



**PLANETE SCIENCES - Secteur Espace**  
16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS  
Tél. : ( )1 69 02 76 10 / Fax : ( )1 69 43 21 43  
Site Internet : [www.planete-sciences.org/espace](http://www.planete-sciences.org/espace)

**Service Jeunesse et acteurs de l'Education**  
18, avenue Edouard Belin - 31401 TOULOUSE CEDEX 9  
Tél. : ( )5 61 27 31 14 / Fax : ( )5 61 28 27 67  
Site Internet : [www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs](http://www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs)



## OPERATION « Un Ballon Pour l'Ecole »

Références	BALLON/PRES/1/PLASCI/V21_0
Version	28
Etat	<b>Pour application</b>
Date d'édition	Juin 2022
Nb pages	30

*"Un ballon pour l'école" ou "Ballon vole", peu importe le titre, ce qui compte avant tout c'est la part de rêve. Qui n'a pas dans son enfance été bercé par les aventures contées de Jules Verne... qui n'a pas été émerveillé par la beauté du vol d'une montgolfière aux couleurs chatoyantes... autant de rêves, autant d'imaginaire à concrétiser.*

*En devenant expérimentateurs à bord d'un ballon expérimental aux performances impressionnantes (trois fois plus haut que les avions de ligne !), les jeunes peuvent approcher la science, cette science qui leur paraît réservée aux initiés. Ils vont alors se poser plein de questions et la créativité va pouvoir prendre toute sa dimension.*

*Quoi mesurer ? Comment prélever une information ? Isoler un paramètre ? Protéger l'expérience des -60°C qui règnent en altitude ? Photographier, est-ce possible ?*

*Questions sur la technologie du ballon, questions sur la haute atmosphère... tout cela pour avoir rêvé d'aller toujours plus haut. C'est ça, "Un ballon pour l'école".*

**Marcel Lebaron**

*Responsable du département Education Jeunesse  
du CNES de 1962 à 1997*

## PREAMBULE

Avec le document "Mise en œuvre et cahier des charges des ballons expérimentaux", ce dossier "Présentation de l'opération « Un ballon pour l'école » aux enseignants" constitue la base contractuelle de la collaboration entre le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales), Planète Sciences et les enseignants participant à l'opération "Un ballon pour l'école".

La majeure partie des réponses aux questions que vous vous posez se trouve dans ces deux documents.

Le respect des "règles du jeu" énoncées dans ces deux publications CNES - Planète Sciences est un gage de réussite du projet, tant au point de vue de la démarche que de la sécurité. Ces règles sont donc de véritables "consignes" à respecter.

Le présent document est mis à jour régulièrement. Aussi, n'hésitez pas à nous faire parvenir vos remarques, critiques et suggestions !



*Ballon survolant la cathédrale de Bourges*

## SOMMAIRE

<b>PREAMBULE</b>	<b>3</b>
<b>SOMMAIRE</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCTION</b>	<b>5</b>
<b>PRESENTATION</b>	<b>6</b>
Le vecteur ballon	6
Les performances du ballon	7
L'intérêt pédagogique du ballon	7
<b>ORGANISATION DE L'OPERATION</b>	<b>9</b>
Les intervenants	9
Modalités de participation	9
Déroulement	10
Le cahier des charges	14
Formations proposées	17
Cout de l'Opération	18
<b>QUALITE</b>	<b>18</b>
<b>LES PARTENAIRES</b>	<b>20</b>
Service Jeunesse et acteurs de l'Éducation du CNES	20
PLANÈTE SCIENCES	22
<b>ANNEXES</b>	<b>24</b>
Petite histoire de l'aérostation	25
Le ballon, un véhicule spatial	26
Les couches de l'atmosphère	28
Bibliographie	29
" Opération Un Ballon Pour l'Ecole "	30

**Les activités du secteur Espace de Planète Sciences sont pratiquées sous l'égide du CNES**

Quel que soit le moyen technique utilisé, le fait que vous ayez obtenu ce document gratuitement n'en fait pas de vous le propriétaire. Ce document reste la propriété de Planète Sciences.

## INTRODUCTION

L'opération consiste à mettre à la disposition d'établissements scolaires des ballons (chaînes de vol) pour permettre en premier lieu à des élèves (écoliers, collégiens, lycéens ou étudiants) de concevoir et réaliser des nacelles expérimentales qui seront embarquées sous ces ballons. Ces nacelles, prétexte à l'initiation des jeunes aux sciences, aux techniques, à la démarche expérimentale et au développement d'un projet en équipe, doivent en effet être **le fruit du travail des jeunes**, encadrés par leurs enseignants.

L'opération favorise la réalisation de projets ayant un caractère scientifique marqué, avec un souci de qualité et de sécurité.

Les nacelles seront préparées au cours de l'année scolaire et les lâchers des ballons ont lieu avant la fin de l'année scolaire, sous la responsabilité de personnes habilitées.

L'opération "Un ballon pour l'école" se déroule sous l'égide du CNES. Planète Sciences et les structures relais se voient confiées par celui-ci le suivi des projets. Un animateur bénévole (appelé suiveur) sera désigné pour chaque classe retenue et interviendra au moins trois fois dans l'année (voir paragraphe correspondant).

**Le suivi des projets et le matériel de lâcher** (chaîne de vol et hélium) sont dans la plupart des cas, financés par le CNES. Les établissements scolaires n'ont donc à leur charge que la conception et la réalisation de la nacelle expérimentale et éventuellement les frais de transport pour se rendre sur le lieu de lâcher.

Des conventions particulières peuvent cependant s'appliquer pour certaines régions.

L'Opération est ouverte, aux classes du secondaire des collèges et lycées aux BTS, IUT et aux écoles supérieures. Eventuellement aux classes CM2 des écoles primaires.



*Gonflage d'un ballon*

## PRESENTATION

### *Le vecteur ballon*

Les ballons proposés aux écoles dans le cadre de l'opération « Un ballon pour l'école » sont des modèles "1200 g" ou "500 g". Ce chiffre indique simplement la masse de l'enveloppe vide en grammes.

Ces ballons sont fabriqués pour les besoins de la veille météorologique. Des dizaines de ballons de ce genre, équipés d'une sonde, sont lâchés chaque jour dans le monde, transmettant au sol les paramètres de température, pression et humidité. Ce type de ballon a été choisi pour sa simplicité de mise en œuvre.

**Pour les modèles 1200 g, l'altitude moyenne atteinte avant éclatement est de 28 km pour une charge utile de 1,8 kg maximum et une durée de vol de l'ordre de 2 heures à 3 heures.**

Un ballon expérimental est constitué de plusieurs éléments qui forment la chaîne de vol ; une fois assemblée, elle peut atteindre jusqu'à 8 mètres de longueur.



**L'enveloppe** est fabriquée avec un matériau très élastique (latex ou chloroprène) de quelques microns d'épaisseur. Elle est gonflée à l'hélium, gaz inerte moins dense que l'air. Ce gaz rare est ininflammable et donc parfaitement sans danger.

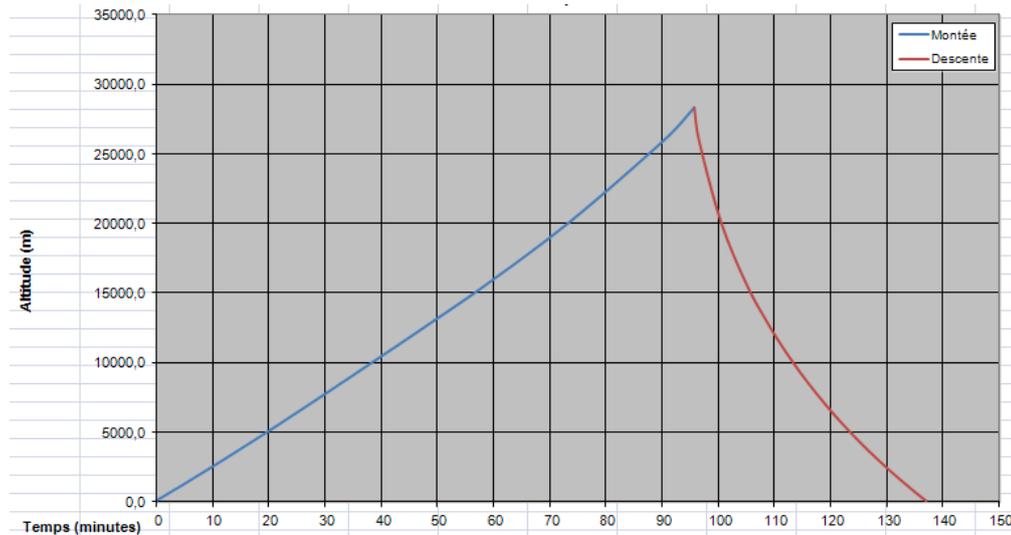
**Le parachute**, préalablement inséré dans la chaîne de vol, s'ouvre après éclatement du ballon en altitude pour freiner la descente de la nacelle.

**Le réflecteur-radar** permet aux aiguilleurs du ciel civils et militaires de connaître la position du ballon. Il contribue au freinage de la nacelle en cas de défaillance du parachute.

**La nacelle** (ou charge utile) contient les expériences scientifiques. Elle peut embarquer un système de télémétrie qui transmet au sol les résultats des expériences en temps réel. Elle doit respecter un certain nombre de règles consignées dans un cahier des charges (voir paragraphe correspondant).

## Les performances du ballon

La courbe d'un vol de ballon expérimental (altitude en fonction du temps) a une forme caractéristique :



De 20 à 300 km

Profil de vol typique

Au décollage, une fois les secousses du lâcher amorties, la nacelle se balance comme un pendule sous le ballon avec une amplitude faible et tourne sur elle-même (quelques tours par minute). La vitesse ascensionnelle est d'environ 4 m/s. L'enveloppe du ballon gonflée à l'hélium est fermée, le gaz y reste donc emprisonné durant l'ascension qui dure environ 2 heures. La pression extérieure diminuant avec l'altitude, l'enveloppe se dilate, atteint un diamètre d'une dizaine de mètres puis éclate. La nacelle redescend alors sous son parachute.

Dès que la chute est amorcée, l'air en faible quantité s'engouffre à l'intérieur du parachute et le gonfle progressivement. Vers 28 km d'altitude, la vitesse de chute est d'environ 80 m/s puis, au fur et à mesure que l'altitude décroît, la densité de l'air augmente et le freinage du parachute est plus efficace. La vitesse de la nacelle à l'atterrissage est de 5 m/s environ. La descente dure une cinquantaine de minutes.

## L'intérêt pédagogique du ballon

L'élaboration de la charge utile d'un ballon expérimental doit permettre la mise en œuvre d'un travail collectif de recherche, d'étude et de réalisation technique restant simple.

Les apports éducatifs peuvent être trouvés parmi les thèmes suivants et les enseignants les adapteront au niveau des élèves, aux programmes scolaires et aux buts pédagogiques qu'ils visent. La liste n'est évidemment pas exhaustive :

### ● Apports méthodologiques :

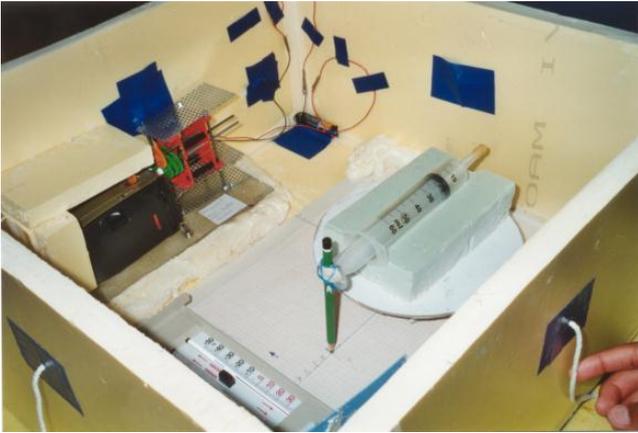
- apprentissage du travail en équipe ;
- initiation à la gestion de projet, partage des tâches, respect d'un planning, concrétisation d'idées ;
- initiation à la démarche expérimentale, élaboration d'hypothèses, interprétation de résultats ;
- dessins d'objets ;
- rédactions de textes (courriers, comptes rendus ...).

### ● Apports scientifiques et techniques :

- connaissances de l'atmosphère ;
- travaux simples d'électronique, d'électricité et de mécanique ;
- initiation à la télémétrie, aux transmissions radio ;
- travaux manuels liés à la construction des nacelles et de leur contenu ;
- initiation en informatique, recherches sur Internet ;
- cartographie, géographie, télédétection, météorologie ;
- étude des différents types de ballons expérimentaux, de leur fonctionnement, de leur technologie, de leurs trajectoires, des principes physiques liés à leur mode d'évolution, l'histoire de l'aviation.
- anglais via la lecture de documents techniques.

En outre, ces travaux peuvent être l'occasion d'une collaboration entre les établissements scolaires et le monde scientifique ou industriel.

Exemples d'expériences réalisées en collèges,



*Mesure de pression par seringue*



*Expérience sur le vent*



*Nacelle en cours de construction*



*Photo aérienne*



*Système de déclenchement motorisé automatique d'un appareil photo*



*Nacelle prête à voler en cours de pesage*

## ORGANISATION DE L'OPERATION

### Les intervenants

Le CNES a été à l'initiative de l'opération en 1992. Par une convention passée avec Planète Sciences, il finance la quasi-totalité du suivi de l'opération et offre les chaînes de vol utilisées par les écoles. Planète Sciences et ses délégations assurent la coordination de l'Opération, la formation des animateurs permanents et bénévoles, la gestion du matériel et le suivi des projets. D'autres associations amies jouent un rôle similaire en étroite relation avec Planète Sciences.

Suivant les régions, d'autres partenaires soutiennent l'opération et son suivi : Académies, Conseils régionaux, Conseils Généraux, Météo-France, Villes, communes, sociétés privées...

### Modalités de participation

En fin d'année scolaire, les enseignants qui souhaitent faire participer leur classe à l'opération de l'année scolaire suivante, prennent contact avec l'une des associations relais (voir ci-dessous) chargées du suivi technique des projets et remplissent une fiche de candidature (voir annexe).

<b>PLANETE SCIENCES Auvergne-Rhône-Alpes</b>	
<b>Siège social</b> Bâtiment « Le Planétarium » Place de la Nation - 69120 VAULX-EN-VELIN Tél : 04 72 04 34 48 - Portable : 06 52 57 78 18 E-mail : <a href="mailto:aura@planete-sciences.org">aura@planete-sciences.org</a>	<b>Antenne Isère</b> 3 Place Laurent Bonneval 38100 GRENOBLE Tél : 04 76 01 02 50 - Portable : 07 68 17 82 08 E-mail : <a href="mailto:isere@planete-sciences.org">isere@planete-sciences.org</a>
<b>PLANETE SCIENCES Occitanie</b>	
<b>Siège social</b> 14 bâtiment Marine - 31520 RAMONVILLE SAINT AGNE Tél : 05 61 73 10 22 - Fax : 05 61 73 42 79 E-mail : <a href="mailto:occitanie@planete-sciences.org">occitanie@planete-sciences.org</a>	<b>Antenne Gard Hérault</b> 17 Boulevard Victor Hugo - 34590 MARSILLARGUES Tél : 04 67 71 66 11 / 06 78 20 57 88 Email : <a href="mailto:michel.houques@planete-sciences.org">michel.houques@planete-sciences.org</a>
<b>PLANETE SCIENCES Hauts-de-France</b>	<b>PLANETE SCIENCES Ile-de-France</b>
51 rue Sully - 80000 AMIENS Tél : 03 22 47 69 53 - Fax : 03 22 46 91 87 E-mail : <a href="mailto:hautsdefrance@planete-sciences.org">hautsdefrance@planete-sciences.org</a>	Aérodrome Melun/Villaroche - Bâtiment A01 77550 LIMOGES FOURCHES Tél : 07 68 76 71 00 E-mail : <a href="mailto:idf@planete-sciences.org">idf@planete-sciences.org</a>
<b>PLANETE SCIENCES Normandie</b>	<b>PLANETE SCIENCES Sarthe</b>
1 rue Montcalm - 1400 CAEN Tél : 06 82 11 47 97 E-mail : <a href="mailto:normandie@planete-sciences.org">normandie@planete-sciences.org</a>	20 Place Saint Julien - 72400 LA FERTE BERNARD Tél : 02.43.93.87.58 - Fax : 02 43 93 94 20 E-mail : <a href="mailto:sarthe@planete-sciences.org">sarthe@planete-sciences.org</a>
<b>PLANETE SCIENCES Vendée</b>	<b>FDMJC du Bas Rhin</b>
Les Brancardières - 85000 LA ROCHE-SUR-YON Tél : 06 20 60 23 25 E-mail : <a href="mailto:vendee@planete-sciences.org">vendee@planete-sciences.org</a>	8 rue du Maire François Nuss 67118 GEISPOLSHEIN Tél : 03 88 77 24 24 E-mail : <a href="mailto:pierre.scheidecker@fdmjc-alsace.fr">pierre.scheidecker@fdmjc-alsace.fr</a>
<b>AJSEP</b>	<b>PAVILLON DES SCIENCES, CCSTI de Franche-Comté</b>
ArianeGroup rue de Touban - 33185 LE HAILLAN E-mail : <a href="mailto:ajsep.contact@gmail.com">ajsep.contact@gmail.com</a> <a href="mailto:stephen.copey@gmail.com">stephen.copey@gmail.com</a>	1 Impasse de la Presqu'île - 25200 MONTBELIART Tél : 03 81 91 46 83 - Port : 06 16 91 71 33 E-mail : <a href="mailto:david@pavillon-sciences.com">david@pavillon-sciences.com</a>
<b>LACQ ODYSSEE, CCSTI de Moux</b>	<b>UBPE Guyane</b>
2 Avenue Charles Moureu, 64150 MOURENX Tél : 05 59 80 58 85 E-mail : <a href="mailto:lacq.odyssee@wanadoo.fr">lacq.odyssee@wanadoo.fr</a>	Éric Fayolle, Coordinateur relations extérieures. centre Spatial Guyanais, BP 726 - 97387 KOUROU CEDEX E-mail : <a href="mailto:eric.fayolle@cnes.fr">eric.fayolle@cnes.fr</a>
<b>Hors de ces régions, adressez-vous à : Planète Sciences</b>	
16 place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS Tél : 01 69 02 76 10 - Fax 01 69 02 43 21 43 E-mail : <a href="mailto:coralie.tholimet@planete-sciences.org">coralie.tholimet@planete-sciences.org</a>	

## Déroulement

Lorsque le projet est retenu, un animateur suiveur est désigné. Le plus souvent, il s'agit d'une personne bénévole ayant déjà réalisé au moins un projet ballon et qui a participé à une session de formation. **Conseiller technique, il accompagne la classe au cours de l'année scolaire** en répondant aux questions posées (mails, forum, courrier, téléphone). Pour compléter ce suivi à distance, le "suiveur" se déplacera physiquement dans la classe afin de répondre plus facilement aux attentes des élèves et de l'enseignant. **Le suiveur propose son expertise à l'enseignant, responsable des objectifs et méthodes pédagogiques.** Le nombre minimal de visites prévues durant l'année est de 3.

Le projet, **conduit par l'enseignant** et développé par les élèves, en relation avec le suiveur, se déroule en plusieurs phases :

	Juin	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Inscriptions											
Visite n° 1											
Définition											
Avant-projet											
Visite n° 2											
Réalisation											
Visite n° 3											
Lâcher											
Exploitation											
Compte-rendu											

### LES RENCONTRES AVEC LE SUIVEUR

Chaque visite du suiveur donnera lieu à un bref compte-rendu à l'association qui assure la coordination.

#### ● Première visite : présentation de l'opération

La première rencontre entre le suiveur et la classe dure généralement près de deux heures. C'est souvent le démarrage officiel du projet. Les points suivants sont abordés :

- présentation de l'opération "Un ballon pour l'école", des organisateurs et des collaborations possibles ;
- description de la chaîne de vol (parfois illustrée par la présentation d'une enveloppe, d'un réflecteur radar et d'un parachute) et des moyens mis à disposition par le CNES ;
- explication des principales règles du cahier des charges et présentation du document correspondant ;
- description des principales phases de vol et des performances du ballon, discussion autour des possibilités de lieux de chute de la nacelle et sur le taux de récupération,
- discussion sur les expériences envisagées par les élèves.
- notion de gestion de projet, gestion de la documentation,

La discussion peut être agrémentée d'une présentation de diapositives sur l'histoire des ballons ou par la diffusion d'un petit film vidéo retraçant un projet réalisé.

#### ● Deuxième visite : visite d'avancement du projet et choix définitif des expériences

Cette deuxième visite intervient au moment de l'avant-projet. Le suiveur pourra valider les choix de la classe et apporter des conseils. Lors de cette visite, **le choix d'utilisation d'un émetteur Kiwi Millenium ou un émetteur Kikiwi, le nom du projet ainsi que la date et le lieu du lâcher doivent être fixés.** Après son passage, la classe pourra se consacrer à la réalisation finale du projet.

#### ● Troisième visite : qualification du projet

C'est un moment important car l'aérotechnicien va procéder à la qualification du projet ; il va s'assurer que les expériences fonctionnent et que la nacelle est conforme au cahier des charges.

La seconde partie de la séance sera consacrée à la préparation du lâcher avec la classe. Chaque jeune y aura un rôle à jouer, de la vérification du manomètre au basculement d'un interrupteur au

moment de l'envol, en passant par l'accueil des journalistes ou la réalisation d'un mini-reportage. **La chronologie doit être préparée minutieusement afin de ne rien oublier.**

Cette visite a souvent lieu la veille du lâcher ou le matin en cas de lâcher l'après-midi.

Nous conseillons aux jeunes de mener par eux-mêmes quelques jours avant une répétition de la visite de qualification, afin que la qualification officielle ne soit qu'une formalité. Si lors de la répétition quelques anomalies apparaissent, l'équipe disposera ainsi de quelques jours pour les traiter.

### ● Le moment tant attendu : le jour du lâcher

Les lâchers s'effectuent durant les mois d'avril, mai ou juin, parfois sous forme de campagnes régionales regroupant plusieurs écoles, sous la responsabilité d'une personne agréée. Celle-ci met en œuvre le ballon, avec les jeunes, en suivant les procédures en vigueur, apprises lors d'un stage de formation CNES - Planète Sciences spécifique : on parle d'un "aérotechnicien".

Nous conseillons de réaliser les lâchers vers 11 heure du matin. L'atterrissage aura lieu alors en début d'après-midi ce qui permet de commencer l'exploitation des données et éventuellement d'organiser la récupération.

Lorsque le projet n'est pas mis en œuvre lors d'une campagne régionale, une demande au propriétaire du terrain où sera effectué le lâcher doit être faite par l'établissement scolaire. Si le lâcher s'effectue dans le cadre d'une manifestation publique, une demande complémentaire devra être faite auprès de la Préfecture, ce qui n'est pas une mince affaire ! Pour éviter les mauvaises surprises, il est conseillé d'en parler avec Planète Sciences ou votre suiveur.



Pour les établissements d'Ile de France, le déplacement de la classe hors de l'Ile de France est obligatoire pour effectuer le lâcher du ballon. En effet, le décollage d'un ballon en Ile de France est interdit.

Pour des raisons de sécurité les ballons sont systématiquement gonflés à l'hélium. Sous-produit de l'exploitation pétrolière, ce gaz est importé et son approvisionnement éventuellement sujet à des aléas. Une relation privilégiée avec nos fournisseurs permet de limiter ce risque. Néanmoins nous ne pouvons pas garantir la mise en œuvre des projets en cas d'une pénurie d'hélium. Il est souvent demandé à l'établissement d'aller chercher les bouteilles d'hélium et de les rapporter auprès d'un distributeur local. Lire les consignes de sécurité associées au transport des bouteilles d'hélium.

Déléguées par le CNES, seules Planète Sciences et les associations relais se charger des démarches administratives auprès des services de l'Etat concernés. Celles-ci doivent intervenir 45 jours avant le lâcher (1 mois et demi), la date de lâcher doit donc être fixée 2 mois à l'avance. Sans autorisation un lâcher ne peut avoir lieu. Planète Sciences ne peut garantir l'obtention systématique de l'autorisation. Néanmoins, à ce jour les refus sont exceptionnels. Parfois il est demandé une modification de la date ou de l'heure souhaitée pour rendre le vol compatible des autres usages.

Ce jour est aussi l'occasion pour les élèves, les établissements de communiquer auprès du grand public sur le projet et sur ces partenaires. Attention cependant à la forme. L'information dans la presse, Internet etc. sur le jour et lieu du lâcher avant la date prévue transforme l'évènement en une manifestation publique, ce qui impose le dépôt d'un dossier en préfecture 45 jours avant le jour du lâcher etc. Pour éviter ces démarches et conserver un caractère privé à la manifestation, les invitations doivent être personnelles et nominatives à la presse, aux institutions, aux parents d'élèves et l'information dans la presse fait les jours suivants pour seulement rapporter l'évènement !

## Séminaire ballon

Le CNES invite une fois par an, les équipes les plus investies dans leur projet à venir le présenter lors d'un séminaire qui aura lieu en Octobre 2023 au Centre National d'Etudes Spatiales de Toulouse. Le matin est consacré à la présentation des projets et l'après-midi à la visite du Centre Spatial et la rencontre avec des ingénieurs du CNES. Une occasion unique pour valoriser le travail de l'année passée et faire du tourisme industriel. Vous pouvez en profiter pour rester une journée de plus et visiter la ville rose.

Si vous êtes intéressés pour participer à ce séminaire fait nous en part dès votre inscription.

Grâce au CNES, Planète Sciences dispose d'un budget pour financer les déplacements de deux jeunes par projet vers Toulouse. Les mineurs doivent être accompagnés d'un adulte (enseignants, parents d'élèves ...).

## ***Contraintes particulières pour les lâchers organisés à proximité d'une frontière***

Une application de la réglementation liée au vol d'un ballon non habité, impose de limiter le risque de survol du territoire d'un Etat étranger par des nacelles de ballons ou bien d'obtenir de cet Etat l'autorisation de survol de son territoire. La règle est que si la prévision de trajectoire indique que l'atterrissage de la nacelle aura lieu en France à moins de 30 km d'une frontière française alors :

- Soit le vol est reporté à une date ultérieure lorsque les conditions météorologiques seront redevenues favorables pour que l'atterrissage ait lieu en France à plus de 30 km de la frontière.
- Soit Planète Sciences fait les démarches auprès de l'Etat concerné pour obtenir l'autorisation de survol. L'autorisation n'est pas toujours accordée et oblige alors au report du lâcher à une date météorologiquement compatible pour un atterrissage en France.

A titre d'exemple, pour les lâchers du nord de la France, les ballons sont susceptibles de traverser plusieurs pays. Planète Sciences devra nécessairement obtenir l'autorisation du survol de tous ces pays (Belgique, Luxembourg ...). La prévision de la trajectoire est un exercice accessible aux jeunes, pédagogiquement très riche et peut être une des activités suscitées en plus par le projet indépendamment du survol de pays étrangers. Planète Sciences met à disposition des outils informatiques pour aider à la prise de décision<sup>1</sup>. Ces prévisions sont établies après interprétation de diagrammes météorologiques fournis gratuitement par divers organismes météorologiques<sup>2</sup>. La qualité des données météorologiques disponibles permet de d'avoir une bonne connaissance de la trajectoire du ballon trois jours avant le jour de lâcher prévu.

### **LES ETAPES DU PROJET**

La conception et la réalisation d'une nacelle expérimentale n'est pas uniquement une réalisation technique ; elle s'appuie sur une démarche de gestion de projet et un travail d'équipe. Pour le succès d'un projet, **le savoir gérer est aussi important que le savoir technique**. En fonction des tranches d'âges, la démarche de projet sera plus ou moins évoquée et plus ou moins consciente dans l'esprit des élèves, mais dans tous les cas, elle devra être appliquée par l'enseignant.

#### **● Définition des objectifs**

En fonction des volontés et des connaissances de chacun et après une première estimation de ses moyens, le groupe d'élèves choisit de réaliser une ou plusieurs expériences. Il est important de comparer les moyens qui seront nécessaires avec ceux dont on dispose effectivement et d'ajuster l'ampleur du projet en conséquence. Ces moyens sont les capacités techniques et financières du groupe, ses compétences et le temps et la main d'œuvre dont il dispose.

La *définition des objectifs* succède à la collecte d'idées et naît de la sélection suivant des critères techniques, financiers, humains et temporels. C'est l'occasion de commencer pour chacun un **carnet de bord** qui suivra les membres du groupe de projet durant tout le développement. Les objectifs, les échéances y sont rédigées. A chaque étape, ce carnet sera complété et présenté au suiveur à chaque visite.

#### **● L'avant-projet**

Après avoir défini ses objectifs, il faut rechercher les solutions théoriques et techniques définitives, en conformité avec le cahier des charges. Une fois le choix effectué, le planning général du projet est précisé, les tâches entre les élèves sont réparties et les premiers plans sont réalisés. Cette phase s'appelle *l'avant-projet*.

#### **● La réalisation du projet**

- réalisation de plans ;
- réalisation des systèmes isolés, de prototypes, de maquettes ;

<sup>1</sup> Voir note technique Planète sciences « Prévision de la trajectoire d'un ballon » et le tableur EXCEL associé.

<sup>2</sup> Principalement la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

- montage des chaînes d'éléments sur table ;
- intégration des éléments dans une structure rigide ;
- étalonnages ;
- mise à jour du carnet de bord.

### ● L'exploitation des résultats

Après le vol (lorsque la nacelle a été retrouvée ou que les résultats des expériences ont été obtenus par télémétrie), l'équipe de jeunes dépouille les résultats. Ils sont analysés, comparés aux prévisions et des conclusions sont tirées. Les élèves rédigent dans les semaines qui suivent un compte-rendu, seul document concret qui restera du projet et qui sera distribué à tous les participants. **Le CNES et Planète Sciences demandent qu'un exemplaire leur soit envoyé.** Si le carnet de bord a été régulièrement rempli, il ne reste que les résultats d'expériences à intégrer !

### ***Le cahier des charges***

La construction d'une nacelle expérimentale se fait en respectant quelques règles dictées par les objectifs pédagogiques de l'activité, les contraintes imposées par l'utilisation de matériels collectifs et le respect de la législation. Ces règles sont regroupées dans un document intitulé "Mise en œuvre et cahier des charges des ballons expérimentaux".

Un cahier des charges est avant tout un document technique destiné à aider les enseignants et les élèves dans la définition des expériences et d'en assurer la compatibilité avec les appareils qui sont mis à disposition des établissements scolaires.

Les points qui pourraient apparaître comme complexes au premier abord pour les élèves seront expliqués en détail par le suiveur. Il en tirera avec les jeunes quatre règles simples qu'il faudra garder à l'esprit tout au long de la réalisation du projet :

- respect de la masse totale de la nacelle ;
- respect des dimensions minimales de la nacelle ;
- respect de la sécurité ;
- respect de la déontologie ;
- au moins une mesure en rapport avec l'étude de l'atmosphère <sup>3</sup>.

Le respect du cahier des charges est un gage de réussite pour le projet. Lors de la visite de qualification, l'aérotechnicien s'assurera que la nacelle construite par les jeunes est conforme à ce cahier, condition indispensable pour obtenir l'autorisation de lâcher. Avant sa venue, la classe peut elle-même vérifier cette conformité grâce à un questionnaire placé à la fin du cahier des charges.

➤ **L'animateur suiveur a pour rôle d'expliquer et de faire respecter le contenu du cahier des charges.**

➤ **Les 5 règles de base du cahier des charges ne peuvent être négociées. Leur non-respect entraînerait le refus de la mise en œuvre du projet par l'aérotechnicien.**

### **RECUPERATION DE LA NACELLE**

**La récupération de la nacelle n'est pas systématique** L'identification de la nacelle est faite par deux étiquettes. Une première officielle, autocollante, est fournie par l'aérotechnicien le jour du lâcher. Elle indique un numéro de téléphone gratuit qui permet aux personnes qui retrouvent la nacelle de laisser un message sur un répondeur consulté régulièrement par Planète Sciences. Afin d'augmenter les chances de récupération, il est également demandé une seconde étiquette rédigée en 2 exemplaires par la classe, plastifiée, sur laquelle sont mentionnés le nom du projet, le nom et coordonnées de la classe, ainsi que les dates et lieu du lâcher. Un exemplaire sera collé à l'extérieur de la nacelle, le second à l'intérieur pour être protégé des intempéries.

On trouve dans le commerce des *trackers* GPS/GSM à placer dans la nacelle. Le *tracker* envoie sa position par SMS vers un téléphone portable. Quand la nacelle ne bouge plus, donc qu'elle s'est posée,

<sup>3</sup> Permet de classer la nacelle comme instrument météorologique et de bénéficier de la législation associée.

il ne vous reste plus que d'aller la chercher. Le procédé est très efficace. L'émetteur Kikiwi est de base équipé d'un tracker GPS.

Dans la majorité des cas, les nacelles sont récupérées par les équipes dans les heures qui suivent l'atterrissage grâce aux coordonnées GPS. Parfois elles sont retrouvées par des particuliers qui appellent le numéro gratuit ou les remettent à leur gendarmerie. Dans ce dernier cas, celle-ci nous contacte. Si un message est laissé sur le « répondeur ballon », nous recontactons l'appelant (particulier ou gendarmerie) afin d'identifier la nacelle (grâce à son étiquette personnalisée : d'où son importance !!!) qui sera alors renvoyée à nos frais par voie postale à l'établissement.

**"SUPERNACELLE"**

est une expérience scientifique sans danger réalisée  
par les jeunes du club Géotrouvetout

Cette nacelle a été mise en oeuvre par  
Planète Sciences

le 30 février 2022 à Héliumville

En cas de découverte s'il vous plait appeler le  
XX XX XX XX XX

*Exemple d'étiquette à réaliser par les jeunes*

REPUBLICQUE FRANCAISE  
Centre National d'Etudes Spatiales  
(CNES)  
MATERIEL SCIENTIFIQUE  
(Propriété de l'Etat)

Cet objet est inoffensif

Si vous le trouvez  
TELEPHONEZ à nos frais 24/24 en appelant le

**08.00.58.10.20**

ou déposez-le à la gendarmerie la plus proche

*Etiquette fournie par l'aérotechnicien le jour du lâcher*

Vous pouvez aussi être directement contactés et aller vous-même, chercher votre nacelle ou vous la faire envoyer. Dans ce cas, merci de prévenir le suiveur et/ou l'association relais afin que votre nacelle soit enregistrée comme récupérée. **Vous devez nous retourner l'émetteur et le parachute qui seront confiés à une nouvelle équipe l'an prochain.**

En fonction des années et des régions, le taux de récupération des nacelles varie entre 50 % et 65 % sans GPS et atteint 80 % avec un tracker GPS.

Il est possible d'augmenter les chances de récupération en faisant appel à des radioamateurs pour "écouter" l'émetteur et en effectuant une triangulation pour obtenir la localisation.

### LA RECUPERATION DES DONNEES

**Deux solutions s'offrent aux expérimentateurs pour récupérer ces informations :** enregistrer ces mesures durant le vol (elles seront analysées lorsque la nacelle sera retrouvée) ou envoyer les résultats en direct vers le sol à l'aide d'une télémesure. Ces solutions sont liées aux compétences (donc à l'âge) des expérimentateurs.

#### ● Enregistrement à bord

De nombreux appareils permettent de conserver des résultats obtenus (capteur minima-maxima, appareil photo, système d'enregistrement sur papier, petit magnétophone, enregistreur MP3, data logger...).

#### ● Télémesure

Elle se justifie lorsque l'on souhaite que l'étude du phénomène ne soit pas seulement qualitative et lorsque les élèves maîtrisent les notions de base nécessaires à la compréhension et à la réalisation de circuits électriques simples.

Un système de télémesure permet d'effectuer des mesures en un point et de les transmettre par radio à un autre endroit où elles seront lues et exploitées. Ce procédé est couramment utilisé pour suivre à distance

toutes sortes d'engins : fusées, satellites, voitures de course, etc. Il existe de nombreux procédés et, pour l'opération "Un ballon pour l'école", le CNES met à disposition pour l'année 2022-2023, les systèmes de télémétrie Kiwi Millenium et Kikiwi. Equipé d'un émetteur et d'une station de réception, ils ont spécialement été mis au point pour une utilisation dans le cadre scolaire.

### Système de télémétrie Kiwi Millénium

Le système de télémétrie Kiwi Millenium est constitué d'un émetteur radio (fréquences 137,05 ou 137,5 MHz) et d'une antenne radio placés à bord de la nacelle et, au sol, d'une station de réception reliée à un ordinateur.

La lecture des mesures se fait sur l'écran de l'ordinateur à l'aide d'un logiciel adapté (également fourni).

L'utilisation du système Kiwi Millenium est à comparer avec celle d'un simple voltmètre dont les pointes de touche seraient dans la nacelle et l'afficheur au sol. Il mesure des tensions et transmet ces valeurs au sol. Il est nécessaire d'étalonner pour connaître la correspondance tension / paramètre physique mesuré. L'émetteur Kiwi Millenium permet d'envoyer 8 mesures simultanément toutes les 2 secondes. La distance de transmission est supérieure à 200 km <sup>4</sup>.



*Emetteur Kiwi*

### Système de télémétrie Kikiwi

Le système de télémétrie Kikiwi reprend les fonctionnalités du système Kiwi et en propose de nouvelles :

- Localisation GPS en temps réel,
- Transmission de données numériques permettant par exemple d'associer une carte Arduino à l'émetteur,
- L'émission utilise la bande ISM 869 MHz.

L'utilisation d'un système de télémétrie n'est pas obligatoire, elle est même rare avant la classe de 6<sup>e</sup>. Elle nécessite de la part de l'encadrant un minimum de pratique dans le domaine de l'électronique/électricité : avoir réalisé, par exemple, par soi-même au préalable quelques



*Emetteur Kikiwi*

montages simples (pont de résistances, led, buzzer...). Les jeunes construisent alors les capteurs et l'électronique simple qui s'adaptent à l'émetteur.

Il appartient à l'enseignant et au suiveur de s'interroger sur sa nécessité au regard des objectifs du projet.

La note technique " *Le système de télémétrie KIWI à l'usage des écoles*", disponible auprès de Planète Sciences décrit plus précisément le système Kiwi Millenium.

<sup>4</sup> Moyennant le respect de quelques règles techniques comme l'installation de l'antenne de réception sur une aire dégagée.

Une note technique spécifique au Kikiwi est aussi disponible sur le site : <https://kikiwi.fr/>

Une formation à la télémesure ouverte aux enseignants est proposée chaque année (cf. chapitre *Formations proposées*).

Le CNES dispose d'un camion, le Spatiobus, permettant de recevoir les données émises par l'émetteur. Outil technique et pédagogique, ce camion est mis à disposition des établissements pour les périodes de lâchers. Il est géré par un animateur formé à la télémesure. Comme ce camion est très demandé, et ne peut donc être présent sur tous les lâchers, il est préférable d'organiser avec la délégation Planète Sciences la plus proche de votre structure, des regroupements de lâchers de ballons (plusieurs écoles se regroupent le même jour sur un même lieu) et de faire la demande le plus tôt possible auprès de l'association Planète Sciences Occitanie, en charge de la gestion du Spatiobus. Vous obtiendrez une réponse en fonction des disponibilités du camion et de son animateur (coordonnées page 9).



Le vol simultané sur une même zone de deux ballons équipés chacun d'un émetteur Kikiwi est possible moyennant une démarche administrative que Planète Sciences prend en charge à condition d'être informée de ce besoin 45 jours avant la date du lâcher.

Le vol simultané sur une même zone de trois ballons équipés chacun d'un émetteur Kikiwi est possible sans démarche administrative moyennant une coordination entre les équipes jusqu'à la veille du lâcher.

#### ● Le partenariat avec les radioamateurs

Les expériences dans lesquelles les radioamateurs étaient présents ont montré une valeur ajoutée non négligeable mais ont également imposé un cadrage par rapport à l'objectif initial.

➤ **Le CNES a interdit l'embarquement de matériel radioamateur dans les nacelles.**

➤ **Aucun autre émetteur que le Kikiwi Millennium ou le Kikiwi ne peut être placé dans la nacelle.**

Le suivi radio d'une nacelle se fait par l'écoute de l'émission soit de l'émetteur Kikiwi Millennium soit de l'émetteur Kikiwi installé dans la nacelle.

➤ **La seule fréquence d'émission autorisée est celle réglée par l'aérotechnicien le jour du lâcher (137,05 MHz ou 137,50 MHz pour le Kiwi, 869,450 MHz ou 869,525 MHz ou 869,600 MHz pour le Kikiwi)**

Les radioamateurs, s'ils sont équipés dans les bandes peuvent participer au suivi et communiquer les informations de position de la nacelle au groupe d'élèves qui de son côté dispose du matériel de réception du CNES.

### **Formations proposées**

Le suiveur n'intervenant physiquement que 3 fois durant l'année, c'est à l'enseignant d'assurer le rôle d'animateur du projet. Le suiveur, lui, assurera un soutien technique et organisationnel de l'ensemble.

Pour les enseignants n'ayant jamais réalisé de projets ballons, des journées de formation sont organisées à différents moments de l'année :

✓ **Fin ou début d'année scolaire** : *présentation de l'opération et du vecteur ballon* (1 journée de 8 h à 18 h, souvent le mercredi)

✓ **Les 05 - 06 novembre 2022** : formation télémesure (2 jours sur un week-end, Vacances de la Toussaint)

- ✓ **Les 17-18-19 février 2023** : habilitation *aérotechnicien* (3 jours sur un week-end prolongé vacances de février)

**Ces formations sont un atout et un gage de succès pour le projet : la participation à celles-ci est donc grandement conseillée et en partie financée. Renseignez-vous !**

Les lieux des stages seront confirmés sur le site web de Planète Sciences.

### **Coût de l'Opération**

Pour le CNES : environ 900 € par projet dont 500 € en matériel.

Pour les établissements scolaires le cout moyen de fabrication d'une nacelle est de 100 € auquel s'ajoute une inscription entre 50 € et 200 € suivant les régions. Cette inscription comprend l'adhésion pour un an au réseau Planète Sciences.

Le matériel de lâcher, l'hélium et la documentation sont fournis gratuitement. Les frais de déplacement de l'animateur suiveur sont également pris en charge par Planète Sciences. Les dépenses engagées pour la construction de la nacelle et pour éventuellement déplacer la classe le jour du lâcher sont à la charge de l'établissement scolaire.

Pour Planète Sciences : environ 60 personnes contribuent à l'Opération. Ce sont des bénévoles, étudiants ou jeunes adultes travaillant dans des domaines techniques, coordonnés par des animateurs permanents du réseau Planète Sciences et des associations amies. Certains prennent des congés professionnels pour venir dans les établissements scolaires. Il faut donc organiser les rendez-vous au mieux des besoins de la classe et des disponibilités de l'animateur suiveur.

En complément des collectivités locales contribuent à certains projets.

## **QUALITE**

Dans le but d'une amélioration constante de ses actions, Planète Sciences s'est engagée dans une démarche Qualité. L'opération « Un ballon pour l'école » fait l'objet d'un plan qualité spécifique.

Cette démarche se concrétise par des engagements que la charte suivante, extraite du plan qualité de l'opération, synthétise :

*L'activité « Un Ballon Pour l'Ecole » s'adresse à des jeunes de 9 ans à 18 ans, dans leur cadre scolaire (école, collège, lycée). L'objectif pour les jeunes est la réalisation avec leurs enseignants d'une nacelle expérimentale de ballon sonde chargée de faire des mesures dans l'atmosphère ou d'observer la Terre. En fin d'année scolaire, le ballon est lâché lors d'une campagne de lancement regroupant si possible les projets de la région.*

*L'opération est soutenue par le CNES (Centre National d'Etudes Spatiales). Planète Sciences est agréée par le Ministère de l'Education Nationale.*

*D'un point de vue pédagogique, l'opération favorise :*

- *La réalisation de projets de jeunes qui présentent un caractère scientifique et technique marqué, avec un souci de qualité et de sécurité.*
- *L'initiation à la démarche expérimentale et à la gestion de projet en équipe adaptée à l'âge des participants.*

*Concepteur et initiateur de cette opération au côté du CNES, Planète Sciences s'engage :*

- *A garantir avec les enseignants et le CNES, la sécurité des actions et assurer les relations avec les autorités administratives compétentes, en particulier l'Aviation Civile.*
- *A mettre à la disposition des jeunes et de leurs enseignants une documentation adaptée à leurs projets.*
- *A assurer un suivi technique et méthodologique (information, conseils, point de situation, etc.) tout au long du projet dans l'objectif de tenir les échéances du lâcher.*
- *A effectuer un contrôle technique de la nacelle réalisée afin de la qualifier pour le vol.*
- *A mettre à disposition des matériels et des procédures sécurisées.*
- *A valoriser le travail des jeunes et faire connaître le bilan annuel de l'Opération.*

Au cours du mois de juin, les enseignants participant à l'opération sont sollicités pour répondre à un questionnaire de satisfaction. Son dépouillement nous permet de mieux connaître les attentes des enseignants et les points sur lesquels nous devons porter notre effort d'amélioration. Les résultats de l'enquête sont communiqués au CNES, financeur de l'Opération.

## LES PARTENAIRES

### **Service Jeunesse et acteurs de l'Éducation du CNES**

La passion de l'espace peut se déclencher très tôt et se cultiver tout au long d'une vie. Le CNES, en appui sur les associations de jeunesse, se tient proche des jeunes et des éducateurs en leur proposant des stages de formation, des outils d'information et des possibilités d'expérimentation et de découverte de l'espace.

### **Des activités pour les jeunes de 6 à 25 ans**

#### **Les fusées : de la microfusée à la fusée expérimentale - C'Space -**

Les plus petites peuvent atteindre une centaine de mètres d'altitude. Les plus impressionnantes embarquent des expériences, pèsent une dizaine de kilos et culminent à 2 500 mètres avant de retomber sous parachute. Chaque fusée respecte des consignes de sécurité très strictes et le moteur est toujours mis en place par une personne agréée et formée.

#### **Les expériences en micropesanteur - Parabole Lycéens/Étudiants -**

L'espace est un lieu privilégié pour l'étude de certains phénomènes impossibles à observer sur Terre, excepté notamment grâce à l'Airbus Zéro G de NOVESPACE, filiale du CNES, capable de "plonger" ses occupants en état d'impesanteur au cours de vols paraboliques. Chaque année, le CNES offre à quelques groupes de jeunes la possibilité de tester leurs expériences dans cet Airbus.

#### **Les ballons expérimentaux - Un ballon pour l'Ecole et BallonBus -**

Lors d'un projet ballon, la nacelle est construite par les jeunes. Elle embarque les expériences réalisées par eux-mêmes : appareil photo déclenché par une minuterie, capteurs de température ou de pression, étude de la germination de graines.... Après quelques heures de vol, le ballon atteint 30 km d'altitude avant de retomber doucement sous parachute. Tout au long du vol, les mesures envoyées par l'émetteur embarqué, sont reçues en direct par la station de réception au sol.

#### **Océan, Climat, Environnement et satellites - Argonautica - Argocéan/Argonimaux/ArgoHydro -**

Argonautica, étude de l'océan, du climat et de l'environnement se décline en 3 volets : Avec Argocéan, suivre par satellite le déplacement de bouées qui dérivent au gré des courants marins, permet de mieux comprendre les relations entre l'océan et le climat. Avec Argonimaux, les satellites permettent également de suivre le déplacement d'animaux marins (tortues, manchots...) équipés de balises ARGOS et d'étudier ainsi leur comportement. Avec ArgoHydro, l'étude des eaux continentales via des règles, des bouées et les données satellites permet d'étudier les impacts des variations environnementales et climatiques sur les ressources en eau de notre planète.

#### **La qualité de l'air - Calisph'Air -**

L'évolution de notre climat est une préoccupation majeure pour les scientifiques. Calisph'Air est un projet éducatif permettant aux élèves de faire des observations du ciel et des mesures locales de la qualité de l'air à l'aide du photomètre solaire Calitoo afin, entre autre de les comparer à des données satellites sur le réseau Calinet. Ces mesures peuvent être partagées dans la base de données internationale GLOBE et partagées avec les classes du monde entier ainsi qu'avec des scientifiques.

#### **CanSat Lycéens/Étudiants**

Ces petites sondes de la taille d'une canette de soda, bourrées d'électronique, auparavant larguées d'un ballon dirigeable captif, maintenant lâchées depuis un drone, réalisent, à l'image des sondes interplanétaires, une mission durant la descente, voire après l'atterrissage. Ces projets donnent lieu à un challenge annuel, devant un jury de professionnels du secteur spatial, pour les étudiants qui ont décidé de se lancer dans l'aventure. Au niveau lycéen, la compétition européenne organisée par l'ESA permet aux finalistes de propulser leur CanSat dans des fusées expérimentales.

**Des cadres de pratique**

Partout en France, des enseignants et des animateurs membres d'associations de jeunesse spécialisées dans les activités scientifiques, encadrent ces activités avec l'aide technique du CNES. Il est possible d'en bénéficier :

- à l'école, à partir du CM1 et jusqu'en école d'ingénieur ;
- en club, un peu partout en France. Et quand il n'y a pas de club à proximité de chez soi, l'association Planète Sciences peut aider les passionnés à créer le leur ;
- en centre de vacances ou en centre de loisirs.

**Des cadres de formation pour les professeurs**

Pour tous les professeurs (de l'école au lycée), de la physique à la géographie, des formations aux techniques spatiales et à l'utilisation des outils expérimentaux.

**La formation à l'utilisation des outils expérimentaux**

Ces stages sont proposés sur l'initiative des associations de jeunesse à la demande des ESPE, des missions d'action culturelle... D'une durée de quelques jours, ils permettent d'acquérir la maîtrise d'un support qui sera développé en groupe de projet avec des élèves (minifusée, ballon, bouée dérivante...).

**Les Rencontres espace éducation**

Une semaine pour faire le plein d'espace et découvrir l'ensemble des techniques spatiales et leurs applications environnementales. Ces stages d'une semaine sont organisés pendant l'été et permettent aux enseignants de mettre à jour leurs connaissances sur ces sujets, dans l'objectif d'un réinvestissement en classe. Ces stages sont encadrés par des formateurs de l'Education nationale et des scientifiques.

**Le C'Space**

Un rendez-vous annuel fédérateur au Camps de Ger près de Tarbes, pendant l'été, des projets spatiaux étudiants en France avec une ouverture à l'international. Les groupes de jeunes ayant au cours de l'année construit une fusée viennent la lancer en toute sécurité au camps du Ger.

**Des supports pédagogiques complémentaires**

Du cédérom à Internet, du livre à l'exposition, une gamme d'outils favorisant la découverte et l'information sur les activités spatiales.

**Des sites Internet**

- Pour se tenir au courant de l'actualité éducative, des programmes et rendez-vous proposés par le CNES et ses partenaires éducatifs : <https://enseignants-mediateurs.cnes.fr/> et <https://jeunes.cnes.fr/>
- Pour obtenir des informations détaillées sur les grands programmes du CNES: [www.cnes.fr](http://www.cnes.fr)
- Pour utiliser les images satellitaires : <http://www.intelligence-airbusds.com/>

**L'exposition "Questions d'espace"**

Découvrir « L'espace à quoi ça sert et comment ça marche ? » en 23 panneaux. Cette exposition est prêtée gratuitement (pendant une durée limitée) aux établissements scolaires ou associations, pour faire découvrir l'espace au jeune public. Elle est accompagnée d'un livret que les enfants pourront garder après avoir travaillé sur le sujet et d'une brochure permettant à l'adulte d'approfondir les thèmes traités.

**Contacts et informations complémentaires****CNES**

Service Jeunesse et acteurs de l'Éducation  
18, avenue Edouard Belin - 31401 TOULOUSE CEDEX 9  
Tél. : 05 61 27 31 14 / Fax : 05 61 28 27 67  
Mail : [education.jeunesse@cnes.fr](mailto:education.jeunesse@cnes.fr)

Site Internet : <https://enseignants-mediateurs.cnes.fr/>

## PLANÈTE SCIENCES

Créée en 1962, Planète Sciences (association loi 1901) offre l'opportunité à tous les jeunes de 7 à 25 ans d'aborder les sciences et technologies à travers différentes thématiques : astronomie, espace, environnement, robotique et numérique. Planète Sciences propose aux jeunes de participer à un projet éducatif global donnant le goût des sciences et de la technologie en privilégiant l'approche expérimentale et la pratique en équipe. Au-delà du plaisir de la découverte et d'une meilleure compréhension du thème choisi, cette démarche leur permet, par une participation active, de passer de la théorie à la pratique, de l'idée à sa concrétisation et à sa valorisation. Chacun constate ses propres capacités, l'intérêt de faire à plusieurs et acquiert un esprit critique. Planète Sciences, c'est sur l'ensemble du territoire :

- 100 000 jeunes qui ont participé à nos activités,
- 800 bénévoles qui ont contribué à la conception, au suivi et à la réalisation de projets et d'animation,
- 70 salariés qui assurent la mise en œuvre opérationnelle des actions, les relations avec les partenaires, la communication et la gestion,
- 750 clubs scientifiques et techniques qui sont constitués,
- 16 000 jeunes qui bénéficient de nos activités au sein des quartiers politiques de la Ville,
- 1925 élèves (primaire, collèges, lycées) qui ont développé des expériences embarquées à bord de nacelles et participé aux lâchers de 75 ballons stratosphériques.

### LES DOMAINES D'ACTIVITES

#### L'astronomie

A l'aide de télescopes et de lunettes, découvrir pas à pas les secrets et les richesses de la voûte céleste et les grands mouvements qui régissent l'univers. Déterminer l'âge d'une étoile, tester des systèmes de mesure et d'analyse de la lumière, calculer la masse des astres... *Un petit pas vers la compréhension de l'univers !*

#### L'environnement

Découvrir les milieux naturels et humanisés à travers l'observation et l'étude de leurs composantes et de leurs inter-relations. Science de l'atmosphère, outil de la prévision du temps et de la connaissance des climats, la météorologie permet de découvrir et mieux comprendre notre environnement, son évolution, les phénomènes naturels qui l'affectent, les menaces qui pèsent sur lui. *Les changements climatiques, une réalité !*

#### L'espace

Concevoir, construire puis lancer une fusée ou un ballon en toute sécurité. Comprendre les lois principales de l'aérodynamique, réaliser un système mécanique d'éjection du parachute ou encore embarquer une expérience scientifique à près de 30000 mètres d'altitude... *Pour participer à l'aventure spatiale !*

#### Le numérique

Lieu d'animation scientifique et technique multithématique (astronomie, environnement, aéronautique, et spatial, robotique et numérique), Planète Sciences a pour vocation :

- La mise en place dans la démarche expérimentale (comprendre en faisant) au cœur de la démarche d'apprentissage.
- L'accompagnement des jeunes et des adultes autour de la réalisation de projets techniques.
- La valorisation des démarches d'estime de soi et d'autonomie par la pratique numérique.

#### La robotique

Imaginer un robot et ses fonctions, construire ses éléments mécaniques, lui donner de l'énergie en réalisant son système électrique, et enfin, avec l'informatique, le diriger, communiquer avec lui, commander ses mouvements et pourquoi pas, le rendre réactif par rapport à son environnement. *Quand la réalité rejoint la fiction !*

**LES CADRES D'ACTIVITE****Les séjours de vacances et chantiers de jeunes : un projet partagé entre amis**

Le temps de quelques semaines, découvrir et pratiquer une ou plusieurs activités scientifiques. Les animateurs spécialisés conjuguent astucieusement : sports, jeux, activités de plein air, sciences et détente ! De 7 à 18 ans.

**Le club scientifique : un projet mené par toute une équipe**

Planète Sciences vous aide à rejoindre le club le plus proche de chez vous ou à créer le vôtre, pour concevoir et réaliser vos projets en toute autonomie.

**Les activités à l'école : la classe transformée en laboratoire**

Enseignants et animateurs soutiennent les élèves dans leurs réalisations. Classes de découvertes, classes sciences, ateliers, opérations "Un Ballon pour l'Ecole", "CanSat Lycéens", "Concours de Robotique" ... permettent à plus de 700 classes de participer à l'aventure scientifique.

**La culture scientifique et technique pour tous**

Fêtes de l'espace, Nuits des Etoiles, Coupes étudiante et junior de Robotique, Eurobot, Rencontres sciences et techniques de l'environnement, Rencontre Météo Jeunes, Exposciences, Fête de la science, Journées de l'environnement... sont des manifestations incontournables, co-organisées ou initiées par Planète Sciences.

**Les stages de formation : échanger et acquérir de nouvelles compétences**

BAFA, week-ends techniques, stages d'action culturelle... permettent d'acquérir des notions, des techniques et des méthodes pour soutenir ou animer tout projet. Ouverts aux animateurs et enseignants.

**Des supports à intégrer à vos projets**

Pour pratiquer ou animer les sciences, Planète Sciences propose des outils et des équipements : Télescope Jean-Marc Salomon, espaces multimédia, Salles de découvertes, Point Info Energies, sites et forums internet, malles pédagogiques, notes techniques, espaces naturels et pédagogiques...

**Les sciences : une ouverture à l'Europe**

En lien avec de nombreux partenaires, Planète Sciences incite à la mise en place de projets et d'échanges dans différents pays et favorise une pratique interculturelle. Pour les jeunes européens.

**Pour toute information :**  
[www.planete-sciences.org](http://www.planete-sciences.org)

PLANETE SCIENCES  
16 PLACE JACQUES BREL  
91 130 RIS ORANGIS

01.69.02.76.10  
espace@planete-sciences.org

---

## ANNEXES

---

## PETITE HISTOIRE DE L'AEROSTATION

### Des frères Montgolfier aux ballons météorologiques

Bien que le principe de fonctionnement des ballons fût énoncé au III<sup>ème</sup> siècle avant Jésus-Christ par le savant Archimède, la première expérience pratique est réalisée le 5 juin 1783 : Etienne et Joseph Montgolfier, grâce à un ballon de papier de 20 m<sup>3</sup>, démontrent la faisabilité de s'élever dans les airs. Trois mois plus tard, le 28 août, Charles et Robert réalisent la première enveloppe étanche aux gaz légers en vernissant au caoutchouc une enveloppe en soie.

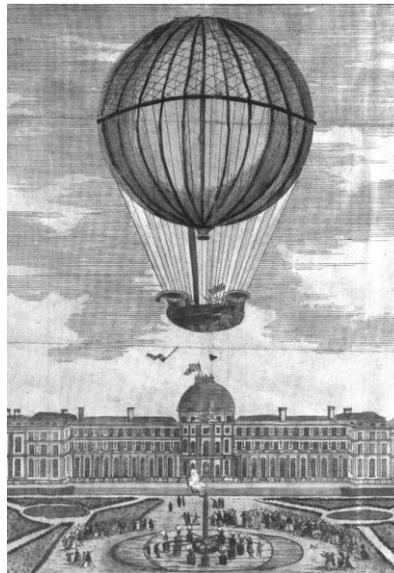
Ces expériences soulèvent un formidable enthousiasme qui profite aux premiers aéroliers et permet au jeune Pilâtre de Rozier et au Marquis d'Arlandes d'effectuer le premier vol humain à bord d'une montgolfière, le 21 novembre 1783. 9 jours plus tard, Charles et Robert réitèrent l'exploit à bord d'un ballon gonflé à l'hydrogène.

L'aérostation est née et de nombreuses expériences sont tentées grâce au soutien de l'Académie des Sciences ou du public, très friand de ces vols.

Cependant, la Révolution française met un frein à l'aérostation qui ne connaît un nouvel essor qu'à partir de 1794. Sous l'impulsion de Coutelle, capitaine de la première compagnie d'aéroliers, les premiers ballons captifs pour l'observation militaire sont développés. Néanmoins, après avoir rendu de nombreux services, les aéroliers militaires sont licenciés par Bonaparte qui fait vendre le matériel et les instruments à un physicien nommé Roberston.

Ainsi, le 18 juillet 1803, Roberston accomplit sa célèbre ascension à plus de 7400 mètres où il effectue de nombreuses expériences scientifiques. Ce vol soulève une polémique concernant la décroissance du champ magnétique avec l'altitude. De nombreux vols destinés à vérifier cette théorie sont donc réalisés. L'ascension de Biot et Gay-Lussac, le 20 août 1804, la réfute définitivement et permet de nombreuses observations à caractère météorologique. Malgré un démarrage fulgurant, l'aérostation connaît au XIX<sup>ème</sup> siècle une période de calme où le ballon comme objet d'émerveillement.

Au cours de la guerre de 1870, lors du siège de Paris, les ballons redonnent pendant quelque temps l'espoir aux Parisiens. De nombreuses enveloppes de fortune sont réalisées pour assurer un lien postal entre la capitale assiégée et la province et c'est en ballon que Gambetta réussit à s'échapper.



Ces événements suscitent un nouvel intérêt. Des scientifiques reconsidèrent le ballon comme un véritable outil.

Les expériences de Nadar, G. de La Landelle et Ponton d'Amécourt sur la navigation aérienne inspirent un jeune auteur inconnu pour son premier roman que le célèbre éditeur Jules Hertzelle publie en 1863 : Cinq semaines en ballon de Jules Verne.

Les 23 et 24 mars 1875, Crocé-Spinelli, Sivel et les frères Tissandier passent 22 h 40 dans l'atmosphère pour en étudier la composition.

A partir de cette époque, les efforts se portent sur le pilotage et les premiers dirigeables apparaissent sous l'impulsion des Tissandier qui réussissent à diriger un aérostat.

L'aérostation du début du XX<sup>ème</sup> siècle est marquée par les dirigeables à hydrogène, véritables colosses des airs, sujet parfois à de tragiques accidents, comme celui du célèbre Zeppelin "Hindenburg" en 1936.

Léon Teisserenc de Bort fut le premier à utiliser en 1898 un ballon équipé d'un météographe pour sonder l'atmosphère. La nacelle était en osier. Il découvrit la stratosphère. Il avait en 1896 fondé l'observatoire de Trappes qui fut légué à sa mort par sa famille à l'Etat et est aujourd'hui un des centres de Météo France d'où sont lancés quotidiennement des ballons sondes.

Le premier radiosondage au monde (transmission par radio des informations d'un ballon sonde) est effectué à Trappes en janvier 1929, par messieurs Bureau et Idrac.

A la même époque, le physicien suisse Auguste Piccard (qui inspire Hergé pour le personnage du Professeur Tournesol) effectue de nombreuses mesures dans la stratosphère grâce à une nacelle pressurisée. Ayant atteint une altitude de 16954 m, il étudie notamment le rayonnement cosmique.

A partir des années cinquante, grâce à l'avènement de l'électronique, les ballons stratosphériques furent abondamment utilisés pour les sondages météorologiques et l'astronomie. Ainsi le français Audouin Dollfus découvre la présence d'eau sur Mars, installé dans une cabine pressurisée accrochée à une grappe de ballons.

Dès l'année 1985, Planète Sciences et le CNES utilisent les ballons sonde à des fins éducatives.

## LE BALLON, UN VEHICULE SPATIAL

---

Le ballon occupe une place unique parmi les outils de la recherche scientifique. Lui seul peut évoluer durablement dans la stratosphère, région inaccessible aux satellites. Pour cette raison, le CNES développe depuis 30 ans un important programme lié au vecteur « ballon ».

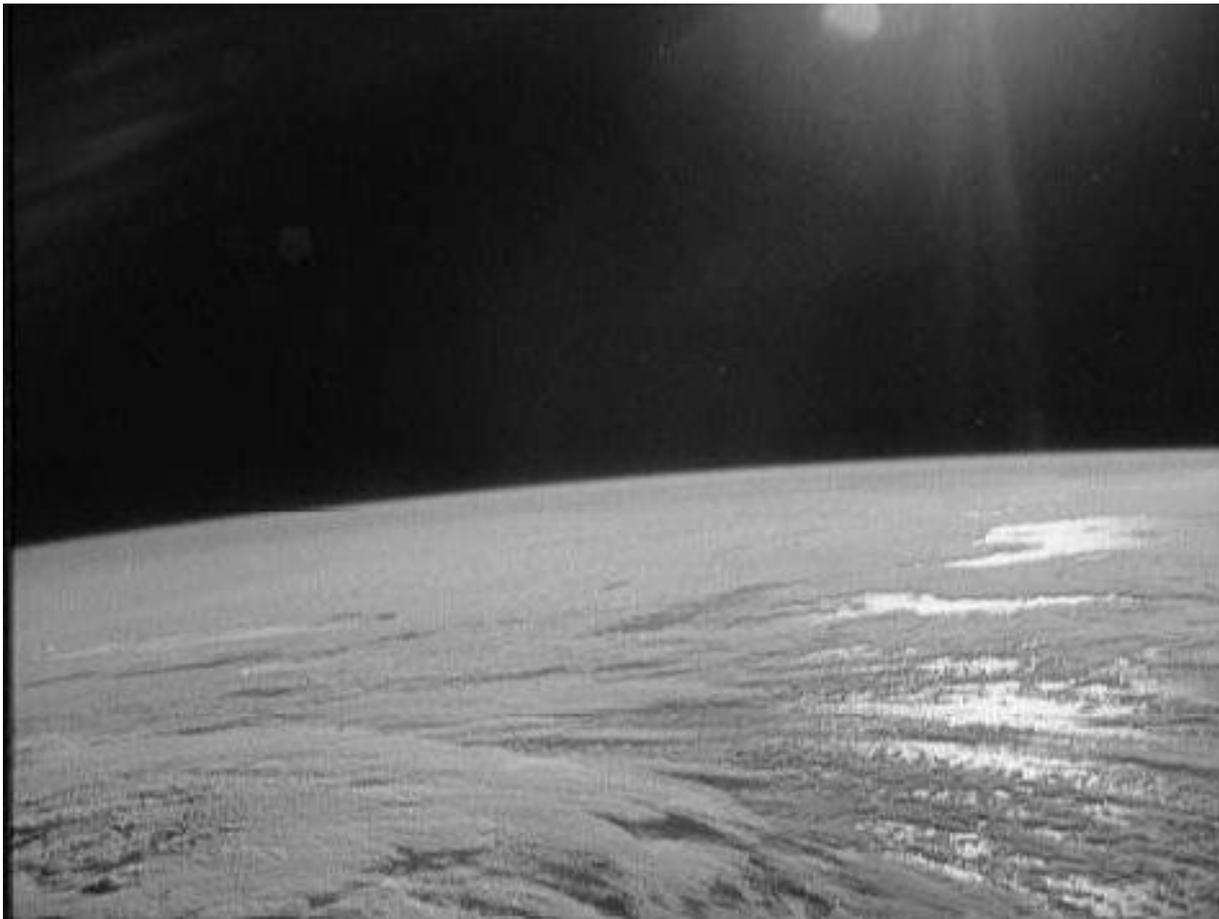
Le CNES n'utilise que des ballons libres, sans lien avec le sol. Ils n'emportent jamais de passagers, mais des appareils au fonctionnement automatique.

Leur coût de mise en œuvre relativement modeste et les délais réduits de réalisation des expériences séduisent les laboratoires scientifiques français et étrangers. Ainsi, les ballons effectuent des observations in-situ en prélevant des échantillons d'air ou en mesurant les concentrations de certains constituants stratosphériques. Ils détectent certains rayonnements non visibles qui parviennent peu (infrarouge, ultraviolet) ou pas du tout (rayons X et gamma) au sol. Par ailleurs, le ballon, poussé par les vents, joue le rôle de traceur : en suivre la trajectoire permet de connaître le mouvement des masses d'air. Enfin, certains vols peuvent avoir une finalité non plus scientifique mais technologique. C'est ainsi qu'a été testé, à haute altitude, du matériel destiné à des satellites : caméras, détecteurs d'étoiles, cellules solaires, etc.

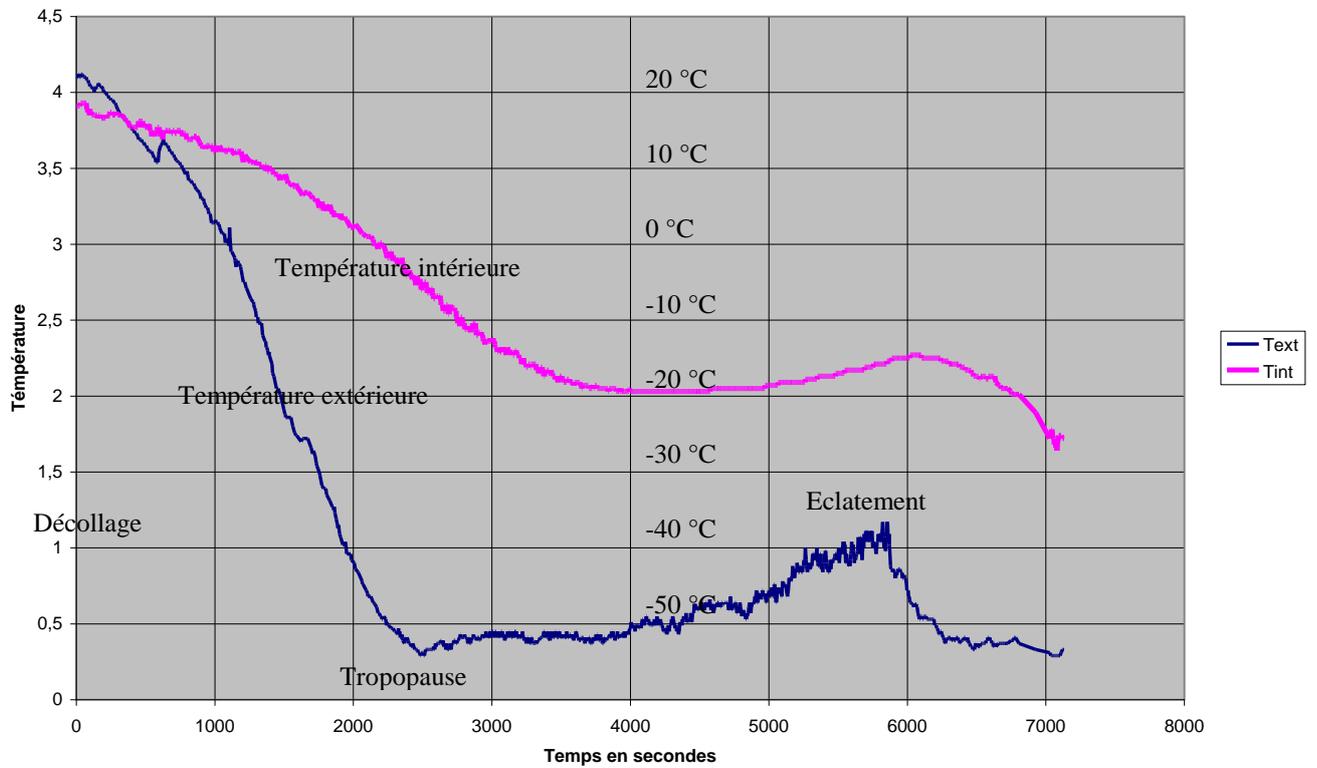


Le CNES possède en France deux centres de lancements, utilisés suivant le régime des vents expérimentaux. L'un est situé à Aire-sur-l'Adour (Landes) et l'autre à Gap-Tallard (Hautes-Alpes). Le CNES organise également des campagnes de lancements aux quatre coins du monde : Açores, Afrique du Sud, Australie, Brésil, Equateur, Italie, Russie, Suède (étude de la couche d'ozone en Laponie). Plusieurs types de ballons allant d'un volume de 1 m<sup>3</sup> à 1 million de m<sup>3</sup> sont utilisés lors de ces campagnes : montgolfières infrarouges (36 000m<sup>3</sup>), ballons expérimentaux (de 3 000 m<sup>3</sup> à 1,2 millions de m<sup>3</sup>), ballons pressurisés (1 à 10 mètres de diamètre), ballons à cape (400 000 m<sup>3</sup>).

L'intérêt des ballons tient à leur faible coût, au peu de contraintes pesant sur la réalisation de la nacelle et du contenu (absence de formes imposées, grande tolérance mécanique). Ils sont devenus des outils expérimentaux très intéressants pour l'initiation à la démarche scientifique.

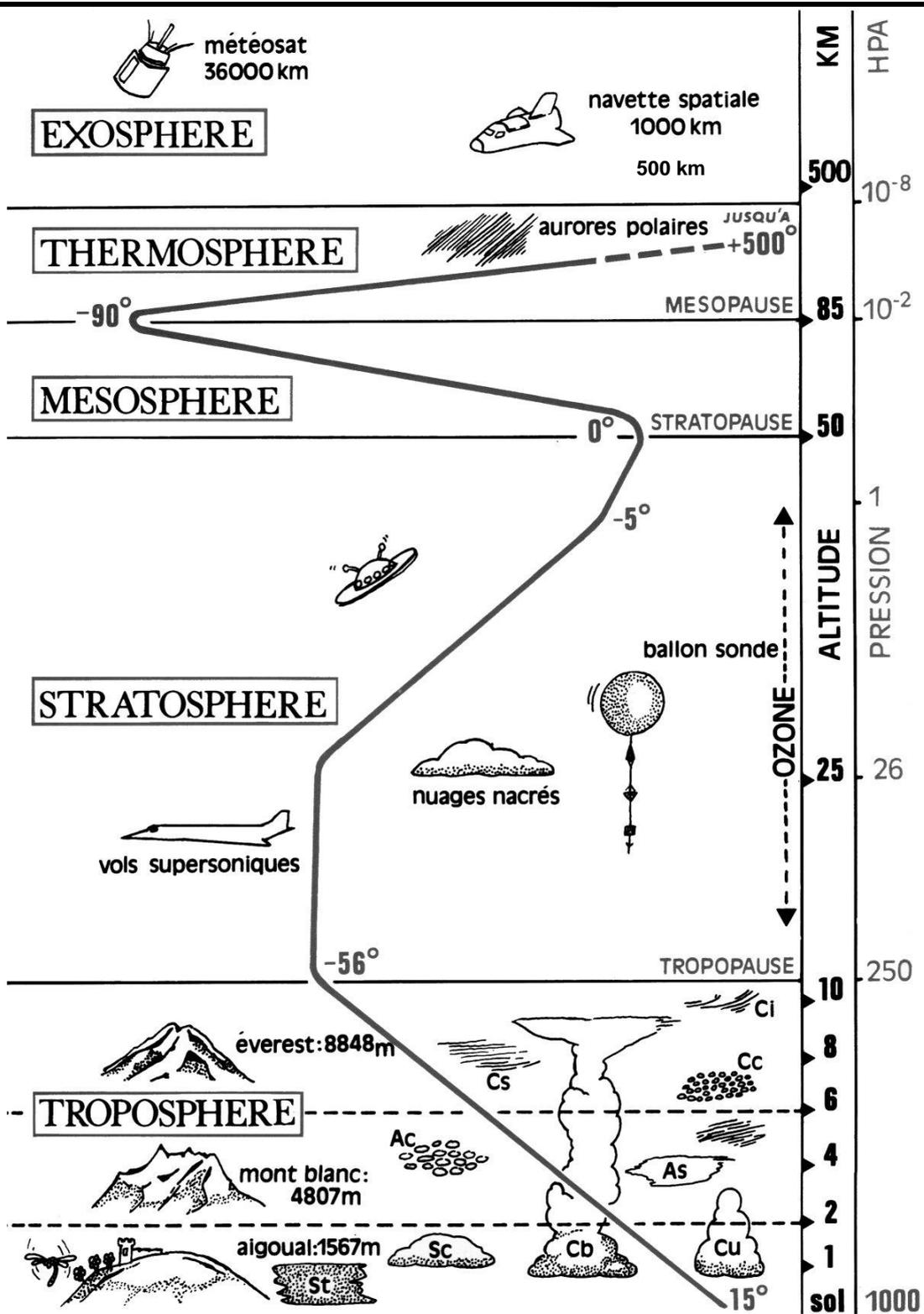


La rotondité de la Terre vue d'une nacelle de jeunes



Exemple de mesures de température relevées à bord d'une nacelle

# LES COUCHES DE L'ATMOSPHERE



## BIBLIOGRAPHIE

### Publications CNES-Planète Sciences concernant l'activité ballons à disposition des enseignants :

*Les ballons expérimentaux : mise en œuvre & cahier des charges,*  
*La gestion d'un projet ballon,*  
*Caractéristiques standards de l'atmosphère et mécanique du vol,*  
*Présentation de l'opération "Un ballon pour l'Ecole" (ce document),*  
*Que peut-on faire avec un ballon ?*  
*Le jour du lâcher,*  
*L'histoire des ballons,*  
*Comment exploiter les données Excel® du logiciel Kicapt,*  
*Le système de télémesure KIWI Millenium à l'usage des écoles,*  
*Prévision de la trajectoire d'un ballon,*  
*Hélium, un peu de culture,*  
*De quel côté faut-il placer la couverture ?*

### Quelques ouvrages ou articles traitant des ballons, de la météorologie ou présentant le CNES :

- CARLIER (Claude) & GILLI (Marcel), *Les trente premières années du CNES*, La Documentation française / CNES, Paris, 1994 (354 pages)
- CHABOUD (René), *Pleuvra, pleuvra pas ? La météo au gré du temps*, Collection Découvertes, Gallimard, Paris, 1994 (160 pages)
- COLLECTIF, *Le temps des ballons*, Collection Art et Histoire, Editions de la Martinière - Musée de l'Air et de l'Espace, Paris, 1997 (141 pages)
- DOLLFUS (Audouin), *Pilâtre de Rozier, premier navigateur aérien, première victime de l'air*, Association Française pour l'avancement des sciences, Cité des Sciences et de l'Industrie, Paris, 1993 (138 pages)
- FACON (Patrick) - LA COTARDIERE (Philippe de) - REYNAUD (Marie-Hélène), *Petite histoire de la conquête de l'air et de l'espace*, Collection Références, Librairie Larousse, Paris, 1990 (255 pages)
- LECORNU (J.), *Les premiers ballons libres*, in *Espace Information* n°24 (février 1983), CNES, Toulouse (p.1-16)
- NICOLAOU (Stéphane), *Les premiers dirigeables français*, E.T.A.I. & Musée de l'Air et de l'Espace, Paris - Le Bourget 1997 (112 pages)
- PENOT (Jean-Pierre), *Des ballons pour la science*, Collection BT Espace, Publication de l'école moderne française (PEMF)- CNES, Mouans-Sartoux, 1994 (41 pages)
- PENOT (Jean-Pierre), *Le ballon, outil d'investigation spatiale*, in *Espace Information* n°9 (3<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> trimestres 1976), CNES, Toulouse (pp.5-8)
- PENOT (Jean-Pierre), *L'expérimentation spatiale en ballon*, in *Espace Information* n°13 (1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> trimestres 1978), CNES, Toulouse (pp.1-6)
- RENAUT (Didier), *Découvrons la météorologie*, Editions Circonflexe, Paris, 1997 (96 pages)
- VERNE (Jules), *Cinq semaines en ballon*, Editions Bellerive, Genève, 1995 (255 pages).

\* La plupart des notes techniques de Planète Sciences sont disponibles sur son serveur Internet  
[www.planete-sciences.org/espace/](http://www.planete-sciences.org/espace/)

Attention : certaines publications étant régulièrement mises à jour, assurez-vous d'avoir la dernière version.



## " OPERATION UN BALLON POUR L'ECOLE "

### Questionnaire de candidature

A retourner **avant le 23 septembre 2022** à Planète Sciences 16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS  
Ou par email à [coralie.tholimet@planete-sciences.org](mailto:coralie.tholimet@planete-sciences.org)

#### La classe concernée

Nom de l'école : .....  
 Adresse : .....  
 Code postal : ..... Ville : .....  
 Téléphone de l'école : ..... Fax : .....  
 E-mail : ..... Site Internet : .....  
 Niveau scolaire<sup>5</sup> : ..... Tranche d'âge : ..... Nombre d'élèves : .....  
 .....  
 .....

#### Le professeur ou l'instituteur responsable du projet

Nom et prénom : ..... Discipline enseignée<sup>6</sup>: .....  
 Téléphone personnel : ..... E-mail : .....  
 .....

Les questions ci-dessous ont pour objet de nous permettre d'évaluer votre candidature. En effet comme nous recevons plus de demandes de participation que le nombre de projets que nous ne pouvons soutenir, nous sommes obligés de réaliser une sélection. Nous souhaitons aussi répartir les projets sur toute la France. Pour l'année scolaire 2022-2023, 75 projets scolaires seront retenus auquel s'ajouteront 25 projets de clubs (équipes de jeunes menant un projet en dehors du cadre scolaire).

La liste des écoles sélectionnées sera communiquée à partir du 07 Octobre 2022 à l'ensemble des candidates.

Nous vous informons qu'une contribution comprise entre 50 et 200 € sera demandée à l'établissement scolaire pour inscrire la classe. Cette contribution inclut l'adhésion à Planète Sciences et à son assurance pour un an. Le matériel de lâcher, l'hélium et la documentation seront fournis gratuitement. Les frais de déplacement de l'animateur suiveur sont également pris en charge par Planète Sciences<sup>7</sup>. Les dépenses engagées pour la construction de la nacelle et pour éventuellement déplacer la classe le jour du lâcher sur le lieu du lâcher sont à la charge de l'établissement scolaire.

Pour des raisons de sécurité les ballons sont systématiquement gonflés à l'hélium. Sous-produit de l'exploitation pétrolière, ce gaz est importé et son approvisionnement éventuellement sujet à des aléas. Une relation privilégiée avec nos fournisseurs permet de limiter ce risque. Néanmoins nous ne pouvons pas garantir la mise en œuvre des projets en cas de pénurie d'hélium.

Planète Sciences prend en charge les démarches administratives pour obtenir l'autorisation de vol après

<sup>5</sup> L'Opération est ouverte en primaire aux classes de CM2, aux classes du secondaire (collèges et lycées) et aux classes post-bac (BTS, IUT, écoles d'ingénieurs ...).

<sup>6</sup> Pour les classes du secondaire et post-bac

<sup>7</sup> L'Opération est financièrement soutenue par le CNES.

des services de l'Etat concernés. Sans autorisation un lâcher ne peut avoir lieu. Planète Sciences ne peut garantir l'obtention systématique de l'autorisation à la date et sur le lieu souhaité. Néanmoins, à ce jour les refus sont exceptionnels. Nous vous demanderons de définir dès que possible une date pour le lâcher de votre projet (date de secours à prévoir également en cas en autre de conditions météo dégradées) afin de pouvoir anticiper ces demandes.

Une caution de 500 € ou une lettre d'engagement sera demandée à l'établissement scolaire pour garantir le retour du matériel de télémétrie, prêté pour la durée du projet<sup>8</sup>. En cas de non-restitution en bon état du matériel, la caution sera acquise à Planète Sciences pour financer son remplacement.

Pour quelles raisons souhaitez-vous faire participer votre classe à l'Opération un Ballon pour l'Ecole ?

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Décrivez brièvement la démarche mise en œuvre pour mener le projet : .....

.....  
.....

Combien d'heures souhaitez-vous que vos élèves consacrent au projet ? .....

S'agit-il d'un projet d'établissement et dans ce cas quelles autres disciplines que la vôtre vont être associées au projet ? .....

.....  
.....  
.....

Envisagez-vous la valorisation du projet à l'extérieur de votre établissement ? Participation de votre classe à une exposition, un concours, Olympiade, Exposcience etc. ....

.....  
.....  
.....

Accepteriez-vous que deux de vos élèves soient éventuellement invités en fin d'année scolaire au CNES de Toulouse pour y présenter leur projet au cours d'un séminaire ? S'ils sont mineurs ils devront être accompagnés par un adulte.

OUI       NON

<sup>8</sup> Concerne le système de télémétrie Kikiwi remplaçant progressivement le système Kiwi en cours d'obsolescence.

Avez-vous déjà participé à l'opération "Un Ballon Pour l'Ecole" ?  OUI  NON

Si OUI, en quelle(s) année(s) ? .....

Avez-vous pris connaissance du document de présentation de l'opération<sup>9</sup> ?  OUI  NON

Etes-vous prêts à participer à une journée d'informations sur le déroulement de l'opération, en début d'année scolaire en particulier si vous n'avez jamais participé ?  OUI  NON

Avez-vous ou l'un de vos collègues associés au projet des connaissances en électronique ?  OUI  NON

Etes-vous intéressés pour participer à une ou des formations techniques au cours de l'année<sup>10</sup> ?

(Formation télémessure les 05 & 06 novembre 2022, formation aérotechnicien du 17 au 19 février 2023)

OUI  NON

Possédez-vous une cloche à vide de labo ou pourriez-vous en obtenir une pour le projet ?  OUI  NON

Avez-vous des partenaires ?  Industriel  Laboratoire  Associatif  Public

Si oui, merci de préciser : .....

.....

Bénéficiez-vous du soutien ?  du Rectorat  du directeur/proviseur/principal  Autre (précisez)

.....

Si vous réalisez un projet, vous vous engagez à accueillir un animateur Planète Sciences au moins trois fois dans l'année<sup>11</sup>.

A quel moment êtes-vous le plus à même de recevoir l'animateur Planète Sciences ?  le matin  le midi  l'après-midi  le samedi matin

Pourriez-vous éventuellement déplacer votre classe le jour du lâcher du ballon<sup>12</sup> ?  OUI  NON

Si vous le souhaitez, vous pouvez joindre à ce questionnaire de candidature tout document au sujet de votre projet à l'attention de l'équipe de sélection.

FAIT A : LE :

Signature de l'enseignant porteur du projet :

<sup>9</sup> Accessible à l'adresse <http://www.planete-sciences.org/espace/Un-Ballon-Pour-l-Ecole-UBPE>

<sup>10</sup> Quelque part en France en fonction de qui s'inscrit et de de la disponibilité des lieux d'hébergement que nous louons. Les lieux sont communiqués quelques semaines avant la date des stages.

<sup>11</sup> Assez souvent, ce sont des personnes bénévoles qui sont soumises à des contraintes professionnelles.

<sup>12</sup> Pour les établissements d'Ile de France, le déplacement de la classe hors de l'Ile de France est obligatoire pour effectuer le lâcher du ballon. En effet, le décollage d'un ballon en Ile de France est interdit. Pour les autres régions, Planète Sciences pourra éventuellement vous proposer de faire participer votre classe à un regroupement de plusieurs lâchers sur un même lieu. Pour les lâchers frontaliers, des contraintes particulières sont imposées pour limiter les risques de survol d'un autre Etat. Des prévisions de vol indiquant le survol d'un Etat étranger nécessitent le report du lâcher à une date météorologiquement plus favorable. Pour certains états limitrophes, nous pouvons faire des demandes d'autorisation de survol sans garantir de les obtenir. Si risque de survol avéré nous prévenir le plus tôt possible.