

## SCIENCES - DE 6 À 11 ANS

# Les avions qui parlent

Quatre leçons sur la façon dont chaque avion dans le ciel dit au monde entier où il est, et comment nous pouvons l'écouter. À la fin, tu sauras expliquer toute l'histoire du début à la fin, et tu en auras construit un morceau toi-même.

Apprendre - <https://radar.dataero.eu/fr/learning/ages-6-11/student> 2026-10-22

## SOMMAIRE

LEÇON 1 Le ciel encombré et l'avion qui parle

LEÇON 2 La lumière invisible : ce sur quoi le message voyage

LEÇON 3 Les oreilles de métal et la Terre ronde

LEÇON 4 Beaucoup d'oreilles font une seule carte

Quiz : à l'écoute du ciel

LA FIN Construis les oreilles de métal

## LEÇON 1

### Le ciel encombré et l'avion qui parle

En ce moment, au-dessus de ton école, il y a presque sûrement un avion. Sans doute plus d'un. Tu ne les vois pas parce qu'ils sont à dix kilomètres de haut, plus haut que la plus haute montagne d'Europe, et qu'ils avancent à 900 kilomètres à l'heure, c'est-à-dire 250 mètres chaque seconde. Un jour normal, environ trente mille avions traversent l'Europe. Aucun d'eux ne voit bien les autres, et aucun n'a de route à suivre. Alors quelqu'un au sol doit savoir où est chacun d'eux, tout le temps, pour les tenir à distance. Cette personne, c'est un contrôleur aérien. Mais comment une personne dans une pièce au sol peut-elle savoir où est un avion, à dix kilomètres de haut, derrière les nuages ?

Pendant longtemps, la réponse a été le radar : une énorme antenne qui tourne, envoie une impulsion radio et écoute le faible écho qui rebondit sur l'avion. Le radar existe toujours. Mais aujourd'hui, la plupart des avions font quelque chose de plus malin. Chaque avion moderne a à bord un récepteur satellite, le même genre de chose qui fait marcher la carte dans une voiture ou un téléphone, alors l'avion sait toujours exactement où il est. Et l'avion a une petite radio. Donc, au lieu d'attendre que quelqu'un au sol le trouve, **l'avion dit tout simplement à tout le monde où il est**. Environ deux fois par seconde, sa radio envoie un court message : qui je suis, où je suis, à quelle hauteur je suis, à quelle vitesse je vais. Personne ne le demande. Personne n'appuie sur un bouton. Il part, c'est tout, encore et encore, pour tous ceux qui écoutent.

Le message ne peut pas être fait de mots. Une radio ne sait faire qu'une chose : envoyer une toute petite impulsion, ou pas. Alors le message est fait de réponses par oui ou par non, 112 à la suite, et tout le monde s'est mis d'accord sur ce que chacune veut dire. Les 24 premières réponses épellent le nom de l'avion, un code qu'on lui donne quand il est construit et qu'il garde pour toujours, comme une plaque d'immatriculation. Il y a presque 17 millions de façons différentes de répondre à 24 questions par oui ou

par non, donc chaque avion du monde peut avoir le sien. Les 24 dernières réponses sont une vérification : celui qui écoute fait un calcul sur le message, et si le résultat ne correspond pas, le message s'est embrouillé en route et il est jeté. De toute façon, l'avion le renvoie une demi-seconde plus tard.

Voici la chose à retenir de cette leçon, parce que beaucoup de grands se trompent : **personne ne trouve l'avion. L'avion s'annonce lui-même.** Les satellites ne le surveillent pas ; ils lui disent seulement l'heure, et il calcule le reste.

#### En classe : le jeu de la tour de contrôle

La moitié d'entre vous sont des avions, qui traversent une grille au sol et crient leur message tous les quelques pas : votre nom, votre case, votre hauteur, votre vitesse. L'autre moitié est la tour de contrôle, qui dessine chaque avion sur une grille en papier. Puis on échange. Puis on essaie en laissant les avions parler seulement une fois par minute, et on regarde le dessin de la tour s'effondrer. C'est pour ça que les vrais avions parlent deux fois par seconde.

## LEÇON 2

### La lumière invisible : ce sur quoi le message voyage

Le message quitte l'avion sous forme d'onde radio. Et une onde radio, c'est de la lumière. Pas quelque chose comme de la lumière : exactement la même chose que ce qui sort d'une lampe de poche ou du soleil, qui voyage à la même vitesse, 300 000 kilomètres chaque seconde, sept fois le tour de la Terre le temps de dire « un ».

Alors pourquoi tu ne la vois pas ? Secoue une corde lentement et tu fais de longues vagues paresseuses ; secoue-la vite et tu fais des vagues courtes et agitées. La lumière est une onde, elle aussi, et les différentes couleurs sont différentes vitesses de vibration. Le rouge vibre vite ; le violet vibre plus vite. Nos yeux ne peuvent remarquer qu'une petite bande de vitesses de vibration, les couleurs de l'arc-en-ciel. La radio vibre bien trop lentement pour que les yeux l'attrapent, même si l'onde de l'avion vibre quand même plus d'un milliard de fois par seconde. La radio est une couleur que nous ne voyons pas. Les chiens entendent des sifflets que nous n'entendons pas ; les abeilles voient sur les fleurs des motifs que nous ne voyons pas ; et une antenne voit une couleur de lumière que nous ne voyons pas.

Comme l'onde de l'avion vibre lentement, elle est longue : d'une ondulation à la suivante, elle mesure 27 centimètres, à peu près la longueur d'une règle. Lève une règle. Des milliers d'ondulations de cette taille traversent la classe en ce moment, venant de tous les avions à moins de 400 kilomètres, et personne ne les sent.

Maintenant, la phrase la plus importante de cette leçon. **La radio, ce n'est pas du son.** La boîte qu'on appelle « une radio » fait du son, et ça embrouille, mais les ondes radio elles-mêmes sont de la lumière silencieuse. Le son, c'est de l'air qui pousse de l'air ; il a besoin d'air pour voyager, et il est lent, environ 340 mètres par seconde, c'est pour ça que tu vois l'éclair avant d'entendre le tonnerre. La radio n'a besoin de rien : elle traverse l'espace vide entre les satellites et l'avion, là où il n'y a pas d'air du tout. Et elle est presque un million de fois plus rapide que le son. Le grondement des moteurs d'un avion, c'est du son, et il t'arrive longtemps après que l'avion est passé. Le message de l'avion, c'est de la lumière, et il atteint une antenne à 20 kilomètres en moins d'un dix-millième de seconde.

**En classe : la corde et la course**

Par deux, faites des vagues avec une corde : lentes et longues, puis rapides et courtes, et mesurez-les. Puis la course du messenger le plus rapide : un mot chuchoté qui passe le long d'une file de vingt personnes, contre un éclair de lampe de poche lancé à travers la salle. Le chuchotement est comme le son, transmis d'un morceau d'air au suivant. La lampe est comme le message de l'avion.

**LEÇON 3****Les oreilles de métal et la Terre ronde**

Si la radio est une couleur que nous ne voyons pas, qu'est-ce qui la voit ? Un morceau de métal qu'on appelle une **antenne**. Quand une onde radio passe sur un morceau de métal, elle fait trembler l'électricité à l'intérieur du métal, d'avant en arrière, en rythme avec l'onde. Ce tout petit tremblement, c'est l'écoute, et une machine qu'on appelle un récepteur y lit les impulsions de l'avion. Regarde autour de toi : la box Wi-Fi a des antennes, la voiture en a une sur le toit, ton téléphone en a une cachée dans sa tranche, et il y en a sans doute plusieurs sur le toit de l'école.

Une antenne est une oreille accordée. Une balançoire monte le plus haut quand on la pousse au rythme de son propre va-et-vient, et un morceau de métal « se balance » le mieux, électriquement, quand il a la bonne taille pour l'onde : un quart de la longueur de l'onde. L'onde de l'avion mesure 27 centimètres, donc la meilleure antenne pour elle fait environ 7 centimètres de haut. C'est pour ça que la vraie, sur l'avion et au sol, est une petite tige et pas une grande parabole. Ici, plus grand n'est pas mieux. C'est la bonne taille qui compte, et la bonne taille est petite.

Maintenant, de quelle distance une oreille de métal peut-elle entendre un avion ? Quelque chose de surprenant le décide : **la Terre est ronde**. La radio est de la lumière, la lumière va en ligne droite, et elle ne peut pas traverser le sol. Donc une ligne droite qui part d'une antenne sur un toit rencontre vite la courbe de la Terre, et tout avion derrière cette courbe est caché, si fort qu'il parle, comme un bateau passé derrière l'horizon. Plus tu es haut, plus tu vois loin par-dessus la courbe ; tu le sais, pour être monté sur une chaise afin de voir par-dessus une foule. C'est pour ça que les antennes vont sur les toits, les mâts et les collines. Depuis un toit, une antenne peut entendre un avion à dix kilomètres de haut qui est à plus de 400 kilomètres, plus loin que Bruxelles-Paris aller-retour. Mais un avion qui vient de décoller d'un aéroport à 50 kilomètres peut être complètement caché derrière la Terre, jusqu'à ce qu'il monte assez haut pour passer la tête par-dessus.

**En classe : construis l'antenne, puis sors dehors**

Découpe une bande de carton de 7 centimètres de long, enveloppe-la de papier d'aluminium, et dresse-la sur un carré couvert d'aluminium. C'est la bonne taille et la bonne forme pour la vraie ; un vrai récepteur ajoute une radio et un ordinateur pour lire les impulsions. Puis, dans la cour : accroupis-toi, lève-toi, monte sur un banc. Qu'est-ce qui apparaît à chaque fois ? C'est ce qu'un toit fait pour une antenne.

## LEÇON 4

## Beaucoup d'oreilles font une seule carte

Une antenne sur un toit entend les avions dans un cercle de ciel de quelques centaines de kilomètres de large. Pour voir toute l'Europe, il faut des centaines d'antennes, sur des maisons, des aéroports et des écoles, réparties de façon que leurs cercles se chevauchent. Chacune envoie ce qu'elle entend, par internet, à un ordinateur, et l'ordinateur assemble les cercles comme un puzzle. Le même avion est souvent entendu par dix ou vingt antennes à la fois ; l'ordinateur remarque que c'est le même avion et ne le dessine qu'une fois. Si une antenne rapporte un avion à un endroit que toutes les autres antennes contredisent, l'ordinateur sait que ce rapport est sans doute une erreur et le laisse de côté.

Le résultat, c'est la carte en direct : chaque avion qui parle, où il est, à quelle hauteur, à quelle vitesse, dans quelle direction, mis à jour chaque seconde. Et maintenant tu connais toute la chaîne, du début à la fin. L'avion écoute les satellites et calcule où il est. Il le dit deux fois par seconde, dans un message de 112 réponses par oui ou par non. Le message voyage sur une onde de lumière invisible. Une oreille de métal accordée, sur un toit, l'attrape, tant que l'avion est au-dessus de la courbe de la Terre. Et des centaines d'oreilles ensemble, en partageant ce qu'elles entendent, font la carte. Personne au sol n'a rien mesuré. Les avions nous l'ont dit, et nous avons écouté.

Une dernière question, de celles qu'un bon scientifique pose toujours. Est-ce que la carte montre tous les avions ? Non. Elle montre les avions qui parlent. Presque tous les gros avions de ligne parlent. Certains petits avions, les planeurs et les ballons n'ont pas la radio, et certains avions militaires choisissent de ne pas s'en servir. Donc la carte est honnête, mais elle n'est pas complète. Aucune carte ne l'est.

**En classe : le puzzle, puis la vraie carte**

D'abord la grille au sol, encore une fois, mais maintenant chaque tour ne peut entendre que son propre coin de la salle. Posez les feuilles côte à côte : ensemble, elles montrent tous les avions. Puis la vraie carte, zoomée sur l'école. Ton groupe suit un avion pendant dix minutes : son nom, sa hauteur, sa vitesse, d'où il vient et où il va. Puis raconte toute l'histoire de la façon dont il est arrivé sur la carte, étape par étape, avec tes propres mots.

## Quiz : à l'écoute du ciel

Choisis une réponse. Si elle est fausse, réfléchis encore et essaies-en une autre ; le but est de comprendre pourquoi.

**1. 1. À quelle fréquence un avion envoie-t-il son message ?**

- A. Une fois par jour
- B. Environ deux fois par seconde
- C. Seulement quand le pilote appuie sur un bouton

**2. 2. Qui découvre où est l'avion ?**

- A. Les satellites le surveillent depuis l'espace
- B. L'avion le calcule lui-même et le dit à tout le monde
- C. Le contrôleur aérien devine

**3. 3. Qu'est-ce qu'une onde radio ?**

- A. Un son très fort
- B. Une sorte de lumière que nos yeux ne voient pas
- C. Une sorte de vent

**4. 4. Pourquoi met-on l'antenne sur le toit ?**

- A. Pour être plus près des avions
- B. Pour que sa ligne de visée droite porte plus loin par-dessus la courbe de la Terre
- C. Parce que les oiseaux aiment ça

**5. 5. Pourquoi la carte a-t-elle besoin de centaines d'antennes ?**

- A. Une antenne n'entend qu'un cercle de ciel de quelques centaines de kilomètres
- B. Les antennes se cassent facilement
- C. Chaque avion a besoin de sa propre antenne

**LA FIN****Construis les oreilles de métal**

Tu connais maintenant toute l'histoire : l'avion qui parle, la lumière invisible, les oreilles de métal et la Terre ronde, et la carte faite par plein d'écouteurs. La dernière étape, c'est d'être l'un des écouteurs. Ton enseignant a une page qui explique comment construire un vrai récepteur pour l'école, avec une vraie antenne sur le toit ou à une fenêtre. Quand il marchera, les avions au-dessus de ton école seront sur la grande carte parce que ta classe les aura entendus.

**Demande l'atelier à ton enseignant** <https://radar.dataero.eu/fr/learning/workshop>

## Réponses

1. 1. À quelle fréquence un avion envoie-t-il son message ?

**B. Environ deux fois par seconde** En une minute, un avion avance de 15 kilomètres. S'il ne parlait qu'une fois par minute, la carte serait toujours fausse. Deux fois par seconde la garde à jour, et personne n'a besoin d'appuyer sur quoi que ce soit.

2. 2. Qui découvre où est l'avion ?

**B. L'avion le calcule lui-même et le dit à tout le monde** Les satellites ne font que crier l'heure. L'avion mesure le retard de chaque cri, calcule sa propre position et l'annonce. Personne ne trouve l'avion ; l'avion le dit.

3. 3. Qu'est-ce qu'une onde radio ?

**B. Une sorte de lumière que nos yeux ne voient pas** La radio est de la lumière d'une couleur que nos yeux ne voient pas. Elle n'a pas besoin d'air, elle traverse l'espace vide, et elle va presque un million de fois plus vite que le son.

4. 4. Pourquoi met-on l'antenne sur le toit ?

**B. Pour que sa ligne de visée droite porte plus loin par-dessus la courbe de la Terre** La distance vers l'avion, en hauteur, ne change presque pas depuis un toit. Ce qui change, c'est jusqu'où la ligne de visée droite porte avant de toucher le sol courbe. Plus haut veut dire plus loin.

5. 5. Pourquoi la carte a-t-elle besoin de centaines d'antennes ?

**A. Une antenne n'entend qu'un cercle de ciel de quelques centaines de kilomètres** Chaque antenne n'entend que les avions au-dessus de son propre horizon. Beaucoup d'antennes, réparties, avec des cercles qui se chevauchent, couvrent tout un continent, et l'ordinateur assemble les cercles.