



Service Jeunesse et acteurs de l'Éducation
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

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



OPERATION « Un Ballon Pour l'Ecole »

Couverture/CNES

Références	BALLON/PRES/1/PLASCI/V18_0
Version	18
Etat	Pour application
Date d'édition	Mai 2009
Nb pages	32

"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

PREAMBULE	3
SOMMAIRE	4
INTRODUCTION	5
PRESENTATION	6
Le vecteur ballon	6
Les performances du ballon	7
L'intérêt pédagogique du ballon	7
ORGANISATION DE L'OPERATION	9
Les intervenants	9
Modalités de participation	9
Déroulement	9
Le cahier des charges	13
Formations proposées	17
QUALITE	18
LES PARTENAIRES	19
Service Jeunesse et acteurs de l'Éducation du CNES	19
PLANÈTE SCIENCES	21
ANNEXES	23
Petite histoire de l'aérostation	24
Le ballon, un véhicule spatial	25
Les couches de l'atmosphère	27
Bibliographie	28
Questionnaire de candidature	30

INTRODUCTION

L'opération consiste à mettre à la disposition d'établissements scolaires des ballons (chaînes de vol) pour permettre en premier lieu à des jeunes élèves (écoliers, collégiens ou lycéens) 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 doit ensuite favoriser 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 auront 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 !

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



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.

L'altitude moyenne avant éclatement est de 28 km pour une charge utile de 2,5 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, à la différence de l'hydrogène.

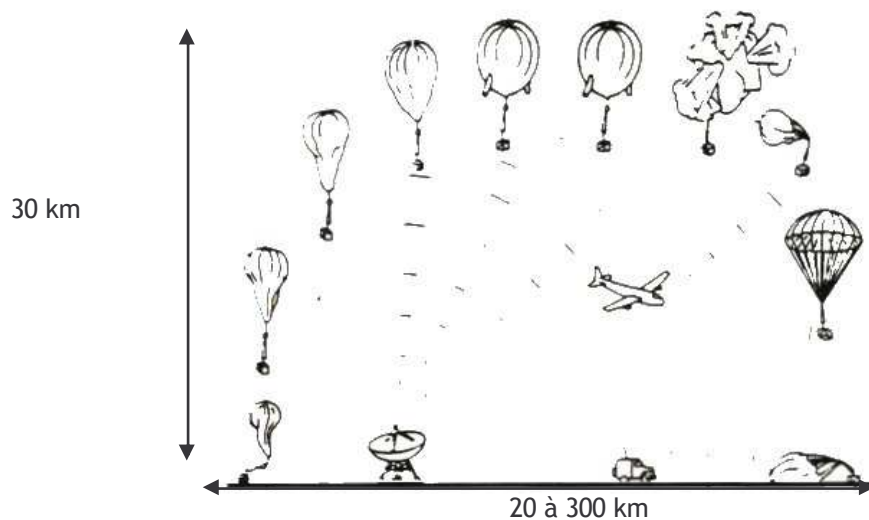
Le parachute, préalablement inséré dans la chaîne de vol, s'ouvre après éclatement du ballon en altitude pour freiner la descente de la nacelle.

Le réflecteur-radar permet aux aiguilleurs du ciel civils et militaires de connaître la position du ballon.

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 : les ballons effectuent des vols en cloche.



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 5 m/s. L'enveloppe du ballon contenant 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 20 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 trentaine 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 ;
- dessin d'objets ;
- rédaction de textes (courriers, comptes rendus,...).

● Apports scientifiques et techniques :

- connaissances de l'atmosphère ;
- travaux simples d'électronique, d'électricité et de mécanique ;

- travaux manuels liés à la construction des nacelles et de leur contenu ;
- initiation en informatique,
- 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.

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

Exemples d'expériences



Mesure de pression par seringue



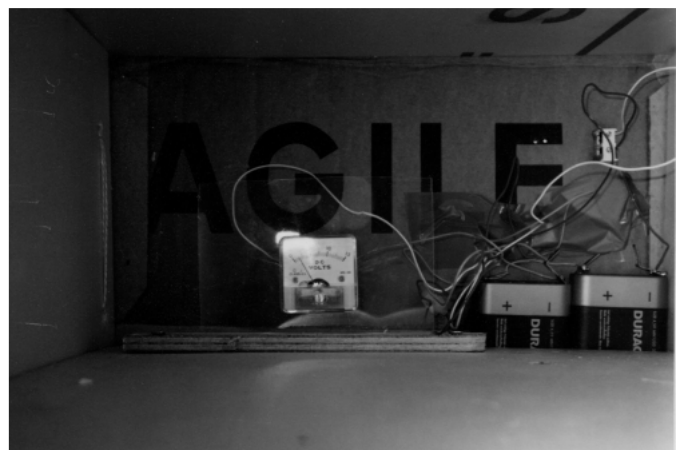
Expérience sur le vent



Photo aérienne d'un stade vu d'un ballon



Système de déclenchement automatique d'un appareil photo



Photographie en vol d'un voltmètre relié à une thermistance placée à l'extérieur

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, 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...

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).

PLANETE SCIENCES Atlantique 19 rue de l'abattoir - 17100 SAINTES Tél : 05 46 93 15 44 - Fax : 05 46 93 15 44 E-mail : atlantique@planete-sciences.org	PLANETE SCIENCES Picardie 51 rue Sully- 80000 AMIENS Tél : 03 22 47 69 53 - Fax : 03 22 46 91 87 E-mail : pica rdie@planete-sciences.org
PLANETE SCIENCES Bretagne Rue de Liège - 29200 BREST Tél/Fax : 02 98 05 12 04 E-mail : 29.bretagne@planete-sciences.org	PLANETE SCIENCES Rhône Espace Carco, 20 rue Robert Desnos - 69120 VAULX-EN-VELIN Tél : 04 72 04 34 48 - Fax : 04 78 80 18 29 E-mail : rhone@planete-sciences.org
PLANETE SCIENCES Ile-de-France 6 rue Emmanuel Pastré - 91000 EVRY Tél : 01 64 97 82 34 - Fax : 01 60 78 15 41 E-mail : ile-de-france@planete-sciences.org	PLANETE SCIENCES Sarthe Espace Jeunesse - rue A. Marchand 72400 La Ferté-Bernard Tél : 02.43.93.87.58 - Fax : 02.43.93.94.20 E-mail : sarthe@planete-sciences.org
PLANETE SCIENCES Languedoc-Roussillon Résidence Les Tonnelles, 2 place des char milles 34090 MONTPELLIER Tél : 04 67 70 33 58 - Fax : 04 67 70 50 35 E-mail : languedoc-roussillon@planete-sciences.org	UBPE Guyane Lycée LG DAMAS, à l'attention de HEYREND Christophe Chemin Vidal, BP 5008 97305 Cayenne cedex (GF) Tél. : 06 94 27 85 90 christophe.heyrend@ac-guyane.fr
PLANETE SCIENCES Méditerranée 45 rue Fort Notre Dame - 13001 MARSEILLE Tél : 04 91 54 36 52 - Fax : 04 91 54 36 52 E-mail : mediterranee@planete-sciences.org	PLANETE SCIENCES Méditerranée 45 rue Fort Notre Dame - 13001 MARSEILLE Tél : 04 91 54 36 52 - Fax : 04 91 54 36 52 E-mail : mediterranee@planete-sciences.org
PLANETE SCIENCES Midi-Pyrénées 14 bâtiment Marine- 31520 RAMONVILLE SAINT AGNE Tél : 05 61 73 10 22 - Fax : 05 61 73 42 79 E-mail : midi-pyrennes@planete-sciences.org	LACQ ODYSSEE, CCSTI de Mourenx 1 rue Gaston de Foix - BP 20 - 64150 MOURENX Tél : 05 59 60 46 26 - Fax 05 59 60 46 26 E-mail : lacq.odyssee@wanadoo.fr
PLANETE SCIENCES Normandie Maison des associations 1018 quartier du grand Parc 14200 HEROUVILLE SAINT CLAIR Tél : 02 31 37 52 90 - Fax : 02 31 37 52 90 E-mail : normandie@planete-sciences.org	AJSEP SNECMA Propulsion Solide Les cinq chemins 33187 LE HAILLAN E-mail : as.dujardin@wanadoo.fr
PAVILLON DES SCIENCES, CCSTI de Franche-Comté 3 rue Lalance - 25200 MONTBELIARD Tél : 03 81 97 18 21 - Fax : 03 81 97 19 19 E-mail : galilee@pavillon-sciences.com	FDMJC du Bas Rhin 8 rue du Maire Nuss 67118 GEISPOLSHAIN Tél : 03 88 77 24 24 - Fax 03 88 77 05 00 E-mail : contact@fdmjc67.net
PLANETE SCIENCES Nord Pas de Calais 118 bis, rue de Villars- 59220 DENAIM Tél : 03 27 35 07 23 - Fax : 03 27 35 07 23 E-mail : npsc@planete-sciences.org	Hors de ces régions, adressez-vous à : Planète Sciences 16 place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS Tél : 01 69 02 76 10 - Fax 01 69 02 43 21 43 E-mail : espace@planete-sciences.org

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 :

	Ma i	Juin	Septembr e	Octobre	Novembr e	Décembre	Janvie r	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 (tout en insistant sur la notion d'échelles), 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.

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, 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.

● 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 qu'elle a apprises lors d'un stage de formation CNES - Planète Sciences spécifique : on parle d'un "aérotechnicien".

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.



Il est souvent demandé à l'établissement d'aller chercher les bouteilles d'hélium et de les rapporter. Déléguées par le CNES, seules Planète Sciences et les associations relais peuvent se charger des démarches administratives auprès de l'Aviation Civile. 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.

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 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 !

Contraintes particulières pour les lâchers organisés à moins de 70 km d'une frontière terrestre.

Une application de la réglementation internationale 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. De ce fait lorsqu'un lâcher est

organisé à moins de 70 km d'une frontière, deux situations sont possibles :

- Soit l'équipe ne souhaite pas prendre le risque d'un report du vol pour raison météorologique et alors elle doit choisir un lieu de lâcher situé à plus de 70 km d'une frontière.
- Soit l'équipe souhaite lâcher à moins de 70 km d'une frontière. Dans ce cas Planète Sciences, si elle est prévenue 45 jours avant de la date du lâcher, fait une demande auprès du/des pays limitrophe(s) concerné(s) par le survol possible (Angleterre, Belgique, Luxembourg, Pays-Bas, Allemagne, Suisse, Italie, Espagne). Si l'autorisation est accordée, le vol peut avoir lieu. Si elle est refusée, l'équipe doit alors s'intéresser à la situation des vents en altitude au moment du lâcher afin de vérifier le non survol du territoire étranger. Si les prévisions indiquent un survol possible, le vol est reporté à une date plus favorable. L'équipe accepte le risque d'un report du lâcher.

A titre d'exemple, pour les lâchers du Nord de la France (Picardie, Nord-Pas de Calais, Champagne-Ardenne, Lorraine et Alsace), les ballons sont susceptibles de traverser plusieurs pays. Planète Sciences devra nécessairement obtenir l'autorisation du survol de tous ces pays (Belgique, Luxembourg, Allemagne).

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 pour tous les établissements scolaires indépendamment du problème du survol de pays étrangers. Planète Sciences met à disposition des écoles un outil informatique adapté pour aider à la prise de décision¹. Ces prévisions sont établies après interprétation de diagrammes indiquant la direction et l'intensité des vents en altitude et fournis gratuitement par divers organismes météorologiques². La qualité des données disponibles permet de s'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

Après la première visite du suiveur, en fonction des volontés et des connaissances de chacun et après une première estimation de ses moyens, le groupe d'élèves peut choisir de réaliser une ou plusieurs expériences. Il est en effet important de comparer les moyens qui seront nécessaires avec ceux dont on dispose effectivement et d'ajuster l'ampleur du projet en conséquence. Ces

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

² Principalement la NOAA.

moyens sont les capacités techniques et financières du groupe, ses compétences et le temps 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. Il est nécessaire de réaliser un échéancier et d'écrire ses objectifs afin de les utiliser durant la phase de réalisation du projet. C'est l'occasion de commencer pour chacun un **carnet de bord** qui suivra les membres du groupe de projet durant tout le développement. 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 ;
- 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), 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 en vigueur. 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 une classe primaire 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 ;
- respect de la répartition de la masse ;
- respect de la sécurité ;

- respect de la déontologie.

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.

- L'animateur suiveur a pour rôle d'expliquer et de faire respecter le contenu du cahier des charges.
- Les 4 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 car elle ne possède pas de système de localisation (sauf exceptions rares). L'identification de la nacelle est simplement faite par 2 types d'étiquettes. Un premier type d'étiquette autocollante officielle, en 2 exemplaires, est fournie par l'aérotechnicien le jour du lâcher. Un numéro de téléphone gratuit 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 un second type d'étiquette, réalisée en 2 exemplaires plastifiés, par la classe 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'intérieur de la nacelle, le second à l'extérieur.

<p>"SUPERNACELLE"</p> <p>est une expérience scientifique réalisée par des jeunes du club Géotrouvetout</p> <p>sous la responsabilité de M. Stratosfaire.</p> <p>Cette nacelle a été mise en œuvre par Univers Sciences</p> <p>le 30 février 2100 à Questembert</p>

Etiquette à réaliser par les jeunes

<p><i>REPUBLIQUE FRANCAISE</i></p> <p>Centre National d'Etudes Spatiales (CNES)</p> <p><i>MATERIEL SCIENTIFIQUE</i> (Propriété de l'Etat)</p> <p>Cet objet est <u>inoffensif</u></p> <p>Si vous le trouvez TELEPHONEZ à nos frais 24/24 en appelant le</p> <p>08 . 00 . 58 . 10 . 20</p> <p>ou déposez-le à la gendarmerie la plus proche</p>
--

Etiquette fournie par l'aérotechnicien le jour du lâcher

Dans la majorité des cas, les nacelles 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 re-contactons 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.

Il se peut aussi que vous soyez directement contactés pour récupérer votre nacelle. Il ne vous est bien sûr pas interdit d'aller vous-même la chercher ou de 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 le Kiwi et le parachute pour révision.

En fonction des années et des régions, le taux de récupération des nacelles varie entre 50% et 65%.

Cependant, pour les nacelles équipées d'émetteur Kiwi Millenium (voir le paragraphe concernant la télémesure), 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 plupart des radioamateurs sont équipés pour recevoir la fréquence du Kiwi.

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...).

● 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 le système de télémesure Kiwi Millenium. Equipé d'un émetteur et d'une station de réception, il a spécialement été mis au point pour une utilisation dans le cadre scolaire.

Le système de télémesure Kiwi Millenium est constitué d'un émetteur radio (bandes de fréquence entre 137 et 139 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 toujours 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.

L'utilisation d'un système de télémétrie n'est pas obligatoire, elle est même rare avant la classe de 6^e. 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 montages simples (pont de résistances, led, buzzer...). Les jeunes construisent alors en général le capteur 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.

Attention : l'émetteur Kiwi Millenium ne permet pas en lui-même de localiser la nacelle.

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.

Une formation à la télémétrie Kiwi Millenium ouverte aux enseignants est proposée chaque année en janvier (cf. chapitre *Formations proposées*).



Le CNES possède un camion, le Spatiobus, permettant de recevoir les données émises par l'émetteur Kiwi Millenium. 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 télémétrie Kiwi Millenium, 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 Midi-Pyrénées, 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 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. En effet, il a souvent été constaté des dérives au cours desquelles des équipes de jeunes ont été dépossédées de leur projet par l'embarquement de dispositifs électroniques qu'elles ne maîtrisaient pas et ce, parfois au détriment (problème de masse) des expériences initialement embarquées par la classe. Ainsi :

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

➤ **Aucun autre émetteur que le Kiwi Millenium ne peut être placé dans la nacelle.**

Le suivi radio d'une nacelle ne peut donc se faire que par l'écoute de l'émission de l'émetteur Kiwi Millenium installé dans la nacelle.

➤ **La seule fréquence d'émission autorisée est celle réglée par l'aérotechnicien le jour du lâcher (bande comprise entre 137 et 139 MHz).**

Les radioamateurs, s'ils sont équipés dans la bande 137-139 MHz, peuvent participer au suivi et communiquer les informations de position de la nacelle au groupe d'élèves qui dispose du matériel de réception du CNES.

* Attention, les fréquences de nos émetteurs sont réglables et peuvent varier en fonction des séries de réalisation et de la configuration choisie par l'aérotechnicien en charge du lâcher.

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.

La plupart des enseignants concernés 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 8h à 18h, souvent le mercredi)
- ✓ **Vacances de Toussaint** : *aérotechnicien* (3 jours sur un week-end prolongé)
suiveur ballons (1 journée)
- ✓ **Janvier** : *stage télémesure Kiwi Millenium* (2 jours sur un week-end)

Ces formations sont un atout indéniable et un gage de succès pour le projet : la participation à celles-ci est donc grandement conseillée et en partie gratuite (prise en charge hébergement et déplacements), Renseignez-vous !

Les dates exactes sont annoncées sur le site web de Planète Sciences.

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 sécurisés.*
- 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 8 à 25 ans

Les fusées : de la microfusée à la fusée expérimentale

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

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 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 une expérience dans cet Airbus.

Les ballons expérimentaux

Dans un ballon, c'est la nacelle qui est construite par les jeunes. Elle embarque les expériences que l'on a réalisées : 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.

Les bouées dérivantes et les balises

Parce qu'ils couvrent 70% de la Terre, les océans jouent un rôle primordial dans l'équilibre climatique de notre planète. 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. Mais les satellites permettent également de suivre le déplacement d'animaux (albatros, tortues Luth, manchots...) auxquels on a préalablement fixé des balises et d'étudier ainsi leur comportement.

Les mesures de l'atmosphère

L'évolution de notre climat est une préoccupation majeure pour les scientifiques. De nouveaux outils spatiaux (Calipso, Parasol) permettent de surveiller et mieux comprendre l'état de l'atmosphère. Des protocoles de mesures scientifiques sont proposés et mis à disposition des classes pour effectuer des mesures locales. Ces mesures sont ensuite collectées et échangées avec d'autres écoles du monde entier.

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 enseignants

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

Les Mercredis de l'espace

Ces conférences, animées par des scientifiques de haut niveau, sont organisées trois à quatre fois par an et permettent à chaque participant de mettre à jour ses connaissances sur les grands thèmes liés à l'espace. Le Cahier de l'espace est un livret de synthèse écrit à l'issue de chaque session que l'on peut se procurer au service Culture Spatiale.

La formation à l'utilisation des outils expérimentaux

Ces stages sont proposés sur l'initiative des associations de jeunesse à la demande des IUFM, 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.

Des supports pédagogiques complémentaires

Du cédérom à l'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 : www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs
- Pour obtenir des informations détaillées sur les grands programmes du CNES: www.cnes.fr
- Pour découvrir l'actualité spatiale en images : www.cnes-tv.net
- Pour utiliser les images satellitaires : www.spotimage.fr

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

Site Internet : www.cnes.fr/enseignants-et-mediateurs

PLANÈTE SCIENCES

L'Association Planète Sciences est née en 1962, notamment pour encadrer les constructions de fusées de jeunes avec le soutien du CNES (Centre National d'Etudes Spatiales). Le développement de projets en équipes, propre aux activités spatiales, a ensuite été appliqué à d'autres domaines d'expérimentation : l'astronomie, l'environnement, la météorologie, l'énergie, l'informatique, la robotique et la télédétection.

Planète Sciences et ses 10 délégations territoriales fortes de leurs 1.000 animateurs spécialisés, soutiennent près de 700 clubs scientifiques, interviennent auprès de plus de 1.000 établissements scolaires et organisent des séjours et des animations durant les vacances pour plus de 20.000 jeunes. Elles s'attachent également à développer la culture scientifique et technique par la formation d'animateurs et d'enseignants.

Avec plus de 100.000 jeunes participants chaque année, Planète Sciences poursuit son objectif : rendre la pratique des sciences et des techniques accessible au plus grand nombre.

Près de deux millions de jeunes ont déjà participé à nos activités !

LES DOMAINES 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. Explorer les fonds marins, analyser l'eau d'une rivière, étudier l'évolution de la forêt, évaluer l'impact d'une pollution ou restaurer une mare pour en faire un espace de découverte... *Comprendre son environnement pour mieux le protéger !*

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 !*

La météo

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. Par la description et l'interprétation scientifique de phénomènes familiers : le vent, le froid, la pluie, les nuages... elle est prétexte à la construction d'instruments de mesures. *Les changements climatiques, une réalité !*

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 dans différents langages, commander ses mouvements et pourquoi pas, le rendre réactif par rapport à son environnement. L'ordinateur devient alors le complément indispensable de ces systèmes mécaniques et électroniques. *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", "Un Bon Plant pour l'Air", "Une Fusée à l'Ecole", "Collèges et Lycées de Nuit", "Concours de Robotique" ... permettent à plus de 700 classes de participer à l'aventure scientifique.

Les activités de loisirs : découvrir le plaisir des sciences

En quelques heures ou quelques jours, prendre contact ou approfondir une activité. Les ateliers, Scientificobus, Caravanes des sciences et autres Salles de découvertes s'adaptent à tout type de lieux.

La culture scientifique et technique pour tous

Fêtes de l'espace, Nuits des Etoiles, Coupes et Trophées de Robotique e=m6, 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

ANNEXES

PETITE HISTOIRE DE L'AEROSTATION

Des frères Montgolfier aux ballons météorologiques

Bien que le principe de fonctionnement des ballons fût énoncé au III^{ème} 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 m³, 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^{ème} siècle une période de calme où le ballon est

davantage utilisé dans les fêtes comme objet d'émerveillement.

Au cours de la guerre franco-allemande 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 de la part des scientifiques qui commencent à considérer le ballon comme un véritable outil pour les sciences.

Ce sont les expériences de Nadar, G. de La Landelle et Ponton d'Amécourt sur la navigation aérienne qui 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 22h40 dans l'atmosphère pour en étudier la composition.

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

L'aérostation du début du XX^{ème} siècle est marquée par les dirigeables à hydrogène, véritables colosses des airs, qui provoquent parfois de tragiques accidents, comme celui du célèbre Zeppelin 'Hindenburg' en 1936.

Léon Teisserenc de Bort fut le premier météorologue à utiliser en 1898 un ballon sonde équipé d'un météorographe pour sonder l'atmosphère. La nacelle était en osier. Il découvre 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 encore lancés quotidiennement plusieurs 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 accrochée à des grappes de ballons. 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.

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.

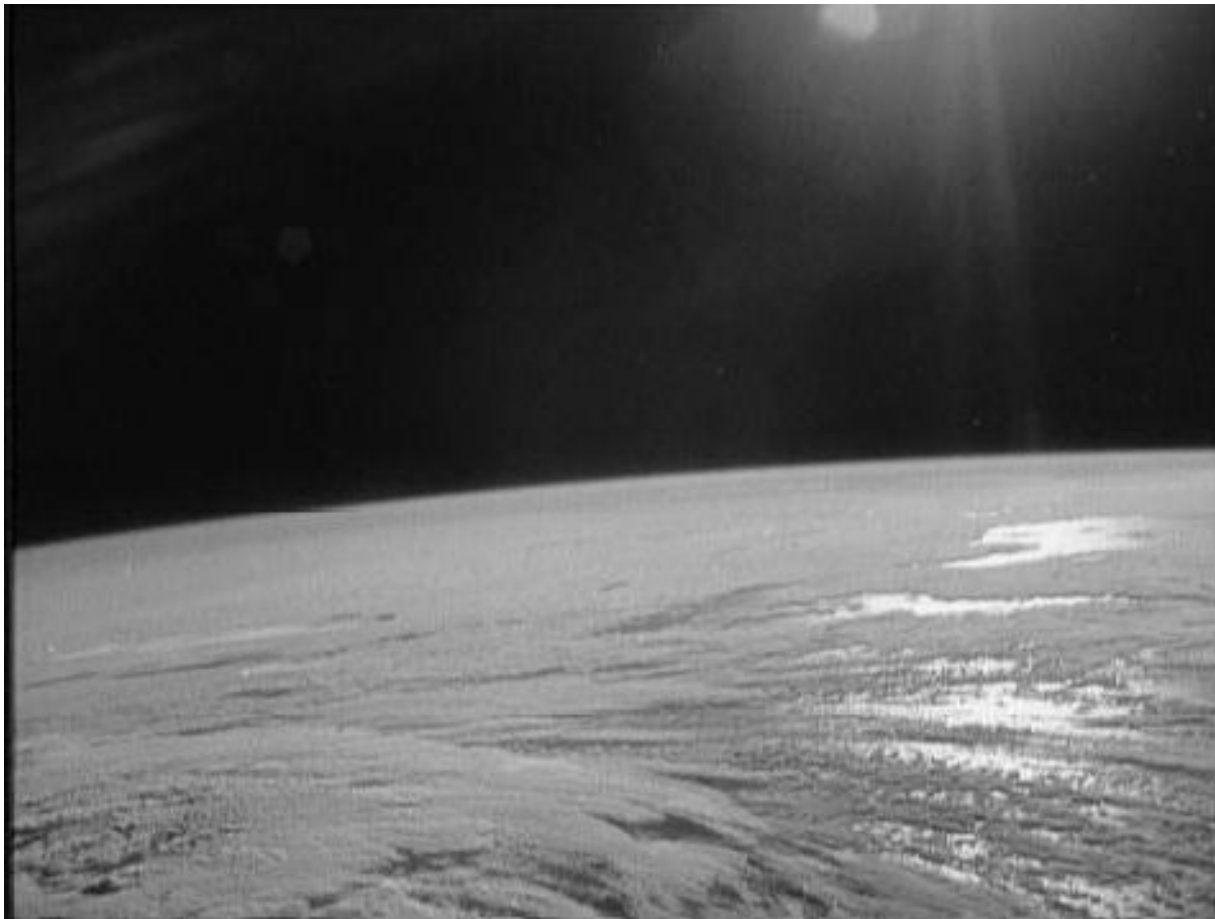
Leur coût de mise en œuvre relativement modeste et les délais réduits de réalisation des expériences séduisent les laboratoires scientifiques français et étrangers. Ainsi, les ballons effectuent des observations in-situ en prélevant des échantillons d'air ou en mesurant les concentrations de certains 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 suivant 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.



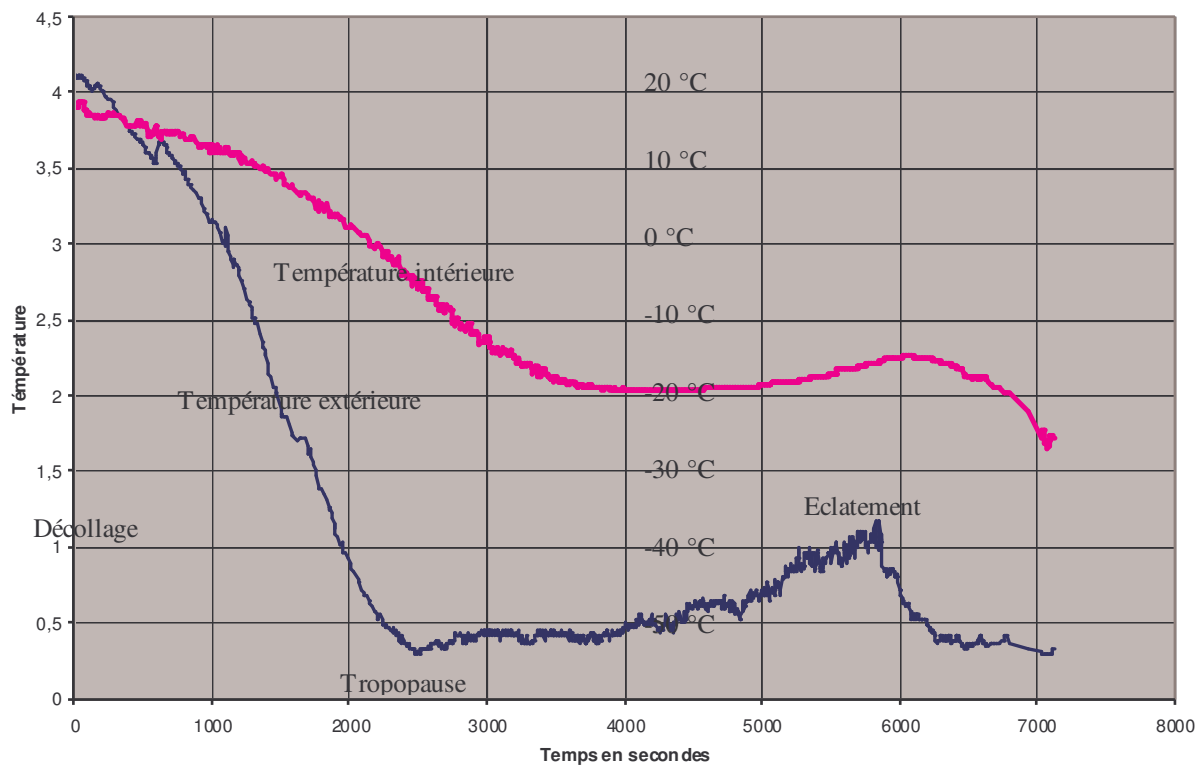
Le CNES possède en France deux centres de lancements, utilisés suivant le régime des vents expérimentaux. L'un est situé à Aire-sur-l'Adour (Landes) et l'autre à Gap-Tallard (Hautes-Alpes). Le CNES organise également des campagnes de lancements aux quatre coins du monde : Açores, Afrique du Sud, Australie, Brésil, Equateur, Italie, Russie, Suède (étude de la couche d'ozone en Laponie).

Plusieurs types de ballons allant d'un volume de 1m^3 à 1 million de m^3 sont utilisés lors de ces campagnes : montgolfières infrarouges ($36\,000\text{m}^3$), ballons expérimentaux (de $3\,000\text{m}^3$ à $1,2$ millions de m^3), ballons pressurisés (1 à 10 mètres de diamètre), ballons à cape ($400\,000\text{m}^3$).

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.

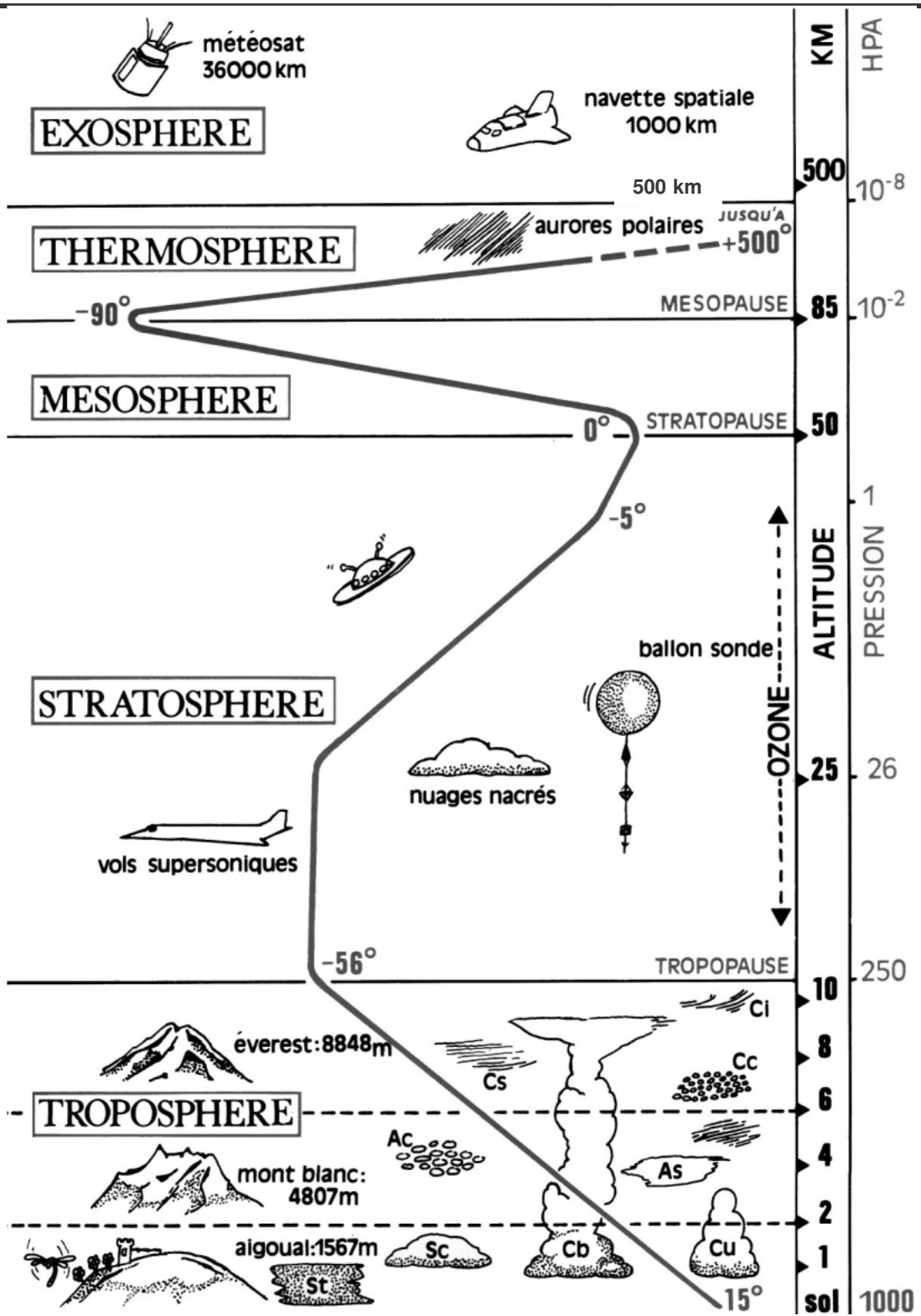


La rotondité de la Terre vue d'une nacelle de jeunes



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'école" (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 télémétrie KIWI Millenium à l'usage des écoles,
Le système de télémétrie KIWI Millenium à l'usage des clubs,
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^{ème} et 4^{ème} trimestres 1976), CNES, Toulouse (pp.5-8)

- PENOT (Jean-Pierre), *L'expérimentation spatiale en ballon*, in *Espace Information* n° 13 (1^{er} et 2^{ème} 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/

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

QUESTIONNAIRE DE CANDIDATURE

Opération "Une Fusée à l'Ecole"

Et

Opération "Un Ballon pour l'Ecole"

A retourner à Planète Sciences 16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS

La classe concernée

Nom de l'école :

Adresse :

Code postal : Ville :

Téléphone de l'école : Fax :

E-mail : Site Internet :

Niveau scolaire : Tranche d'âge : Nombre d'élèves :

Le professeur responsable du projet

Nom et prénom : Discipline enseignée :

Adresse personnelle :

Code postal : Ville :

Téléphone personnel : E-mail :

Vous candidatez pour l'opération ?

UBPE (Un Ballon Pour l'Ecole)

UFAE (Une Fusée A l'Ecole)

LE PROJET

Quelle introduction ou sensibilisation faites vous pour le projet ?.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quels sont les objectifs pour vous ?

.....

.....

.....

Quels sont les objectifs pour les élèves ?

.....

.....

.....

Expliquez votre démarche pour faire aboutir le projet ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Quel rôle donnez vous à vos élèves lors de la conception et de la réalisation du projet (niveau d'autonomie / consigne...) ?

.....

.....

.....

Quel est votre rôle dans le projet ?

.....

.....

.....

Comment envisagez vous la valorisation du projet ?

.....

.....

.....

.....

LE SOUTIEN

L'enseignant a-t-il déjà participé à l'opération "Une Fusée A l'Ecole" ? OUI NON

L'enseignant a-t-il déjà participé à l'opération "Un Ballon Pour l'Ecole" ? OUI NON

Quels sont les enseignants (matières enseignées) de votre établissement qui sont impliqués dans le projet ?

.....

Etes vous intéressés pour participer à une journée d'information sur le déroulement de l'opération, en début d'année scolaire ? OUI NON

Etes vous intéressés pour participer à une ou des formations techniques au cours de l'année ? OUI NON

Avez vous des partenaires ? Industriel Associatif Public

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

LES DISPONIBILITES

Nombre d'heure prévue pour le projet avec les jeunes ?.....

Quels moyens mettez vous à disposition des élèves ?

.....

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

Avez vous le moyen de vous déplacer avec la classe pour le jour de la mise en œuvre de votre projet ? OUI NON