LES DOSSIERS DU VENDREDI

LES DOSSIERS DU VENDREDI

YOUNG MINDS & RÉJOUISCIENCES

#1

Dossier # 1

RADIO LONDRES

Laeken, le 28 mars 1914 à 17h00 : «Un deux, trois, quatre,... dix. Allô, allô ! Ici poste radiotélégraphique et radiotéléphonique de Laeken, près de Bruxelles. Messieurs les amateurs de télégraphie sans fil, nous allons vous faire entendre un concert dédié à sa Majesté la Reine Elisabeth». Ces quelques phrases, précédant un concert d'une heure, marquent le début du premier programme radiophonique européen, autrement dit, de la première émission de radio européenne. À partir de cette date, tous les samedis de 17h00 à 18h00 et de 20h30 à 22h00, sera retransmis un concert. Pour nous qui sommes habitués à capter plusieurs émissions dans nos voitures chaque matin, cet événement semble assez anodin, mais dans le monde, à cette époque, c'est une petite révolution qui vaut à la Belgique un court article dans le « Sunday Star » de Washington D. C. du lendemain [1]. Cette émission perdurera jusqu'au 19 août 1914, date à laquelle la station radio fut dynamitée pour empêcher sa capture par l'armée allemande.

LYNCHBURG, Va., March 28.—Tom Doyle, a thirteen-year-old Lynchburg boy, has the base ball which King George of England threw to the Giants and White Sox for the game the king witnessed in London six weeks ago. The ball was presented the lad by the wife of Manager John J. McGraw of New York, who is a friend of the family here.

Hear Tenor Through Wireless.

PARIS, March 28.—Communication by wireless telephone between Laeken, a suburb of Brussels, and Eiffel Tower was established tonight, and the voice of a tenor singing at Laeken could be heard. This was made possible through a new and powerful microphone invented by an Italian engineer.

Plague Under Control at Havana.

Photo de la coupure du journal « Sunday Star » de Washington D. C. La traduction est la suivante : « Entendre un ténor au travers du sans fil. Paris, le 28 Mars – Une communication par un téléphone sans fil entre Laeken, un faubourg de Bruxelles, et la Tout Eiffel a été établie cette nuit et la voix d'un ténor chantant à Laeken a pu être entendue. Cela a été rendu possible grâce à un nouveau et puissant microphone inventé par un ingénieur italien. ». Source [1]

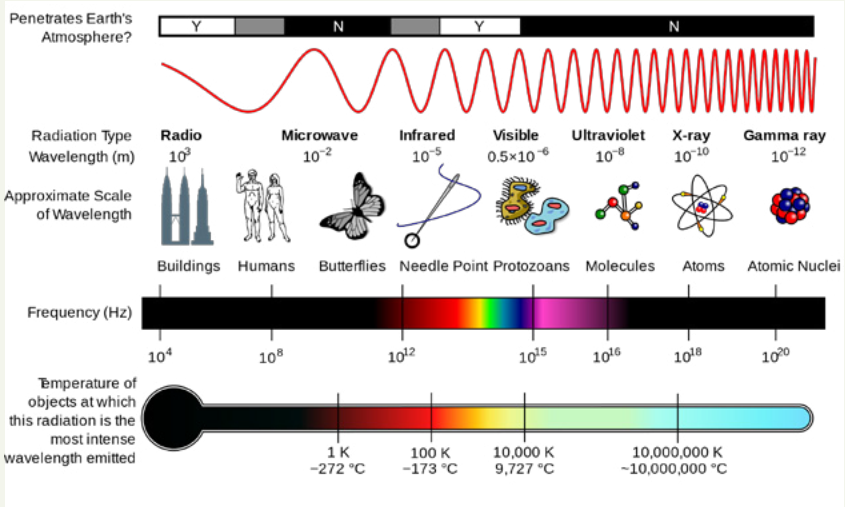
L'onde, le moteur de la radio

L'objectif de la radio est assez simple : transmettre de l'information (du son par exemple) sur une grande distance. Même si transmettre de l'information est assez naturel pour les êtres vivants (lorsque les humains parlent, par exemple), le faire sur de très longues distances est beaucoup plus compliqué. En effet, tu auras beau t'époumoner, il est peu probable que tu arrives à transmettre un message à un ami à Paris (ou même dans la ville à côté) en criant. Il existe bien les signaux de fumée ou d'ingénieux systèmes de lentilles permettant de réfléchir la lumière du soleil, mais toutes ces méthodes sont tributaires de la météo et nécessitent un long apprentissage pour être maîtrisées. Elles ne sont donc pas utilisables tout le temps et par tout le monde. C'est là que la transmission par ondes radios intervient.

La première étape pour comprendre la radio est de bien saisir ce qu'est une onde. Les ondes, tu en croises partout, tout le temps. Tu en utilises en permanence deux types au moins : le son et la lumière. Ces deux types d'ondes font chacune partie d'une famille différente, mais nous y reviendrons plus tard. Ce qu'il faut savoir, c'est qu'une onde est une vibration, dans l'espace et le temps qui s'effectue sans transport de matière. Par exemple, lorsqu'une goutte tombe dans l'eau, elle provoque une ondulation à la surface de l'eau. Cette ondulation est une onde, elle se propage sur toute la surface du liquide, surface qui se déplace au cours du temps. Une onde est caractérisée par plusieurs grandeurs. Nous allons, ici, nous attarder sur les deux qui nous intéressent : l'amplitude et la fréquence. L'amplitude est la taille de l'onde, qui est liée, sans pour autant être égale, à l'intensité du son ou de la lumière. La fréquence, quant à elle, c'est le nombre d'oscillations que l'onde effectue par seconde. C'est ce qui détermine si une note est aiguë ou grave et la couleur de la lumière.

Venons-en maintenant à la différence fondamentale entre la lumière et le son. Le son fait partie des ondes dites « matérielles », c'est-à-dire des ondes qui ont besoin d'un milieu non-vide pour se propager. Lorsque tu parles, tu compresses l'air afin de former des sons. Ces compressions atteignent l'oreille de ton interlocuteur, font vibrer son tympan et le cerveau s'occupe de traduire ces vibrations en paroles. C'est donc l'air qui fait office de milieu ici. La lumière est différente, elle n'a pas besoin de milieu pour se propager, c'est une onde dite « électromagnétique ». Le fait qu'elle puisse se déplacer dans le vide est d'ailleurs assez pratique, car c'est grâce à cela que la lumière du soleil peut nous parvenir au travers de l'espace.

Et les ondes radio dans tous ça ? Et bien, ce sont des ondes électromagnétiques, comme la lumière, elles ont juste une fréquence beaucoup plus petite. Ces deux types d'ondes font partie de ce qu'on appelle le spectre électromagnétique [2].



Représentation du spectre électromagnétique. La première, deuxième et troisième lignes donnent des informations sur la taille de l'onde : une représentation schématique, une taille caractéristique et un exemple de quelque chose aillant cette taille caractéristique. La dernière ligne concerne la fréquence et la gamme visible y est mise en évidence. On peut voir que les couleurs dépendent de la fréquence et que seul une petite partie du spectre électromagnétique est visible. Source [2]

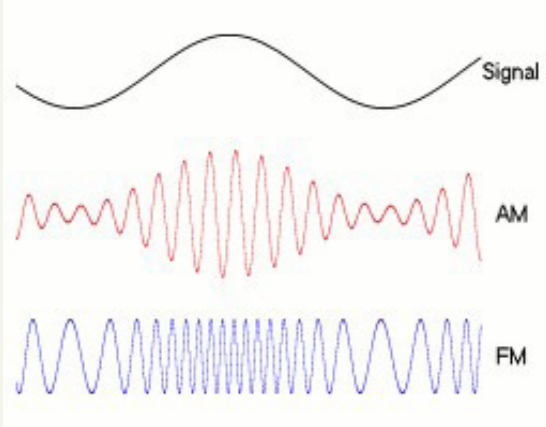
Mais la radio, comment ça fonctionne ?

Maintenant que tu sais que la radio utilise des ondes électromagnétiques pour transmettre des informations, il reste encore à savoir comment on s'y prend. La technique utilisée s'appelle la modulation. Lorsque l'on module, on change quelque chose, on l'adapte. Ici, ce qui est modulé c'est une onde dite porteuse. Cette onde porteuse va uniquement servir de moyen de transport à l'information, elle ne contiendra donc aucune information en elle-même. Imagine un facteur portant ses lettres. Le facteur ne connaît pas le contenu des lettres, il n'a donc aucune information. Il est cependant indispensable pour porter les lettres (l'information) à bon port. L'onde porteuse joue le rôle de ce facteur. Et les lettres alors ? C'est la modulation. La manière dont l'onde porteuse est modifiée va contenir toute l'information que tu veux transmettre.

De manière à fixer les idées, prenons la première méthode de modulation : la modulation en amplitude, abrégée AM (pour Amplitude Modulation en anglais). Cette technique, comme son nom l'indique, module, change l'amplitude de l'onde porteuse au cours du temps afin de transmettre un signal. Admettons que tu veuilles transmettre la note Mi par une onde radio. La note Mi étant elle-même une onde tu pourrais, pour ce faire, moduler l'amplitude grâce à une onde de la même fréquence de celle du Mi. Le récepteur qui recevra l'onde modulée n'aura qu'à extraire

la fréquence de la modulation pour savoir qu'il doit jouer un Mi à la radio. Ce processus étant rapide, tu peux enchainer les signaux de fréquences différentes au cours du temps afin de reproduire de la musique ou bien des conversations. C'est le principe de la radio. Il existe également d'autre type de modulation dont la modulation en fréquence, abrégée FM (pour Frequency Modulation en anglais), qui module non plus l'amplitude de l'onde porteuse, mais sa fréquence. Des représentations schématiques de la modulation AM et FM te sont données dans l'image en dessous [3]. Le signal noir représente l'information que tu veux faire passer (la note Mi). En rouge, le résultat après que le signal noir ait modulé l'amplitude de l'onde porteuse. Tu peux remarquer que l'amplitude varie avec le signal à transmettre. Enfin, en bleu, le résultat de la modulation de la fréquence de l'onde porteuse par le signal noir. Tu vois ici que c'est le nombre d'oscillations par seconde qui varie avec le signal à transmettre.

Quelle est l'utilité de moduler un signal pour le transmettre ? Il est en effet théoriquement tout à fait possible de transmettre directement le signal contenant l'information. Le souci est que le signal d'information est un signal de basse fréquence. Cela a pour conséquence que, pour le transmettre sur de longues distances, une grande amplification (et donc une grande dépense d'énergie) est nécessaire. De plus, au plus la fréquence diminue, au plus l'extension spatiale du signal augmente et donc au plus la taille des antennes nécessaires à sa réception augmente. L'utilité d'utiliser la modulation est donc double : c'est plus économique et cela évite d'avoir recours à des antennes de plusieurs dizaines de centimètre.



Représentation schématique du résultat d'une modulation AM (modulation en amplitude, en rouge) et FM (modulation en fréquence, en bleu) d'une onde porteuse par le signal noir. Lors de la modulation AM, l'amplitude varie proportionnellement au signal noir, tandis que lors de la modulation FM, c'est la fréquence. Source [3]

Et le DAB+ dans tout ça ?

Le DAB+ (pour Digital Audio Broadcasting en anglais) est une technologie de radiodiffusion numérique. C'est la dernière technologie largement répandue sur nos radios. Plutôt que d'utiliser un signal analogique (continue, comme le signal noir du schéma ci-dessus), cette technologie utilise un signal numérique, c'est à dire une succession de 1 et de 0. Pour utiliser cette technologie, il faut donc d'abord transformer l'information en suite de 1 et de 0 (comme sur les ordinateurs) puis moduler l'onde porteuse par cette suite. Une fois l'onde transmise, le récepteur doit retransformer la suite en signal sonore afin de pouvoir l'écouter. C'est pour cela que les anciens postes radios ne peuvent pas capter le DAB+.

Activité : mise en évidence du transport du son par une onde matérielle.

Même s'il est peut-être un peu compliqué de te demander de créer ton propre poste radio sans matériel, il est toutefois possible de montrer que le son se transmet bien par une onde matérielle. Pour ce faire, tout ce dont tu as besoin, c'est de deux gobelets et d'une corde. Perce le fond de chacun des gobelets et insère dans chacun des trous que tu viens de faire l'une des extrémités de la corde. Fais ensuite un nœud de chaque côté pour tenir le tout. Une fois que c'est fait, tout ce que tu as à faire, c'est de donner l'un des gobelets à quelqu'un d'autre et de lui demander d'aller dans une autre pièce. Une fois, que ton interlocuteur est dans l'autre pièce et que la corde est bien tendue, tu peux parler dans le gobelet et tu verras que ton interlocuteur recevra ton message et ce, même si personne ne t'entend dans la pièce.

Le secret ici, c'est que le son se transmet en faisant vibrer la corde tendue directement entre les deux gobelets. Les gobelets, quant à eux, empêchent le son de se propager dans l'air et on ne t'entend donc presque pas autour de toi.

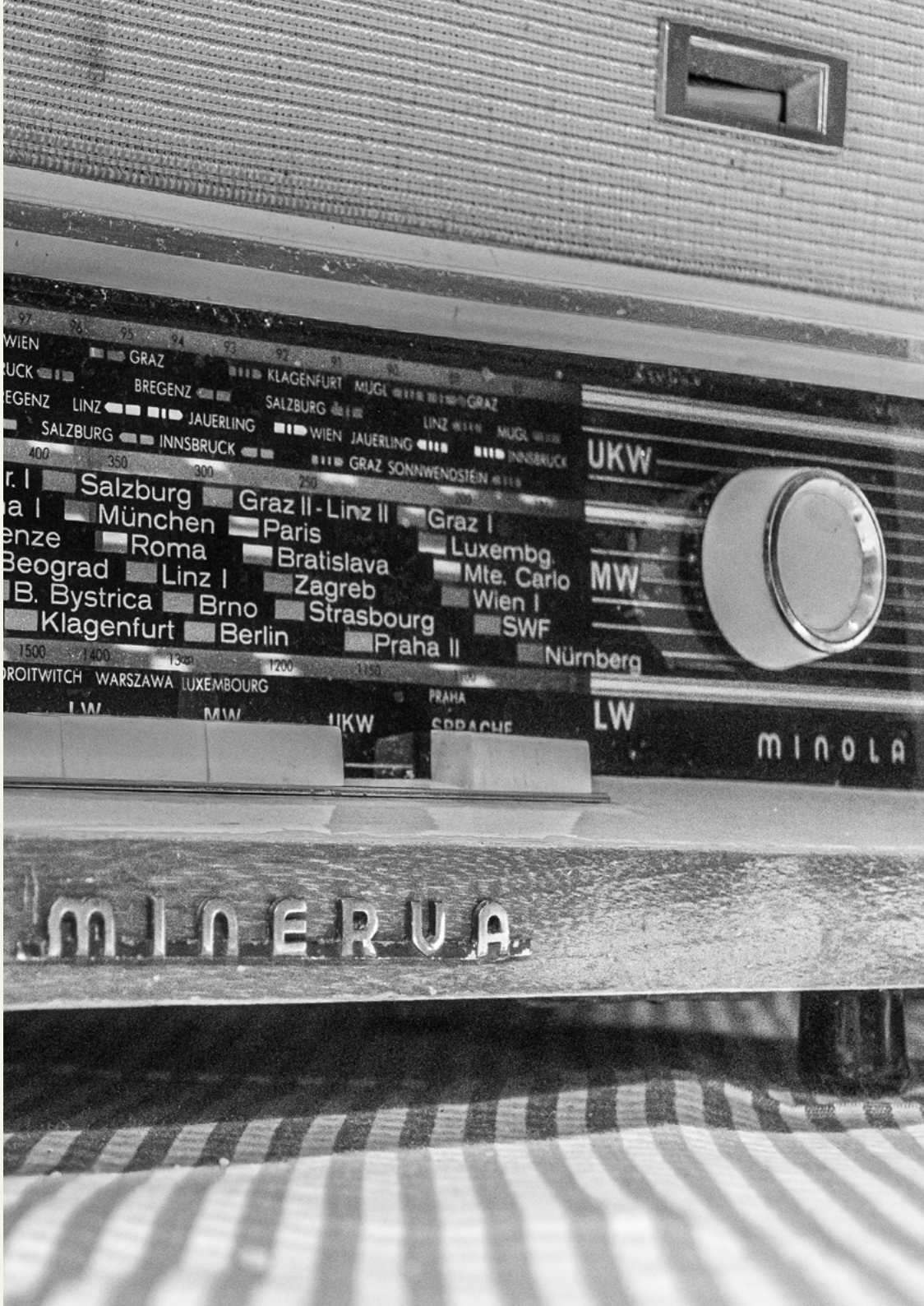
Pour aller plus loin et sources :

http://www.radiopassion.be/Premiere_emission_%20Belge.htm

https://www.taitradioacademy.com/topic/how-does-modulation-work-1-1/

https://en.wikipedia.org/wiki/AM_broadcasting

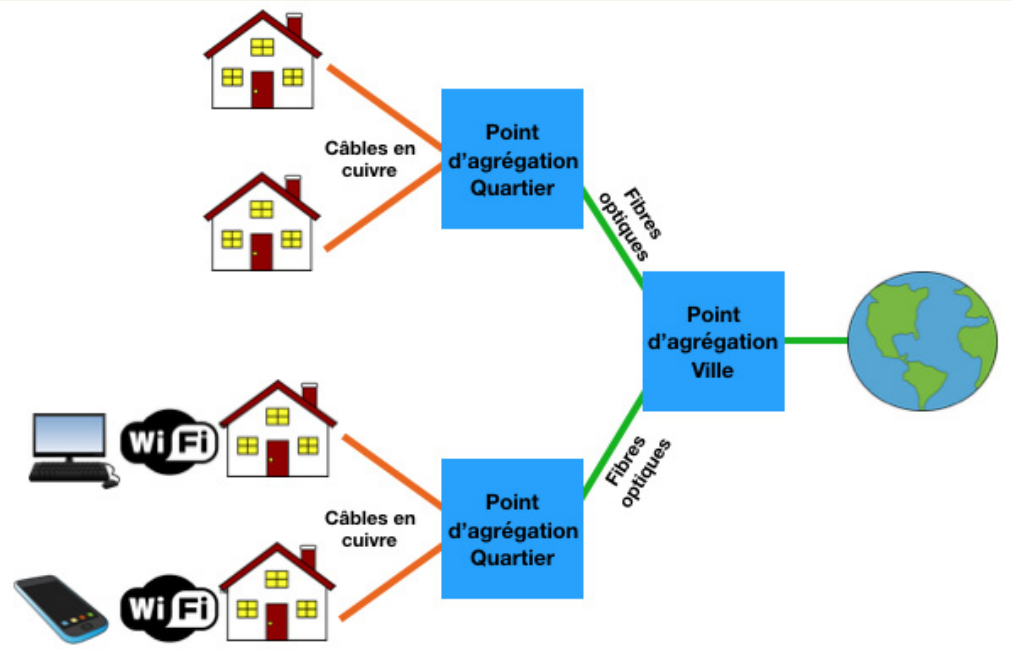
https://fr.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Broadcasting



Dossier # 2

LE WI-FI DANS NOS MURS

Le 3 avril 2010, Apple vend pour la première fois son célèbre Ipad, équipé alors uniquement d'une connexion Wi-Fi. À l'époque, se connecter sans fil à Internet via un appareil mobile était une révolution, bien que la plupart des foyers étaient déjà équipés d'une connexion Internet sans fil. Imagine devoir être obligatoirement assis devant le bureau sur lequel était posé le volumineux ordinateur pour accéder à Internet, alors qu'aujourd'hui, on emporte notre smartphone partout : dans la chambre, le salon, le jardin... même aux toillettes !



Le schéma ci-dessus montre comment les connexions Wi-Fi des maisons sont agrégées via des connexions filaires vers des noeuds de plus grande ampleur, reliant ainsi les quartiers, villes, pays et milliards d'utilisateurs entre eux. Le Wi-Fi ne concerne que les appareils au sein d'une maison.

Aujourd'hui, si les câbles servent encore à relier les gros points relais, ils s'arrêtent la plupart du temps aux points d'accès Wi-Fi individuels des maisons, qui elles, sont donc équipées du Wi-Fi. Ce point d'accès Wi-Fi n'est autre que l'appareil installé par ton fournisseur d'accès Internet.

Le Wi-Fi, comment ça marche ?

Pour diffuser des informations sans fil, de la même manière que la radio, le Wi-Fi utilise des ondes électromagnétiques. Tout comme une onde sonore, les ondes électromagnétiques ont des fréquences, et celles du Wi-Fi se situent à 2.4 GHz et 5 GHz. La radio, quant à elle, utilise des fréquences aux environs de 100 MHz : les ondes Wi-Fi ont donc des fréquences de 20 à 50 fois plus élevées que celles de la radio. Ces fréquences ont été choisies pour éviter les interférences entre ces deux moyens de communication.

Contrairement à la radio, le Wi-Fi fonctionne à petites distances. La portée d'une antenne Wi-Fi est de quelques dizaines de mètres tout au plus. Ainsi, la puissance des émetteurs Wi-Fi, tels que ceux présents dans ta maison (téléphone, tablette, ordinateur, point d'accès Wi-Fi...) est bien plus faible que celle d'une antenne radio. L'antenne Wi-Fi émet une puissance de l'ordre de quelques milliWatts, soit une puissance équivalente à un millionième de celle d'un four à micro-ondes moderne.

Pourquoi mon Wi-Fi est parfois lent ?

Une autre différence avec la radio réside dans le fait qu'une connexion Wi-Fi est caractérisée par un débit. C'est le débit de ta connexion Internet qui est responsable de la vitesse de téléchargement dans ta maison. Le débit, c'est la quantité d'information que les ondes Wi-Fi transportent par seconde ; il se mesure habituellement en Mégabits par seconde (Mbps). Par exemple, le débit moyen d'une connexion Internet aujourd'hui se situe entre 75 et 200 Mbps, alors qu'en 2010, à la sortie du premier IPad, un débit de 20 Mbps était remarquable.

En pratique, une vidéo YouTube en haute qualité (4K) est émise avec un débit d'environ 20 Mbps. Ainsi, si ta maison est équipée d'une connexion à 80 Mbps, quatre appareils peuvent télécharger en même temps des vidéos YouTube, et chaque membre de la famille peut profiter de son contenu préféré.

Attention, inutile d'interdire à ta petite soeur de jouer à Minecraft pendant que tu surfes sur Tik Tok ! Ce n'est pas uniquement le nombre d'appareils connectés qui compte pour l'utilisation du débit, mais aussi la nature de l'utilisation. Par exemple, une recherche Google ou des messages Whatsapp ne nécessitent pas le même débit (le même nombre de Mbps) que du streaming en vidéo. Malheureusement, certains obstacles peuvent quand même diminuer le débit effectif du Wi-Fi reçu sur un appareil :

1. La distance par rapport au point d'accès Wi-Fi

Au plus proche du point d'accès se trouve ton appareil, au meilleur sera le débit. Imagine une personne qui te parle, tu l'entendras mieux si tu te trouves juste à côté d'elle que si tu t'en trouves à 100 mètres.

2. Les murs et les différences d'étage

Les murs et les plafonds sont faits de matériaux denses et peuvent parfois contenir une armature métallique. Ces obstacles entravent la propagation des ondes électromagnétiques et diminuent le débit de ton Wi-Fi. Imagine une personne qui te parle depuis le rez-de-chaussée alors que tu es dans ta chambre au premier étage : celle-ci devra crier pour que tu l'entendes.

3. Les interférences avec les Wi-Fi des voisins

Tout le monde, surtout dans les zones denses (villes, bâtiments d'appartements), est équipé de Wi-Fi chez soi. Toutes ces ondes électromagnétiques qui se chevauchent peuvent "se bousculer" et réduire le débit des utilisateurs. Imagine une personne qui te parle dans une pièce remplie d'autres personnes qui parlent en même temps : pas facile de comprendre ton interlocuteur !

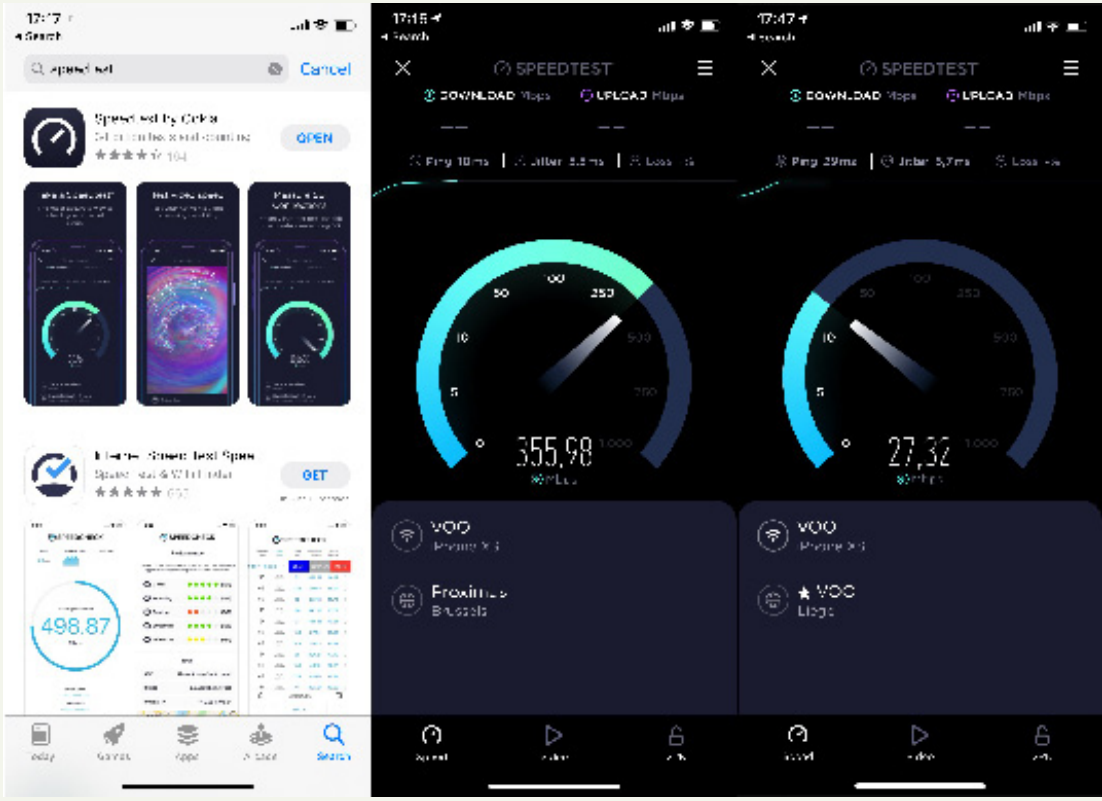
Et la 4G alors ?

Le Wi-Fi n'est qu'une manière parmi d'autres de se connecter à Internet. D'un point de vue technique, la 4G et le Wi-Fi sont semblables : il s'agit de transmettre des données sans fil. Par contre, dans le cas de la 4G, l'émetteur ne se situe pas dans ta maison comme le point d'accès Wi-Fi, puisqu'il s'agit des grandes antennes téléphoniques que tu peux croiser le long des routes. La 4G a généralement un débit un peu plus faible qu'une connexion Internet domestique classique.

Les fréquences utilisées par la 4G sont plus éparpillées que celles du Wi-Fi et doivent être réparties entre les différents opérateurs téléphoniques. Certains émetteurs utilisent les plages entre 700 et 800 MHz, d'autres, celles vers 1800 MHz, et les plus élevées vers 2100 MHz ou 2800 MHz. Le terme "4G" indique qu'il s'agit de la quatrième génération de connexion Internet mobile. Tu as peut-être déjà entendu parler de la génération suivante, la 5G, en cours d'installation en Belgique. Celle-ci utilisera des fréquences encore plus hautes, qui peuvent aller jusqu'à 60 GHz, et offrira des débits de plusieurs Gigabits par seconde (Gbps, 1 Gbps équivaut environ à 1000 Mbps). La 5G aura beau déployer de grandes fréquences et des hauts débits, elle aura malheureusement ses faiblesses : plus la fréquence d'une onde est élevée, plus un petit obstacle fin peut l'arrêter. Ainsi, les ondes 5G peuvent être complètement stoppées par une feuille de papier, la pluie, ou la surface de ta peau. Pour remédier à ceci, les émetteurs 5G seront capables de changer de fréquence au besoin, automatiquement, pour une connexion optimale.

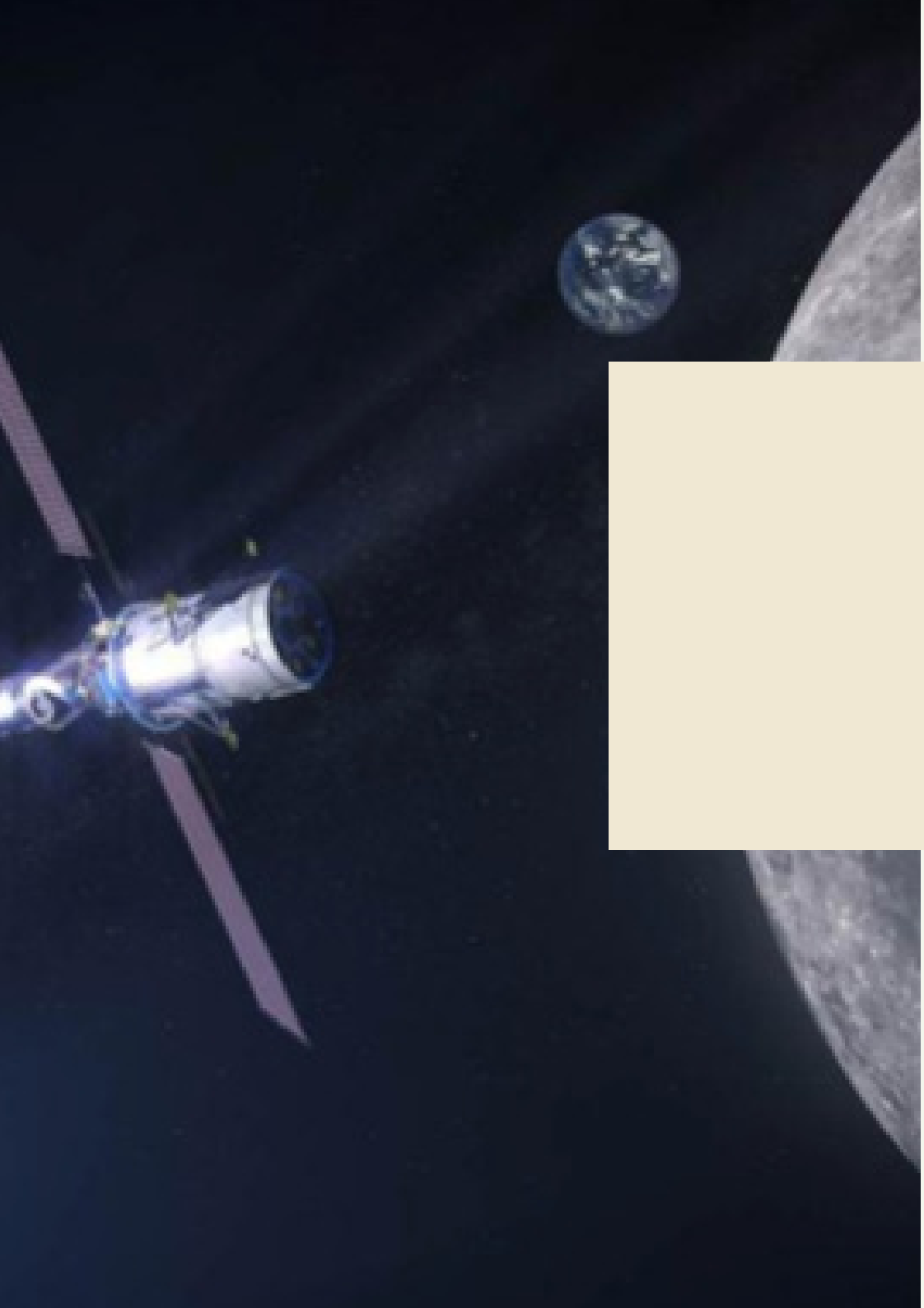
Activté : quel est le débit de ta connexion internet ?

- Tu peux observer chez toi les variations de débit de ta connexion Wi-Fi ! Comment faire ?
- À l'aide d'un smartphone ou d'une tablette, télécharge l'application gratuite Speedtest, disponible sur Google Play ou App Store .
- Place-toi juste à côté de ton point d'accès Wi-Fi et mesure le débit de ta connexion avec l'application, en appuyant simplement sur le bouton "Go" et en lisant le chiffre indiqué sous le quadrant à la fin du test.
- Répète cette mesure à différents endroits : autres pièces de la maison, balcon, étage, cave, extérieur... que constates-tu ?
- Partage tes résultats sur la page Facebook de Réjouisciences !



Réflexion

Et toi, pourrais-tu te passer du Wi-Fi ou du réseau mobile ? Combien de tes activités quotidiennes ont besoin d'Internet pour fonctionner ? Imagine, si demain, par magie, tu n'avais plus accès à Internet, à quoi ressemblerait ta journée ? Grande catastrophe ou petits bonheurs retrouvés ? Exprime-toi sur la page Facebook de Réjouisciences !



Dossier # 3

EXPLORER L'ESPACE

Explorer l'espace, une affaire de femmes, d'hommes, de robots et de poubelles...

Le 12 mars 1961, pour la première fois dans l'Histoire, un être humain volait dans l'espace. Le célèbre pilote soviétique Youri Gagarine, à bord du petit module sphérique du vaisseau Vostok, effectue une orbite complète autour de la Terre en presque deux heures, à une altitude moyenne de 200 km. Malgré un trajet retour un peu mouvementé, le module n'ayant pas adopté la bonne orientation pour rentrer dans l'atmosphère terrestre, l'opération est un succès historique et retentissant. Ce vol marque le début d'une nouvelle ère, celle de la conquête spatiale.

Youri Gagarine

L'américain Alan Shepard réitère cet exploit en mai de la même année.

Avec les missions américaines sur la Lune dès 1969, puis avec la construction de la station spatiale (soviétique puis russe) Mir en 1986 suivie de l'ISS (International Space Station) en 1998, l'ère spatiale emmène de nombreux êtres humains dans l'espace. Des engins automatiques et des robots participent aussi à l'effort d'exploration, notamment sur Mars. Des projets européens ou plus récemment, indiens, chinois, arabes se concrétisent. Des entreprises privées comme SpaceX ou Blue Origin s'intéressent également à l'espace.

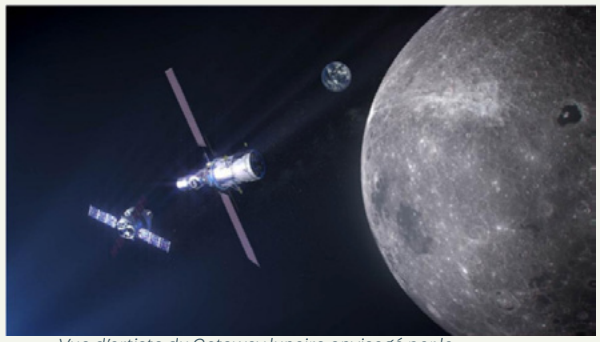
La conquête spatiale en quelques chiffres

60	12	77	14	5
ans depuis le premier vol spatial habité par un humain	hommes à avoir foulé le sol lunaire	l'âge de l'astronaute le plus âgé lors de son dernier vol, John Glenn	durée en mois du plus long vol spatial habité (Valeri Polyakov)	rovers sur la planète Mars (et au total une vingtaine d'objets terrestres)
5	10%	25	100	22
mois depuis la mission habitée la plus récente	des personnes ayant volé dans l'espace sont des femmes	l'âge de l'astronaute le plus jeune lors de son premier vol, Guerman Titov	l'altitude en kilomètres de la limite entre atmosphère et espace	distance en milliards de kilomètre parcourue par la sonde spatiale la plus lointaine

Et demain, la conquête spatiale ?

Même si la station spatiale internationale (ISS) est pratiquement habitée par des humains en permanence, les agences spatiales entrevoient de nouveaux horizons encore plus lointains pour l'exploration spatiale.

Par exemple, l'intention de la NASA est de retourner sur la Lune d'ici 2024. En hommage au programme Apollo, comprenant les premières missions lunaires habitées, c'est maintenant le nom d'Artemis, sœur d'Apollon, qui a été donné à ce futur programme spatial. Cette féminisation souligne la nouvelle ambition de la NASA d'envoyer la première femme sur la Lune. Avant cela, des vols robotiques sont prévus pour préparer le terrain et déployer sur le sol lunaire davantage d'habitat, d'instruments, et d'explorer la Lune bien plus en profondeur que la mission Apollo. Au-delà des vols habités d'Artemis, la NASA table également sur la construction d'un "Gateway" spatial (passerelle), en orbite autour de la Lune, soit un genre de station-service pour les vols habités plus longs, notamment vers Mars. En effet, à l'agenda de l'agence spatiale américaine figure également le vol habité vers Mars. À l'heure actuelle, aucune échéance n'est avancée, mais l'on parle des deux ou trois prochaines décennies. Le rover Perseverance, récemment arrivé sur la planète rouge, et d'autres missions robotiques doivent d'abord être déployées pour comprendre les enjeux et les di cultés de l'exploration martienne.



Vue d'artiste du Gateway lunaire envisagé par la NASA. Image : NASA.

L'un des défis de cette ambition martienne reste la conception du vaisseau : Comment rentrer en toute sécurité dans l'atmosphère martienne et atterrir en douceur ? Le vaisseau devra être le plus léger possible, or les astronautes auront besoin d'une grande quantité de matériel et de provisions. Serait-il possible de faire pousser de la nourriture sur Mars afin de minimiser la charge à embarquer ? Qu'en est-il de l'eau, peut-on utiliser l'eau présente sur Mars ? Comment embarquer su samment de gaz respirable par les astronautes, ou comment le fabriquer sur place si possible ?

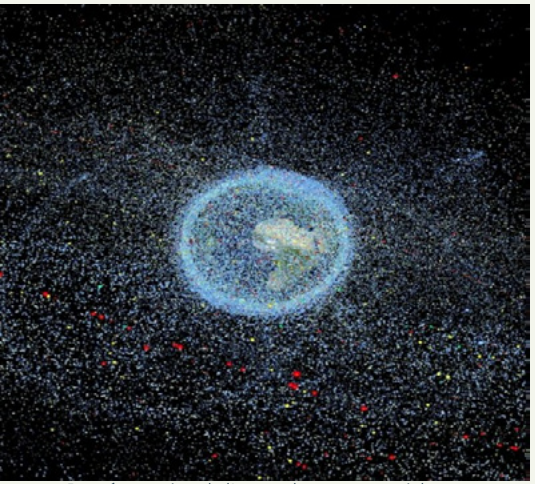
Les difficultés majeures liées à l'exploration humaine de Mars seront aussi médicales. Le voyage devrait prendre au moins deux ou trois ans ; comment survivre si longtemps dans l'espace ? Comment pallier la perte musculaire subie par les humains en micro-gravité ? Comment faire en cas de pépin de santé sur une planète désespérément sans hôpital ? Comment se protéger des rayons cosmiques (ceux-ci correspondent aux radiations présentes dans l'espace - rayonnement solaire et particules chargées - et dont l'atmosphère terrestre nous protège) ? Comment gérer les aspects psycho-sociaux d'une telle aventure, surtout pour l'équipage ? À la fois sur Terre et sur Mars, ces questions sont encore en cours d'étude.

Outre le vol habité, le futur de l'espace sera commercial. En effet, depuis les années 2000, il est de plus en plus commun pour les agences spatiales de s'associer à des entreprises privées. Outre des partenariats dans le développement d'instruments ou de lanceurs, la privatisation de l'espace consiste pour des entreprises à utiliser des engins spatiaux pour leurs services, par exemple de surveillance, de navigation ou de télécommunications. Envoyer un objet dans l'espace devient de moins en moins cher, et la miniaturisation des technologies permet de concevoir des engins spatiaux légers et faciles à mettre en orbite, à tel point qu'il est devenu possible d'envoyer des dizaines de satellites à la fois en un seul lancement. Ainsi, les constellations de satellites sont de plus en plus fréquentes. L'exemple le plus célèbre est sans doute la constellation Starlink, lancée par SpaceX. L'ambition de SpaceX est de déployer en orbite basse pas moins de 12 000 petits satellites, qui fourniraient une couverture Internet mondiale stable. Depuis les soixante premiers satellites Starlink lancés en mai 2019, cette constellation en compte déjà près de mille. D'autres méga-constellations sont en cours de déploiement, comme celles de OneWeb ou Blue Origin. Cette avancée technologique inquiète pourtant une partie de la communauté scientifique, et pour cause : ces méga-constellations aggravent considérablement la pollution spatiale.

L'encombrement spatial est lié au trop grand nombres d'objets en orbite autour de la Terre. En effet, si des extraterrestres existaient et observaient la Terre, ils verraient une petite planète bleue... entourée d'un nuage dense d'instruments spatiaux, dont seulement une petite partie est en activité. Pourquoi cet encombrement et quels risques pour la conquête spatiale ?

Où vont les engins spatiaux après leurs vies ?

A priori, il y a "beaucoup de place" dans l'espace, assez de place pour continuer de lancer des sondes et satellites indéfiniment. Le problème, c'est que seulement certaines gammes d'altitude sont d'intérêt. Par exemple, les satelltites de télécommunication, qui ont besoin d'une bonne transmission de signaux jusqu'au sol, privilégient des orbites basses, entre 300 et 2000 km d'altitude. Les satellites qui doivent observer toujours la même zone du globe, comme certains satellites météorologiques, occupent plutôt des orbites géostationnaires, autour des 36 000 km d'altitude. Entre ces deux gammes, on parle d'orbite moyenne, comme les orbites autour de 20 000 km d'altitude qui abritent les satellites GPS. De plus, la plupart des satellites sont conçus pour vivre quelques années, soit la durée de fonctionnement de leurs instruments et de leur alimentation en énergie. Leur fin de vie ne fait en général pas l'objet de la mission. Mais alors, que leur arrive-t-il ?



Représentation de l'encombrement spatial au- tour de la Terre. Image : ESA.

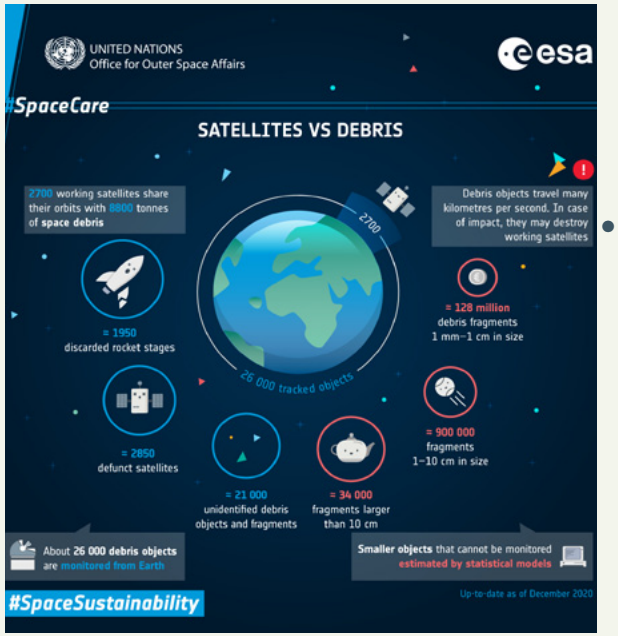
La majorité des satellites, notamment en orbites basses et moyennes, sont simplement abandonnés. On compte alors sur la gravité terrestre pour les ramener progressivement vers la Terre, où ils finiront par retomber et se désintégrer, soumis à de grandes températures dues aux frottements avec l'atmosphère. Ce trajet de retour n'est pas calculé ni planifié, si bien qu'il peut prendre jusqu'à des centaines d'années en fonction de l'orbite initiale du satellite. Cela signifie que ces satellites inertes, véritables déchets spatiaux, encombrent l'espace pendant de longues années avant de peut-être retomber sur Terre. D'autres, avant d'être abandonnés, sont déplacés. Ainsi, les géostationnaires sont souvent rejetés sur des orbites «poubelle», environ 300 km au-delà de leur altitude d'origine. Cette stratégie permet de dégager les orbites géostationnaires, utiles, et d'ainsi protéger les satellites actifs d'éventuelles collisions, mais ne fait que reporter le problème de ces déchets un peu plus loin.

Outre les instruments inactifs, les déchets spatiaux peuvent également être des morceaux de fusée ou d'autres équipements spatial. Le Bureau des Débris Spatiaux de l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a recensé en 2019 à peu près 4900 satellites en orbite, dont seulement 2000 sont en activité. Ce même bureau a rme qu'un total de 23 000 objets sont suivis par les réseaux de surveillance des débris.

Les déchets spatiaux encombrent les orbites des satellites utiles. Le risque majeur à prendre en compte est alors celui d'une collision. Pour mitiger ce risque, certains organismes, comme le NORAD (North American Aerospace Defense Command), traquent les déchets spatiaux depuis la Terre, notamment à l'aide d'antennes radar. De cette manière, les responsables des satellites actifs sont informés si un débris risque de croiser l'orbite de leur instrument, et ils peuvent alors rectifier sa trajectoire pour l'éviter. Tout est-il sous contrôle, alors ?

Ce n'est pas si facile. Les radars ne peuvent pas tout détecter, et les débris les plus petits peuvent leur échapper. En orbite basse, la limite de taille détectable est d'à peu près dix centimètres, et en orbite moyenne et géostationnaire, d'environ un mètre. Or, même un petit objet, comme un boulon, peut faire des dégâts. Les satellites embarquent des instruments optiques et électroniques d'une grande finesse, et voyagent souvent à des vitesses considérables (plusieurs kilomètres par seconde au moins) les rendant

vulnérables même aux «petites» collisions. Le vrai problème réside dans le risque d'avalanche : une collision peut produire des nouveaux débris, forcément plus petits que les objets initiaux, et représenter ensuite un risque additionnel plus difficile à détecter, donc à même de créer de nouvelles collisions plus difficiles à éviter. L'espace finira-t-il saturé de déchets ?



Représentation de l'encombrement spatial au- tour de la Terre. Image : ESA.

Même si on n'en est pas encore là, la problématique des déchets spatiaux est préoccupante. D'après les observations de l'ESA et de l'ONU, de plus en plus d'objets sont lancés dans l'espace, et le voisinage de la Terre se remplit donc plus vite qu'il ne se vide. Vu la mise en orbite des méga-constellations, ce rythme n'est pas près de s'inverser. Or, l'exploration spatiale et l'utilisation d'instruments spatiaux sont essentielles et bénéfiques pour l'humanité, aussi bien pour la recherche scientifique (notamment sur le changement climatique) que pour la géolocalisation (les GPS), la météorologie, la gestion des catastrophes naturelles, et progressivement, les télécommunications. C'est pourquoi l'ESA développe petit à petit des stratégies d'écologie spatiale.

- PRÉVENTION : les nouveaux satellites sont quasi systématiquement munis de détecteurs anti-collisions pour limiter l'effet d'avalanche. Leurs responsables sont également encouragés à prévoir des stratégies de retour qui ne prennent pas plus de 25 ans.
- RECYCLAGE : une fois ses instruments usés, au lieu d'être purement abandonnés, le satellite en fin de vie pourrait être remis sur pied et réalimenté par un autre instrument spatial prévu à cet effet. L'ESA a déjà imaginé un tel dépanneur de l'espace, e.Deorbit, qui serait à terme capable de venir en aide à des instruments spatiaux en fin de vie pour "recharger" leurs batteries, y ajouter de nouveaux instruments, ou y réparer des dommages. L'approche est ici de lancer moins de nouveaux instruments et de stabiliser l'encombrement spatial.
- COLLECTE : dans certains cas, ces véhicules de service pourraient simplement servir à renvoyer les débris vers la Terre. D'ailleurs, la capture de satellites "morts" et leur renvoi vers la Terre était initialement l'unique mission de e.Deorbit. L'idée est d'attacher le petit véhicule sur le débris et de lui communiquer une petite poussée dans la bonne direction, pour le sortir de son or-

bite et le renvoyer vers la Terre. Ce genre de service a déjà été proposé aux agences spatiales par des entreprises privées. Par exemple, la start-up japonaise Astroscale proposera sous peu un petit engin capable d'approcher et rediriger les étages supérieurs des fusées vers la Terre, pour leur éviter une vie de débris spatial (en effet, les fusées se séparent progressivement des parties devenues inutiles au fur et à mesure de leur ascension vers l'espace, et l'étage supérieur est le seul à atteindre l'altitude de destination car il contient généralement l'instrument à amener en orbite. Une fois séparé du satellite, cet étage reste le plus souvent abandonné en orbite.). L'entreprise suisse ClearSpace prévoit une mission semblable avec l'ESA pour récupérer l'étage supérieur du lanceur Vega, en orbite basse depuis 2013.

D'autres moyens ont été proposés pour simplement ramasser les débris spatiaux, dont certains plus exotiques, comme un balai spatial laser, rapidement abandonné vu son potentiel de destruction sur Terre. Ainsi, la prise de conscience au niveau des débris spatiaux a déjà bien eu lieu chez les acteurs de l'industrie spatiale, même si la route vers un environnement spatial aussi propre que possible est encore longue.

Activité : nettoie les déchets spatiaux !

Toi aussi participe au nettoyage des déchets spatiaux. Monte à bord de ta fusée et collecte un maximum de satellites inactifs, tout en évitant les météores. Tu peux aussi détruire les météores en tirant dessus mais attention à ne pas te faire toucher et finir, toi aussi, en déchet spatial. À toi de jouer (www.ymliege.uliege.be)

Réflexion : comment ramasser les poubelles ?

Peux-tu imaginer une solution pour ramasser ou nettoyer les orbites encombrées de déchets spatiaux ? Inspire-toi des solutions proposées par l'ESA, ou de ce que nous faisons de nos déchets sur Terre, ou encore de tes films de science-fiction préférés. Dessine ton invention et partage-la sur la page Facebook de Réjouisciences !

Dossier # 4

LA TÊTE DANS LES NUAGES

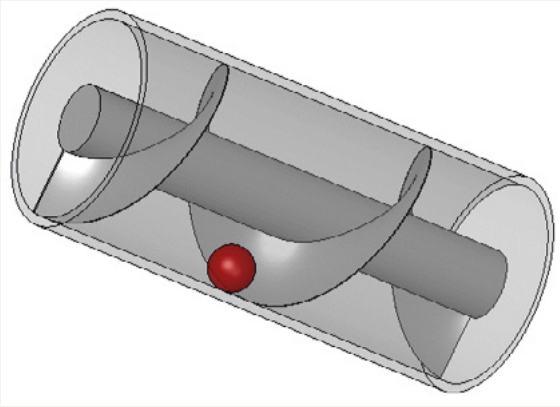
Il y a 80 ans, l'hélicoptère VS-300, créé par Igor Sikorsky, réalisait pour la première fois un décollage maritime et un amerrissage, devenant ainsi le premier hélicoptère amphibien de l'histoire. Depuis, la technologie s'est développée, et les hélicoptères sont régulièrement utilisés de nos jours à des fins privées, médicales ou militaires (par les hôpitaux, par exemple, pour porter secours rapidement aux personnes isolées ou encore par l'armée pour transporter des troupes et des équipements). Dans le futur, les hélicoptères sont amenés à évoluer pour devenir à moitié avion, ou à moitié voiture, comme dans le projet de taxis aériens de Uber, UberAir. Mais comment fonctionne un hélicoptère ? En quoi est-il différent d'un avion ou d'une montgolfière ? Pourquoi a-t-on dû attendre le 20e siècle avant que de vrais hélicoptères ne voient le jour, alors que Léonard de Vinci en avait déjà imaginé les grandes lignes en 1486 ?

Ensemble, tentons de répondre à toutes ces questions !

L'idée de Léonard De Vinci

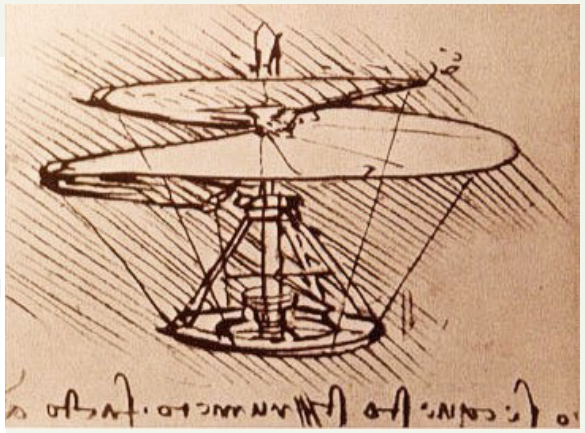
Difficile de présenter Léonard De Vinci, tant cet homme est un touche à tout que certains qualifient de génie. Né en 1452, en Toscane, il est connu comme artiste, inventeur, scientifique, écrivain ou encore philosophe - et la liste ne s'arrête pas là ! Tu le connais certainement en tant que peintre, grâce à son œuvre la plus populaire qui est exposée au musée du Louvres : la Joconde. Mais sache que son héritage va bien plus loin que ses tableaux. En effet, Léonard de Vinci était un expérimentateur créatif et très productif qui nous a légué de nombreuses idées innovantes. Parmi elles, ce que l'on pourrait considérer comme l'ancêtre de l'hélicoptère : « la vis aérienne ».

Le principe de la vis aérienne repose sur une invention antérieure appelée « vis d'Archimède », qui aurait été imaginée par ce dernier, lors d'un voyage en Egypte, afin d'aider les habitants des berges du Nil à arroser leur terrain grâce à l'eau du fleuve. Il s'agit d'une hélice plongée dans l'eau qui, en tournant sur elle-même, entraîne du liquide et permet de le mettre en mouvement. Cet outil est encore utilisé de nos jours, principalement dans des systèmes de pompage ou d'assainissement d'eau, mais aussi pour le déplacement de certains véhicules sur le sable ou la neige par exemple. En voyant la vis d'Archimède fonctionner dans l'eau, Léonard de Vinci se fait la réflexion que cela devrait pouvoir marcher, aussi, pour déplacer un autre liquide : l'air ! La vis aérienne est née.



Animation illustrant le principe de fonctionnement d'une vis d'Archimède - commons.wikimdia.org

Comme tu peux le voir sur le dessin fait par Léonard De Vinci, la vis aérienne se compose d'une grande voile de tissu placée autour d'un mât en formant une hélice. Un mécanisme situé à la base du mât permet de le faire tourner à la force des bras. Ce mécanisme est également relié à un ressort. Ainsi, si l'on fait tourner le mât dans le sens des aiguilles d'une montre, puis qu'on relâche le mécanisme, le ressort entraîne le mât qui se met à tourner très vite dans le sens opposé. Le mouvement d'air généré par l'hélice en tissu reliée au mât fait alors s'envoler l'ensemble. Problème : le seul moyen de propulsion disponible à l'époque... c'est l'huile de coude, ce qui rend l'opération presqu'impossible. D'autres obstacles techniques tels que la résistance de la toile vie<nnent également empêcher la concrétisation de cette idée. Il faut attendre l'arrivée des moteurs dans les années 1900 ! C'est alors que les hélicoptères tels que nous les connaissons aujourd'hui commencent à être construits.



Dessin original de Léonard De Vinci représentant sa vis aérienne. Par Léonard de Vinci - commons.wikimedia.org

Hélicoptère versus Avion

La meilleure façon de comprendre le fonctionnement de l'hélicoptère est peut-être de le comparer avec un autre appareil volant bien connu : l'avion. Si tu as déjà pris l'avion, tu es sûrement capable de me citer une ou deux grandes différences avec l'hélicoptère. Alors, une idée ? En voici quelques-unes.

La plus évidente, c'est qu'un hélicoptère décolle et atterrit verticalement, sans avoir besoin de piste très longue pour «prendre de l'élan», contrairement à un avion. C'est cela, entre autres choses, qui permet à l'hélicoptère d'intervenir pour des sauvetages, puisque qu'il n'a pas besoin d'aéroport pour atterrir, juste d'un terrain plat suffisamment grand ! Il peut tout simplement venir se poser dans ton jardin ou dans la cour de ton école quand c'est nécessaire.

Une autre grande différence, c'est que l'hélicoptère peut voler de façon stationnaire, autrement dit, il peut rester en vol à la même place, sans bouger ni verticalement ni latéralement. C'est impossible pour un avion, car un avion a besoin d'avancer pour continuer à voler. S'il s'arrête totalement, il tombe - ce qui n'est, en général, pas le but recherché ! C'est une autre caractéristique de l'hélicoptère qui lui permet d'intervenir en cas d'urgence en haute montagne par exemple. Quand il est impossible d'atterrir, car les personnes en danger sont bloquées dans une pente importante, l'hélicoptère se place en vol stationnaire au-dessus d'elles et leur descend une échelle.

Pourquoi ces différences ? L'avion et l'hélicoptère reposent sur le même principe, mais l'exploitent différemment. En effet, l'avion dispose d'ailes fixes - elles ne bougent pas de bas en haut comme les ailes d'un oiseau, ni ne tournent comme celles d'un hélicoptère. Ses moteurs lui permettent d'avancer à grande vitesse

dans l'air. Si l'on regarde ce qu'il se passe au niveau des ailes lors de ce déplacement à grande vitesse, on remarque que les flux d'air autour de celles-ci créent ce qu'on appelle « une portance » ; c'est ce qui permet à l'avion de décoller. Plus la vitesse des flux d'airs est importante, plus la portance est importante également. Donc plus l'avion va vite, plus il peut monter haut. C'est pourquoi un avion ne peut pas faire de vol stationnaire : s'il s'arrête, plus de flux d'air autour des ailes et donc plus de portance !

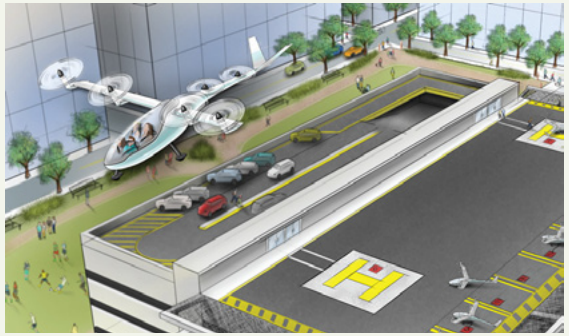
En haut, un avion de ligne (Airbus A350). En bas, un hélicoptère de la marine canadienne (Sikorsky CH-124 Sea King).

A l'inverse, les ailes de l'hélicoptère, appelées pales, ne sont pas fixes ; elles tournent autour d'un axe relié au sommet de l'hélicoptère, comme tu peux le voir sur l'image. C'est leur rotation qui va engendrer des flux d'air autour d'elles, et ainsi créer de la portance. Ainsi, l'hélicoptère n'a pas besoin de moteurs pour se propulser en avant comme un avion, mais bien pour faire tourner ses pales afin de décoller et se maintenir en l'air. C'est en inclinant les pales que le pilote va pouvoir faire avancer ou tourner son appareil. Tu remarqueras aussi une plus petite hélice placée sur la queue de l'hélicoptère. Cette hélice n'est pas là pour aider l'hélice principale à soulever l'appareil, mais pour l'empêcher de tourner sur lui-même suite à la rotation des pales principales. Elle sert, en quelque sorte, de stabilisateur à l'hélicoptère. Il s'agit du modèle de base d'un hélicoptère, mais il en existe beaucoup d'autres sortes, avec plusieurs hélices tournant dans le même sens ou dans des sens opposés. Cela permet de conférer une meilleure maniabilité ou stabilité à l'hélicoptère, mais le principe de fonctionnement reste le même.

Et dans le futur ?

Dans un futur pas si lointain, certaines compagnies prévoient d'utiliser les hélicoptères comme solution aux embouteillages dans les grandes villes. Par exemple, la société Uber envisage de tester, et ce déjà en 2023, son service de taxi aérien, qui prendrait place au sommet de buildings et fonctionneraient exactement comme pour les voitures - via des réservations sur leur application. De leur côté, Airbus et Italdesign ont annoncé leur projet de voiture-hélicoptère transformable, également prévu pour décongestionner les grandes villes. Dans les deux

projets, les véhicules seraient électriques et fonctionneraient sur un système d'utilisation collective - pas question pour le moment de véhicules personnels.



En haut, l'hybride voiture-hélicoptère développé par Airbus et Italdesign (illustration AIRBUS). En bas, le système de taxi hélicoptère de UberAir (Illustration Uber).

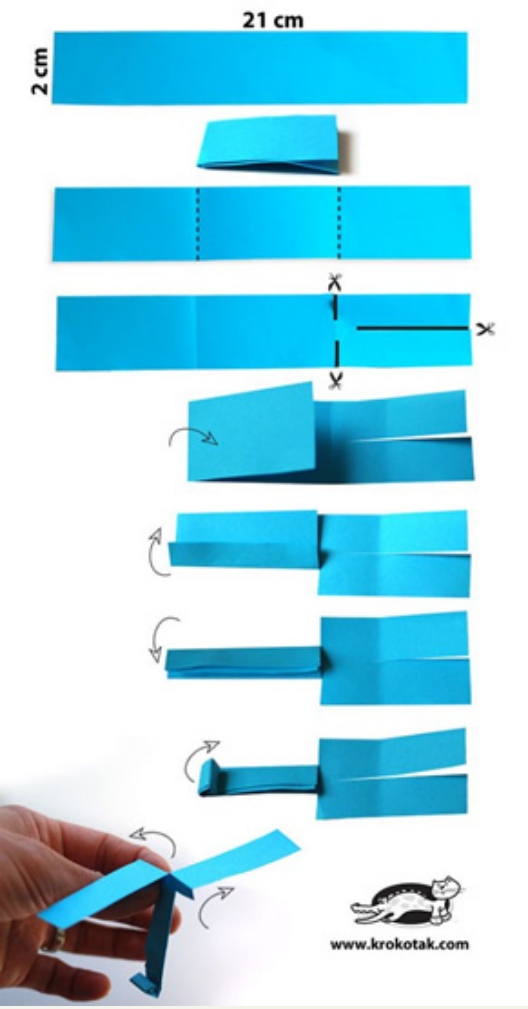
Du côté militaire, le futur est dans les hybrides avion-hélicoptère. Le but ? Tirer parti des avantages des deux configurations en fonction de la situation. En effet, les hélicoptères peuvent décoller et atterrir verticalement, ce qui est avantageux dans certaines situations, comme nous l'avons déjà expliqué. Ils sont aussi bien plus facilement manœuvrables. D'un autre côté, les avions sont plus rapides et plus stables, ce qui peut aussi être avantageux dans d'autres contextes, tels que l'attaque par exemple. En créant des appareils munis d'hélices pouvant passer de la position horizontale à verticale en plein vol, on profite des avantages de l'hélicoptère au décollage, puis de ceux de l'avion lors des déplacements sur de plus longues distances. Parmi ces hybrides, on compte par exemple le convertible V280 Valor de BELL, photographié ci-dessous.

Le convertible V280 Valor de BELL (photo BELL).

Activité : Construis ton propre hélicoptère !

Je parie que tu as déjà construit un avion en papier, peut-être même que tu as fait des concours avec tes amis pour voir lequel allait le plus loin. Mais as-tu déjà pensé à construire un hélicoptère en papier ? Si tu construis les deux et que tu les compares, les différences entre avion et hélicoptère qui t'ont été expliquées dans ce dossier apparaîtront, tout de suite, très clairement ! Comme pour les avions, il existe plusieurs méthodes de construction. A chacun sa préférée ! Arrives-tu à imaginer une façon de faire pour un hélicoptère ? Sur l'image ci-dessous, tu pourras déjà avoir une première idée, mais internet foisonne

de vidéos sur le sujet, donc n'hésite pas à faire tes propres recherches et à devenir un vrai pro... Et si tu es d'humeur festive, tu peux mettre comme fond musical cette magnifique chanson en hommage des hélicoptères : https://www.youtube.com/watch?v=_uxRP-dV17o



http://krokotak.com/2014/08/diy-paper-helicopter/

LES DOSSIERS DU VENDREDI

LIÈGE université