

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 104 (1978)  
**Heft:** 13

**Artikel:** Les satellites artificiels et leurs applications  
**Autor:** Dupraz, Hubert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73537>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 22.01.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

- JOHNSTON, W. E. et ELSNER, G. H. : *Outdoor Recreation as a Sector for Economic Development*. XVI IUFRO World Congress. Division IV. Congress Group 2. Economics of Recreation. Forestry and Human Environment. Norvège, 1976, p. 110-121.
- KELLER, H. M. : *Der Einfluss des Waldes auf den Kreislauf des Wassers*. Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, 1971, Nr. 10, p. 453-466.
- LAATSCH, W., GROTTENTHALER, W. : *Typen der Massenverlagerung in den Alpen und ihre Klassifikation*. Forstwiss. Cbl., 1972, H. 6.
- LEIBUNDGUT, H. : *Wirkungen des Waldes auf die Umwelt des Menschen*. Wir und die Umwelt. Eugen Rentsch Verlag. Erlenbach Zurich et Stuttgart, 1975, p. 186.
- *Leitfaden zur Kartierung der Schutz- und Erholungsfunktionen des Waldes (Waldfunktionenkartierung)*, WFK. Arbeitskreis Zustandserfassung und Planung der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung. Arbeitsgruppe Landespflege, Munich. Verlag J. D. Sauerländer. Francfort-sur-Main, 1974, p. 84.
- LIER VAN, H. N. : *Improvement of Demand Studies as Tool for Planning Outdoor Recreation*. XVI IUFRO World Congress. Division VI. Congress Group 1. Recreation and Landscape Management « Estimating Demand for Forest Recreation ». Norvège, 1976, p. 39 à 52.
- LUNDGREN, A. L. : *Planning and the Law of Unexpected Consequences*. XVI IUFRO World Congress. Division IV. Congress Group 2. Economics of Recreation. Forestry and Human Environment. Norvège, 1976, p. 88-89.
- MANTEL, K. : *Vergleichende Untersuchung über die Probleme der Forstgesetzgebung in den EWG-Staaten*. Sonderdruck aus Landwirtschaft — Angewandte Wissenschaft. Heft 123 « Forschungsergebnisse zur Förderung der forstlichen Erzeugung ». Teil V. o.O. und o.J., p. 31 à 52.
- MAYER, H. : *Waldbaukonzept für Schutzwälder ausser regelmässigem Betrieb*. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen. Nr. 8. 124. Jg. Zurich, août 1973, p. 521 à 584.
- POORE, D. : *A Summary of the Conclusions of the Conference*. In « The Use of Ecological Guidelines for Development in Tropical Forest Areas of South-East Asia ». Papers and Proceedings of the Regional Meeting held in Bandung, Indonésie, du 29 mai au 1<sup>er</sup> juin 1974. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. Morges, Suisse, 1975, p. 157 à 170.
- DE QUERVAIN, M. : *Lawinenbildung*. Lawinenschutz in der Schweiz, Beiheft Nr. 9 zum Bündnerwald, décembre 1972, p. 15 à 32.
- SIMMONS, I. G. : *The Ecology of Natural Resources*. Edward Arnold Ltd (publishers) Londres. First published 1974, p. 424.
- STENBERG, L. : *A Study of Long-Term Strategies for the Use of Scandinavia's Forest Resources*. OECD CSTP, The Life Cycle of Wood, Annexes, p. 221-242, Paris, 1977.
- TROMP, H. : *Concepts et principes de gestion de l'utilisation unique, primaire et multiple*. FAO/CEE Colloque sur les forêts et le bois : leur rôle dans l'environnement. Interlaken, septembre 1975 (polycopié), p. 10.
- VISCHER, D. (Hrsg) : *Nutzen-Kosten-Analysen in der Wasserwirtschaft*. Vortragstagung 4/5 juin 1975, Zurich. Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich. Zurich, 1975, p. 220.
- *Weyerhaeuser Annual Report 1971*. Published by Weyerhaeuser Headquarters. Washington D.C., 1971, p. 44.

Adresse de l'auteur :  
Ernst P. Grieder  
Inspection fédérale des forêts  
Section structures et questions économiques  
Belpstrasse 36, 3000 Berne

## Les satellites artificiels et leurs applications (suite) <sup>1</sup>

par HUBERT DUPRAZ, Hanovre

### 5. Problèmes de lancement, mise sur orbite et contrôle d'attitude

Les problèmes de lancement et de mise sur orbite sont d'une grande complexité. Ils diffèrent en outre selon les lieux de lancement et les caractéristiques de l'orbite souhaitée. Aussi, nous nous bornerons à présenter quelques aspects de ces questions, d'un point de vue purement descriptif.

D'une façon générale, il est impossible de lancer directement depuis la Terre un satellite sur une orbite fermée, quelle que soit la vitesse initiale. La direction de lancement, qui ne pourrait être que tangente à la surface terrestre, imposerait le passage de l'orbite en atmosphère dense. Pour cette raison, tous les lancements se font en altitude, à l'aide de fusées à étages, ce qui permet

- une accélération progressive, ménageant les appareils,
- un contrôle continu et souple de la mise sur orbite.

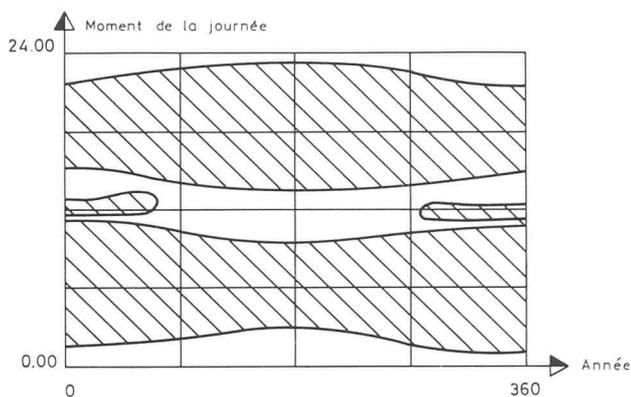
Les fusées actuellement utilisées par les pays occidentaux sont des fusées multi-étages, de type Thor-Delta, Atlas Centaure (USA) ou dans un proche avenir Ariane (Agence spatiale européenne). Toutes les fois que c'est possible, les satellites sont lancés vers l'Est, pour profiter de la vitesse additionnelle fournie par la rotation de la Terre. Cette vitesse d'appoint, qui vaut environ 450 m/s

<sup>1</sup> Voir *Bulletin technique de la Suisse romande* n<sup>o</sup> 8 4 du 16 février, 8 du 13 avril et 11 du 25 mai 1978.

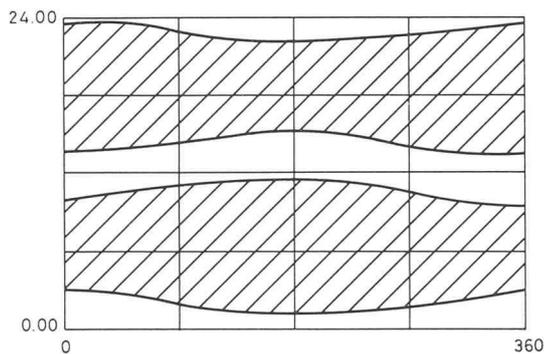
à l'équateur, diminue avec la latitude. Elle vaut 300 m/s en Suisse. Mais cet avantage n'est pas utilisable dans tous les cas (par exemple dans le cas d'orbites héliosynchrones) car le lieu et l'azimut de la direction de lancement sont conditionnés par le type d'orbite à réaliser. Ces deux éléments fixent notamment l'inclinaison du plan d'orbite sur l'équateur, angle dont dépend la zone du globe survolée par le satellite.

Un autre problème est celui du choix de l'instant de lancement. Les possibilités de départ sont fixées par une série de conditions parfois très restrictives. Dans le cas des satellites géostationnaires, par exemple, les conditions sont les suivantes :

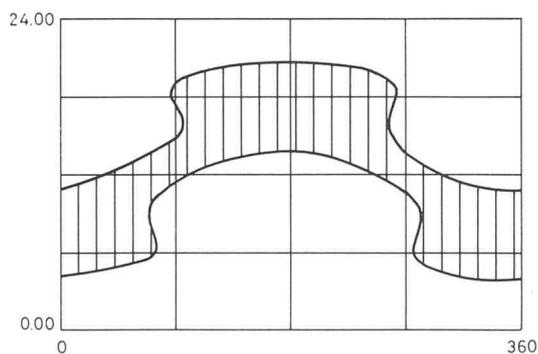
- *conditions d'angle solaire*  
Pour des raisons d'équilibre thermique, les angles entre les axes du satellite et la direction du Soleil doivent rester compris entre certaines limites, aussi bien à l'apogée qu'au périégée.
- *conditions d'aveuglement*  
Pour que les capteurs d'altitude sensibles aux radiations infrarouges ne soient pas aveuglés par le Soleil, ces mêmes angles sont encore soumis à des contraintes supplémentaires.
- *conditions d'ombre*  
Afin de ne pas décharger ses batteries, le satellite ne doit pas rester plus d'un certain temps dans l'ombre terrestre.



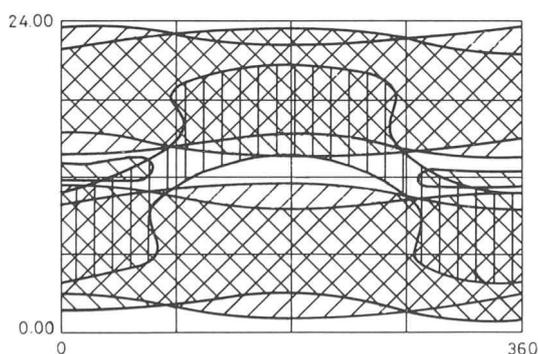
I. Conditions d'angle solaire à l'apogée et au périhélie.



II. Conditions d'aveuglement des capteurs.



III. Conditions d'ombre.



Superposition des conditions → Fenêtres de lancement.

Fig. 19. — Fenêtres de lancement d'un satellite géostationnaire. Les zones hachurées sont les zones où le lancement n'est pas possible.

Chacune de ces conditions impose certains moments pour la mise à feu, moments qu'on peut représenter par un graphique. La superposition de ces graphiques montre quels instants de lancements respectent simultanément toutes les conditions. Ce sont les *fenêtres de lancement*. La figure 19 montre qu'elles sont très restreintes.

Exposées très schématiquement et à titre d'exemple, les diverses étapes de lancement dans le cas d'une *orbite géostationnaire* sont les suivantes (fig. 20) :

- mise à feu successive des étages de la fusée ;
- lâcher du satellite sur orbite de transfert ;
- calcul précis de l'orbite de transfert et orientation du satellite ;
- manœuvre d'apogée ;
- mise à poste fine et opérations de maintien à poste.

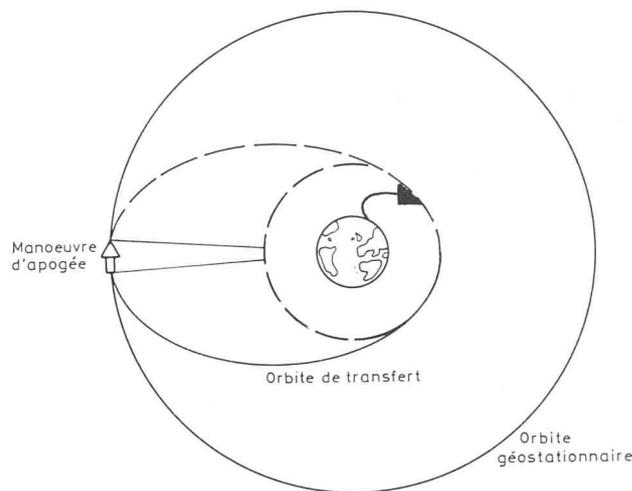


Fig. 20. — Schéma de mise sur orbite d'un satellite géostationnaire.

Les étages de la fusée permettent de placer le satellite sur une *orbite de transfert*. Il s'agit d'une orbite fortement elliptique et inclinée, ayant une altitude au périhélie de 300-600 km, et à l'apogée de 35 000 à 38 000 km. Sa période est d'environ 11 heures. L'apogée d'une telle orbite se déplace au cours du temps.

Divers contrôles de fonctions du satellite sont effectués, ainsi que le calcul des caractéristiques précises de l'orbite de transfert, le choix du moment de la manœuvre d'apogée et l'orientation du satellite. Cette manœuvre, effectuée à un passage du satellite à l'apogée, consiste en la mise à feu du *moteur d'apogée*, qui est une sorte de quatrième étage lié au satellite. Cette combustion provoque une augmentation considérable de vitesse, qui modifie l'orbite, en *annulant l'inclinaison* (l'orbite devient quasi-équatoriale) et en *élevant le périhélie* à une altitude identique à celle de l'apogée (l'orbite devient quasi-circulaire). Il s'agit d'une manœuvre particulièrement délicate, étant donné les conditions géométriques, dynamiques, temporelles et d'environnement qui doivent être satisfaites simultanément. Pour achever sa mise en place, comme pour se maintenir sur l'orbite correcte durant son exploitation, le satellite dispose de tuyères qui lui permettent d'apporter des corrections, dans le plan de l'orbite et perpendiculairement à celui-ci. Ces corrections sont *périodiques* ; leur intensité et leur fréquence, qui dépend du type et de l'amplitude de l'écart à corriger, sont calculées et commandées par les stations terrestres de contrôle.

Le *contrôle d'attitude* du satellite, c'est-à-dire son orientation dans l'espace, s'effectue grâce au contrôle des rotations du satellite autour de trois axes perpendiculaires, désignés sur la figure 21.

Ce contrôle est nécessaire, dans la plupart des cas, pour que les instruments placés à bord (antennes, capteurs, caméras) soient convenablement orientés pendant leur

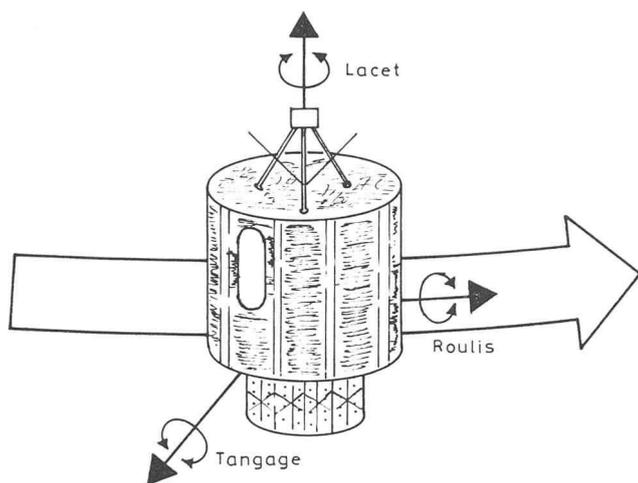


Fig. 21. — Contrôle d'attitude du satellite.

mission. Le contrôle d'attitude se fait à l'aide de dispositifs tels que des blocs gyrométriques triaxiaux, des senseurs solaires et des roues à inertie, de jets de gaz ou de dispositifs magnétiques utilisant l'existence du champ magnétique terrestre. (à suivre)

## Bibliographie

**Fondements pour une réforme des études en architecture**, publié par la Conférence universitaire suisse, Wildhainweg 21, 3012 Berne. — Un vol. format A5, de 60 pages, broché, novembre 1977.

Le Groupe de travail de la Commission pour la réforme des études s'occupant d'architecture s'est chargé d'étudier « les fondements pour une réforme des études en architecture ».

Ceux qui savent à quel point il est difficile d'aboutir avec les architectes à un accord sur les questions d'architecture peuvent facilement imaginer les difficultés rencontrées par ce groupe de travail. Dans leur publication, les auteurs ont recherché en priorité une voie permettant aux architectes, en tant que spécialistes de l'espace et du domaine bâti, de mieux se préparer à réagir de manière compétente sur l'organisation de notre environnement.

Les têtes de chapitre de cette étude sont significatives : Le concept d'architecture — Théorie de l'architecture, recherche en architecture — Les études en architecture — Conditions pour la formation des architectes — Rapports entre les écoles d'architecture et les ETS — Formation continue et récurrente. En fait, il faut comprendre ce rapport comme étant la volonté d'apporter des suggestions à tous les établissements d'enseignement se préoccupant de la formation normale et continue des architectes. On sent, à la lecture de ce document, le désir d'inciter à réfléchir de façon critique non seulement aux programmes, mais encore à leur mode de transmission.

Cette étude conclut sur le constat que la réforme des études en architecture ne peut pas être un phénomène ponctuel, mais sous-tend une modification profonde de connaissance des comportements et des modalités de travail. Ce n'est, d'après les auteurs, qu'à ce prix que l'architecture gardera une place reconnue dans la division sociale du travail.

La lecture de ce document, très intéressant en lui-même, peut être vivement recommandée à tout professionnel s'intéressant d'une manière proche ou lointaine au problème de formation des architectes et des autres professionnels proches de cette discipline.

A. G.

**Société d'études pour le ramassage et le traitement de tous déchets industriels (SERATRADI). Politique et réglementations internationales.** 23 bis, rue Balzac, 75008 Paris).

Cette brochure de 55 pages, 15×24 cm, s'adresse à tous les organismes publics ou privés qui sont ou seront, dans les années à venir, à l'origine d'initiatives pour apporter des solutions au problème des déchets industriels.

Il est à souhaiter que la mise en commun d'expériences analysées dans cet ouvrage puisse contribuer au perfectionnement des solutions recherchées pour résoudre un problème dont il faut être conscient de l'importance, mais dont il faut aussi cerner les limites.

Cet ouvrage veut favoriser un dialogue et un large échange de vue sur les problèmes de déchets pour ouvrir la voie à des initiatives où l'industrie souhaiterait apparaître comme la Bonne Fée et non la Sorcière de l'Environnement.

*Sommaire :*

*Première partie :* Y a-t-il une législation spécifique sur les déchets industriels dans les principaux pays industrialisés ? I. Pays où la réglementation concernant les déchets relève de plusieurs lois non spécifiques. — II. Pays dotés d'une législation générale sur l'environnement, mais possédant en outre une législation spécifique sur les déchets. — *Deuxième partie :* Analyse des dispositions légales et réglementaires concernant les déchets industriels dans les principaux pays industrialisés. — I. Dispositions réglementaires. — II. Incitations financières. — *Troisième partie :* Autorités administratives compétentes dans la réglementation sur les déchets industriels des principaux pays industrialisés. — I. Pays ayant adopté une structure centralisée, mais décentralisée. — II. Pays ayant adopté une structure décentralisée.

**Vademecum für Organisatoren von Weiterbildungskursen.** — Brochure de 56 pages, 10,5×15 cm, éditée par la Commission suisse de perfectionnement des ingénieurs et architectes. Prix, toilé : Fr. 10.—, au Secrétariat WBK, c/o Institut für Mess- und Regeltechnik, ETH-Zentrum 8092 Zurich.

Le succès d'un cours de perfectionnement, comme on le sait, ne dépend pas seulement de l'habileté des enseignants, mais aussi et dans une mesure non négligeable du soin que l'organisateur porte à son travail, avant, pendant et après le cours.

Toutefois, il y a de nombreux organisateurs qui n'ont pas la grande expérience requise et qui garantissent que rien d'important ne sera omis et que tout ce qui est nécessaire sera réalisé au moment voulu. C'est avant tout pour eux que ce vademecum a été conçu. Il complète le « Vademecum für Referenten » déjà paru précédemment et avec lequel il forme un tout.

Le vademecum se base avant tout sur l'expérience accumulée par des membres de la commission qui l'édite, mais tient compte également de la littérature spécialisée sur le sujet.

*Sommaire :*

1. Vorwort. — 2. Überblick über den Gang der Vorbereitung und Durchführung von Weiterbildungskursen. — 3. Initiierung von Weiterbildungskursen. — 4. Organisatorische Vorarbeiten. — 5. Organisatorische und administrative Detailarbeiten. — 6. Ergänzende Literatur.

**Introduction à l'étude des accélérateurs de particules.**

Physique atomique, physique nucléaire, physique des hautes énergies, à l'usage des ingénieurs. Tome I : Théories de base et relations fondamentales. Particules élémentaires. Tome II : Bombardement de la matière par des particules rapides. Rayonnements secondaires. Les accélérateurs, outils de physique, par R.-R. Warnecke. — Deux vol. 16×25, 507 + 1126 pages. Editions Masson, Paris 1975/76.

L'auteur s'est donné comme objectif d'expliquer le « pourquoi » et le « comment » de leur travail aux ingénieurs qui sont amenés à participer à l'étude, à la construction ou à l'exploitation des accélérateurs de la physique nucléaire et de la physique subnucléaire, sans avoir été préparés à de telles tâches par un enseignement spécial.