

IAF - 98 - P.1.06

SPOUTNIK 40 ANS :
LES LEÇONS DU PREMIER
SATELLITE COLLÉGIEN

Pignolet G., Cnes & Aéro-Club de France

Marodon J.P., Collège Reydellet

Auvray G., AMSAT-France



49e Congrès International d'Astronautique

Melbourne, Australie, 28 septembre - 2 octobre 1998

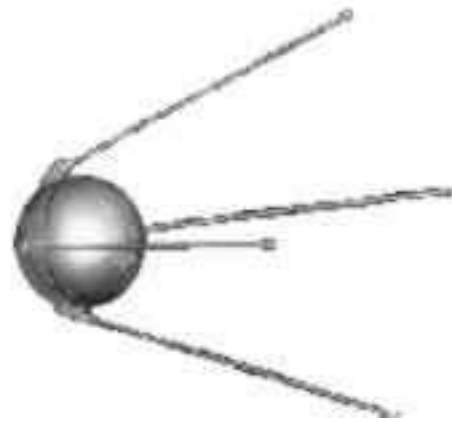


Image de couverture :

Trois secondes après le lancement à la main

par le cosmonaute Pavel Vinogradov

le lundi 3 novembre 1997.

(au premier plan, la station spatiale Mir)

Copyright © 1998 par Guy Pignolet de Sainte Rose.

IAF - 98 - P.1.06

**SPOUTNIK - 40 ANS :
LES LEÇONS DU PREMIER SATELLITE COLLÉGIEN**

Pignolet G.⁽¹⁾, Marodon J.P.⁽²⁾, Auvray G.⁽³⁾

⁽¹⁾Cnes & Aéro-Club de France, ⁽²⁾Collège Reydellet, ⁽³⁾Amsat-France

Résumé

Par le vouloir et la persévérance de tous les acteurs du programme Spoutnik 40 Ans, le modèle réduit du premier satellite artificiel de la Terre a pu être imaginé, construit,

lancé et exploité, le tout en mois d'une année. C'est le résultat d'un programme de coopération éducative entre des élèves de collège français et russes, avec l'aide de nombre d'institutions, de spécialistes et de parrains.

le programme s'est achevé sur "une réussite remarquable"

Après le succès technique du "PS2" (le Satellite le Plus Simple N°2) nous devons considérer l'extraordinaire amitié qui est ressortie du programme, par delà les différences de cultures et de pratiques des différents partenaires. C'est certainement le résultat le plus important de cette année de coopération, et un grand encouragement pour l'avenir.

1) Casaf, AéCF, 6 rue Galilée, 75116 Paris, France
- e-mail : <pignolet@grandbassin.net>

2) Radio-Club du Collège Reydellet, 103 rue de la République,
97489 Saint Denis Cedex, La Réunion, France
- e-mail : <fr5cy@oceanes.fr>

3) Amsat-France, 16 avenue Adrien, 95870 Bezons, France
- e-mail : <gerard.auvray@bsf.alcatel.fr>

Le programme a rencontré de nombreuses difficultés, en particulier pour communiquer entre les équipes et pour arriver à réunir les financements. Cependant, grâce à une confiance partagée,

L'histoire de Spoutnik 40 Ans

L'aventure franco-russe du Spoutnik 40 Ans s'est déroulée du 20 décembre 1996 jusqu'au mois de mai 1998. Tout a commencé par une rencontre au Cnes avec une délégation de collégiens russes qui

Gérard Auvray, d'Amsat-France,
avec le prototype fonctionnel
du satellite collégien Spoutnik 40 Ans
au Salon du Bourget en juin 1997



voulaient faire un modèle réduit du premier satellite artificiel de la Terre pour célébrer les 40 ans d'ère spatiale. Ils cherchaient des collégiens français pour faire la partie électronique et le bip-bip. Le jour même, un collège était identifié à l'île de La Réunion, et un programme complet ébauché. Deux mois plus tard, la faisabilité était vérifiée et les premiers partenaires trouvés.

Le 20 février 1997, un accord était signé entre la France et la Russie au cours d'une visioconférence entre Moscou et Saint-Denis de La Réunion. Après un échange de visites techniques en Russie et en France, le premier prototype électronique du Spoutnik 40 Ans était présenté en juin au Salon du Bourget et sur une télévision nationale.

Du 12 au 17 août 1997, les équipes russe et française se sont retrouvées à l'Aéro-Club de France pour intégrer les modèles de vol du premier satellite collégien du monde. Spoutnik 40 Ans a été ramené en Russie, testé, envoyé à Baïkonour, et le 5 octobre 1997, un Progress l'a emporté vers la station spatiale MIR. Le 3 novembre 1997, pendant une sortie dans l'espace, le cosmonaute Pavel Vinogradov a lancé le satellite à la main dans l'espace, et les équipes de collégiens ont été félicitées par Boris Eltsine, le Président de la Russie.

Spoutnik 40 Ans a fonctionné sur ses piles au lithium pendant 57 jours jusque vers le milieu de journée du 29 décembre 1997, où il a cessé d'émettre. Pendant près de deux mois, plus d'un millier de radioamateurs de plus de quarante pays ont envoyé des rapports d'écoute et reçu des diplômes. La fréquence d'émission dépendait légèrement de la température, et il a été possible de faire un suivi.

La découverte réciproque et les échanges entre les parties française et russe étaient un élément essentiel du programme. Du 25 au 28 septembre et du 7 au 13 octobre 1997, les élèves de Reydellet ont visité Moscou, où ils ont rencontré le Président français Jacques Chirac et eu une conversation avec les cosmonautes Anatoli Soloviev et Pavel Vinogradov qui étaient à bord de MIR. Du 18 février au 10 mars 1998, les élèves russes de Naltchik ont visité l'île de La Réunion et la France continentale, accompagnés du cosmonaute Valéri Polyakov, du Directeur Adjoint d'Energia, Youri Grigoriev, et du coordonateur radioamateur de la station MIR, Sergueï Sambourov. A l'occasion de leurs passages à Paris, les deux équipes ont été invitées en Belgique pour visiter l'Euro Space Center.

Spoutnik 40 Ans a fait une rentrée dans l'atmosphère le 21 mai 1998.

La méthode de conduite de projet

L'une des raisons essentielles du succès du programme, en dehors de l'enthousiasme exceptionnel, a été l'usage contrôlé de la méthode de "conduite de projet". Une leçon à retenir pour tous les participants est que la méthode marche et qu'elle marche bien.

La méthode repose sur l'importance donnée au respect du découpage en quatre phases distinctes, dans le cas présent, la définition détaillée (A), en mars et avril 1997, le planning et le prototypage (B), de mai à juillet, la fabrication et les essais (C), en août et septembre, et les opérations de lancement (D) en octobre et novembre. En fait, il y a encore deux autres phases, pour évaluer la faisabilité avant le coup d'envoi, et pour l'exploitation après la fin du projet.

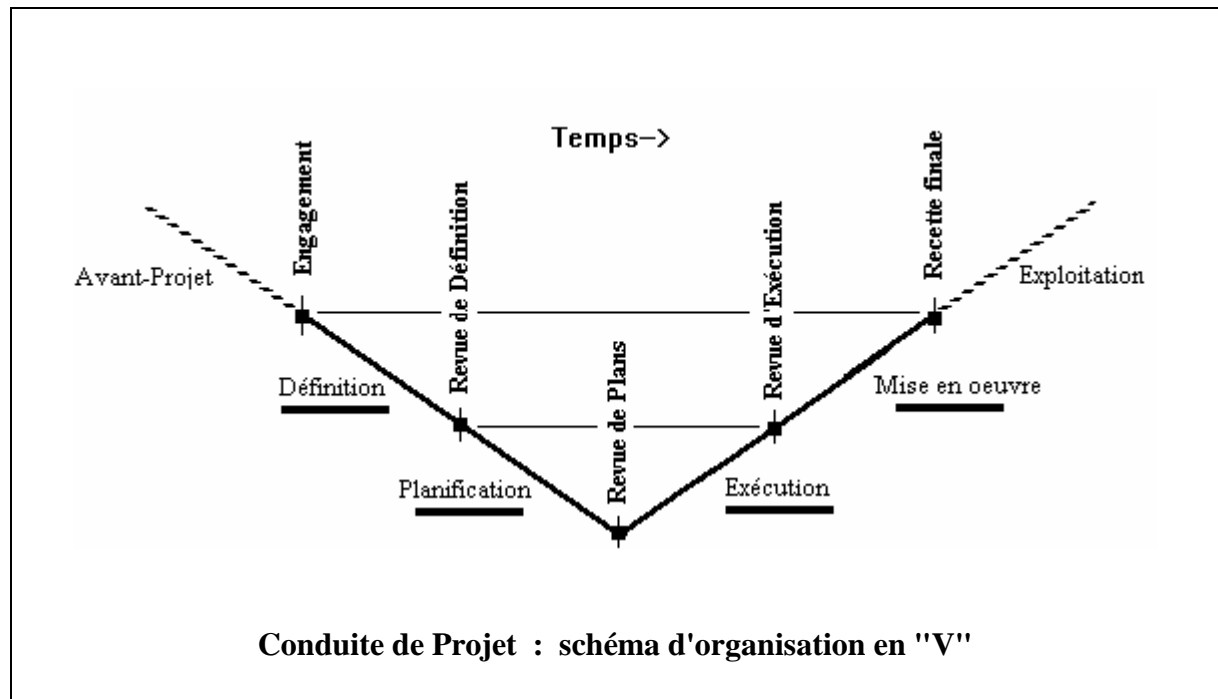
Pendant la phase de faisabilité (0), la partie française s'est assurée que le satellite pouvait être construit, dans un environnement technique adapté (collège + radioamateurs) et qu'au moins, le financement de la fabrication était garanti (dotations des collectivités territoriales de La Réunion). La partie russe a vérifié que les essais du satellite pourraient avoir lieu, et qu'il pourrait être lancé (par Rsc Energia). En Russie, le programme a été géré par la Fédération Astronautique de Russie. En

France, c'est la Commission Astronautique (Casaf) de l'Aéro-Club de France qui a supervisé le programme Spoutnik 40 Ans

L'enveloppe générale du programme ayant ainsi été assurée, le temps disponible a été divisé en quatre périodes de durées sensiblement égales pour les quatre phases de A à D, avec des revues-jalons programmées pour séparer les phases successives. En situation réelle, avec de nombreuses contraintes externes, il y a eu un glissement non-critique d'un mois par

rapport au calendrier initial, mais le bon respect général de la méthode a permis une approche pragmatique de la plupart des autres aspects du programme.

Le livre de Spoutnik est en préparation, pour être distribué à tous les participants et tous les parrains du programme, et aussi au millier de radioamateurs qui ont répondu du monde entier. L'exploitation va maintenant continuer pendant longtemps, car Spoutnik 40 Ans est devenu partie intégrante de l'histoire de l'aéronautique.



Le programme Spoutnik 40 Ans a apporté un lot d'images très symboliques pour illustrer la coopération internationale concrète au plus haut niveau :
Pendant l'intégration du satellite commémoratif à Paris en août 1997, le célèbre astronome Audouin Dollfus, administrateur de l'Aéro-Club de France, maintient un modèle de vol pendant que Victor Kourilov, Commissaire National aux Vols Spatiaux à la Fédération Astronautique de Russie, ajuste l'une des coquilles.



Les soutiens institutionnels

Les deux écoles, de Naltchik et de La Réunion, étaient soutenues par des organismes nationaux, la Fédération Astronautique de Russie et l'Aéro-Club de France, qui ont supervisé l'ensemble du programme et organisé les soutiens techniques et financiers. Une assistance élaborée a été aussi fournie par le Cnes, par l'Académie des Sciences de Russie et par l'Institut pour les Problèmes Médicaux et Biologiques de Moscou. L'Euro Space Center, qui est lié au Ministère de l'Education de Belgique, a aussi fortement soutenu le programme, en accueillant les collégiens français et russes, et en les aidant à développer une bonne compréhension des opérations spatiales.

Une autre leçon à retirer, c'est que le succès final a pratiquement été garanti dès le début à partir du moment où le soutien de base pour la construction du satellite a été assuré par l'entreprise Rsc Energia, en Russie, et par les institutions locales de La Réunion : le Conseil Général, le Conseil Régional et la Délégation Régionale pour la Recherche et la Technologie. L'implication volontaire de ces institutions a cautionné les éléments premiers de la faisabilité du projet, c'est-à-dire la construction et le lancement du satellite, et c'était là l'essentiel.

Les difficultés du parrainage

Leçon : le parrainage n'est plus ce qu'il était mais il est encore possible quand des gens d'exception font des choses exceptionnelles.

Quand le programme Spoutnik 40 Ans a été lancé, tous les partenaires pensaient qu'avec l'objectif glorieux de commémorer le lancement du premier satellite artificiel de la Terre, un nom comme Spoutnik, et des besoins relativement limités, le financement du programme par des parrainages serait facile à obtenir. Cela ne fut pas le cas. Tandis que la partie russe s'appuyait sur quelques grands organismes, comme Rsc Energia, l'IMBP, l'Académie des Sciences, Inkombank et Loukoil-Trans, la partie française a lancé en mars 1997 un appel à des parrainages par des institutions, des entreprises et des particuliers, pour 40 parts de 30 000 francs chacune. L'appel a été envoyé à des milliers de parrains potentiels.

La réponse des industriels a été décevante. En particulier il n'y a pas eu une seule réponse positive de la part des entreprises spatiales d'Europe ou d'Amérique du Nord. Nous avons reçu des courriers des plus grandes sociétés où elle expliquaient que l'argent était devenu si rare qu'elles n'étaient plus en mesure de consacrer 30 KF pour le premier satellite collégien du monde.

Le salut est venu de particuliers et des organisations qui ont encore une âme. Le premier parrain a été La Poste, peut-être parce qu'elle est à l'origine de l'Union Postale Universelle, la plus ancienne des organisations mondiales. Puis il y a eu des personnes privées qui pensaient que l'idée du Spoutnik 40 Ans était si belle qu'elle valait bien de prendre 30 000 francs sur leurs économies pour que des collégiens brillants et motivés puissent se rencontrer et échanger leurs cultures autour du monde.

Royal Air Maroc, l'une des plus grandes compagnies aériennes en Afrique, a apporté son soutien parce que le Petit Prince vit peut-être encore à Casablanca, et Tecsat, du Brésil, a rejoint l'équipe dans la foulée des rêves qui ont permis d'en faire en quelques années une entreprise mondiale. Deux parrains de La Réunion, la société SCPR-Tomi et la commune de Sainte Rose, se sont joints à l'aventure de Spoutnik pour partager des visions non seulement sur l'espace, mais même sur l'évolution et l'avenir de l'homme.

Il en ressort que tous les parrains qui ont soutenu Spoutnik 40 Ans l'ont fait pour des raisons autres que financières. L'argent a été inventé il y a 26 siècles, et il a été l'outil premier du développement économique. Mais aujourd'hui, cet outil très primitif est

dépassé, rendu pratiquement obsolète par les réalités de l'ère spatiale ouverte il y a déjà 40 ans quand Spoutnik-1 a été lancé. C'est encore une leçon qui est mise en valeur par la saga du petit Spoutnik 40 Ans.

Le élèves de Naltchik avec la maquette d'exposition "parrain" de Spoutnik 40 Ans au Musée National de La Poste, pendant l'exposition de la Coupe du Monde



Réseaux de communication

La langue aurait pu être un problème majeur, mais en fait ce ne fut pas le cas : les schémas techniques avaient peu besoin de traduction, et pour les autres échanges, les Français parlaient français et l'équipe russe parlait le russe. Nous avons toujours trouvé suffisamment de personnes, des étudiants en stage ou des Français qui avaient étudié en Russie, pour traduire les documents, et faciliter les rencontres. Pour le téléphone, nous utilisions le système des

Depuis le Ministère de l'Education à Naltchik, dans la République Russe de Kabardie-Balkar, Guy Pignolet, de l'Aéro-Club de France, parle avec Jean-Paul Marodon, dans son collège à Saint-Denis de La Réunion.



conférences, avec un interprète en ligne. Pour les échanges les plus critiques, l'aide des Attachés Scientifiques de l'Ambassade de Russie en France a été inestimable.

Au début du projet, nous voulions établir des communications évoluées directes entre les élèves de Naltchik et ceux de La Réunion. Ce fut notre plus grave échec. Les communications entre Paris et La Réunion, par téléphone, par fax et par e-mail étaient excellentes. Les communications avec Moscou ont plutôt bien fonctionné. Nous n'avons pu établir le lien e-mail direct qu'après la fin du programme, mais le fax nous a suffi pour parvenir à nos buts. Cependant, nous n'avons jamais pu faire mieux que de simples coups de téléphone avec l'équipe de Naltchik. Du fait des lignes téléphoniques, les fax n'ont jamais pu passer, et bien que les étudiants de Naltchik aient fait des efforts valeureux pour se brancher sur l'Internet, avec l'excellent matériel informatique dont ils disposaient dans leur école et un point d'accès fiable à Moscou, ils n'ont jamais pu arriver à faire passer les signaux au travers du labyrinthe des standards téléphoniques de Naltchik. Nous avons demandé à des opérateurs mondiaux de bien vouloir nous prêter des terminaux de communication par satellite, mais il n'y a pas eu de réponse. Les radioamateurs de Naltchik et de La

Réunion ont pu avoir quelques contacts directs sur les ondes courtes, c'était très chaleureux, mais pas suffisamment efficace pour les échanges techniques suivis dont nous avions besoin pour le projet.

En termes de communications, le summum a certainement été la signature des accords entre la Russie et la France, entre Naltchik et le Collège Reydellet. En raison du coût élevé des voyages au regard de nos capacités financières, nous avons décidé d'organiser une visio-conférence entre Moscou et Saint-Denis de La Réunion. Les autorités régionales de La Réunion ont utilisé leur propre studio vidéo, et à Moscou, nous avons pu sans trop de difficulté utiliser le studio de l'un des hôtels d'affaires de la capitale russe. Des deux côtés, des personnalités étaient présentes, avec les cosmonautes Valéri Polyakov (de Russie) et Jean-Pierre Haigneré (de France) dans le studio à Moscou. A La Réunion, il y avait Victor Afanassief, Premier Secrétaire de l'Ambassade de Russie à Paris, et Margie Sudre, Ministre de la Francophonie. Les accords ont été signés simultanément par Victor Kourilov, Audouin Dollfus, Jean-Paul Marodon et Hussein Dikinov, avec une liaison télévisée directe, sous les applaudissements des deux équipes de Spoutnik 40 Ans, élèves et professeurs.

Les collégiens s'entendent bien entre eux

Les échanges culturels étaient un élément essentiel du programme Soutnik 40 Ans. Ils ont été financés par les parrains.

Audrey Castinel, Marion Dubreuil, Anne-Laure Girbal, Sandrine Law-Wing-Chin et Cédric Maillot ont rencontré à Moscou leurs collègues russes en septembre et octobre 1997. Roman Ploujnikov, Zalim Koumarov and Zourab Kharava sont venus à La Réunion en février 1998. Madina Goudanaeva est venue de Naltchik à Moscou rejoindre tout le groupe pour une visite impressionnante des installations de Korolev. Elodie Maillot, Kelly Aporchat et Yannick Humbert ont pris part à l'accueil des jeunes russes à La Réunion.

Les deux groupes de collégiens se sont d'abord retrouvés près de Moscou au centre d'accueil d'Energia, dans un parc paré des couleurs flamboyantes de l'automne. De leur propres mots, les jeunes "se sont installés comme chez eux. Les valises sont ouvertes et les commentaires vont bon train. Après les toasts de bienvenue, la chaleur s'installe et la soirée se passe dans la bonne humeur ". Le langage des mains et les sourires suppléaient à l'approximation des paroles. En février 1998, il y a eu une autre rencontre mémorable entre les

équipes française et russe, à la Plaine des Cafres, à La Réunion, avec plein de musique et de chansons, et à la guitare pour emmener l'ensemble, Youri Grigoriev, le directeur adjoint d'Energia.

Une magnifique vidéo de 52 minutes a été faite par l'Atelier Audio-Visuel du Collège Reydellet pour relater les rencontres. Bien mieux que des paroles, elle dit la joie partagée des collégiens français et russes.

Réception des équipes collégiennes de Soutnik 40 Ans
à l'Ambassade de la Kabardie-Balkar à Moscou (septembre 1997)



Les radioamateurs, du monde entier

La réponse des radioamateurs à Spoutnik 40 Ans a été exceptionnelle, en France et dans le monde entier. En Russie, les opérations ont été prises en charge par Serguei Sambourov, l'un des petits fils de Constantin Tsiolkovski, responsable des

Serguei Sambourov, de Rsc Energia, emballe le satellite Spoutnik 40 Ans pour l'expédition à Baïkonour.



opérations avec la station spatiale Mir. Son rôle a été remarquable dans les opérations de contrôle et dans la préparation du lancement du satellite scolaire.

L'association des radioamateurs de La Réunion et Amsat-France ont été très efficaces pour donner aux collégiens de Reydellet les informations essentielles qui leur ont permis de concevoir l'architecture du bébé-Spoutnik, et ensuite, ils ont été les sous-traitants pour la construction effective du modèle de vol de la platine électronique de l'émetteur radio embarqué.

Après le lancement de Spoutnik 40 Ans, également nommé RS-17 dans les notices des radioamateurs, il y a eu un moment de grand émotion pendant l'attente pour savoir si le satellite fonctionnerait vraiment, et un grand soulagement quand le bip-bip a été effectivement entendu. Spoutnik 40 Ans a fonctionné sans faille pendant 57 jours.

Plus d'un millier de radioamateurs de plus de 40 pays différents ont envoyé des rapports d'écoute à Serguei Sambourov et à Jean-Paul Marodon, directeur du Radio-Club de Reydellet. Certains ont ajouté des commentaires pleins d'émotion, car les plus anciens avaient déjà entendu le Spoutnik-1 original en octobre 1957. Il y a même des radioamateurs américains qui ont entendu

Spoutnik 40 Ans depuis leur voiture, et qui l'ont observé optiquement à la jumelle.

La fréquence du RS-17 était légèrement dépendante de la température, en raison de la présence d'une thermistance dans les circuits de l'émetteur, et il a été possible de suivre l'évolution de la température, qui variait cycliquement entre 10°C et 30°C. En fin de vie, en raison de la précession de l'orbite, Spoutnik 40 Ans restait au soleil pendant presque toute l'orbite, et la température est montée à près de 40°C. Ces variations ont été suivies de près par les radioamateurs et il y a eu des comptes-rendus intéressants dans les e-mail.

Une leçon que les radioamateurs ont retenue de cette aventure réussie, c'est que les choses n'ont pas besoin d'être compliquées pour être intéressantes. Il n'y a pas besoin d'être spécialiste pour s'impliquer, particulièrement quand il s'agit de collégiens. En dépit de cette simplicité il a été possible d'inclure une sonde de température dans le circuit électronique, ce qui a permis à un étudiant de l'Université de valider une simulation du comportement thermique du satellite. Le grand avantage d'un projet simple, c'est aussi qu'il peut être réalisé rapidement, avec les meilleures chances d'aller effectivement jusqu'au bout.

Par delà du langage : l'amitié

Agir a été la priorité la plus importante tout au long du programme Spoutnik 40 Ans, même quand le degré de la préparation formelle n'était pas au niveau habituel des des projets administratifs plus classiques. Ce fut possible parce qu'il y avait un haut niveau de confiance mutuelle entre les partenaires, ce qui en retour a conduit à une ambiance de profonde amitié dans tout le déroulement du programme. La leçon est que cette approche est très efficace.

La première chose était de saisir l'occasion, et d'avoir suffisamment confiance dans les partenaires pour prendre la décision initiale sans délai. Dans le monde scolaire, il fallait que les responsables, les directeurs, osent engager leurs élèves dans l'aventure, bravant les craintes diverses, avec confiance dans leurs propres forces. Dans le cas de Spoutnik 40 Ans, l'amitié s'est vite développée, partant d'une estime réciproque, parce que les élèves de Naltchik avaient déjà envoyé en orbite une réplique de la fusée de Tsiolkovski, et que l'équipe de Reydellet avait déjà l'expérience des communications radio avec la station Mir.

Le niveau technique réel des élèves n'était pas d'une importance majeure, en regard

d'un intérêt sincère et d'une définition d'objectif à la portée de l'union de leurs capacités individuelles. Parce qu'il y avait cette volonté, beaucoup de détails ont pu être laissés de côté. Avec une touche

d'amour pour la planète et un désir commun de résultat, la recette était gagnante.

Les directeurs d'école Jean-Paul Marodon et Hussein Dikinov après l'intégration de la section réalisée par les élèves français (électronique) et de la section réalisée par les élèves russes (structure mécanique)



"Une réussite merveilleuse"

Ce sont les mots du cosmonaute français Jean-Pierre Haigneré, Président de la Commission Astronautique de l'Aéro-Club de France, pour qualifier le programme Spoutnik 40 Ans, ajoutant que ce premier satellite collégien avait "la qualité du réel".

Voici quelques clés de ce succès :

- * des équipes d'enseignants et de spécialistes solides et motivées, prêtes à donner libéralement leur énergie et leur temps,
- * un accès à la documentation technique, parce que la littérature populaire est assez

pauvre dans le domaine de la technologie spatiale, et un accès à des connaisseurs prêts à donner gratuitement leurs conseils à des enseignants et des partenaires pour qui le sujet était nouveau (après le lancement de Spoutnik 40 Ans, les enseignants ont posé beaucoup de questions)

Au bout de cette disponibilité de moyens, provenant de la Fédération Astronautique de Russie, du Cnes, de Rsc Energia et de la communauté des radioamateurs, il s'est produit au fil de l'avancement du projet une évolution tout-à-fait remarquable, très positive, de la personnalité propre des élèves, qui ont peu à peu fait preuve de leur capacité d'adaptation, ce qui est l'une des composantes majeures de l'évolution des individus vers leur maturité.

Ici, la leçon, c'est la nécessité d'avoir une bonne base et de bonnes ressources, ce qui conduit à penser, en raison de l'importance croissante des programmes régionaux, qu'il peut être important et utile de multiplier les centres de ressources régionaux pour l'information spatiale, près des jeunes et des enseignants des nouvelles générations.

Le programme Spoutnik 40 Ans est une étape historique dans le développement de l'éducation pour l'espace, et peut-être une référence pour les programmes futurs.

L'équipe de Spoutnik 40 Ans pendant la visite au Mont Saint Michel, un lieu de rencontre entre les histoires passée et future de l'humanité



Remerciements

Le programme Spoutnik 40 Ans, le premier satellite collégien du monde, et premier satellite modèle réduit du monde, a été coordonné en Russie par la **Fédération**

Astronautique de Russie, et en France par la Commission Astronautique de l'**Aéro-Club de France**, avec l'aide technique de l'association **U3P**.

En moins de 14 mois, les jeunes élèves du

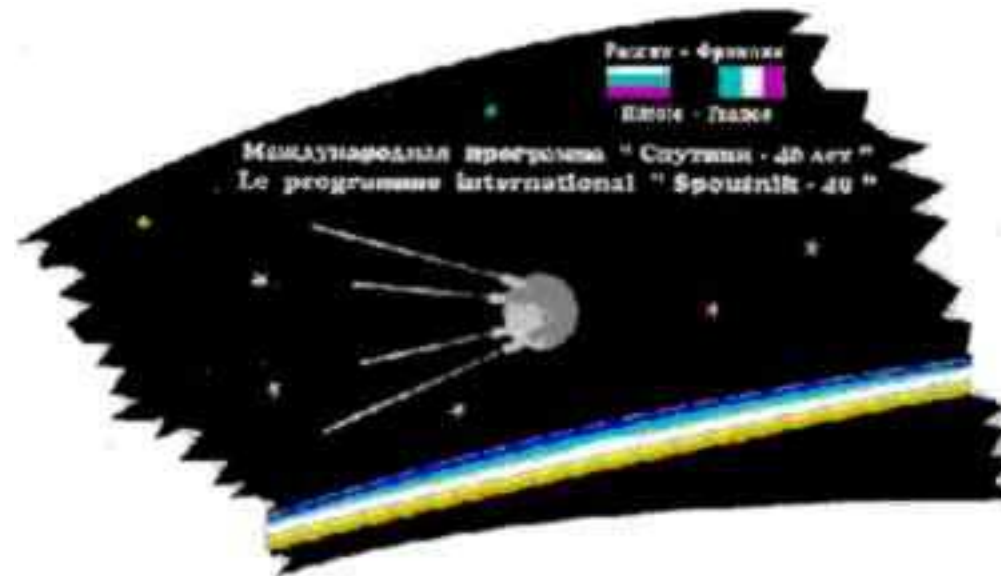
les cosmonautes Anatoli Soloviev et Pavel Vinogradov, de la station spatiale Mir, signent les plans techniques et la photo du prototype de Spoutnik 40 Ans



Collège Jules Reydellet, à Saint Denis de La Réunion, et les jeunes du **Centre d'Education Polytechnique de Naltchik**, dans la république russe de Kabardie-Balkar, ont conçu, construit, lancé et utilisé une réplique fonctionnelle de Spoutnik-1, avec l'aide technique de **Rsc Energia** et d'**Amsat-France**. Les autres supports du programme ont été **La Poste**, la compagnie **Royal Air Maroc**, M. **Léon Debord**, la **Fondation Francis Wesley**, la société brésilienne **Tecsat**, M. **Guy Pignolet**, la société **SCPR Tomi**, et la commune de **Sainte-Rose** à La Réunion. D'autres soutiens ont été fournis par l'**Anvar** et la **Drirt** de La Réunion, le **Conseil Régional** et **Conseil Général de La Réunion**, par la société de téléport **Protel**, le **Cnarm**, le **Cnes**, le **Musée de l'Air et de l'Espace**, la ville de **Saint-Denis de La Réunion**, le **Comité du Tourisme de La Réunion**, et l'**Euro Space Center**, en Belgique. En Russie, le programme a été soutenu par Rsc Energia, l'**IMBP**, l'**Académie des Sciences de Russie**, **Inkombank**, **Loukoil-Trans**, la **East European Financial Company**, **RADA**, **Norton Kalting**, **Sovintel**, **Techninfo**, et **Rotary International**. L'ensemble du programme a été coordonné par M. Victor Kourilov, de la Fédération Astronautique de Russie.

SPOUTNIK 40 ANS

<http://www.oceanes.fr/~fr5fc/spoutnik.html>



Premier
satellite
collégien

1957 - 1997

Premier
satellite
modèle réduit