

## PEUT-ON PENSER UNE CYBERGÉOGRAPHIE ?

Jérémy Robine et Kavé Salamatian

La Découverte | « Hérodote »

2014/1 n° 152-153 | pages 123 à 139

ISSN 0338-487X

ISBN 9782707178985

Article disponible en ligne à l'adresse :

-----  
<https://www.cairn.info/revue-herodote-2014-1-page-123.htm>  
-----

Distribution électronique Cairn.info pour La Découverte.

© La Découverte. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

# Peut-on penser une cybergéographie ?

*Jérémy Robine<sup>1</sup>, Kavé Salamatian<sup>2</sup>*

L'Internet est aujourd'hui une réalité que plusieurs milliards d'êtres humains expérimentent tous les jours. Ce réseau a évolué en l'espace de quarante ans d'une petite expérimentation entre quatre ordinateurs dans l'ouest des États-Unis (Californie et Utah) financée par l'agence américaine de la Défense, l'ARPA<sup>3</sup>, en un réseau s'étendant sur tous les continents et qui interconnecte une centaine de millions de serveurs et de routeurs, donnant corps à l'hallucination collective que William Gibson<sup>4</sup> avait appelé cyberspace en 1984. Il forme aujourd'hui un élément incontournable du monde contemporain, et, en géopolitique, bien des événements récents, au Maghreb, au Moyen-Orient ou en Europe, en ont souligné l'importance. Plus largement, Internet et les réseaux qui le constituent font aujourd'hui partie des équipements stratégiques, militaires ou économiques. Le cyberspace existe donc pour des centaines de millions d'utilisateurs qui le sillonnent de façon quotidienne, pour accéder à des sites d'information, des réseaux sociaux, du multimédia et, plus généralement, à toutes ces applications qui tissent ce qu'on appelle communément la Toile.

La réalité de ce « quelque chose » qui est désormais nommé cyberspace est donc incontestable car nous l'utilisons. L'analogie avec l'espace terrestre est cependant discutable. L'espace est une réalité tangible, malgré les moyens les plus modernes de mobilité, tandis que le cyberspace reste intangible pour la plupart de ses utilisateurs.

---

1. Docteur et ingénieur en cartographie à l'Institut français de géopolitique, université Paris-VIII.

2. Professeur des universités en informatique à l'université de Savoie, chercheur associé à la chaire Castex de cyberstratégie.

3. United States Department of Defense Advanced Research Projects Agency.

4. Écrivain américain de science-fiction, inventeur du terme cyberspace, dans sa nouvelle « Gravé sur chrome » (*Burning Chrome*) en 1982.

## Analyse géographique de l'Internet ou cybergéographie ?

Le cyberspace, pour exister, a besoin d'équipements ou d'infrastructures concrets installés dans l'espace terrestre. Avec ces équipements physiques, Internet et le cyberspace restent solidement ancrés dans l'espace géographique. L'Internet est donc un réseau virtuel bâti sur du réel. C'est un nuage qui prend solidement ses assises dans du béton. Par ses fibres optiques, par ses satellites, par l'environnement politique, légal et économique, l'Internet présente des contraintes physiques, géographiques, économiques, politiques qui ont nécessité des investissements colossaux.

Comme tout autre équipement « en dur », la structure de ce réseau dépend de l'environnement et de ses contraintes physiques, sociales, économiques ou politiques, tout en participant à fabriquer et à faire évoluer cet environnement. Ces infrastructures peuvent être des cibles en situation de conflit, et, plus généralement, leur organisation dans les territoires pose de nombreux problèmes classiques de géographie ou de géopolitique, en termes d'aménagement du territoire ou d'inégalités spatiales. Cette dimension, liée à la présence d'équipements comme les câbles, les serveurs, les centres de données (*data centers*), les points d'échange et d'interconnexion, les centres opérationnels, etc., pourrait pousser à considérer que l'Internet et les flux y transitant peuvent être traités de la même façon que les autres réseaux d'infrastructures, comme les oléoducs ou les réseaux transportant les flux de marchandises. Ainsi, il suffirait d'ajouter une dimension à l'analyse géographique et géopolitique pour qu'existe une géopolitique des enjeux liés à l'Internet et à ses infrastructures.

Mais si l'on s'arrête un instant sur le terme même de cyberspace, un autre aspect apparaît. Parler de cyberspace semble aujourd'hui aller de soi, mais s'agit-il d'un autre espace, ou d'une dimension nouvelle de l'espace que les géographes étudient depuis longtemps ? Et peut-on y observer des humains dans un rapport d'appropriation au cyberspace tel qu'il faudrait évoquer des cyberterritoires ?

Le cyberspace et l'Internet existent dans d'autres dimensions que la dimension spatiale terrestre. Ainsi, des communautés virtuelles sont créées dans le cyberspace autour de concepts qui n'ont parfois pas d'équivalents correspondants dans le monde réel. Un exemple concret est fourni par les logiciels libres qui sont développés par des communautés d'utilisateurs dispersés de par le monde et qui n'ont de commun qu'un langage de programmation et un environnement d'échange de codes. Similairement, les réseaux sociaux en ligne développent de nouveaux espaces d'interactions qui ne peuvent être simplement reliés à la position des serveurs qui exécutent les logiciels qui créent ces services. Plus généralement, le réseau Internet a ses propres concepts et métaphores utilisés pour

aider à comprendre sa structure et son évolution. Ainsi, la cybergéographie s'étend dans un espace séparé, voire parallèle, aux dimensions classiques de la géographie.

Notre ambition dans cet article sera d'ébaucher ce que pourrait être une cybergéographie dont l'objectif, à terme, devrait être de comprendre comment, dans leurs activités virtuelles, les individus sont situés dans le cyberspace et participent à sa production. Mais avant d'aller plus en avant, il convient de traiter de l'Internet et des concepts et métaphores s'y rattachant.

### Le concept de réseau

De même que la géographie exige parfois des connaissances en agronomie ou en hydrographie, la cybergéographie n'est possible qu'au prix d'un minimum de compréhension de la structure technique de l'Internet.

La variété des réseaux et de leur utilisation dans divers domaines aboutit à de multiples définitions pour ceux-ci. Il est donc difficile de formuler une définition unique et pertinente pour les réseaux [Salamatian, 2013]. Un aspect est toutefois essentiel : la différence qui existe entre deux classes de réseaux : les réseaux d'information qui transportent de l'information (Internet, réseaux sociaux) et les réseaux de transport qui ne transportent que des biens (réseaux routiers, commerciaux, d'oléoducs). Si certains réseaux sont exclusivement d'un seul type, d'autres peuvent appartenir aux deux classes. Un réseau de distribution d'énergie électrique doit ainsi être adossé à un réseau de transfert d'information qui contrôle le flot d'énergie. De façon plus générale, on peut constater que même si un réseau de transport ne semble plus transporter d'information, l'information y a circulé dans le passé, lors de l'émergence de ce réseau et de sa croissance. Dans certains cas, ce réseau d'information disparaît et le réseau de transport s'ossifie. Afin de comprendre la forme et la croissance d'un réseau de transport il est donc nécessaire d'étudier le réseau d'information sous-jacent qui lui a donné forme.

On peut ainsi définir les réseaux d'information, que nous allons étudier, comme des réseaux d'acteurs distincts et distribués dans l'espace qui coopèrent ensemble afin de s'échanger de l'information. Cette définition globale ne spécifie ni l'espace dans lequel les acteurs sont distribués, ni le type ou la nature de la coopération en cours, ni le type d'informations échangées. Elle s'applique donc très bien à l'Internet, qui permet de s'échanger des paquets contenant de l'information sous forme de bits au sens de Shannon [Shannon, 1949].

Le maître mot dans cette définition est « coopération ». La nature de la coopération est définie par les protocoles de communications, qui définissent un cadre et un langage communs volontairement adoptés par les acteurs pour communiquer.

Par exemple, la coopération entre les « carrefours » de l'information que sont les routeurs est formalisée par le protocole de routage qui détermine quel autre routeur est sur le chemin vers la destination finale d'un paquet ; le protocole http (*hyper text transfer protocol*) définit la coopération entre un navigateur et un serveur Web. Les coopérations sont généralement imbriquées, c'est-à-dire que chacune se fonde sur des niveaux de coopérations sous-jacents. Ainsi, le schéma de coopération entre le navigateur et le serveur Web se fonde sur l'existence de coopérations entre les routeurs situés entre l'utilisateur (client) et le site Web (serveur), pour construire des chemins passant par ces derniers. Cette dernière coopération se fonde elle-même sur le déploiement de liens de communication et d'équipement réseaux permettant l'interconnexion entre opérateurs. Cette imbrication de coopérations, qui se traduit par une architecture de l'Internet en couches, est l'un des facteurs qui expliquent l'émergence et la croissance rapide de l'Internet.

L'Internet est donc le réseau et l'infrastructure nécessaires à la mise en place des coopérations qui forment le cyberspace. Mais il n'existe pas de limite nette entre ce qui serait l'Internet et ce qui relèverait du cyberspace, car un même objet peut apparaître comme le support d'une coopération (relevant donc de l'Internet) mais aussi comme le résultat d'une coopération (appartenant donc au cyberspace). Un excellent exemple est fourni par le Web. Il s'agit d'une composante essentielle du cyberspace, une coopération qui utilise Internet. Mais c'est aussi une solution de transport pour d'autres coopérations, comme Facebook, les blogs ou les wiki. Le Web est donc à la fois une composante de l'Internet et du cyberspace. Cette imbrication a fortement facilité le développement du cyberspace, car toute nouvelle coopération peut s'appuyer sur d'autres préexistantes, qui s'appuient elles-mêmes sur une succession de coopérations de niveau inférieur. Comme le Web dans l'exemple précédent, chaque couche apparaît simultanément comme une composante de l'Internet et du cyberspace. Cette architecture est donc aussi une source fondamentale de complexité, car il n'est possible de délimiter le support de la coopération (l'Internet) de son résultat (le cyberspace) qu'en prenant le point de vue particulier d'une coopération singulière. Néanmoins, il est utile de rappeler que cette succession de coopérations est finie, c'est-à-dire qu'*in fine* il existe un ordinateur ou un serveur qui exécute un code logiciel en consommant de l'énergie et qui est positionné quelque part dans l'espace terrestre.

L'Internet étant ainsi un réseau de coopération visant à échanger de l'information, il semble utile de préciser que l'information se différencie des produits classiques et de l'énergie en ceci qu'elle n'est pas soumise à une loi de conservation, à l'inverse de ceux-là. Si le volume de produits ou d'énergie transmis ne peut dépasser le volume généré initialement, l'information elle n'est pas limitée par une telle contrainte : un texte, un code, une image, une vidéo ou un fichier de musique peuvent être reproduits à l'infini, sans coût marginal élevé. De plus,

la théorie de l'information de Shannon, ainsi que son extension sous forme de complexité de Kolmogorov, ou de théorie de la simplicité, stipule qu'un bit d'information n'a pas de valeur intrinsèque, et que son intérêt ne peut être évalué qu'au regard de la baisse de complexité qu'il apporte à une situation globale. Ainsi l'information ne peut avoir de valeur absolue, mais seulement une valeur marginale. L'échange d'information et la coopération qui en résulte ne peuvent complètement se comprendre dans un cadre bilatéral et il convient de prendre en compte une situation globale. Cette dernière observation a d'importantes conséquences dans toute une série de problématiques allant de l'économie des réseaux à la surveillance.

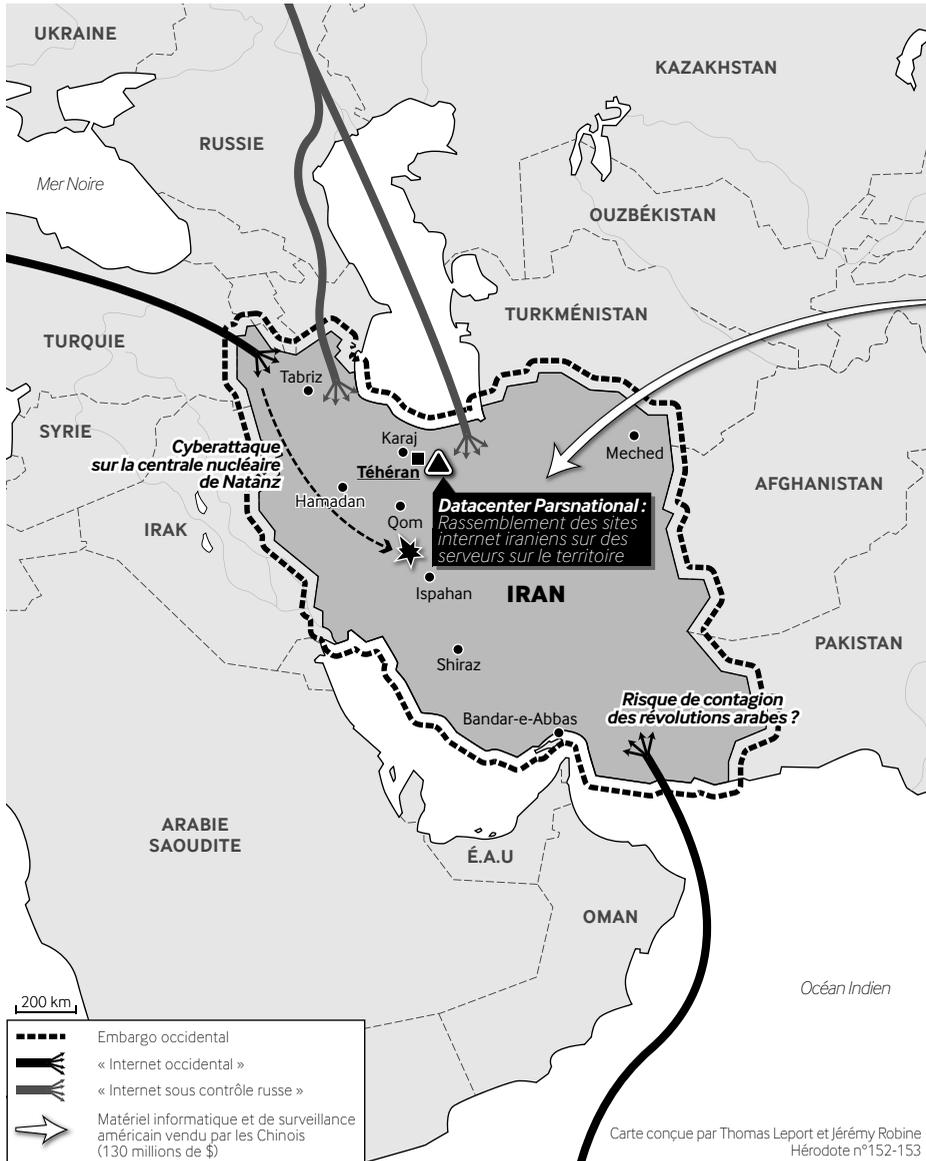
### Géopolitique de l'Internet et de ses infrastructures

Puisque les équipements de l'Internet sont déployés dans l'espace terrestre, un premier regard géopolitique consiste à analyser les enjeux liés à la spatialisation des infrastructures qui permettent son existence. Ces infrastructures sont composées tout d'abord de serveurs, qui peuvent être individuels et de faible capacité de traitement ou être, au contraire, des centres de calcul contenant des dizaines de milliers de serveurs et nécessitant la totalité de l'énergie produite par une centrale électrique pour faire tourner les machines de calcul et pour se refroidir en évacuant la chaleur générée. La distribution spatiale des utilisateurs et des équipements de l'Internet rend nécessaire le déploiement de liens de communication permettant l'échange d'informations entre ces serveurs et ces centres de calcul. Ces liens de communication sont des câbles optiques ou électriques, ou des canaux hertziens entre antennes émettrices et réceptrices qui peuvent être de courte ou de longue portée (un lien bluetooth ne dépasse pas quelques dizaines de mètres, tandis que celui produit par un satellite géostationnaire peut interconnecter deux points distants de plusieurs milliers de kilomètres). Ces liens ont des capacités diverses, de quelques dizaines de kilobits par seconde pour une connexion téléphonique par modem à plusieurs téraoctets<sup>5</sup> par seconde pour un câble sous-marin utilisant du multiplexage de longueurs d'onde<sup>6</sup>. Enfin, ces serveurs et ces équipements de communication devant bien entendu se trouver quelque part dans l'espace terrestre, l'Internet est plus ou moins sensible à la perte d'un de ses éléments (de traitement ou de communication), suite à un incident technique, mais aussi

5. 1 téraoctet =  $10^{12}$  bits = 1 000 000 000 000 bits = 1 000 gigaoctets, soit près de 150 films en format DVD.

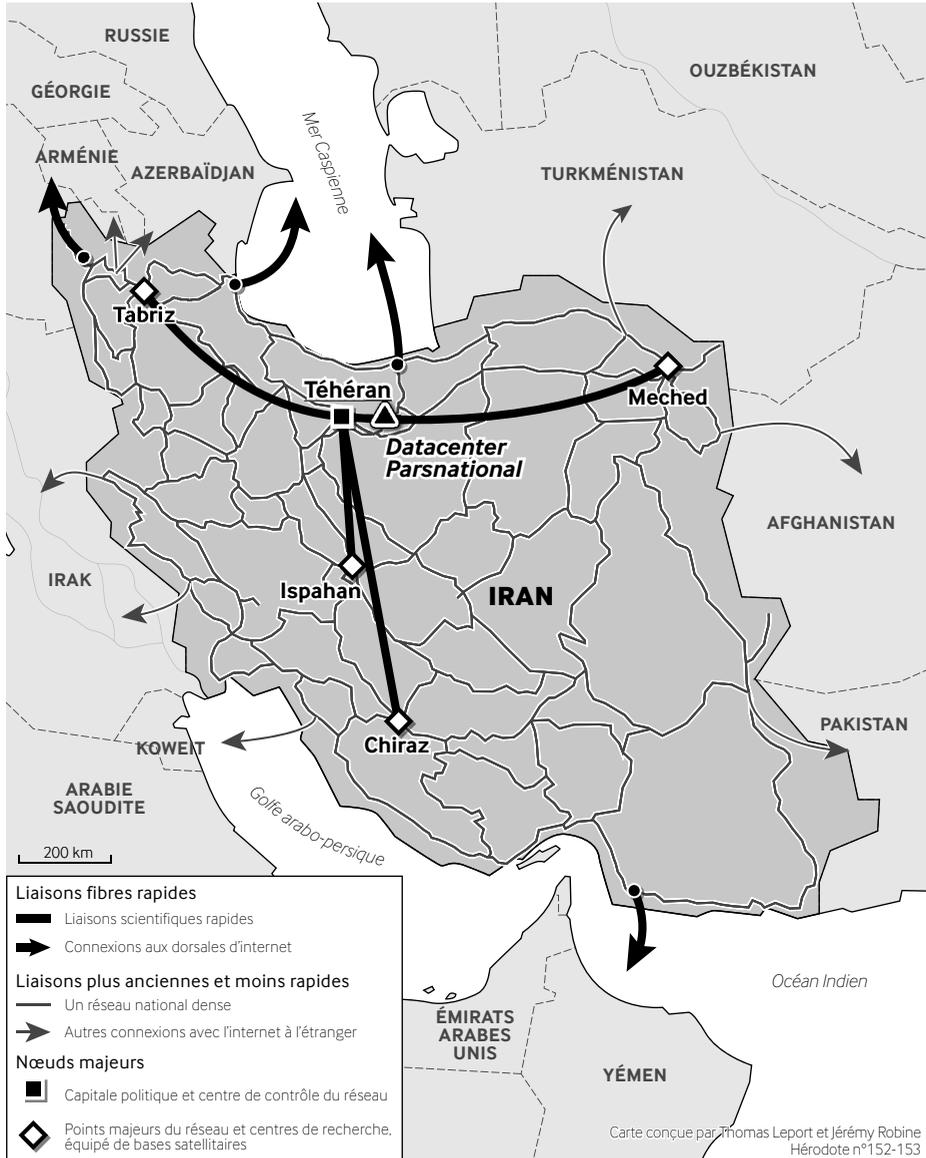
6. Plusieurs transferts en haut débit sont envoyés en parallèle sur des longueurs différentes.

CARTE 1. – L'IRAN UNE ÎLE DANS LE CYBERESPACE ?



Hérodote, n° 152-153, La Découverte, 2<sup>e</sup> trimestre 2014.

CARTE 2. – UN RÉSEAU IRANIEN DÉVELOPPÉ ET INTERCONNECTÉ



Hérodote, n° 152-153, La Découverte, 2<sup>e</sup> trimestre 2014.

éventuellement à une attaque informatique ou encore à la perte de contrôle du territoire d'implantation d'une partie des infrastructures. Ainsi une dimension majeure de la cybergéographie (ou de la cybergéopolitique) consiste à analyser en quoi l'organisation spatiale des divers serveurs, centres de calcul et liens de communication peut créer des enjeux, être l'objet de représentations géopolitiques, ou de stratégies de pouvoir.

### **L'Iran, isolé et vulnérable sur Internet ?**

Le cas de l'Iran donne un très bon exemple d'application de la réflexion cybergéographique. Il est d'usage d'imaginer que les Iraniens n'ont qu'un accès limité et contrôlé à l'Internet. D'une part, un embargo est imposé par les nations occidentales pour empêcher, entre autres, l'importation de matériel informatique<sup>7</sup>. D'autre part, le gouvernement théocratique iranien impose une censure des contenus contraires à sa morale et à sa politique, et souhaiterait construire un Internet protégé conforme à son idéologie. C'est ce que tente de montrer la première carte de cette série réalisée en coopération avec Thomas Lepout<sup>8</sup>.

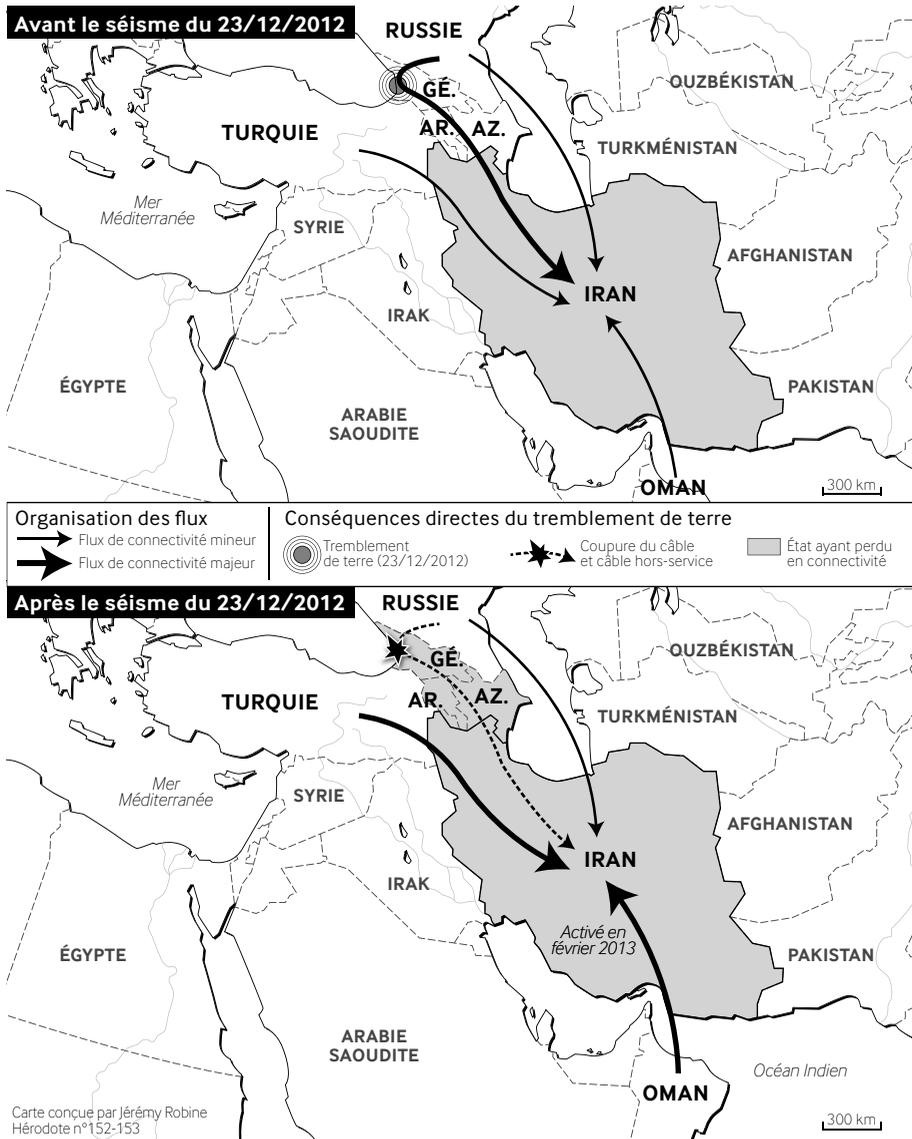
Cependant, la seconde carte montre que le réseau de fibres optiques iranien est en réalité très dense, et qu'il possède de nombreuses connexions internationales. Ce qui suggère un réseau assez résilient et sans doute difficile à neutraliser, du moins par des moyens militaires conventionnels. Néanmoins, rien ne dit que sur le plan logiciel ce réseau soit bien protégé. En effet l'Iran a été ces dernières années la cible de plusieurs attaques informatiques d'ampleur dont les virus Stuxnet et Flame. Une analyse plus fine montre que la plupart des fibres optiques déployées sont difficilement utilisables pour l'Internet et ne sont principalement utilisables que pour la communication téléphonique. La carte permet également de voir que le réseau de base est doublé d'un réseau moderne en cours de déploiement, et que des connexions internationales sont possibles avec la Turquie, l'Irak, le Koweït, Oman, le Pakistan, l'Afghanistan, le Turkménistan, et bien entendu la Russie. C'est-à-dire avec tous les voisins du pays, à l'exception peu surprenante de l'Arabie saoudite. Néanmoins, la plupart de ces connexions sont des liens téléphoniques, et la communication Internet passe par un nombre limité de points, comme indiqué par la première carte.

---

7. L'embargo a été allégé en février 2014 suite aux accords de Genève.

8. Étudiant en master recherche à l'Institut français de géopolitique.

CARTE 3. – RÉORGANISATION DES FLUX DE CONNECTIVITÉ APRÈS LE TREMBLEMENT DE TERRE AU LARGE DE TBILISSI



Hérodote, n° 152-153, La Découverte, 2<sup>e</sup> trimestre 2014.

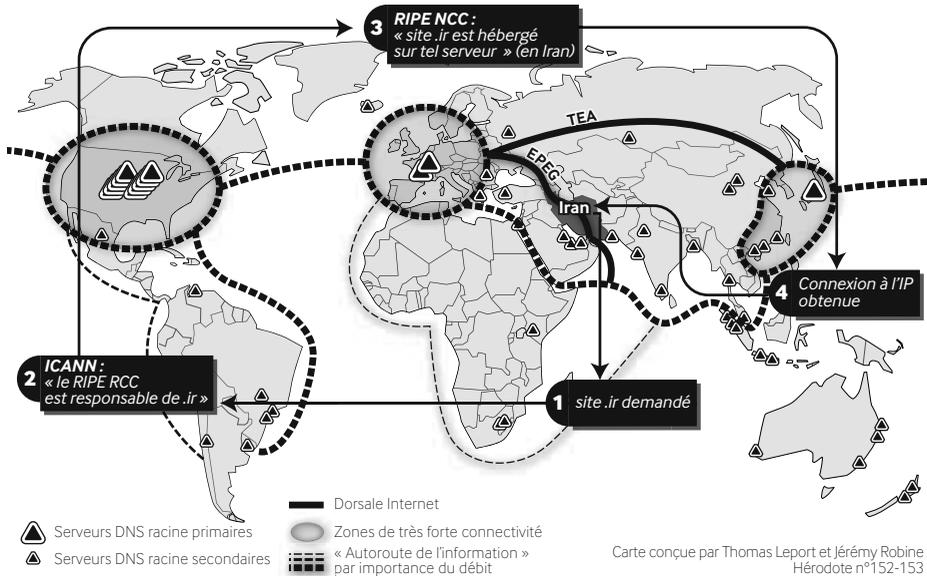
La troisième carte montre le trafic sur les principaux câbles reliant l'Iran au reste du monde, et notamment que, après décembre 2012, l'essentiel de la connectivité ne provenait plus des opérateurs russes. Une part importante du trafic iranien a donc été basculée vers les autres points de sortie (en particulier Turkcell et le câble sous-marin FLAG). Cela a abouti à plusieurs mois d'instabilité de l'Internet iranien. La situation s'est rétablie quand un nouveau câble, nommé Europe-Persia Express Gateway (EPEG, représenté sur la quatrième carte), a été mis en opération au premier trimestre 2013. Sa mise en service a changé la donne aussi bien pour l'Internet iranien que pour le trafic international. Le consortium EPEG avait été constitué en juin 2011 entre quatre opérateurs majeurs : Cable and Wireless (USA), Oman Telecom (Oman), RosNet (Russie) et le ministère iranien de la Technologie des communications et de l'Informatique. Ce système d'une capacité initiale de 540 Gbps a été mis en place extrêmement rapidement, puisqu'il est devenu opérationnel en moins de neuf mois. Ce réseau offre actuellement l'une des principales alternatives pour connecter l'Occident à l'Orient au passage par le corridor congestionné du canal de Suez et de la mer Rouge, où se sont produits ces dernières années plusieurs accidents aboutissant à des coupures de fibres. Ainsi EPEG est aujourd'hui non seulement utilisé pour faire à nouveau transiter une part croissante du trafic Internet iranien vers la Russie, mais devient de plus en plus une voie attractive d'interconnexions internationales.

Enfin, la quatrième carte de la série représente le moment où la géographie dans l'espace terrestre des infrastructures de l'Internet s'approche de celle, à imaginer, du cyberspace. Elle amène à constater que cette connectivité importante et bien éloignée de la représentation dominante ne donne cependant au régime iranien qu'une marge de manœuvre très limitée car, d'un point de vue logiciel, il n'a aucune maîtrise du routage sur son réseau.

### **L'interconnexion Internet de la Syrie et du Liban**

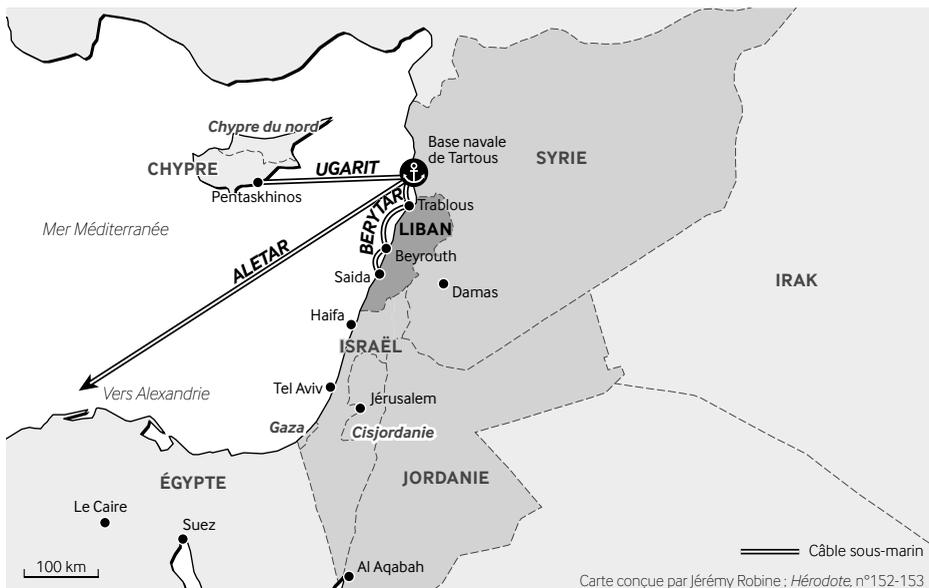
Les cas de la Syrie et du Liban montrent bien la pertinence de cette cybergéographie que nous nous efforçons de construire pour l'analyse géopolitique. La communication Internet de la Syrie est assurée principalement par trois câbles sous-marins de relativement faible capacité (environ 11 Gbps). Ces trois câbles atterrissent tous au même endroit sur les côtes proches de la ville de Tartous, qui se trouve être la ville où la Russie dispose d'une base navale en Méditerranée. Ces trois câbles sont le câble UGARIT connectant Tartous à Pentaskhinos sur l'île de Chypre, le câble ALETAR liant Tartous à Alexandrie en Égypte et le câble BERYTAR qui connecte Tartous à Beyrouth (Liban).

CARTE 4. – L’IRAN TRÈS CONNECTÉ AUX INFRASTRUCTURES DU RÉSEAU MONDIAL  
MAIS FORTEMENT DÉPENDANT POUR LE ROUTAGE



Une analyse plus poussée de la structure de connectivité à l’Internet du Liban, pays voisin de la Syrie, montre que BERYTAR, qui dessert aussi les villes côtières de Saida et Trablous, est quasiment le principal lien connectant le Liban à l’Internet. Ainsi, l’écoute et la surveillance du point d’atterrissage de BERYTAR à Tartous permettent une surveillance de l’Internet libanais. Ce lieu peut donc revêtir une grande importance stratégique et géopolitique, au regard du vaste système de surveillance qui a été dévoilé par les révélations Snowden. Plus récemment, la résistance syrienne a mis en place plusieurs connexions Internet à bas débit entre la partie nord de la Syrie et la Turquie, mais ces liens sont souvent instables. Au-delà, l’analyse de la structure de connectivité à l’Internet dans cette partie du Proche-Orient apporterait un éclairage nouveau aux conflits géopolitiques parfois graves qui s’y déroulent.

CARTE 5. – LES CÂBLES SYRIENS ET LIBANAIS

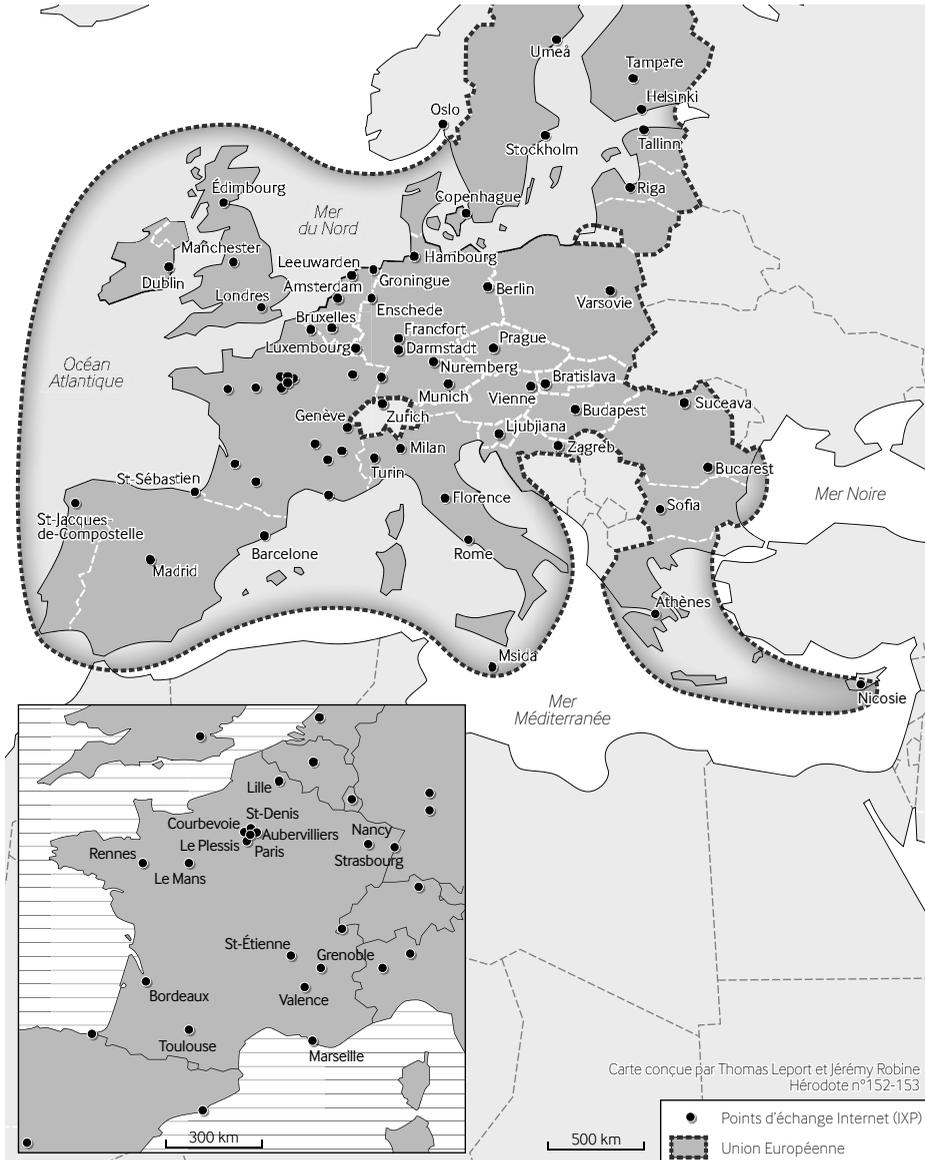


### Les points d'échanges Internet français et leur implantation territoriale

L'analyse géographique et géopolitique des infrastructures de l'Internet ne se limite cependant pas aux conflits internationaux les plus actifs. La méthode d'analyse géopolitique est depuis longtemps appliquée aux conflits liés à l'aménagement du territoire [Subra, 2012]. Or l'accès à une connectivité performante devient également un enjeu stratégique d'aménagement, et l'on peut étudier la géographie des équipements numériques sous cet angle. Un exemple est la carte des « points d'échange Internet » (*Internet exchange point, IXP*) en France et en Europe.

Cette carte montre que la France possède beaucoup de points d'échange, comparativement à ses voisins. Cette situation ne doit rien au hasard. Au niveau du territoire français, les principales zones de forte densité de population sont couvertes, c'est-à-dire à proximité d'un de ces équipements. Or ils sont stratégiques en ceci qu'une grande entreprise qui souhaite avoir une connectivité directe à l'Internet et donc contrôler son routage doit se trouver à proximité d'un de ces points. Sinon l'entreprise doit déléguer ceci à un fournisseur d'accès et perdre une

CARTE 6. – LES POINTS D'ÉCHANGE D'INTERNET (IXP) EUROPÉENS ET FRANÇAIS



Hérodote, n° 152-153, La Découverte, 2<sup>e</sup> trimestre 2014.

partie du contrôle. On peut cependant constater que le Sud-Ouest est moins bien équipé. Cette carte pose la question du « *digital divide* », c'est-à-dire de l'inégalité spatiale dans l'accès à l'Internet, non du point de vue des citoyens utilisateurs, mais du point de vue du développement des territoires. Sans un point d'échange à proximité, c'est une partie des activités économiques qui ne peuvent s'implanter. On comprend alors que certains de ces points d'échange soient poussés par des collectivités territoriales, comme celui qui est situé à Valence. On découvre ici une dimension de cyberstratégie locale en matière d'aménagement du territoire. À l'échelle européenne, la carte montre que nombre de nos voisins n'ont pas autant de points d'échange Internet. Certains n'en n'ont d'ailleurs qu'un seul. C'est bien là une spécificité de la (cyber)stratégie française en matière d'aménagement du territoire, qui mériterait des études comparatives précises, de nature à expliquer sa particularité et, parallèlement, à éclairer l'absence de nombreux points d'échange Internet dans d'autres pays, pourtant parfois marqués par de fortes autonomies locales, comme en Espagne.

Néanmoins, jusqu'ici, l'analyse s'en tient à la géographie des infrastructures de l'Internet dans l'espace terrestre et ne sort ainsi pas du cadre de la géographie classique. Dans cette vision, l'Internet et le cyberspace ne sont qu'une composante additionnelle à ajouter à l'empilement des artefacts géographiques comme les routes et autoroutes, les lignes de chemin de fer, les réseaux de distribution d'eau ou d'énergie, etc. Il n'est d'ailleurs pas anecdotique de constater que fréquemment les liens de communication utilisés par l'Internet sont implantés le long d'équipements préexistants. En effet, le déploiement de nouveaux liens de communication bénéficie fortement des infrastructures et des investissements effectués par les réseaux qui ont précédé l'Internet, en empruntant par exemple les tuyaux physiques qui ont été installés avec d'autres objectifs que le passage de câbles, mais qui apparaissent aujourd'hui comme une source de revenus non négligeables pour ces opérateurs, gestionnaires d'autoroutes ou de voies ferrées, par exemple, qui vendent également du trafic Internet sur les câbles qu'ils ont déployés le long de leur réseau.

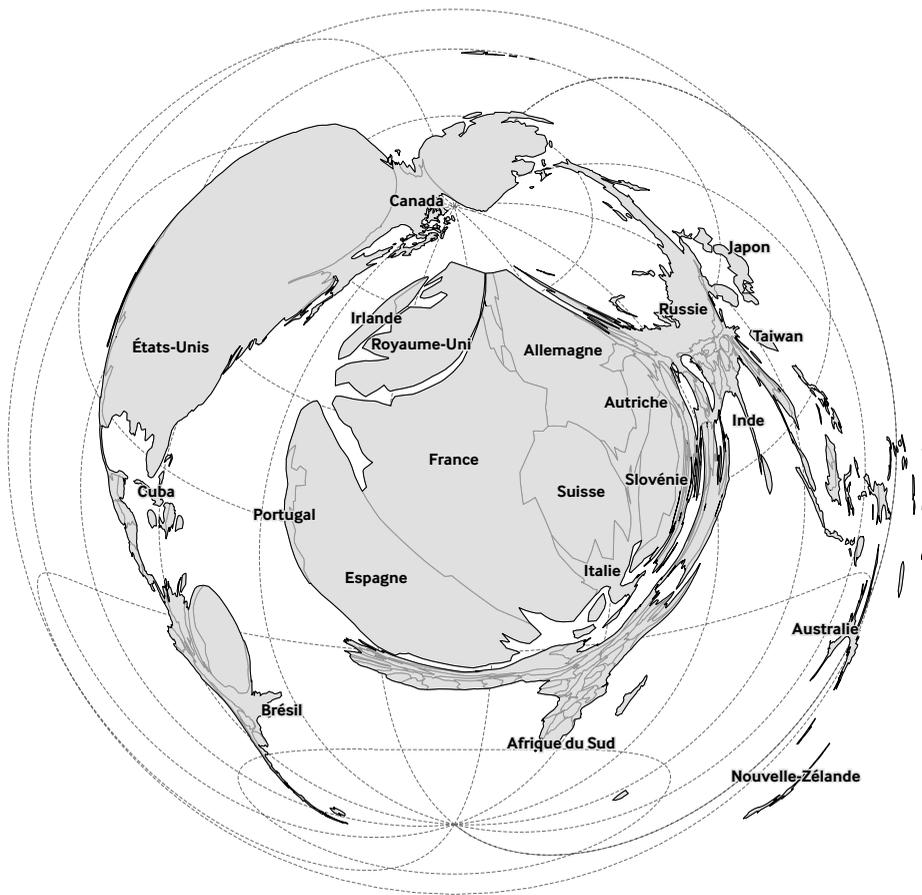
### Peut-on représenter le cyberspace ?

Nous avons indiqué précédemment que le cyberspace s'étend sur un espace propre avec ses propres métaphores. Nous allons illustrer ce point en décrivant une représentation liée à la structure de l'Internet. L'Internet est, comme son nom l'indique, un réseau de réseaux. Si l'on comparait l'Internet au globe, il serait peuplé d'*autonomous systems*, les AS, qui en seraient les pays, séparés par des frontières, avec chacun sa législation, c'est-à-dire sa politique de routage et d'accès. L'Internet est constitué d'environ 42 000 AS, chacun identifié par

un numéro. Chaque AS est constitué d'un ensemble de routeurs gérés par une seule autorité administrative qui décide des politiques de routage à appliquer. Le plus grand AS est l'AS4134, qui appartient à Chinanet-Backbone et qui contient 114 164 704 adresses IPv4, suivi de l'AS721 appartenant au département de la Défense des États-Unis qui en comporte 89 384 192. Il existe de nombreux petits AS ne contenant parfois qu'un seul ordinateur. Pour s'échanger des paquets, les AS utilisent des machines spécialisées, des routeurs, qui utilisent le protocole BGP, *border gateway protocol*, signifiant en français protocole de passerelle ou de frontière. Les règles de ce protocole permettent à chaque routeur d'annoncer à ses voisins s'ils peuvent accéder à une adresse IP en transitant par l'AS auquel il est rattaché. BGP est donc le gluant de l'Internet. La décision d'annoncer une route passant par un AS ou non est une décision qui dépend de la politique commerciale de l'opérateur, de sa stratégie, ainsi que de son environnement compétitif. Ainsi le chemin qu'empruntent les paquets pour aller d'un point à l'autre peut changer au gré des accords commerciaux, et même au gré des jeux de compétitions auxquels se livrent les opérateurs économiques ou politiques concurrents. Ainsi BGP est un terrain de frictions entre les acteurs du réseau. La structure des liens entre les AS est définie au niveau logique par BGP et non seulement par la connectivité physique. C'est donc BGP qui définit la « topologie » des AS, c'est-à-dire la structure de connectivité des AS, leurs relations et leurs dynamiques, et par là la forme du cyberspace. Le graphique suivant montre la topologie des AS rattachés à l'AS50692 appartenant au constructeur automobile iranien Iran Khodro. Chaque cercle indique un AS qui diffuse les annonces de connectivité d'Iran Khodro. Ces graphes sont utilisés par les algorithmes de routage et sont difficiles à interpréter pour de non-spécialistes. Néanmoins, pouvoir représenter la connectivité BGP par une carte pourrait être révélateur d'enjeux de premier ordre, un plus ou moins grand enclavement par exemple. On peut constater que chacun de ces AS relève administrativement d'un État donné, même si nombre d'entre eux débordent largement les territoires nationaux, si l'on s'intéresse à l'implantation géographique des machines les constituant.

L'anamorphose ci-dessous est une première tentative de rendre compte de la forme du cyberspace, si l'on regardait non plus de l'extérieur, mais de l'intérieur, c'est-à-dire du point de vue d'un être qui circulerait entre AS comme les humains peuvent – ou non – circuler entre des États qui diffèrent par leurs tailles ou leurs politiques, et partagent ou non des frontières. Cette anamorphose montre l'importance relative de la connectivité BGP de la France avec les autres pays. Leur superficie indique pour chacun le nombre d'AS voisins d'un AS français. Il s'agit donc d'une représentation de l'importance relative du voisinage de la France avec chacun des pays du monde dans le cyberspace. Pour donner une image, ce serait le cyberspace vu d'un être localisé dans un AS français.

CARTE 7. – LE CYBERESPACE VU D'UN «AUTONOMOUS SYSTEM» FRANÇAIS



**NB :** La superficie des États est proportionnelle au nombre d'AS administrativement situés dans cet État et directement connectés à un AS administrativement situé en France. L'anamorphose doit se voir comme une image.

Carte conçue par Jérémy Robine : *Hérodote*, n°152-153

Cette carte montre que, bien évidemment, les voisins géographiques ont une position privilégiée. Mais le « voisin » le plus important de la France en termes de nombre d'AS reste pourtant les États-Unis qui fournissent plus de 30 % du voisinage de la France alors que les voisins géographiques que sont le Royaume-Uni, la Belgique, l'Allemagne, la Suisse, l'Italie et l'Espagne ne fournissent que 40 % du voisinage. Les 30 % restants sont dans d'autres pays du monde. La connaissance de ses voisins directs est une première étape dans la compréhension de l'impact du monde extérieur sur soi-même. Par exemple, par le prisme des révélations Snowden, cette analyse nous montre que plus de 47 % des AS voisins de la France sont susceptibles d'être utilisés pour surveiller des données françaises par l'Agence nationale de la sécurité ou par le Government Communications Headquarters (GCHQ), littéralement « Quartier général des communications du gouvernement », service de renseignements électroniques du gouvernement britannique.

### **Conclusion : vers une cybergéographie ?**

Penser une cybergéographie impliquerait d'aller beaucoup plus loin que l'analyse de la géographie des infrastructures de l'Internet. D'un côté, il ne s'agit « que » d'analyser l'Internet et ses infrastructures comme des objets existant dans l'espace terrestre. De l'autre, il faudrait élaborer les outils d'une description du cyberspace lui-même, de l'intérieur en quelque sorte, dans une démarche analogique à partir des outils de la géographie. De nombreuses questions abstraites et théoriques émergent, auxquelles seules des analyses de cas pourront apporter des réponses. Au sein du cyberspace, existe-t-il l'équivalent de distances, d'obstacles « naturels » ou non, ou encore de détroits ? Le cyberspace possède-t-il quelque chose comme une forme physique, que pourraient décrire des disciplines analogues à la géologie ou à la géomorphologie ? Ces questions théoriques vont bien au-delà de ce à quoi pouvait répondre cet article. Néanmoins, avec l'exemple des *autonomous systems*, il a permis l'ébauche de ce que pourrait être la cybergéographie.

### **Bibliographie**

- SALAMATIAN K. (2013), *Internet Science. A Manifesto*, Communication Systems and Networks (COMSNETS), Fifth International Conference, p. 1, 5, 7-10.
- SHANNON C. E. (1949), « Communication theory of secrecy systems », *Bell System Technical Journal*, vol. 28, p. 656-715.
- SUBRA P. (2012), « La géopolitique, une ou plurielle ? Place, enjeux et outils d'une géopolitique locale », *Hérodote*, n° 146-147, « La géopolitique, des géopolitiques », La Découverte, Paris, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> trimestre 2012, p. 45-70.