

1

L'espace numérique

Introduction : un nouveau domaine d'opportunités... et de menaces

Pour parvenir à comprendre les enjeux stratégiques relatifs à la sécurité du numérique, il semble que l'on ne puisse pas faire l'économie d'une étape très classique dans ce genre de démarche : **comprendre l'environnement et l'état des lieux**. En l'espèce, s'agissant des questions de cybersécurité, l'environnement s'appelle « **l'espace numérique** », voire tout simplement « **le numérique** ». À la différence des autres grands environnements investis par l'être humain – la terre, la mer, l'air, l'espace extra-atmosphérique – le numérique est une **pure création humaine**. Elle repose sur deux grandes composantes : **l'informatique** et la **mise en réseau d'équipements informatiques**. C'est bien ce dernier phénomène qui permettra la création d'un véritable « environnement numérique » tel que nous le connaissons aujourd'hui.

Cet ouvrage ayant vocation à se concentrer sur la sécurité du numérique, on ne cherchera pas ici à couvrir de façon exhaustive toutes les questions liées au numérique, qui sont déjà traitées par ailleurs par une vaste littérature.

Si le numérique fait l'objet d'autant d'attention, c'est très probablement parce qu'il constitue un **gigantesque terrain de nouvelles opportunités pour nos sociétés, nos économies et notre civilisation**. Accès quasi-instantané à des quantités phénoménales d'informations, maintien du lien social entre des individus physiquement éloignés, applications scientifiques et technologiques nouvelles, modèles

économiques porteurs de valeur, nouvelles façons de se déplacer, d'apprendre, de se rencontrer, de se parler, de s'informer, de se soigner : ce sont autant de compartiments de terrain prometteurs dont il nous reste à explorer tout le potentiel.

Afin de planter les bases de la suite, nous nous attarderons sur quelques points essentiels à la compréhension. Après un bref rappel historique et conceptuel portant sur le développement des réseaux informatiques, nous étudierons les grandes propriétés du cyberspace et chercherons à clarifier la notion relativement insaisissable de « données ». Ces premiers constats posés, nous chercherons à observer quelques grandes tendances de « ce qu'il se passe dans le numérique », sur les plans cognitifs, sociaux, économiques, sociétaux et conflictuels. Ce dernier aspect nous amènera, pour clore ce chapitre, à réfléchir à l'application d'un concept très ancien à un domaine plutôt nouveau et à décrypter les interprétations de la « souveraineté numérique ». Nous aurons alors toutes les cartes en main pour aller explorer la face plus sombre du numérique, **la contrepartie inévitable à toutes les opportunités qu'il promet : la menace d'origine cyber.**

1. Réseaux informatiques, Internet, cyberspace

1. Quelques rappels fondamentaux

Réseaux informatiques, Internet, cyberspace, numérique : les liens entre ces différents concepts sont si forts, et parfois si flous, qu'il est aisé de les confondre, même dans les milieux les plus experts.

L'on pourrait résumer la situation ainsi :

- les **équipements dits « informatiques »** (*i.e.* les ordinateurs et leurs systèmes périphériques) ont pour raison d'être la manipulation, le stockage et le traitement d'informations sous une forme dite « **numérique** » (ou « digitale », lorsque cet anglicisme est admis). Pour rappel, l'adjectif « numérique » fait référence au fait qu'à leur plus bas niveau de traitement, les informations peuvent être représentées de façon binaire par des 0 et des 1 ;

- l'**interconnexion physique** (par des câbles ou *via* des ondes électromagnétiques qui permettent de s'affranchir de support filaire) et **logique** (par des protocoles de communication) permet la création de **réseaux informatiques** ;
- ces réseaux informatiques peuvent eux-mêmes être mis en réseau, le plus célèbre et le plus utilisé de ces « **réseaux de réseaux** » étant probablement celui que l'on appelle **Internet**, qui relie un gigantesque ensemble de réseaux publics et privés par le biais d'un protocole de communication appelé TCP/IP ;
- malgré sa très vaste emprise, Internet ne constitue néanmoins qu'une partie de l'ensemble des interconnexions mondiales, certains réseaux ne lui étant pas du tout reliés ;
- plus largement, l'ensemble des équipements informatiques du monde et de leurs différentes formes de mises en réseaux constitue « **l'espace numérique** » ou le « **cyberespace** ».

De par le rôle singulier qu'il a joué dans l'avènement de l'espace numérique et l'importance de son étendue actuelle, Internet mérite que l'on s'attarde sur les grands jalons de son histoire.

2. Brève histoire d'Internet

Les années 1960 sont le théâtre des premiers travaux sur la commutation de paquets et les réseaux informatiques. Entre 1966 et 1972, la DARPA¹ américaine lance ainsi le projet ARPANET, premier réseau à transfert de paquets. Contrairement à une légende largement répandue, le but initial de ce projet n'était pas militaire mais visait à faciliter les télécommunications entre chercheurs. Un projet de recherche indépendant, mené par la *RAND Corporation*², s'est bien intéressé à un moyen de maintenir les communications en cas d'attaque – notamment nucléaire – mais est finalement resté théorique. Il est par ailleurs important de mentionner à ce stade une contribution française encore trop peu connue : celle d'une équipe

1. La DARPA est une agence du département de la Défense américain en charge de la recherche et du développement de technologies destinées à des usages militaires.

2. La *RAND Corporation* est une organisation à but non lucratif américaine de type *think tank* ayant vocation à améliorer les décisions politiques et économiques.

menée par Louis Pouzin dans le cadre du projet *Cyclades*, qui aboutira à l'invention du datagramme.

Très tôt, certains s'intéressent aux enjeux de sécurité liés à la mise en réseau des ordinateurs. Ainsi, en avril 1967, l'ingénieur américain Willis Ware publiera un article fondateur en la matière intitulé « *Security and Privacy in Computer Systems*¹ ». À l'époque, ces considérations sont **peu entendues**. Les principes fondateurs d'ARPANET résideront dans la **distribution** et la **déconcentration** : par construction, **la connectivité est préférée à la sécurité**.

À la fin des années 1980, la *National Science Foundation* – le CNRS étatsunien – ouvre des centres informatiques afin de **rendre ARPANET accessible** à plus grande échelle. Cela permet l'ouverture, au début des années 1990, du réseau à une **utilisation commerciale**. La décennie 1990 verra ainsi plusieurs jalons importants, en matière de technologie et de gouvernance :

- en 1991, la création par l'équipe de Tim Berners-Lee au CERN du « *World Wide Web* » (aussi appelé le « *web* », « *WWW* » ou encore la « *Toile* »), s'appuyant sur quelques briques fondatrices telles que le protocole HTTP, les liens hypertextes ou le langage HTML ;
- en 1992, la création de l'ISOC (*Internet Society*), pour promouvoir et coordonner les développements sur Internet ;
- en 1993, la création du premier navigateur *web*, et l'enregistrement des noms de domaine ;
- en 1994, la création du *W3 Consortium*, pour gérer l'évolution du *web* ;
- en 1998, la création de l'ICANN (*Internet Corporation for Assigned Names and Numbers*), pour superviser l'administration des noms de domaine.

En toile de fond, le *web* est vite perçu par beaucoup comme un **formidable terreau d'opportunités commerciales**. Cette vision des choses, tirée par la volonté de dégager des profits, confirmera les principes fondateurs de l'architecture d'ARPANET – la connectivité est toujours préférée à la sécurité – et marquera l'essor d'un mouve-

1. WARE W., « *Security and Privacy in Computer Systems* », dans *International Workshop on Managing Requirements Knowledge*, Atlantic City, 1967, p. 279-282.

ment de pensée largement structurant dans les affaires numériques : le **mouvement libéral**.

En parallèle, les années 1990 virent également la montée en puissance d'un autre courant de pensée significatif : le **mouvement libertaire**. En 1990 est ainsi créée l'*Electronic Frontier Foundation* (EFF). Ses fondateurs sont partis des postulats que les autorités de l'époque semblaient ignorer les formes émergentes de communication en ligne, et qu'il était nécessaire de protéger davantage les libertés fondamentales sur Internet. Quelques années plus tard, en 1996, l'un des co-fondateurs de l'EFF, John Perry Barlow, publiera même la *Déclaration d'indépendance du cyberspace*¹, faisant de l'idée qu'**aucun gouvernement ne peut s'approprier Internet un principe fondateur de ce manifeste**². La vision ainsi portée par Barlow faisait d'Internet un monde garantissant l'anonymat et où la surveillance serait impossible.

Dans les années 2000, le développement des réseaux à haut débit, filaires ou sans fil, permit notamment la multiplication des services tels que les *blogs*, les *wikis*, les outils de partage de photos et de vidéos, les réseaux sociaux et, plus largement, l'Internet mobile. Le *web* passa ainsi une nouvelle étape, que Tim O'Reilly appellera le « **web 2.0** » en 2005³, en devenant **de plus en plus participatif, interactif et social**. L'internaute peut, sans connaissances techniques informatiques pointues, y contribuer à l'échange d'informations et interagir sur le contenu et la structure des pages qu'il visite. **L'action de l'utilisateur ajoute ainsi de la valeur au service qu'il utilise**, dont il devient en quelque sorte le co-développeur. Cette tendance contribuera à placer la donnée au cœur de tous les enjeux et à favoriser un essor considérable des effets dits de « **plateformes** ». De nombreux acteurs économiques ont su tirer profit de cette séquence, donnant ainsi naissance à de véritables géants du numérique tels

1. <https://www.eff.org/cyberspace-independence/>

2. Extrait de la version originale en anglais : « *Governments of the Industrial World, you weary giants of flesh and steel, I come from Cyberspace, the new home of Mind. On behalf of the future, I ask you of the past to leave us alone. You are not welcome among us. You have no sovereignty where we gather* ».

3. O'REILLY T., « *What Is Web 2.0 – Design Patterns and Business Models for the Next Generation of Software* », sur tim.oreilly.com [en ligne], publié le 30 septembre 2005.

que les entreprises américaines *Google, Apple, Facebook* et *Amazon*, figures de proue du mouvement connues sous le nom de « **GAF**A ».

3. Gouvernance technique d'Internet

Loin de n'être qu'un objet technologique, les concepteurs d'Internet l'ont très vite doté d'organes de gouvernance technique. Pensé dès l'origine comme un **système décentralisé**, Internet est un **maillage dépourvu d'autorité centrale unique**. En l'état actuel des choses, l'on peut considérer qu'il est dirigé par un réseau international de groupes autonomes provenant de la société civile, du secteur privé, des États, des communautés académiques et des organisations internationales.

Attention : le mot « gouvernance », largement entré dans le langage courant, est susceptible de prêter à confusion. Il s'agit bien ici d'aborder la question de la gouvernance d'Internet du point de vue de son architecture *technique*, s'agissant notamment de ses infrastructures, des normes techniques qui le concernent et des schémas de décision qui régissent les choix autour de ces éléments.

Sans chercher à traiter de façon exhaustive ce sujet relativement complexe, l'on peut mentionner quelques entités qui jouent un rôle significatif dans la **gouvernance technique actuelle d'Internet** :

- l'ISOC, association de droit américain qui promeut le développement, l'évolution et l'usage d'Internet ;
- l'IAB (*Internet Architecture Board*), groupe informel chapeauté par l'ISOC en charge du développement technique ;
- l'IETF (*Internet Engineering Task Force*), groupe informel dépendant de l'IAB travaillant à l'élaboration et à la promotion de standards techniques tels que TCP/IP ;
- l'ICANN, société de droit californien à but non lucratif, sous tutelle du département du Commerce américain jusqu'en 2016, chargée de l'administration de l'adressage IP et de la gestion des treize serveurs DNS dits « racines » ;
- les cinq RIR (*Regional Internet Registry*), qui allouent les blocs d'adresses IP dans chacune des cinq zones du monde dans lesquelles ils sont situés ;

- l'IGF (*Internet Governance Forum*), sous tutelle de l'ONU, qui est le grand forum mondial sur la gouvernance d'Internet.

Outre ces entités, la gouvernance d'Internet s'appuie également sur un principe assez célèbre : celui de la **neutralité du net**¹. Sacralisant la séparation entre les fonctions de transport (réseau physique) et de traitement des informations (réseau logique), il postule la **non-discrimination à l'égard de la source, de la destination ou du contenu de l'information transmise**. À l'heure où ces lignes sont écrites, début 2020, et au regard d'enjeux politiques, économiques et techniques complexes, ce principe fait l'objet de nombreux débats.

4. Le « *deep* » et le « *dark* »

Trois concepts régulièrement évoqués et emportant des considérations parfois « obscures » méritent un peu d'attention.

Le « *deep web* », ou « *web* profond », représente la partie du *web* non indexée et non référencée par les moteurs de recherche. Il contient notamment toutes les pages *web* accessibles après une authentification de l'utilisateur, telles que les *webmails*, les banques en ligne, les sites à accès payant ou certains réseaux sociaux. Si, par définition, la taille du *deep web* est très difficile à mesurer, certaines estimations évoquent la proportion des trois quarts du *web* global.

Un « *darknet* » est un réseau dit « superposé » disposant notamment de fonctions d'anonymisation. Cette propriété, qui permet une certaine discrétion aux utilisateurs, amène ce concept à être souvent associé à des activités illégales ou dissidentes. Le réseau *Tor*² en constitue un célèbre exemple. Un « *dark web* » est un dispositif analogue à celui du *web* d'Internet, mais associé à un *dark net*.

1. WU T., « Network Neutrality, Broadband Discrimination », dans *Journal of Telecommunications and High Technology Law*, vol. 2, 2003, p. 141.

2. <https://www.torproject.org/>

II. Topologie du cyberspace

Comment appréhender et se représenter le cyberspace ? Qui en sont les principaux acteurs ? Quelles en sont les grandes caractéristiques ? Telles sont les questions auxquelles cette section se propose de répondre.

1. Couches, frontières, centres de gravité, pentes

Une représentation désormais communément admise du cyberspace le découpe en **trois couches** :

- une couche **matérielle ou physique**, la plus basse, composée d'équipements palpables (p. ex. des ordinateurs, câbles, terminaux mobiles, *data centers*, clés USB, disquettes, CD-ROM, etc.) ;
- une couche **logicielle ou logique**, intermédiaire, qui anime le fonctionnement des équipements de la couche matérielle. Elle met notamment en œuvre :
 - des **systèmes d'exploitation** et des **applications** au sein d'une machine donnée,
 - des **protocoles** permettant à plusieurs machines de communiquer entre elles,
 - et des **langages de programmation** et des **interfaces d'entrées et sorties** permettant aux machines et aux humains d'interagir ;
- et une **couche sémantique**, dans laquelle vivent des données porteuses d'un sens. Ce sens peut être plus ou moins compréhensible par l'humain et plus ou moins abstrait. Une catégorisation intéressante distingue par exemple :
 - les **métadonnées**, qui sont des « données à propos d'une donnée », telles que son propriétaire, son auteur, son destinataire, leurs éventuelles adresses IP, la date et l'heure de sa création ou encore des éléments de géolocalisation,
 - les **contenus** « directs »,
 - et les **conglomérats** d'information, dont un exemple très parlant nous est fourni par le concept du « mot-dièse » (« *hashtag* ») du réseau social *Twitter*. Qu'un mot-dièse donné soit situé dans les « *trend topics* » constitue par exemple une information en soi.