptré, un

---

1. Mickaël Launay, *Le Grand Roman des maths, de la préhistoire à nos jours*, Flammarion, 2016.



instrument de mesure topologique qui mesurait les angles des édifices. Au Moyen Âge, avec la trigonométrie, les arpenteurs arabes purent traduire leurs pas en distances géographiques, ce qui favorisa l'apparition des premiers cadastres. À l'aube de la Renaissance, aucune exploration des océans n'eût été possible sans le recours à des outils de calcul géométrique tels que les compas, les rapporteurs et autres astrolabes. Et que dire des statistiques et des probabilités qui, au XVIII<sup>e</sup> siècle, permirent d'anticiper les évolutions démographiques et les rentrées fiscales, et donc de mieux administrer l'État français ? Au cours de l'histoire, les mathématiques se sont révélées une puissante discipline pour comprendre le monde, l'organiser et, bien entendu, le conquérir.

Mais cela fait trois siècles que les mathématiciens nourrissent aussi un but différent... Tout remonte au début du XVIII<sup>e</sup> siècle : afin de rationaliser la gestion forestière outre-Rhin (et bien sûr d'accroître leurs profits), les forestiers allemands organisèrent la rotation des coupes et accélérèrent la régénération de la ressource avec force calculs. Après la Seconde Guerre mondiale, on appliqua le même objectif à l'industrie halieutique grâce à la mesure du rendement maximal durable, c'est-à-dire la quantité maximale de poissons pouvant être pêchés sans que les espèces ne soient mises en danger<sup>1</sup>. «Le recours aux mathématiques pour limiter la consommation de matières et d'énergie, mieux étudier l'évolution de la faune et de la flore ou encore optimiser les déplacements a une longue histoire», confirme un expert<sup>2</sup>. Pour le dire autrement, cela fait belle lurette que les sociétés

---

1. Le rendement maximal durable (RMD) a été théorisé en 1935 par le biologiste britannique Michael Graham.

2. Entretien avec Alexandre Gaudin, professeur à AgroParisTech, 2020.

humaines mesurent la nature pour la dominer... et pour la protéger.

C'est alors qu'intervient le numérique, c'est-à-dire l'entreprise la plus aboutie de représentation de ce qui nous entoure en chiffres, nombres, caractères et autres signaux. Couplé à la formidable puissance de traitement des outils informatiques contemporains, le numérique a pour conséquence, au <sup>xx</sup>e siècle, non seulement de démultiplier nos désirs de connaissance et de conquêtes jusque dans les recoins d'une lointaine galaxie, mais également de poursuivre, en plus grand, l'œuvre de conservation des forestiers allemands.

- Tout d'abord, le numérique permet d'acquérir une connaissance inédite de la santé de la planète. L'extraordinaire masse d'images et de données ainsi combinées sert une compréhension profonde des pollutions qui nous menacent. Un épisode récent l'illustre : depuis plusieurs années, des scientifiques constataient la présence persistante dans l'atmosphère de CFC-11<sup>1</sup>, un gaz responsable du trou dans la couche d'ozone et interdit par le protocole de Montréal de 1987<sup>2</sup>. Mais ils s'avouaient incapables de savoir quel pays en était l'émetteur. Par le truchement des images satellitaires<sup>3</sup> et de la modélisation des vents qui propageaient ces gaz, une équipe de recherche internationale a pu identifier, en 2019, l'origine des émissions<sup>4</sup> – plusieurs

---

1. Trichlorofluorométhane.

2. Stephen A. Montzka, Geoff S. Dutton, Pengfei Yu *et al.*, « An unexpected and persistent increase in global emissions of ozone-depleting CFC-11 », *Nature*, 557, 16 mai 2018.

3. On parle de *space data* : les « données de l'espace ».

4. Matt Rigby, Sangho Park, Takuya Saito *et al.*, « Increase in CFC-11 emissions from eastern China based on atmospheric observations », *Nature*, 569,

usines situées dans l'est de la Chine – et faire cesser un trafic illégal de CFC-11. Quelle autre technologie que le numérique aurait pu générer de tels gains écologiques en un laps de temps si court ?

Et nous n'avons qu'effleuré, à ce jour, cet effet de levier écologique. Vous vous rappelez peut-être que dans le roman *1984*<sup>1</sup>, le seul arpent de l'Océania où Winston Smith peut encore se soustraire à *Big Brother* est un tail- lis de frênes, une clairière tamisée de jacinthes, des pâtu- rages, un ruisseau... En clair, la nature. Celle-ci échappe aux télécrans et aux micros annoncés par George Orwell. Or la réalité a dépassé la fiction depuis que des « méga- constellations » de milliers de satellites catapultés dans l'espace permettent d'observer en temps réel la pollution par le plastique des océans, de mesurer l'acidité des terres agricoles, d'évaluer l'érosion de la grande barrière de corail ou la fonte des neiges au sommet du Kilimandjaro... S'il fut un temps où nous regardions le ciel pour affiner notre lecture du monde ici-bas, aujourd'hui, c'est l'exact inverse qui se produit : des milliers d'astres électroniques nous regardent sans arrêt, ainsi que nos compagnons les thons de Méditerranée, les manchots du Cap et les pins de Paraná du Brésil. Jamais la nature ne s'était trouvée soumise à une telle surveillance !

- Ensuite, le numérique concourt à optimiser nos modes d'organisation. « Il permet ainsi d'adapter l'éclairage public aux besoins réels des populations, de localiser les

---

22 mai 2019. Voir également « Ozone layer: Banned CFCs traced to China say scientists », BBC, 22 mai 2019.

1. George Orwell, *1984*, Gallimard, 2020 (première édition du Royaume- Uni en 1949).