

# Le fait du jour

## Une noria de satellites p

**ESPACE** L'envol de 60 satellites de la société SpaceX a suscité l'émoi de nombre d'astronomes. À terme, il en faudrait 12 000 pour l'« Internet de l'espace ». Avec quelles conséquences ?

Dossier réalisé par  
Jean-Denis Renard  
jd.renard@sudouest.fr

La société SpaceX a le chic pour faire parler d'elle. Le 24 mai, elle n'a pas dérogé à son habitude en arrachant sa fusée Falcon 9 du pas de tir de Cap Canaveral. Sous sa coiffe, 60 satellites qui sont autant de pionniers de sa future constellation Starlink. Elle doit comprendre, à terme, près de 12 000 satellites pour étancher la soif d'Internet haut débit partout dans le monde.

### 1 L'Internet de l'espace, pourquoi faire (de plus) ?

Évident dans les pays développés, l'usage d'Internet est très loin d'être la norme planétaire. En 2016, la Banque mondiale évaluait à près de 60 % la proportion de la population mondiale dépourvue d'accès au web.

Plus que les terminaux (smartphones, ordinateurs portables etc.), ce sont les réseaux qui font défaut. Publié récemment par le Shift Project, un laboratoire d'idées sur l'économie décarbonée, un rapport souligne que le taux d'équiper-

Désappointement d'une partie des scientifiques, qui s'est aperçue que le « train » de SpaceX était d'une grande luminosité

ment en téléphones portables est « de l'ordre de 80 % dans les pays en développement et permet des usages quotidiens ». Le constat s'assortit d'un bémol de taille : « Une partie importante des téléphones mobiles ne peut communiquer qu'au travers de réseaux de technologie 2G ne donnant pas l'usage d'Internet. »

L'idée d'un déploiement satellitaire pour y remédier n'est pas nouvelle. Des opérateurs proposent déjà des connexions par satellite. Leurs offres sont essentiellement destinées à une clientèle professionnelle, par exemple dans les domaines de la navigation aérienne et maritime. Avec un handicap supplémentaire, celui du temps de réponse pour ceux des satellites qui sont en orbite géostationnaire, à 36 000 km d'altitude. Pour les usages interactifs du web - jeu en ligne, conversation vidéo -, c'est rédhibitoire.

Des constellations de satellites en orbite basse, à quelques centaines de kilomètres, évacueraient ce problème. Elles permettraient surtout de toucher le grand public dans des

zones qui ne seront jamais équipées, ni en Adsl ni en fibre optique. Grâce à l'Internet de l'espace, les vidéos de petits chats devraient, en théorie, être accessibles depuis la banlieue de Kinshasa jusqu'aux villages reculés de la forêt amazonienne.

### 2 La course vers un incroyable encombrement du ciel

La société américaine SpaceX mûrit son dispositif depuis plusieurs années. En 2018, elle a reçu le feu vert des autorités américaines, en l'occurrence de la Commission fédérale des communications (FCC). Elle envisage le déploiement de 11 943 satellites sur des orbites distinctes, toutes basses.

Il y a dix jours, la propulsion de 60 satellites à 440 kilomètres d'altitude a marqué le début de ce formidable chantier. Cette première cohorte doit grimper vers une orbite de 550 km. Il faudra au moins six autres lancements avant que la constellation, baptisée Starlink, commence à être opérationnelle.

Celle-ci projette l'industrie spatiale dans une autre dimension. Selon l'ONU, on dénombre à peine 5 000 satellites en orbite. 2 000 d'entre eux, environ, seraient actifs. Avec Starlink, ce nombre serait multiplié par six en quelques années, plus que le total des satellites lancés depuis le Spoutnik soviétique en 1957.

L'effort industriel s'annonce colossal, qu'il s'agisse de la construction des fusées ou de la fabrication à grande échelle des satellites. D'autant que SpaceX n'est pas isolée sur ce créneau. La constellation satellitaire OneWeb, de la société américaine éponyme, est à un stade déjà avancé. Ses premiers engins ont été envoyés en orbite en février dernier par une fusée Soyouz, au départ de Kourou, en Guyane. Le projet OneWeb comprend plus de 650 unités.

Il y a deux mois, l'Américaine Kuiper Systems a déposé, à son tour, une demande d'autorisation auprès de la Commission fédérale des communications pour une constellation de plus de 3 200 satellites en orbite basse. Derrière cette société, on trouve Amazon et l'entreprise spatiale Blue Origin, les deux créations du milliardaire Jeff Bezos.

### 3 L'astronomie, victime collatérale de l'inflation ?

Ce bouleversement illustre en creux la faiblesse de la régulation des activités spatiales. « Schématiquement, dans bon nombre de pays, vous pouvez aujourd'hui lancer des satellites quand vous voulez, où vous voulez, comme vous voulez », ré-



Le 24 mai, la fusée Falcon 9 s'arrache de Cap Canaveral. Sous sa coiffe, 60 satellites. Le même jour, l'image d'un train de satellites SpaceX, passant sur Leiden, aux Pays-Bas. Sa luminosité inquiète les scientifiques comme la profusion des déchets et satellites tournant autour de la Terre. PHO. AFP ET PAX AMERICANA

sume Christophe Bonnal, un expert du Cnes, l'agence spatiale française. Il prend soin de préciser qu'un « gendarme » (la FCC) exerce bel et bien son pouvoir de contrôle aux États-Unis. Et qu'une réglementation internationale s'applique strictement pour l'orbite géostationnaire.

### S'illustre en creux la faiblesse de la régulation spatiale

La communauté scientifique, qui s'est aperçue que le « train » de SpaceX était d'une grande luminosité dans le ciel nocturne, les premiers temps après le lancement.

Les satellites reflétaient vivement la lumière du soleil dans les heures postérieures à son coucher et antérieures à son lever. D'où des craintes pour les observations optiques quand des milliers de satellites croiseront en orbite basse. Les astronomes s'inquiètent aussi pour la qualité des observations des ondes radio venues de l'espace. Si une noria de satellites finit par polluer toutes les fréquences...

### LE CASSE-TÊTE DES DÉBRIS DANS L'ESPACE

Est-il bien raisonnable de déployer des milliers de satellites dont il faudra gérer la fin de vie, alors qu'on déplore le danger déjà bien réel occasionné par les objets en orbite ? La France est l'un des rares pays, avec les États-Unis et la Russie, qui disposent des moyens techniques de pister quelque **20 000 OBJETS** (satellites, débris divers) qui tournent au-dessus de nos têtes. Objectif : sauvegarder les 26 satellites tricolores actifs. « En 2018, le Centre opérationnel d'orbitographie (COO) du Cnes a dû analyser et réagir à trois millions de messages de rapprochement », indique Christophe Bonnal, l'expert de l'agence spatiale française sur les débris spatiaux.

Selon celui-ci, la colonisation des orbites basses pour les besoins de l'Internet de l'espace ne sera pas synonyme de catastrophe si elle est réalisée dans les règles de l'art. « Les opérateurs des méga-constellations se veulent plus qu'exemplaires. S'ils font effectivement ce qu'ils disent, il n'y aura pas de problèmes à long terme. Pour prendre l'exemple de OneWeb, ils sont venus nous

voir de leur propre initiative dès leur projet abouti », signale-t-il.

Les désagréments inhérents au déploiement de plusieurs constellations sont de différentes natures. En fonctionnement ou non, un satellite peut entrer en collision avec un autre objet, ce qui génère de nouveaux (et nombreux) débris spatiaux. Les opérateurs doivent aussi minorer le risque d'une explosion en orbite, ce qui implique d'éliminer toute source d'énergie à bord de l'engin quand sa mission prend fin. Il faut enfin « désorbiter » les satellites en fin de vie.

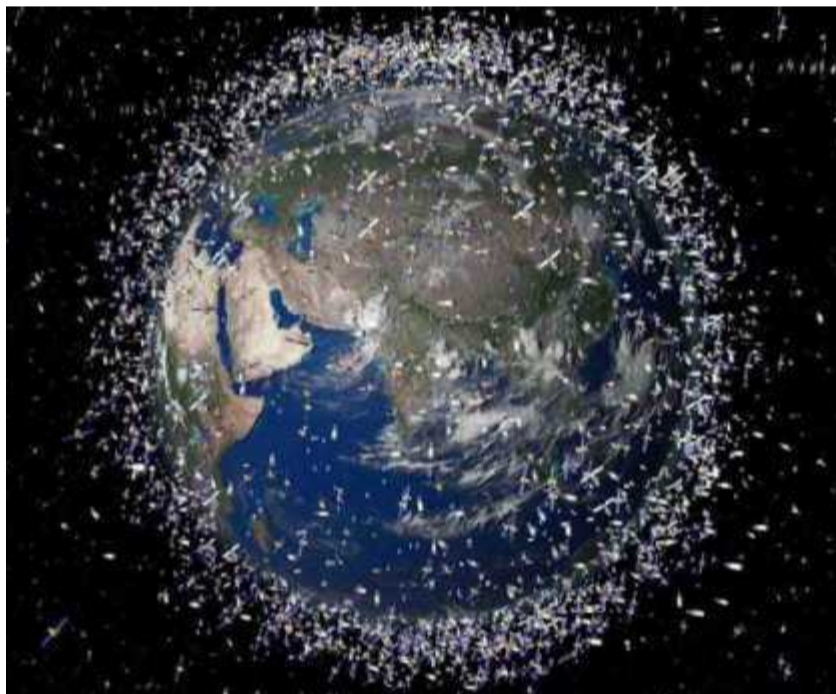
Selon les préconisations internationales, ces astronefs en orbite basse décrochent au bout de vingt-cinq ans au plus tard. Graduellement freinés par les très hautes couches de l'atmosphère, ils finissent par retomber sur Terre en se consumant. OneWeb comme SpaceX ont donné des garanties en ce sens.

Pour autant, rien ne dit que ces bonnes pratiques seront suivies à l'avenir par des entreprises susceptibles d'opérer depuis des pays peu soucieux de les respecter.

# our la cause d'Internet



22 55 22 24/05/19  
0213.5 0233.5



## 5G et Internet satellitaire : vers l'explosion des données

**DÉVELOPPEMENT DURABLE** Les deux systèmes promettent des prouesses mais aussi une consommation d'énergie délirante

Enseignant-chercheur à l'université de La Rochelle, rattaché au Laboratoire informatique, image, interaction (L3i) spécialisé dans les sciences du numérique, Vincent Courboulay voit débouler les mutations technologiques avec une certaine perplexité. « Nous sommes à la veille d'une orgie de données », juge-t-il à propos du déploiement imminent de la 5G, la nouvelle génération de la téléphonie mobile, et de l'Internet de l'espace initié par SpaceX et OneWeb.

Difficile d'échapper à l'actualité de la 5G au regard de la violente polémique sur le rôle de l'équipementier chinois Huawei, que Donald Trump a banni de la commande publique américaine. Début avril, les Sud-Coréens ont été les premiers au monde à pouvoir souscrire un abonnement à la 5G, réputée transporter 20 à 100 fois plus de données que la 4G dans le même laps de temps.

### Une falaise énergétique

Avantage pour le particulier ? « Regarder Netflix dans le métro », répond sarcastiquement Vincent Courboulay. Les principales transformations escomptées concernent les objets connectés, qu'il s'agisse de la voiture autonome, de la domotique ou de la télémedecine.

L'Internet satellitaire serait, au moins dans un premier temps, plus conforme à nos standards actuels en matière de bande passante. Mais disponible partout sur la planète, d'où l'énorme différence par rapport à l'existant. En 2016, la Banque mondiale considérait que seuls 1,1 milliard de terriens avaient accès à Internet haut débit pour 3,2 milliards d'internautes.

Si tous ces systèmes se mettent en place et se démocratisent, les débits de données promettent une débauche énergétique qui laisse songeur. Selon le rapport « Pour une sobriété numérique », publié par le laboratoire d'idées le Shift Project, l'impact du visionnage d'une vidéo en ligne de dix minutes « est environ 1 500 fois plus grand que la simple consommation électrique du smartphone lui-même ». Autre exemple, « passer dix minutes à regarder en streaming une vidéo haute définition sur un smartphone revient à utiliser à pleine puissance pendant cinq mi-



« 1 h 30 de conduite d'un véhicule autonome générerait l'équivalent d'une journée d'Internet pour 3 000 personnes », relève l'Iddri. PHOTO ARCHIVES AFP

### LE DÉFI DE LA VOITURE AUTONOME

Bardée de capteurs qui transmettent des informations en temps réel, la voiture autonome nécessitera, en circulation, des flux de données considérables. « L'entreprise américaine Intel considère par exemple qu'1 h 30 de conduite d'un véhicule autonome générerait 4 teraoctets de données, c'est-à-dire environ une journée d'Internet pour 3 000 personnes », relève une étude publiée l'an passé par l'Institut du développement durable et des relations internationales (Iddri). Par comparaison, c'est infiniment plus que la récolte des paramètres par les capteurs d'un avion

gros porteur en une journée de vol.

Selon le rapport de l'Iddri, la gestion de ces seules données équivaldrait à la production de 26 grammes de carbone au kilomètre pour la voiture autonome, de l'ordre de 20 % des émissions de CO2 d'une voiture thermique neuve. À ce stade, on ne parle pas de l'énergie nécessaire à la locomotion du véhicule, le but recherché.

Pour assurer un avenir à ce type de transport, le saut technologique ne se limite donc pas à l'intelligence artificielle. Si celle-ci ne devient pas moins dévoreuse d'énergie, il risque d'y avoir un gros problème...

nutes un four électrique de 2 000 watts ». Or les usages vidéo seraient à l'origine de plus de 80 % de la croissance du trafic Internet.

Le pilotage des objets connectés les plus complexes, comme la voiture autonome, sera encore plus gourmand (lire ci-dessus). Si, du moins, le produit parvient à maturité industrielle avant commercialisation à grande échelle.

### Les terminaux à la hausse

Le développement du numérique accompagne celui des données mais également celui des équipements, qu'il s'agisse des services d'informations (data centers) ou des terminaux domestiques. Parmi ceux-ci, les smartphones qui se comptaient 4 milliards en 2017 et devraient atteindre le nombre de 5,5 milliards en 2020, soit un rythme de croissance de 11 % par an. Il s'en est vendu 1,6 milliard en

2017, l'inflation étant causée par l'équipement progressif des pays en développement et par la rotation rapide du parc dans les pays riches. La fréquence du renouvellement y est inférieure à deux ans. Or « l'essentiel de la consommation d'énergie se situe en phase de production (du smartphone) : 90 % contre 10 % pour son utilisation », note le rapport du Shift Project.

Ceci cumulé, l'empreinte énergétique du numérique croît de 9 % par an. Sa part dans les émissions mondiales de gaz à effet de serre est passée de 2,5 % en 2013 à 3,7 % aujourd'hui. Si les appareils du futur devraient devenir plus économes, la révolution annoncée des usages pose question. « Nous sommes en pleine dissonance cognitive. Nous pouvons techniquement le faire, alors nous le faisons. Même si nous savons très bien qu'il faudrait s'abstenir », analyse Vincent Courboulay.

## La Terre ne suffit pas à Musk

Le fantasque milliardaire Elon Musk n'est guère préoccupé par la perplexité des scientifiques. « Starlink ne sera vu par personne, sauf ceux qui regardent très précisément, et aura à peu près 0 % d'impact sur les progrès de l'astronomie », a-t-il réagi après les critiques qui se sont abattues sur la brillance de ses satellites (lire ci-contre). Peu importe que le patron de SpaceX n'ait aucune compétence particulière en astronomie : Elon Musk est, par définition, un bienfait pour l'humanité...



Le milliardaire Elon Musk.

PHOTO ARCHIVES AFP

Né en Afrique du Sud, naturalisé canadien avant de devenir américain, cet homme de 47 ans a déjà une longue carrière d'hommes d'affaires et d'agitateur d'idées derrière lui. Il a révolutionné l'économie spatiale avec sa société qui a d'emblée entrepris d'écraser les coûts des tirs commerciaux. L'aspect le plus spectaculaire de son groupe consiste à récupérer intacts les étages de la fusée Falcon 9, de façon à les réutiliser sur des missions ultérieures. Pour célébrer la naissance de son plus gros lanceur, le Falcon Heavy, Musk n'a pas hésité à placer sous sa coiffe un exemplaire du roadster Tesla, la société automobile qu'il a fondée. La voiture se balade maintenant au-delà de Mars.

Mais Elon Musk n'est toujours pas rassasié. Enfant du numérique, il promeut le système de transport Hyperloop. Il s'intéresse aussi au stockage de l'électricité, un défi majeur pour les énergies renouvelables.