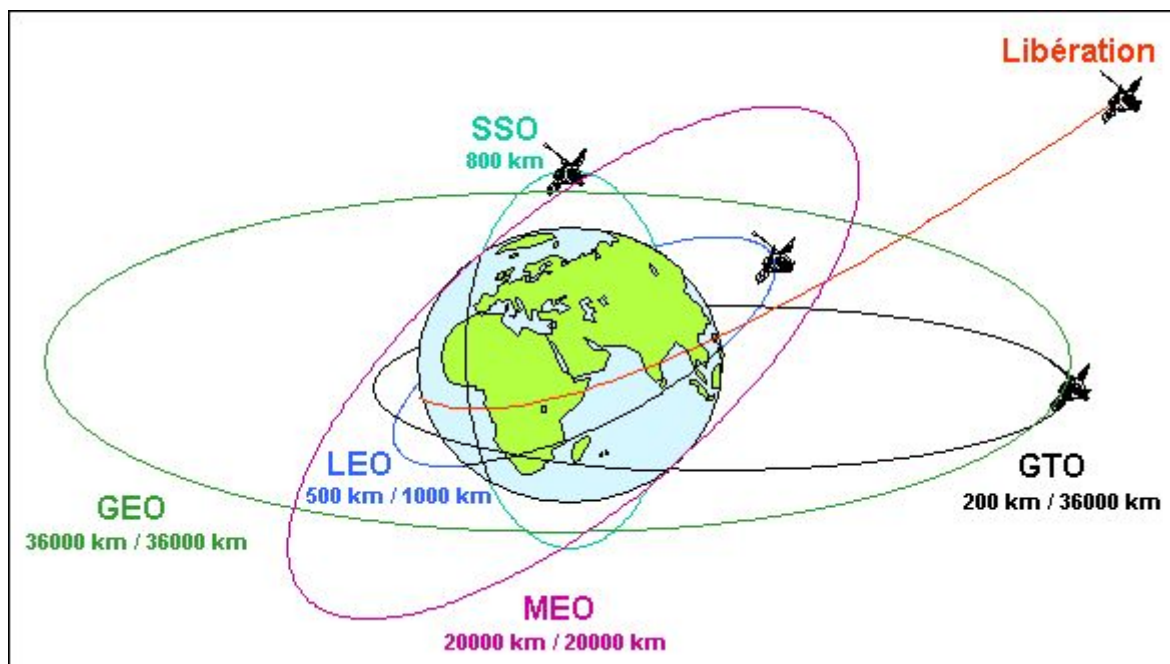

Constellations de Satellites Iridium, OneWeb, Starlink

Introduction:

Aujourd'hui nous avons des besoins toujours plus importants en ce qui concerne la connexion internet, que ce soit la capacité des réseaux avec l'augmentation exponentielle du nombres d'appareils connectés et échangeant des données mais aussi, la puissance du réseau doit être de plus en plus important étant donné la taille des fichiers que nous échangeons sur le réseau. Pour répondre à ces besoins nous avons actuellement le développement intense de plusieurs technologies. La 5g par exemple est en plein déploiement mais il y a aussi les constellations de satellites qui deviennent une réalité. Avant de rentrer dans le détail des constellations de satellites, regardons ce qui se passe autour de notre belle planète en ce qui concerne la présence de satellites.

1- La présence de satellites autour de la Terre



Pour décrire l'espace autour de notre planète nous l'avons divisé en 3,

- Orbite terrestre basse
- Orbite terrestre moyenne
- Orbite terrestre Géostationnaire

En ce qui concerne l'**orbite basse**, elle se situe à moins de 2 000 km de la Terre, et est utilisée typiquement pour des satellites de télédétection, c'est-à-dire pour de l'imagerie terrestre par exemple. C'est aussi en orbite basse que se situe la station spatiale internationale. L'orbite basse commence aussi à souffrir d'un problème de pollution car il y a de plus en plus de déchets spatiaux dans cette partie proche de la Terre et cela commence à poser problème pour tous les satellites présents dans cette zone.

Ensuite l'**orbite moyenne**, située entre 2000 et 36 000 Km de la Terre est utilisée notamment pour les satellites GPS.

Et finalement l'**orbite géostationnaire**, à plus de 36 000 Km de la Terre est utilisée pour tous les satellites météorologiques et télécommunication actuels, ceux utilisés aujourd'hui pour toutes nos communications téléphoniques.

Dans le cas des satellites de télécommunication normaux, ceux qui se trouvent en orbite géostationnaire, ils se déplacent au même rythme de rotation que celui de la Terre, et se situent au-dessus de l'équateur.

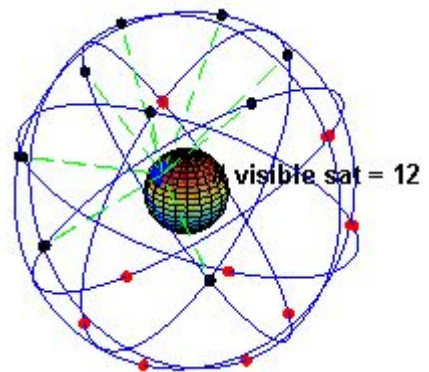
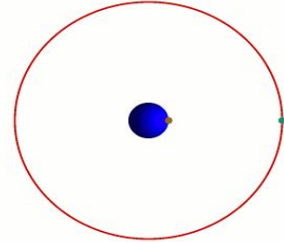
Le fait de rester au dessus d'un point et d'accompagner le rythme de rotation de la Terre signifie que nous n'avons pas besoin de beaucoup de satellites pour avoir une connexion internet stable, étant donné que chaque satellite donne de la couverture pour une large partie du globe à lui tout seul.

Sauf que, parce qu'ils sont en orbite géostationnaire, cela veut dire qu'il y a deux grands soucis. Les pôles n'ont aucune couverture, et surtout, avec une distance de plus de 36 000 km de la Terre, la communication entre un terminal sur Terre et un satellite peut prendre plus de 600 ms, ce qui est insupportable pour des applications comme les jeux vidéos par exemple.

C'est donc pour résoudre ce problème de latence que des sociétés comme OneWeb, Starlink ou encore Iridium ont décidé de lancer des projets ambitieux qui consistent à lancer une constellation de satellites en orbite basse pour donner un accès internet à toute la planète, avec des temps de latence très basse, une couverture totale du globe, un coup faible et une grande fiabilité.

Ces satellites étant en orbite basse ne peuvent donc pas accompagner la Terre dans son rythme de rotation, donc un terminal sur Terre, pour avoir accès à internet serait amené à être connecté à plusieurs satellites comme suit:

Cependant pour aboutir à des constellations comme celles de OneWeb, Starlink et Iridium Next que l'on abordera dans la suite, il a fallu changer radicalement les processus de construction de satellites. En effet, avant ces projets, un satellite était construit par une équipe d'ingénieurs pendant plus de 6 mois et coûtait en moyenne plus de 100 millions d'euros. Pour que des projets de constellations soient réalisables, il a fallu mettre en place une chaîne de montage presque automatisée, avec la capacité de produire 3 ou plus satellites par jour et avec chacun un coût inférieur à 1 million d'euros. Nous allons voir par la suite, comment les acteurs de ce domaine ont procédé pour réussir à respecter ces contraintes.



2- Iridium Next

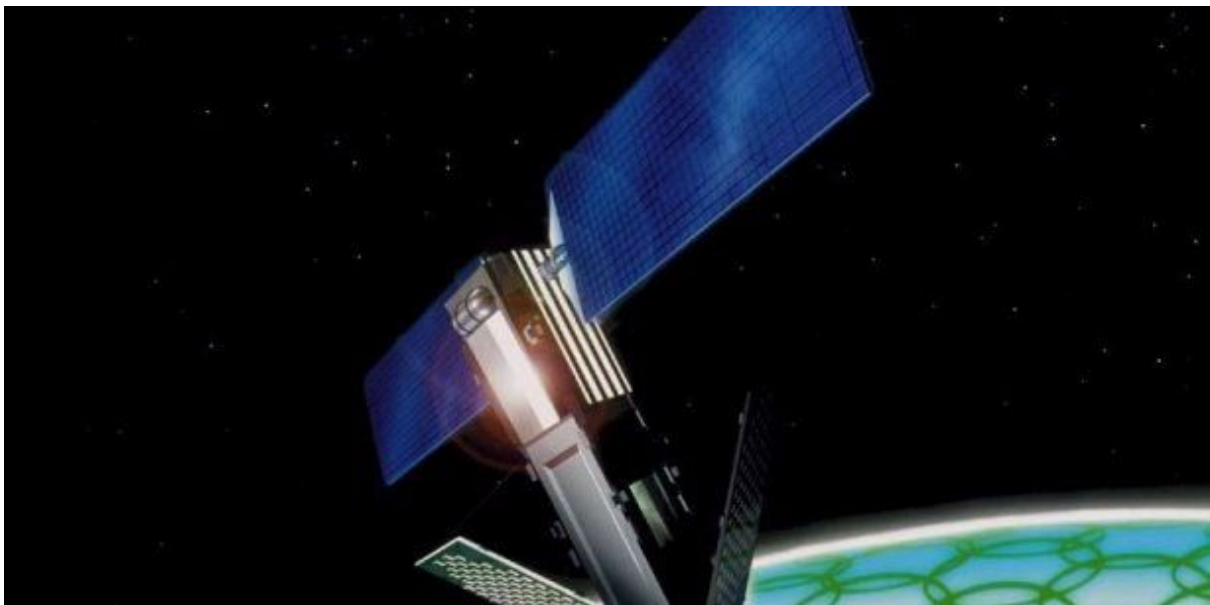
Iridium est un système de téléphonie par satellite reposant sur une constellation de satellites circulant sur une orbite terrestre basse. Des ingénieurs de la société américaine Motorola créent Iridium en 1991 mais la société a finalement déposé son bilan en août 1999.

En 2001 la société est reprise par un groupe d'investisseurs privés et s'installe sur le marché avec une constellation de satellites, qui va être progressivement remplacée, à partir de 2017, par des satellites Iridium Next. C'est actuellement le seul système de téléphonie par satellite assurant une couverture de l'ensemble du globe puisque les satellites circulent sur une orbite quasi polaire. Il permet de communiquer sur toute la Terre entre des terminaux mobiles, terrestres ou maritimes, et des fournisseurs d'accès aux réseaux de télécommunications terrestres.

La constellation de première génération comportait 66 satellites actifs et permettait d'être en communication avec au moins un satellite sur toute la terre à un moment quelconque. Iridium Next, la seconde génération de la constellation de satellites de télécommunications Iridium Communications, a confié en 2010 son projet de constellation de 81 satellites à Thales Alenia Space.

La constellation fonctionne avec 66 satellites d'une masse de 800 kilos et d'une durée de vie de 15 ans, permettant de doubler la durée de vie des satellites de la génération précédente, chacun positionnés à une altitude de 780 kilomètres de la Terre, répartis en six plans orbitaux de 11 satellites chacun. Elle est complétée par neuf satellites de rechange en orbite de parking et par six satellites additionnels au sol.

Actuellement, 75 satellites irradiant à partir de l'orbite LEO (orbite à basse altitude) où ils ont été positionnées par des Falcon 9 de SpaceX en deux ans entre janvier 2017 et janvier 2019, et constituent cette constellation Iridium de deuxième génération.



Finalement, les deux derniers satellites nécessaires pour achever le renouvellement de la constellation Iridium ont été activés mardi 5 février 2019. La constellation de satellites Iridium NEXT,

développés et construits par Thales Alenia Space, est désormais entièrement opérationnelle sécurisant l'avenir de cette entreprise.

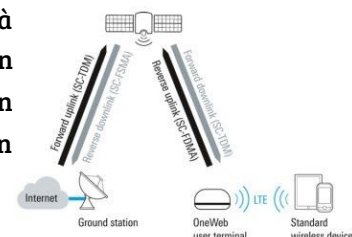
3- OneWeb

Dans le cas de OneWeb, aussi appelé WorldVu à ses débuts, une entreprise fondée par Greg Wyler en 2014, le projet de constellation prévoyait un nombre total de 900 satellites. L'entreprise envisage de déployer ses services pendant l'année 2021, avec le lancement de toute la constellation qui était prévue pour l'année 2019-2020.

Pour les premiers lancements, les premiers 26 satellites devaient être lancés par des fusées Soyouz, et ensuite l'option d'utiliser l'Ariane 6 pour les derniers lancements était étudiée, et cela signifiait en 2015 un potentiel premier contrat pour le programme de lancement Ariane. Finalement quelques années plus tard et après le lancement de 74 satellites au total, OneWeb a déclaré faillite en mars 2020. Cependant même après le procès de faillite, en mai 2020 OneWeb a quand même demandé à la FCC une autorisation d'augmentation du nombre de satellites pour un total de 48 000 et en Novembre 2020 OneWeb est finalement sortie du procès de faillite avec l'investissement d'un milliard d'euros de la part du gouvernement du Royaume-Uni et Bharti Global, une multinationale Indienne.

OneWeb compte actuellement 110 satellites lancés avec un lancement de 36 autres prévu pour le 25 février 2021. Le design des satellites a évolué depuis le début et les satellites OneWeb font maintenant 150 kg, contre le poids initial de 200 kg, et volent à 1 200 km de la terre. Ces satellites opérant dans la Ku-band qui est une bande de fréquences radio entre 12 et 18 GHz, et utilisent une technique "progressive pitch" qui consiste à tourner légèrement la position du satellite pour ne pas interférer avec les satellites Ku-Band positionnées en orbite géostationnaire.

En ce qui concerne les terminaux sur Terre, pour avoir accès à la connexion internet fournie par OneWeb il faudra faire l'installation d'antennes propriétaires qui permettront une débit de 50 Mo/s en downlink. Le fonctionnement du système du point de vu d'un smartphone est le suivant :



Enfin, les satellites ont été conçus pour respecter les directives régulant la pollution spatiale qui stipulent que le satellite doit rentrer dans l'orbite terrestre et se désintégrer dans une période maximale de 25 ans après être désaffecté. Mais cela soulève beaucoup de problèmes, et la pollution spatiale est un sujet de plus en plus important.

La région entre 600 et 1000 km est déjà la zone la plus congestionnée autour de la Terre et l'augmentation considérable du nombre de satellites ne va qu'aggraver le problème. Il est très probable que dans le futur on soit obligés d'instaurer des "orbites cimetière" additionnelles, car celles utilisées depuis des décennies pour les satellites de communication désaffectées de l'orbite géostationnaire ne seront plus suffisantes. En plus de ça, les interférences des ces satellites avec d'autres technologies est bien réelle et fait aussi l'objet de beaucoup de critiques. ABS qui est un concurrent de OneWeb a déjà exprimé ses préoccupations concernant l'interférence électromagnétique entre la constellation OneWeb et les transceivers terrestres existants.

Nous avons donc beaucoup de problèmes potentiels avec l'apparition des constellations comme celle de OneWeb, et nous verrons par la suite avec la constellation Starlink, d'autres problèmes liés à l'utilisation massive de satellites en orbite basse.

4- Starlink

Considérons maintenant le cas de Starlink. Il s'agit d'une méga constellation de satellites de la société SpaceX, qui est destinée à fournir un accès Internet bon marché au-dessus de n'importe quelle région de la Terre et jusque dans les coins les plus reculés de la Planète.

À terme, elle pourrait compter jusqu'à 42.000 satellites, tous situés en orbite basse à des altitudes à partir de 1100 km. La totalité de ces satellites seront mis en orbite par des lanceurs de SpaceX, essentiellement des Falcon 9 d'occasion.

Le projet Starlink a été annoncé pour la première fois par SpaceX en janvier 2015 avec deux prototypes de satellites baptisés Tintin A et Tintin B (comprenant deux panneaux solaires de 2 × 8 mètres et ayant une masse totale de 227 kilogrammes) qui ont été placés en orbite en février 2018 pour valider les techniques qui sont mises en œuvre et réaliser les démonstrations exigées par les autorités réglementant les communications aux États-Unis (FCC).

En mars 2018, la FCC donne son accord pour le déploiement d'un tiers de la constellation sous réserve que les résultats des tests exigés soient satisfaisants. Ainsi, au 1^{er} mars, 242 satellites avaient déjà été mis en orbite.

Nous pouvons voir ici les 60 premiers satellites de la constellation Starlink. Ils sont ici vus sur leur dispenser, quelques instants avant qu'ils soient libérés dans l'espace. Du fait de ce nombre très important de satellites, cette méga constellation suscite de nombreuses controverses en raison des risques avérés qu'elle pourrait faire peser sur l'activité des satellites en orbite basse (pannes, collisions, perte de contrôle).

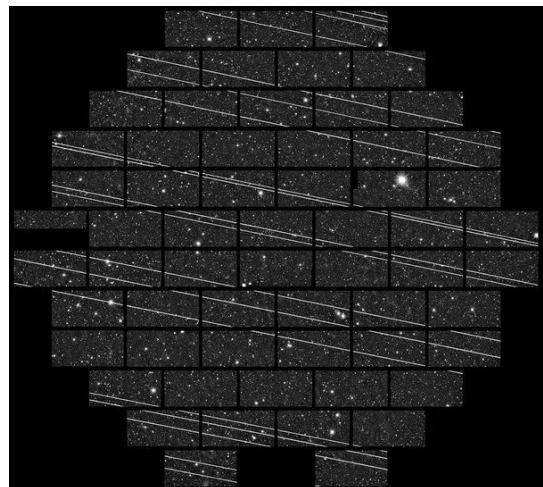


À cela, s'ajoute que, malgré le faible nombre de satellites en orbite (240), ces derniers perturbent déjà les observations des astronomes et des personnalités scientifiques et politiques alertent déjà les pouvoirs publics au sujet de la pollution lumineuse engendrée par les satellites Starlink.

Les satellites Starlink laissent de longues traînées sur les images astronomiques au point de les rendre inutilisables.

Elon Musk en personne s'est engagé à trouver des solutions pour réduire l'impact de sa constellation sur les observations astronomiques depuis le sol terrestre et éviter de saturer l'orbite basse.

Si 12.000 satellites Starlink sont effectivement lancés, ils deviendront plus nombreux que le nombre d'étoiles visibles à l'œil nu !



L'une des solutions serait que leur surface sera peinte en noir. Le test effectué sur le satellite 1130 « DarkSat » n'est guère convaincant. Le modèle suivant est prévu pour être sous le seuil de visibilité à l'œil nu, ce qui est encore trop brillant pour les instruments ultra-sensibles des astronomes, capables d'observer des astres quatre milliards de fois plus faibles que ce seuil.

Un autre inconvénient est le fait que cela va engendrer des déchets dans l'espace et des déchets sur Terre. Depuis le premier lancement, six satellites sont déjà hors service. Si seulement un dixième des satellites de Starlink tombaient en panne durant leur vie opérationnelle estimée de 5 à 7 ans, cela ajouterait plusieurs milliers de débris spatiaux aux 20 000 qui sont déjà activement surveillés.

Ceci est une photo prise avec 5 secondes d'ouverture montrant les traînées laissées par les 9 premiers satellites d'un « train » Starlink, vu au Royaume-Uni.



D'autre part, contrairement aux satellites géostationnaires habituellement utilisés dans les télécommunications, les satellites Starlink orbitent à basse altitude. Ils traversent le ciel visible d'un endroit précis en seulement quelques minutes. Pour les suivre, chaque utilisateur devra acheter une antenne, dite à commande de phase. Ces antennes au sol devront être fabriquées en masse pour rendre leur prix abordable. A ce stade SpaceX a déjà demandé l'autorisation d'en installer un million et il ne s'agit que du début de leur opération.

Conclusion

Malheureusement nous observons une concurrence entre tous ces gros industriels et plusieurs d'entre eux se lancent dans une production massive qui risque d'être désastreuse d'un point de vue écologique et économique. Leur but étant d'être le premier sur place, notamment pour capter le marché des objets connectés. On peut voir que Elon Musk a forcé l'allure pour avoir un coup d'avance mais il n'est pas le seul, et plusieurs systèmes redondants pourraient bientôt se retrouver en orbite autour de la terre.