

Un livre de Wikilivres.

L'agence spatiale européenne et l'indépendance de l'Europe

Une version à jour et éditable de ce livre est disponible sur Wikilivres, une bibliothèque de livres pédagogiques, à l'URL :
http://fr.wikibooks.org/wiki/L%27agence_spatiale_europ%C3%A9enne_et_l%27ind%C3%A9pendance_de_l%27Europe

Vous avez la permission de copier, distribuer et/ou modifier ce document selon les termes de la Licence de documentation libre GNU, version 1.2 ou plus récente publiée par la Free Software Foundation ; sans sections inaltérables, sans texte de première page de couverture et sans Texte de dernière page de couverture. Une copie de cette licence est incluse dans l'annexe nommée « Licence de documentation libre GNU ».

Les technologies spatiales et leurs applications

Se demander pourquoi il est si important d'aller dans l'espace revient tout simplement à se demander quelles sont les applications concrètes des satellites. Plus de 5 000 orbitent silencieusement au-dessus de nos têtes, entre 300 et 36 000 kilomètres d'altitude, pour nous rendre différents services.

Principes physiques

Pour comprendre pourquoi les satellites tournent, nous allons imaginer que nous construisons une tour de 300 kilomètres de hauteur. En haut de cette tour, nous installons un canon. Nous tirons un premier boulet, avec une certaine quantité de poudre (cas A). Le boulet va décrire une trajectoire courbe, et retomber sur Terre sous l'effet de la gravité. Tirons un nouveau boulet, en mettant plus de poudre. Le boulet va partir avec plus de vitesse, il va aller plus loin, et retomber au sol (cas B). Nous essayons une nouvelle fois, avec une importante quantité de poudre. Le boulet va aller encore plus vite, il va à nouveau décrire une trajectoire courbe mais le sol va se dérober sous lui : la Terre est ronde ! Il va donc tomber indéfiniment autour de la

Terre : il est sur orbite (cas C).

Les satellites sont mis sur leur orbite par un lanceur. Le lanceur est tiré à la verticale, puis basculé à l'horizontale pour donner de la vitesse au satellite. N'est-ce pas exactement la même chose que notre histoire du canon sur sa tour de 300 km ?

Le mouvement d'un satellite sur orbite est régi par les 3 lois de Kepler. De savantes formules montreront que la vitesse à laquelle le satellite doit être mis sur orbite dépend de la masse de l'astre autour duquel il doit tourner et de l'altitude de l'orbite. Sur Terre, pour une orbite basse à 200 kilomètres, la vitesse sera de 7,78 kilomètres/seconde. Elle est de 3,074 km/s pour une orbite géostationnaire, à près de 36 000 kilomètres...

Comment mettre un satellite sur orbite ?

Le lanceur, dont nous avons parlé plus haut, est un véhicule capable de transporter une charge dans l'espace, en se propulsant à l'aide de puissants moteurs. Ces moteurs, pouvant utiliser des combustibles liquides ou solides, appelés propergols, fournissent une poussée. Les propergols sont brûlés, puis les gaz produits expulsés à grande vitesse. Le comburant est embarqué dans la fusée, le plus souvent sous forme d'oxygène liquide (sinon, comment faire fonctionner les moteurs dans le vide spatial ?). Les fusées sont constituées de plusieurs étages, chacun équipé de réservoirs et de moteurs. Au moment du décollage, le premier étage (celui qui est tout en dessous) est allumé. Quand ses réserves sont vides, il est largué ; le second étage prend le relais, et cætera, ce afin de diminuer au maximum la masse propulsée : il est inutile de transporter des réservoirs vides !

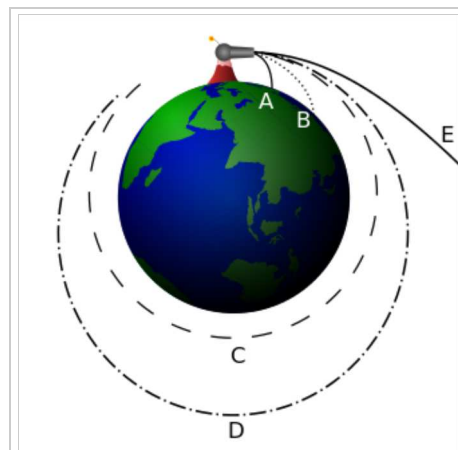
Aspects financiers

Le prix moyen d'un satellite artificiel — lancement compris — est de plusieurs centaines de millions d'euros. Il va de soit qu'après le lancement, le satellite ne se retrouve pas « livré à lui-même » sur son orbite ; il est en effet incapable d'effectuer seul certaines opérations et peut être victime de problèmes (techniques ou informatiques) qui pourraient l'endommager gravement. Ainsi, 24h/24, 7j/7, quelques personnes veillent sur l'état de chaque satellite. Ils programment par exemple les séquences d'opérations à effectuer. Pour communiquer avec ses satellites, l'ESA utilise 12 antennes paraboliques réparties de partout sur la planète. Le centre de contrôle européen est l'ESOC, situé à Darmstadt, en Allemagne.

Quelles applications ?

On distingue trois aspects de l'utilisation des satellites :

- les applications **scientifiques**: l'orbite terrestre est un lieu privilégié pour les satellites scientifiques. On trouve par exemple le célèbre Hubble, lancé en 1990 par une navette spatiale, qui orbite à 600 km d'altitude. Il permet d'étudier des astres lointains. Des satellites scientifiques étudient la Terre. Par exemple, la mission SMOS de l'agence spatiale européenne doit « mesurer l'humidité superficielle des



Cette expérience est nommée le canon de Newton.



Lancement d'une fusée russe Soyouz.



Image de l'Europe prise par un satellite Météosat.

terres émergées et la salinité de la surface des océans ». D'autres missions partent en direction d'autres planètes, comme Mars (mission Mars Odyssey de la NASA), ou vers des astéroïdes, comme Rosetta, lancée en 2004, qui doit observer en 2014 une comète, et y déposer un atterrisseur.

- les applications **militaires**: dès 1959, en pleine guerre froide, les États-Unis ont développé des satellites militaires pour observer l'URSS. Ces satellites « espions » permettaient d'observer les mouvements de troupes des ennemis. Aujourd'hui, des satellites comme Hélios (Europe) sont utilisés pour localiser des installations stratégiques comme des bases militaires, des champs de bataille, des déplacements de troupes, etc... Les satellites de navigation (GPS, et prochainement Galiléo en Europe) permettent de guider un missile. Leur usage peut aujourd'hui être décisif pour l'issue d'une guerre !
- les applications **économiques** et **commerciales**: grâce aux photographies haute résolution, les météorologues peuvent prévoir le temps qu'il fera (en Europe, les satellites Météosat sont utilisés à cette fin). Prévoir tempêtes et cyclones est un avantage incontestable pour les États ! Les satellites Spot photographient la Terre sous toutes ses coutures : les agriculteurs peuvent observer leurs récoltes, il est possible d'évaluer les dégâts causés par une catastrophe naturelle. Pour les particuliers, le CNES, en partenariat avec l'IGN (Institut Géographique National) a fourni des images qui permettent, depuis le site géoportail, d'observer la Terre depuis son ordinateur. De plus, les satellites de télécommunication permettent non seulement de relayer des télécommunications à l'autre bout du monde, mais également de transmettre des données, comme Internet ou des programmes télévisés, que les utilisateurs reçoivent avec une petite parabole d'une soixantaine de centimètres. Pour finir, les satellites de navigation permettent de connaître son emplacement exact sur la surface terrestre à n'importe quel instant, avec une précision de quelques mètres. Aujourd'hui, seul un système fiable existe, le GPS américain. Les Russes sont en retard, avec GLONASS. D'ici 2013, l'Europe se dotera de Galileo. D'un point de vue stratégique, les satellites de navigation permettent de guider une armée ou de lancer précisément un missile.



Salle de contrôle principale de l'ESOC.



Le télescope spatial Hubble.

Les satellites sont constitués de deux parties :

- la charge utile, qui regroupe les instruments nécessaires à la mission
- la plate-forme, qui regroupe les moyens techniques nécessaires au support de la mission (contrôle thermique, propulsion, panneaux solaires, etc).

La masse des différents satellites a longtemps été limitée par les capacités des lanceurs. Aujourd'hui, on trouve de petits satellites de quelques tonnes, mais aussi de gros satellites de 10 tonnes.

La durée de vie nominale d'un satellite s'échelonne entre 5 et 15 ans. Les satellites de télécommunications sont généralement conçus pour fonctionner 15 ans, les satellites d'observation ont une durée de vie nominale de 5 ans. Les pannes peuvent être à l'origine de l'arrêt du fonctionnement d'un satellite. Entre 1990 et 1965, pour les seuls satellites en orbite géostationnaire, 13 ont connu une panne complète et 355 des pannes partielles. Ces pannes touchent dans 39 % des cas la charge utile, 20 % le système de contrôle de l'orientation et de l'orbite, 9,6 % la propulsion, 9,3 % l'alimentation électrique et 9,2 % des composants mécaniques.

C'est l'ouverture aux applications civiles et pacifiques : observation de la Terre, télécommunications, etc... On constate donc qu'il y a une évolution du marché des satellites, constitué principalement des revenus générés par l'exploitation des satellites de communications par des organismes d'exploitation internationaux.

La navette spatiale apparaît en 1981. Les Russes construisent dès 1986 leur station orbitale Mir, qui sera désorbitée en 2001. La station spatiale internationale (ISS) est assemblée en orbite depuis 1998 ; son assemblage devrait être terminé en 2011.

De quand, la création de l'ESA ? Dès les premiers lancements de satellite à la fin des années 1950, la France et le Royaume-Uni, qui ont par ailleurs engagé des programmes de missiles balistiques intercontinentaux, mettent en place des programmes spatiaux nationaux. Mais les moyens financiers engagés et les objectifs sont modestes par rapport à l'Union Soviétique et aux États-Unis. Au début des années 1960 des personnalités européennes issues de différents domaines et en particulier des scientifiques, qui constatent qu'un nouveau champ de recherche vient de s'ouvrir, demandent la création d'un programme spatial scientifique européen animé par un organisme analogue au Conseil européen pour la recherche nucléaire (CERN).

Le 1^{er} décembre 1960 une conférence réunissant 11 pays européens décide de la création de la Commission préparatoire européen pour la recherche spatiale (COPERS). Les travaux de cette instance aboutissent en 1962 à la création de l'ESRO (*European Space Research Organisation*) dont l'objectif est la réalisation de satellite artificiels scientifiques et qui réunit 9 pays européens. La même année six d'entre eux décident de s'associer au sein l'ELDO, (*European Launcher Development Organisation*) pour le développement d'un lanceur européen baptisé Europa. Les deux organisations sont mises effectivement en place en 1964.

Mais ces différentes organisations on du mal à atteindre leurs objectifs. Le lanceur européen, dont la conception résulte d'un compromis politique et qui manque d'un véritable maître d'œuvre est un échec complet et l'ESRO n'obtient que des résultats modestes. La stratégie spatiale des pays européens fait l'impasse sur les applications pratiques de l'espace qui commencent à émerger. Les principaux pays membres ont des priorités différentes ce qui freine l'avancement des programmes. Finalement l'échec de la fusée Europa (7 échecs en 1972 sur 7 lancements) impose une remise à plat de l'organisation du programme spatial européen. Après négociations entre les pays, l'Agence spatiale européenne est fondée le 31 mai 1975. Des pays européens la rejoignent progressivement. D'autres choisissent de coopérer grâce au Plan pour les États coopérants européens (PECS : Hongrie (2003), Pologne (2007), Estonie (2009) et Slovénie (2010)).



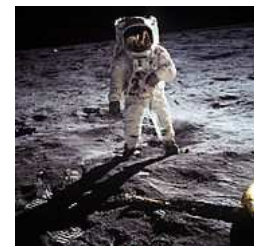
Youri Gagarine, le premier Homme à être allé dans l'espace.



Une navette spatiale accostée à Mir dans le cadre du programme « Shuttle/Mir ».



Le satellite Spoutnik.



Premiers pas sur la Lune de Buzz Aldrin le 20 juillet 1969 lors de la mission Apollo 11.

Ariane 5, l'accès européen à l'espace

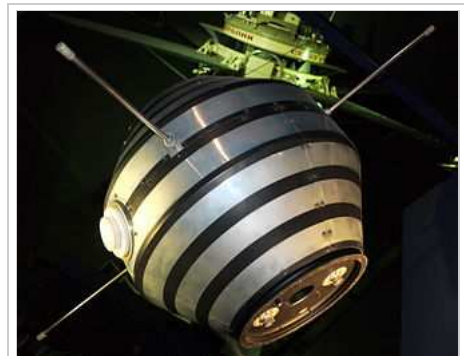
Raconter l'histoire d'Ariane, c'est raconter l'histoire de l'espace français après la seconde guerre mondiale. Une histoire qui n'est « *pas banale* » selon Hubert Curien en 1987^[1]. Cette histoire commence dans les sables Algériens à Colomb-Béchar en 1947, quand l'État français décide d'ouvrir un centre d'essais d'engins spéciaux, le CIEES. Ce centre appartient à l'armée. Le Général de Gaulle exige en 1961 que « *la grandeur de la France exige sa présence dans l'espace* » : il lance le CNES, le Centre national d'études spatiales. L'objectif est de devenir la troisième puissance spatiale, après Russes et Américains. Pari tenu en 1965 avec le lancement du premier satellite Français, Astérix.

Près de 10 ans plus tard, l'Allemagne et la France développent ensemble un satellite de télévision, Symphonie. Devant l'absence de lanceur européen, une requête est faite aux Américains pour tenter d'acheter un lanceur. La réponse de cette requête est navrante: pas de geste commercial, coûts de lancement au maximum connu, et surtout : le satellite doit être utilisé seulement « *à des fins domestiques, technologiques et en aucun cas commerciales avec d'autres pays* ». Quelle clause humiliante ! Aucun satellite européen ne pourra être lancé dans une perspective d'utilisation commerciale ! Les européens, outragés, décident de concevoir leur propre lanceur. Michel Debré, alors Ministre de la défense, déclare : « *Dans dix ans, il y aura deux sortes de pays. Ceux qui seront indépendants et maîtriseront leurs télécommunications et leur programmation. Et ceux qui seront dépendants d'autres pays dans ce domaine* »^[1].

Du côté Américain, on pense que le développement du marché des satellites passe par l'abaissement des coûts de lancements. Une navette spatiale réutilisable est donc en cours de développement. Les lanceurs traditionnels sont arrêtés : désormais, tous les lancements américains se feront par une navette spatiale. De nombreux fonctionnaires, de la NASA ou du Département de la défense protestent, ils ne sont pas écoutés. La NASA, auréolée par le succès d'Apollo, ne croit pas se tromper. Elle s'apercevra de son erreur après l'accident de 1986 et la perte des 7 membres d'équipage. La reprise du programme de lanceurs traditionnels est bien difficile, et les premiers vols sont des échecs — laissant partir quelques clients dubitatifs vers Ariane. La navette spatiale s'avère être un gouffre financier, notamment parce qu'il est nécessaire de l'entretenir au sol.

Ariane devient un programme de plus en plus « sérieux », à tel point que la NASA envoie une lettre à l'ESA pour préciser qu'il ne faut attendre aucune aide de la part des Américains ! En 1978, Intelsat, un des plus grands opérateurs satellites de l'époque, signe un contrat pour 3 fusées Ariane à 35 millions de dollars chacune... et un contrat de 3 vols de navette spatiale à 35 millions le vol, un prix que chacun sait bradé. Ariane n'a pas encore volé, mais elle a déjà été commandée par un des plus grands opérateurs de l'époque ! Mais « *même et surtout en France, l'opinion la plus répandue demeurerait fermement opposée à ce qu'on considèrerait comme une inutile et coûteuse fantaisie du CNES* », se souvient André Lebeau, directeur du CNES^[1].

En 1978 toujours, une idée vient à Frédéric d'Allest, un ingénieur européen travaillant sur Ariane. Un de ses



Le satellite Français Astérix



Maquette du satellite Symphonie.



Lancement de STS-1, la toute première mission d'une navette spatiale.



Une fusée Atlas V sur son pas de tir.

collègues du CNES a été chargé de proposer les services de lancement d'Ariane à une organisation Arabe (Arabsat). Mais les Américains sont aussi sur le coup, avec la Comsat, société de droit privé. Ils se rendent vite compte que les deux camps ne sont pas à armes égales : la Comsat peut accepter de vendre ostensiblement ses prestations à perte et ne semble pas être gênée si il faut faire quelques gestes par-dessous la table ! Tout ceci est interdit au CNES, qui est un établissement public à caractère industriel et commercial (EPIC). Son contrôleur d'État, qui lui est spécifiquement assigné, et ses agents comptables sont particulièrement intransigeants au plan de la moralité financière. Le CNES perd le contrat face à la COMSAT.

Frédéric d'Allest propose donc de créer une entreprise de transport spatial non gouvernementale, constituée de capitaux privés (provenant d'industriels européens impliqués dans Ariane) et de quelques capitaux publics. Les Américains continuent de traiter Ariane comme un lanceur voué à l'échec et prétentieux, possédant déjà une entreprise pour la vendre avant même son premier vol. Arianespace naît en 1980 sous forme de société anonyme au capital de 395 010 € (le capital minimum requis pour une SA est de 37 000€), l'année suivant le premier vol. Son capital est réparti entre acteurs publics ou privés notamment de la France (57,70%, avec le CNES et EADS), l'Allemagne (18,43%), l'Italie (7,17%) et la Belgique (4,20%). Fin janvier 2010, elle employait 233 personnes, et est chargée d'opérer Ariane. On trouve des ingénieurs « *Diplômés d'une école d'ingénieurs ou d'une université française ou européenne équivalente* »^[2], mais aussi des personnes chargées de la comptabilité, par exemple.

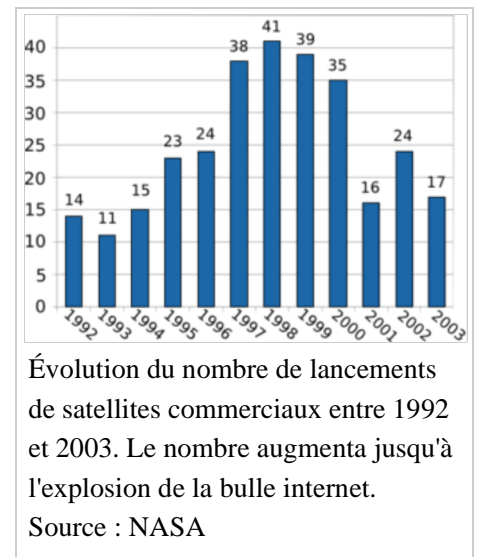
Le 24 décembre 1979, Ariane 1 s'élance dans le ciel de Guyane. « *Il est exactement minuit, c'est le jour de Noël : Ariane, magnifique convergence des techniques européennes de cette dernière partie du XX^e siècle, vient de faire à l'Europe un de ses plus beaux cadeaux depuis des décennies* », déclarera Jean-Pierre Morin^[3], directeur adjoint du Centre spatial de Kourou jusqu'en 1993.

Aujourd'hui, le coût d'un lancement d'Ariane 5 est d'environ 150 millions d'euros. Ariane est capable de transporter deux satellites, ce qui permet de diviser les coûts de lancement. Les clients payent en fonction de la masse du satellite, de l'orbite et de la période visée.

Ces clients sont ce que l'on appelle des opérateurs satellites, des entreprises comme Eutelsat (société anonyme Française au capital de 218 603 713 €) qui vendent la capacité d'émettre des données depuis leurs satellites : la télévision, la téléphonie, etc...

Les clients ont différentes voies pour financer le lancement ; ils en utilisent en général plusieurs. La première solution, probablement la plus simple, consiste à emprunter de l'argent à une banque. La deuxième solution peut être l'apport de capitaux propres par les actionnaires pour financer le lancement. Il est aussi possible d'émettre une obligation envers une entreprise. Enfin, la méthode la plus employée pour les opérateurs étrangers se nomme le crédit-export. L'objectif c'est qu'un État, par exemple l'État français, aide les industries de son pays à gagner des contrats à l'étranger. Le client emprunte une certaine somme d'argent à une banque, et l'État se porte garant du client : en cas de faillite de ce dernier, l'État rembourse la somme due. Bien entendu, l'État a une chance de faillite très faible, bien plus faible que n'importe quelle entreprise, ainsi la banque va prêter bien plus facilement.

Ariane est construite par des sous-traitants, comme Astrium (filiale d'EADS) ou Thales Alenia Space. Chaque sous-traitant fabrique une partie du lanceur (le moteur Vulcain, les étages d'accélération à poudre, etc...). L'argent qui est reçu des clients est utilisé pour acheter le lanceur, mais aussi pour rétribuer les salariés d'Arianespace ou pour payer les consommations intermédiaires. Les morceaux d'Ariane sont amenés par bateau en Guyane et assemblés verticalement au CSG (acronyme pour Centre Spatial Guyanais).



Les concurrents d'Ariane sont principalement américains (fusées Atlas et Delta), russes (fusées Proton) et chinois (fusées Longue Marche).

Ces dernières années, entre 20 et 25 lancements de satellites commerciaux sont effectués chaque années. Arianespace lance 50% d'entre eux ! Les Russes occupent une partie importante des 50 autres pour-cents. Nous ne parlons ici que de satellites commerciaux : les satellites scientifiques sont gouvernementaux et dits captifs, c'est-à-dire qu'un satellite scientifique ou militaire financé par le gouvernement américain sera lancé par un lanceur national — il est bien entendu hors de question d'aller « faire tourner » le lanceur des concurrents !

La crise économique n'a pas encore frappé Arianespace. Pour juger de l'impact de la crise, il faut évaluer la capacité à trouver des clients. Ces clients sont les opérateurs satellites, or, le nombre de personnes qui utilisent le téléphone portable ou la télévision continue à augmenter. Ce sont des marchés qui continuent à croître, à grandir, le marché est solide. Mais les clients ont plus de mal à trouver du financement : les banques prêtent plus difficilement, les actionnaires ont tendance à moins investir.

Arianespace compte faire 6 à 8 lancements d'Ariane 5 en 2010, quelques lancements de Soyouz et un Vega dès la fin de l'année. Le tout représente un chiffre d'affaires de plus d'un milliard d'euros ! Une somme astronomique – c'est le cas de le dire – pour une entreprise qui fournit des services de lancement.

Le tableau ci-dessus montre le nombre d'opérateurs de satellites, le nombre de satellites commerciaux et les revenus générés par l'activité spatiale en 1996 dans 3 régions. On peut tirer de rapides conclusions : il est évident que le marché des satellites est un marché porteur et surtout, générateur de profits ! L'Europe, grâce à Ariane 5, répond à la demande de lancements, et permet aux opérateurs européens de se faire une place sur le marché mondial. Ariane 5 permet aux européens de conserver un savoir-faire en matière de technologies de pointe, c'est un moteur pour l'industrie et l'économie européenne.

On constate une augmentation très marquée entre 1994 et 2000, puis une baisse importante entre 2000 et 2001. Cette évolution est associée à la bulle internet, bulle spéculative qui a « explosé » en mars 2000. Pendant l'inflation de cette bulle, plusieurs satellites de télécommunications avaient été lancés en orbite basse et 33 satellites en orbite géostationnaire. Aujourd'hui, le marché reprend, grâce aux demandes de renouvellement et à un marché de télévision par satellites en pleine croissance sur tous les continents.

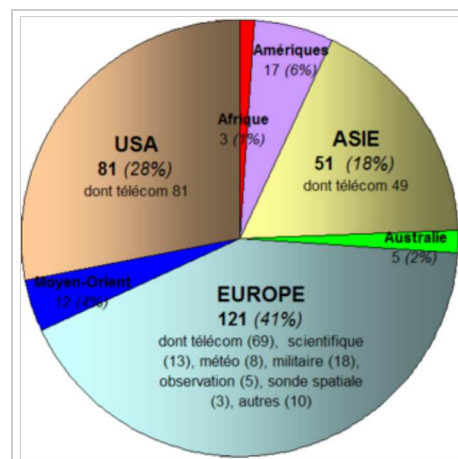
Région	Nombre d'opérateurs de satellites	Nombre de satellites	Revenus générés (en millions de dollars)
Amérique du Nord	9	34	2 273
Europe occidentale	8	28	1 157
Asie-Pacifique	14	32	510
TOTAL	31	94	3 940

Ariane 5 est actuellement capable de lancer deux satellites, un de 3 tonnes, l'autre de 6 tonnes. Pour agrandir son offre, le lanceur russe Soyouz sera tiré en 2010 depuis la Guyane française. Pour la première fois, ce mythique lanceur sortira de la Russie ! « *Il s'agit là d'une collaboration stratégique, technique et économique qui doit, avec un lanceur de taille moyenne, assurer à l'Europe une offre complète en matière d'accès à l'espace* » assurent le CNES et l'ESA^[4].

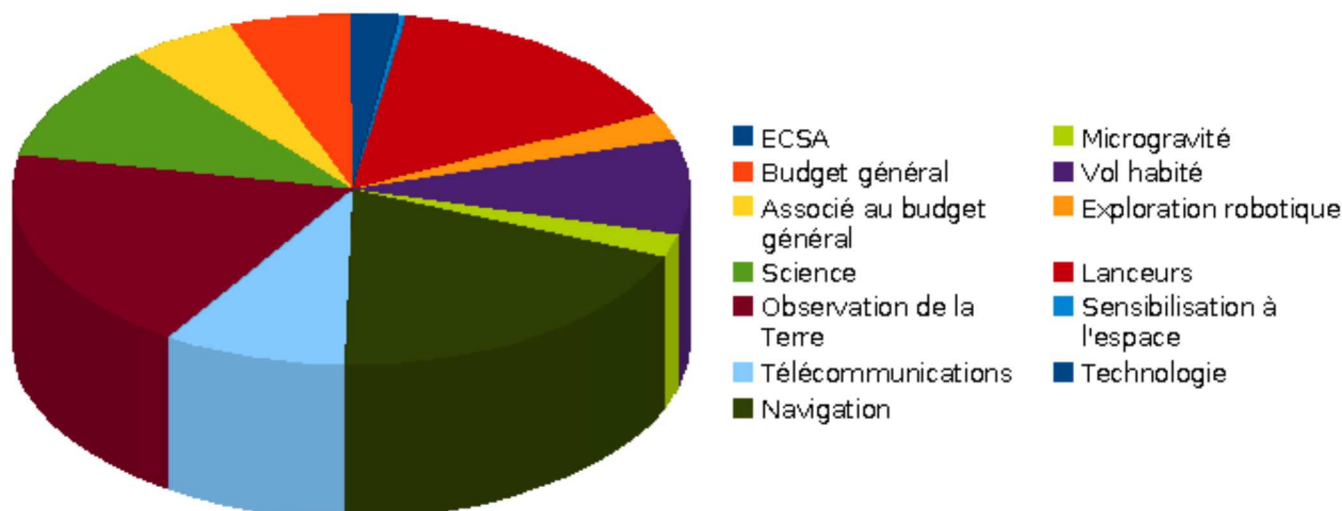
Pourquoi vouloir à tout prix lancer Soyouz depuis la Guyane ? La raison est simple. Plus la base de lancement est proche de l'équateur, plus le lanceur peut profiter de la rotation terrestre, plus il peut aller vite, et plus la charge qu'il peut placer en orbite est grande. Or le centre spatial Guyanais est situé à 2° de latitude nord, contre 45,6° nord pour le cosmodrome de Baïkonour d'où sont habituellement lancés les Soyouz. Un gain de puissance important va donc être possible.

Enfin, pour couvrir le marché des petits satellites d'une à deux tonnes, l'agence spatiale italienne a développé avec l'ESA le petit lanceur VEGA d'une trentaine de mètres. Ces petits satellites sont principalement des satellites scientifiques, qui ont des missions et surtout des orbites bien précises, sur lesquelles Ariane 5 ou Soyouz ne sont pas adaptées : des orbites héliosynchrones (qui tournent en même temps que le soleil) par exemple, pour pouvoir prendre en photo la Terre avec la même lumière.

Début 2011, Arianespace pourra répondre à toutes les demandes. Un satellite de trois tonnes pourra être lancé soit par Soyouz soit par Ariane 5 (en lancement double), un petit satellite par VEGA, un « gros » satellite par Ariane 5. Seule Arianespace sera en mesure de le faire.



Origine des satellites de plus de 100 kg lancés par Ariane entre 1979 et 2009



Le diagramme circulaire ci-contre représente la répartition du budget 2010 de l'ESA. Le développement des lanceurs récupère 15,1% du budget total, soit 566,6 millions d'euros.

Notes

1. Martine Castello, « *La grande aventure de... ARIANE* », Librairie Larousse, 1987.
2. Selon http://www.arianespace.com/careers/fr_jobs/09_34_Ing%C3%A9nieur_Syst%C3%A8me.pdf
3. Jean-Pierre Morin, « *La naissance d'Ariane* », Édite, mars 2009.
4. Selon <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/4108-soyouz-en-guyane.php>

Galileo, système de navigation

Sans doute avez-vous dans votre voiture ce système bien pratique qu'est le GPS, permettant de trouver sa position en temps réel et partout dans le monde. Finies, boussoles, cartes et altimètres ! Finies, les erreurs de localisation, les fausses directions ! Désormais, avec un GPS, vous pouvez prendre la voiture ou vous promener en connaissant en tout lieu votre position, avec une rapidité quasi instantanée et une précision de l'ordre du mètre.

La navigation par satellites offre des avantages évidents pour la gestion des transports. Elle permet de renforcer la sécurité et d'améliorer l'écoulement des flux de trafic. Mais comment fonctionne ce système de localisation ?

31 satellites NAVSTAR forment une constellation à 20 000 kilomètres d'altitude. Ceux-ci émettent continuellement un signal comprenant l'heure d'émission et le code du satellite ayant émis, ainsi qu'un éphéméride et un almanach (c'est-à-dire une base de données contenant la position calculée du satellite sur plusieurs semaines). Le récepteur au sol capte ces informations. Connaissant la vitesse à laquelle le signal voyage (la vitesse de la lumière, c'est à dire 300 000 kilomètres par seconde), l'heure de réception, et la position du satellite (contenue dans l'éphéméride), le récepteur calcule sa distance au satellite. En corrélant les informations ainsi fournies par 3 satellites, il peut déterminer avec précision sa position.

Le GPS, acronyme de *Global Positioning System*, a été mis en place par l'armée des États-Unis dès 1978, pour commencer à être pleinement opérationnel en 1995. C'est donc un système vieillissant, qui ne possède pas les dernières avancées technologiques.

Le Département de la défense américain (DoD) a donc le contrôle des satellites GPS, et particulièrement des signaux émis. Si l'armée le demande, le signal peut être dégradé, empêchant toute localisation — il est à noter qu'un signal protégé par un mot de passe complexe reste accessible pour les militaires américains. « *La dépendance actuelle, notamment vis-à-vis du GPS, soulève des questions d'ordre stratégique dès lors que les systèmes utilisés ne sont pas sous contrôle européen. Le défi consiste donc à garantir les besoins stratégiques européens* »^[1], selon la commission européenne.

Les services publics européens comme les pompiers, la police, ou même l'armée, ne peuvent donc pas se servir du GPS d'une façon fiable ou plus avancée qu'un basique utilisateur.

En 2001, après de longues tergiversations, l'Union européenne a pris la décision de construire son propre système de positionnement par satellite : Galileo.

Galileo aura des fonctionnalités avancées comparées au GPS. Grâce à la redondance des satellites, il pourra être utilisé par les services de secours européens. Grâce à sa précision, il pourra être utilisé pour guider les avions à l'atterrissage. De plus, le service SAR (*Search and Rescue*) pourra être employé par les utilisateurs en détresse pour prévenir les secours. En effet, les terminaux des usagers en difficulté seront capables de transmettre un message d'alerte, contenant la position de l'utilisateur, qui est reçu par les satellites Galileo en vue. Ceux-ci redirigent ces messages vers un centre de contrôle, qui peut alors alerter les secours. Les opérations de sauvetage sont plus efficaces : la position de la personne à secourir est déjà connue !

En plus du service SAR, 4 autres services sont prévus : le service ouvert (OS, pour les particuliers), le service commercial (CS, payant et plus précis que l'OS), le service de la sûreté de vie (SoL, signal fiable et intègre pour les transports aériens et maritimes) et le service public réglementé (PRS, adressé aux militaires et aux services de secours). Galileo est actuellement, depuis décembre 2004, dans la phase de validation en

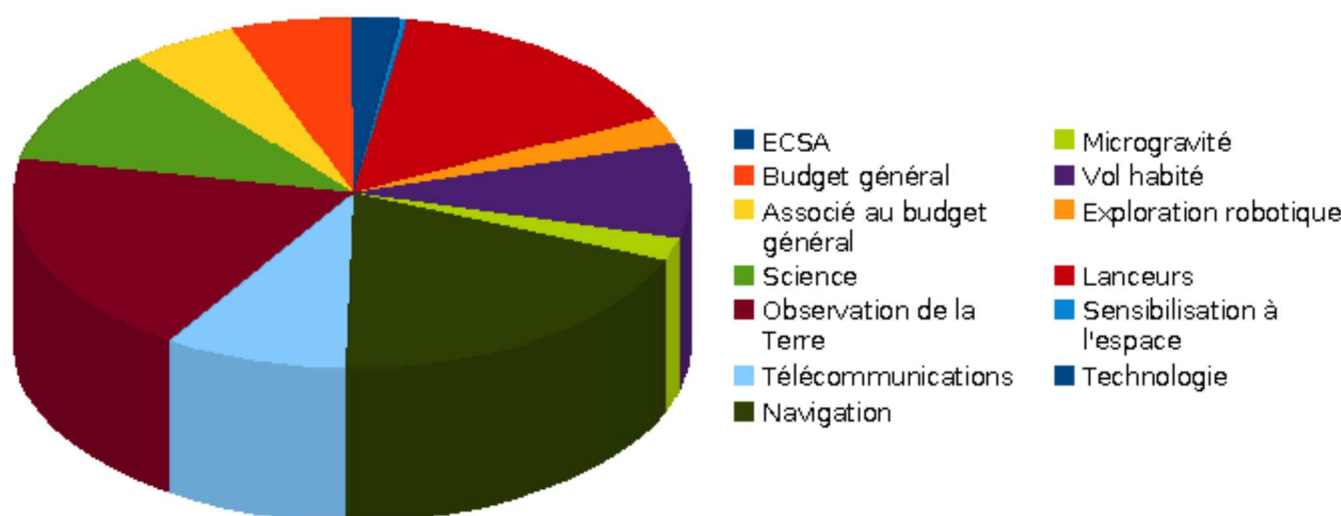


Vue d'artiste d'un satellite de la constellation GPS en orbite.

orbite (IOV). Dès que les quatre premiers satellites de la constellation auront été placés sur orbite, la phase *Full Operational Capability* sera démarrée. Cette phase fera l'objet d'un accord de partenariat public-privé, par l'intermédiaire de concessions entre institutions européennes et sociétés industrielles. Ce consortium tirera les bénéfices de Galileo pendant une vingtaine d'années. La commission européenne contrôlera la qualité du travail fourni par les sociétés.

Contrairement au GPS, Galileo n'est pas développé par l'armée, mais par des institutions civiles. Le 7 janvier 2010, la commission européenne a passé un contrat avec le fabricant allemand OBH pour la construction des 14 premiers satellites Galileo, un contrat d'un montant de 566 millions d'euros^[2].

Arianespace a remporté le contrat de lancement : 5 lanceurs Soyouz à lancer depuis la Guyane Française — un contrat de 397 millions d'euros, soit plusieurs années de travail.



Le budget consacré à la navigation par satellites est de 714 millions d'euros, soit 19,1% du budget total.

ABI Research a évalué le marché des systèmes de navigation par satellites « à plus de 900 millions d'unités vendues d'ici 2013 »^[3]. Le marché des produits et des services engendré par la mise en place de la navigation par satellite devrait représenter 400 milliards d'euros d'ici 2025^[4]. Galileo devrait générer 20 000 emplois et son exploitation créer près de 2 000 emplois permanents^[5]. Le coût de Galileo pour la période 1999-2008 est estimé entre 2,2 et 2,95 milliards d'euros.

Galileo, qui devrait être utilisable dès 2014, génèrera près de 17,8 milliards d'euros de bénéfices chaque année, pour un coût d'exploitation de 3,9 milliards d'euros^[6], soit un ratio de 4,6.

Notes

1. Selon http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicles/interactions_industry_policies/124205_fr.htm
2. Selon http://fr.wikinews.org/wiki/Espace:_OBH_construira_14_satellites_Galileo
3. Selon <http://www.businessmobile.fr/actualites/analyses/0,39044174,39377586,00.htm>
4. Selon <http://www.industrie.gouv.fr/enjeux/europe/eurogalileo.html>

5. Selon http://europa.eu/legislation_summaries/internal_market/single_market_for_goods/motor_vehicle/interactions_industry_policies/124205_fr.htm
6. Selon <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/01/1637&format=HTML&aged=0&language=FR&guiLanguage=en>

Les vols habités

Les Américains et les Russes se sont rassemblés dès 1998 pour construire un grand complexe spatial en orbite. Ce complexe spatial sera habité 365 jours par an et destiné à la recherche scientifique. Ils invitent Européens, Canadiens et Japonais à se joindre au projet.

L'Europe avait déjà développé en 1973 le Spacelab, module scientifique destiné à être embarqué dans la soute d'une navette spatiale américaine pour des vols d'une semaine. Des projets ont vu le jour à partir de 1985 pour développer l'avion spatial européen Hermès, capable de ravitailler en orbite la station autonome européenne Columbus. Après plusieurs années d'études et 8 milliards de Francs français engloutis, le projet est abandonné en 1992 pour des raisons budgétaires. Columbus devient un module de recherche sur la station.

L'ARD, une capsule de rentrée atmosphérique, est alors développée. Elle est testée en 1997, sans lendemain.

La Station spatiale internationale (en anglais International Space Station, ISS), successeur de la station russe Mir, s'est agrandie. Elle occupe 110 x 74 x 30 mètres pour une masse de 400 tonnes. Depuis 2000, elle est occupée en permanence par un équipage constitué de 2 à 6 astronautes. Mais que font-ils donc là-haut ?

La NASA définit la station orbitale comme consacrée à « *l'étude de son environnement atypique caractérisé par l'absence de pesanteur, le bombardement par des rayonnements interceptés par l'atmosphère terrestre, et sa position qui en fait un poste d'observation privilégié de la Terre mais également de l'espace* ». Contrairement à la navette spatiale, il est possible d'y faire des expériences de très longue durée (plusieurs années contre maximum 16 jours pour une navette spatiale^[1]) et variées, grâce à la diversité des modules assemblés sur orbite. « *Par ailleurs la station spatiale, par sa position en orbite terrestre basse, fournit un endroit relativement sûr pour mettre au point les systèmes spatiaux qui seront nécessaires pour les missions de longue durée vers la Lune ou Mars* », selon la NASA.

L'équipage de la station spatiale est international. On y retrouve Américains, Européens, Russes, Canadiens et Japonais. Chaque agence spatiale construit un ou plusieurs modules : l'ISS est un moyen d'apprendre à travailler avec les autres nations dans un domaine aussi pointu que l'exploration spatiale, pour préparer demain les futures missions qui partiront sur la Lune ou sur Mars, et pour renforcer l'entente internationale.



À l'intérieur du Spacelab, en 1985.



L'équipage de l'expédition 21 de l'ISS, qui a séjourné en orbite du 11 octobre au 1^{er} décembre 2009. De gauche à droite : Maksim Surayev, Nicole Stott, Jeffrey Williams, Frank De Winne (commandant), Robert Thirsk, Roman Romanenko.



Le module Columbus vu de l'intérieur de l'ISS.

L'ISS est financée par les *partenaires*. Qui sont-ils ? La NASA, Roskosmos (l'agence spatiale russe), l'ESA, la JAXA (l'agence spatiale japonaise) et l'ASC (l'agence spatiale canadienne). Ces partenaires se sont mis d'accord sur un point : il n'y aura pas d'échange de fonds, tous les échanges se font par troc ou en nature. Le maître d'œuvre est la NASA. Elle est chargée de garantir le bon fonctionnement de l'ISS, de la coordination des partenaires et d'établir les règlements de sécurité.

L'orbite terrestre est devenue une banlieue de la Terre, et l'ISS est une sorte de « maison de campagne ». Il existe aujourd'hui (jusqu'en 2011) 2 moyens d'accès habité à l'ISS : les vaisseaux russes Soyouz et les navettes spatiales américaines ; l'ESA devait s'en remettre aux Russes et aux Américains jusqu'au vol de l'ATV Jules Verne en mars 2008.

L'ESA participe au programme ISS avec Columbus, mais aussi avec le véhicule de transfert automatique (ATV) de ravitaillement de la station lancé par une Ariane 5. Il peut transporter vers l'orbite terrestre air, eau, nourriture, courrier, carburant, pièces de rechanges et matériels scientifiques. L'ATV peut accoster l'ISS de façon entièrement automatique et y rester 6 mois. Il est ensuite rempli des déchets de la station et se désintègre dans l'atmosphère.



Vue d'artiste de l'ATV.

Date de lancement	Nom	Résultat
09/03/2008	Jules Verne	Mission achevée le 29 septembre 2008
16/01/2011	Johannes Kepler	Mission achevée le 24 février 2011
23/03/2012	Edoardo Amaldi	Mission achevée le 4 octobre 2012
05/06/2013	Albert Einstein	Mission achevée le 2 novembre 2013
29/06/2014	Georges Lemaître	Mission achevée le 15 février 2015

Caractéristique	Progress (Roskosmos)	ATV (ESA)	HTV (JAXA)	Navette spatiale
Capacité (tonne)	2,3	7,6	6	10
Lanceur	Soyouz	Ariane 5	H-2B	
Prix au lancement (millions de dollars)	40	508	280	Entre 400 et 1000
Prix à la tonne (millions de dollars)	17,4	66,8	46,67	Entre 40 et 100

Le tableau ci-dessus compare les coûts des différents moyens de ravitaillement de l'ISS. Il fait apparaître un lancement très économique par le Progress russe, mais très limité en masse. Le niveau actuel de l'euro (par rapport au dollar) ne tourne évidemment pas à l'avantage de l'ATV, mais malgré cela l'ATV peut être beaucoup plus économique qu'une navette spatiale.

Entre 2010 et 2014, quatre lancements d'ATV sont planifiés ; si comme tout le porte à croire, l'ISS est maintenue jusqu'en 2020, des vols supplémentaires sont possibles. L'ATV pourra être amélioré : en lui ajoutant un système de retour dans l'atmosphère et en le qualifiant pour le vol habité, il pourrait être utilisé comme vaisseau spatial. Une autre application déviée serait de l'utiliser couplé à un atterrisseur comme ravitailleur pour d'éventuelles missions lunaires.



À l'intérieur de *Tranquility* le 14 février 2010.

Mi-février 2010 ont été installés à bord de l'ISS le Nœud 3 et le module *Cupola*, construits par l'ESA. Le nœud 3, baptisé *Tranquility*, contiendra le système de support de vie le plus avancé qui ait jamais volé dans l'espace, en plus d'un compartiment-toilettes. Ce système recyclera les eaux usées et générera de l'oxygène pour l'équipage.

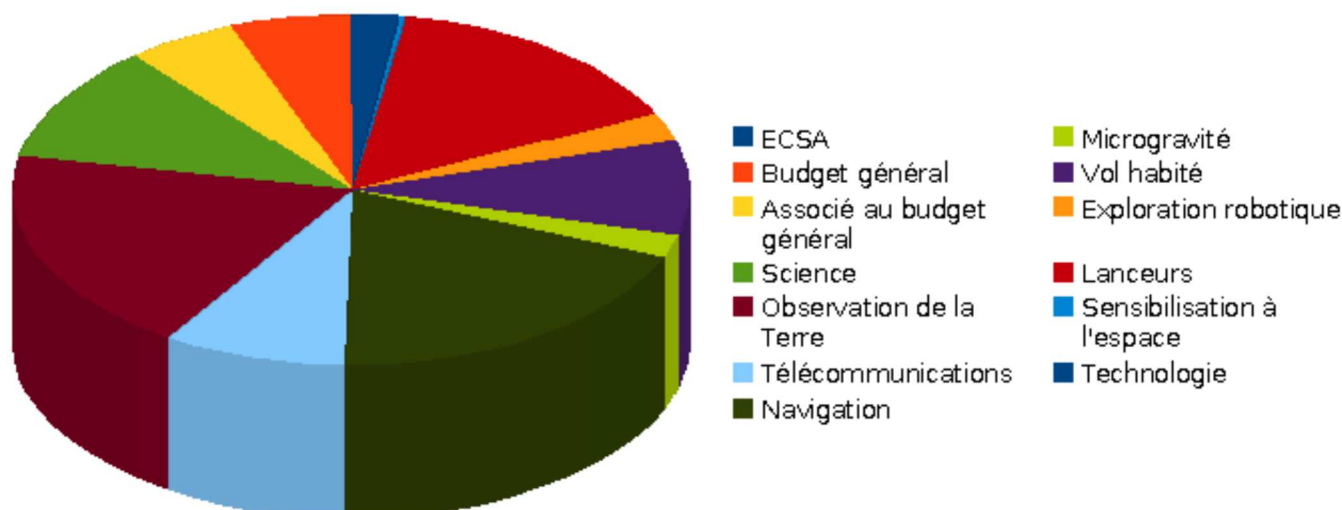
Cupola est un module d'observation qui sera utilisé pour les opérations effectuées avec le bras robotique et pour les opérations d'arrimage des vaisseaux spatiaux. En outre, il offrira un point d'observation de la Terre sans égal.

En échange de ces modules, les Russes et les Américains mettent à disposition leurs moyens d'accès à l'ISS pour quelques astronautes européens. En novembre 2009, c'est ainsi le Belge Frank de Winne qui a assuré pendant deux mois le commandement du complexe orbital. La contribution européenne à la construction de l'ISS est de 8,3% : les européens ont donc droit à 8,3% du « temps astronaute » (c'est à dire 8,3% du temps de travail des astronautes), 8,3% de la puissance électrique disponible, etc...

Soyouz sera lancé depuis la Guyane vers 2010-2011. « *Si l'origine du lanceur Soyouz permet légitimement d'envisager des vols habités depuis le CSG, cette éventualité reste aujourd'hui encore très incertaine* », affirme le CNES, tout en précisant que « *la possibilité d'assurer depuis la Guyane des lancements de spationautes européens vers l'ISS serait techniquement assez rapidement réalisable* »^[2]. Tout est une question de budget et de volonté politique ! En 1962, le président des USA avait lancé le programme Apollo, « déchainant les foules », qui ne refusaient pas la dépense de milliards de dollars pour aller sur la Lune. Aujourd'hui, la volonté n'est plus là, les vols spatiaux font, pour le grand public, partie de la routine. Le programme Constellation de la NASA, qui avait pour objectif le retour vers la Lune des Américains, démarré par Georges W. Bush junior en 2004, a été abandonné par Barack Obama, alors que 9 milliards de dollars ont déjà été engloutis ; une privatisation des moyens de lancement habités a été proposée.



Ouverture des volets de protection des hublots du module Cupola le 17 février 2010.



Le diagramme circulaire ci-dessus représente la répartition 2010 du budget de l'ESA. Celui-ci consacre 330,4 millions d'euros aux programmes de vols habités, soit 8,8% du total. Cet argent permettra le

développement et la construction des futurs ATV, mais aussi des futurs vaisseaux, que nous avons présenté plus haut. En comparaison, le budget de la NASA alloué aux vols spatiaux est de 4509 millions d'euros, soit près de 17% de son budget total^[3].

Notes

1. L'autonomie maximale d'une navette spatiale en orbite est de 16 jours. Au-delà, les ingénieurs ne garantissent plus le fonctionnement des équipements.
2. Selon <http://www.cnes.fr/web/CNES-fr/4110-soyouz-arrive-en-guyane.php>
3. Chiffres calculés selon http://www.nasa.gov/pdf/420990main_FY_201_%20Budget_Overview_1_Feb_2010.pdf

Pour aller plus loin

Ouvrages

- Jean-Marc Piéplu, « *GPS et Galileo, systèmes de navigation par satellites* », Eyrolles, 2006, 150 pages. ISBN 2-212-11947-X
- Jean-Pierre Morin, « *La naissance d'Ariane* », Édite, mars 2009, 235 pages. ISBN 978-2-846-08248-8
- « *Les satellites, à quoi ça sert ?* », TDC n°895, mai 2005. ISSN 0395-6601
- Martine Castello sous la direction d'Hubert Curien, « *La grande aventure de... Ariane* », librairie Larousse, 1987, 216 pages. ISBN 2-03-518232-8

Liens

- http://www.capcomespace.net/dossiers/espace_europeen/ariane/index.htm : « Chronologie Ariane » sur le site *Capcomespace.net*
- <http://www.capcomespace.net/dossiers/ISS/europe/index.htm> : « L'ISS : les éléments européens » sur le site *Capcomespace.net*



Vous avez la permission de copier, distribuer et/ou modifier ce document selon les termes de la **licence de documentation libre GNU**, version 1.2 ou plus récente publiée par la Free Software Foundation ; sans sections inaltérables, sans texte de première page de couverture et sans texte de dernière page de couverture.

Récupérée de « https://fr.wikibooks.org/w/index.php?title=L%27agence_spatiale_européenne_et_1%27indépendance_de_1%27Europe/Version_imprimable&oldid=441374 »

Dernière modification de cette page le 17 février 2014 à 13:13.

Les textes sont disponibles sous licence Creative Commons attribution partage à l'identique ; d'autres termes peuvent s'appliquer.

Voyez les termes d'utilisation pour plus de détails.

Développeurs