

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 104 (1978)  
**Heft:** 11

**Artikel:** Les satellites artificiels et leurs applications  
**Autor:** Dupraz, Hubert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-73527>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 26.01.2026

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

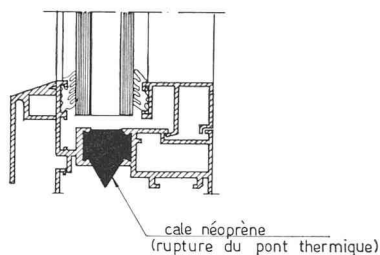


Fig. 33. — Cadre de fenêtre métallique.

le critère de l'isolation thermique (le coefficient  $k$ ). La capacité de cet élément d'emmagasiner de la chaleur est au moins aussi important, et l'on parle alors d'*inertie thermique*.

Celle-ci peut se qualifier par des critères spéciaux, qui sont l'amortissement d'amplitude et le déphasage. La masse par mètre carré est aussi utilisée.

Dans ce cas, on ne peut plus parler de ponts thermiques, mais de discontinuité de surface.

Par exemple, pour le calcul d'une toiture formée de dalles nervurées, il serait intéressant de savoir quelle est l'épaisseur moyenne qui peut être adoptée pour les calculs thermiques. Il semble qu'il n'y ait pas encore de publication sur ce sujet à l'heure actuelle (fig. 34).

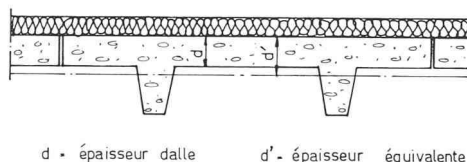


Fig. 34.

## 10. Conclusions sous forme de recommandations

Lorsqu'il s'agit de *constructions existantes*, anciennes ou récentes, la lutte contre les ponts thermiques consiste surtout à réagir contre les dégradations dues aux condensations. Celles-ci ont pu conduire à une prolifération de micro-organismes. Dans ce cas, les risques au point de vue hygiène ne seront jamais assez soulignés.

Il faut faire attention de ne pas augmenter le phénomène en ajoutant des résistances intérieures !

Parmi les solutions à rechercher, il ne faut pas oublier la ventilation.

Pour les *constructions neuves*, la conception doit conduire à une enveloppe telle que le problème ne se pose plus au point de vue des condensations. C'est ce qui avait été tenté il y a dix ans avec la norme 180. Il reste bien sûr le problème des déperditions supplémentaires dues aux ponts thermiques, dont il faut tenir compte pour un dimensionnement sérieux de l'installation de chauffage.

*Vu leur importance, la nécessité de tenir compte des ponts thermiques est bien évidente.*

### BIBLIOGRAPHIE SOMMAIRE

- [1] M. CROISSET : *L'hygrothermique dans le bâtiment*. Eyrolles 1972.
  - [2] DTU : *Règles TH-K 77*. CSTB, Paris, 1977.
  - [3] O. FREI : *Die Berechnung von Wärmebrücken*. Schw. Bauzeitung 93, Heft 44, 30. Okt. 1975, S. 707-709.
  - [4] HRABOVSKY : *La règle du pont thermique*. Revue « Bâtiment-Bâtir », novembre 1975, Paris.
- Normes SIA 180, 180/1, 380, 271.

Adresse de l'auteur :

Olivier Barde, ing. civil EPF/SIA  
8, boulevard des Promenades  
1227 Carouge

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

par HUBERT DUPRAZ, Hanovre

### 4. Quelques orbites remarquables

#### 4.1 Généralités

On peut classer les orbites selon différents critères. En fonction de l'inclinaison du plan d'orbite sur l'équateur, on distingue (fig. 13) :

- les orbites équatoriales, dont le plan est confondu avec celui de l'équateur ( $i = 0^\circ$ ),
- les orbites polaires, dont le plan contient l'axe des pôles ( $i = 90^\circ$ ),

<sup>1</sup> Voir BTSS n° 4 du 16 février et 8 du 13 avril 1978.

— les orbites inclinées, dont le plan occupe toutes les positions intermédiaires ( $0 < i < 90^\circ$ ,  $90^\circ < i < 180^\circ$ ).

On peut aussi classer les orbites grâce à leur *forme*, et parler d'orbites *elliptiques* lorsque leur excentricité n'est pas nulle, ou *circulaires* lorsque c'est le cas.

Les orbites circulaires rendent inutile toute correction d'altitude, ce qui constitue un avantage important dans beaucoup d'applications.

On peut enfin classer les orbites grâce à leurs *propriétés*.

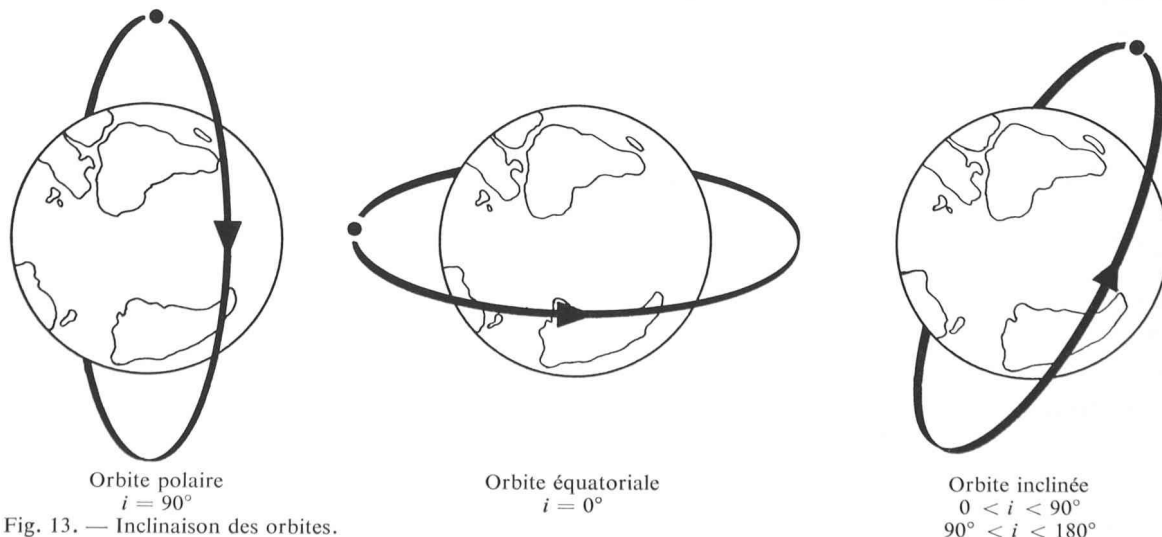


Fig. 13. — Inclinaison des orbites.

Nous présenterons ici deux types d'orbites très particulières, qui jouent un rôle considérable en technique spatiale :

- les orbites *géostationnaires*,
- les orbites *héliosynchrones*.

Il faut cependant remarquer que ces critères de classification ne sont pas mutuellement exclusifs ; l'orbite géostationnaire, par exemple, est circulaire et équatoriale.

#### 4.2 L'orbite géostationnaire

Comme son nom l'indique, il s'agit d'une orbite sur laquelle le satellite garde, en mouvement relatif, une *position fixe* par rapport à la Terre. Compte tenu à la fois du mouvement du satellite sur son orbite et du mouvement de rotation uniforme de la Terre sur son axe, il ne peut s'agir que d'une orbite *circulaire, équatoriale*, ayant une *période de révolution* égale à un jour sidéral (23 h. 56 m. 4 s.). La troisième loi de Képler, appliquée au cas des satellites terrestres, peut s'écrire

$$T_{\min} = 1.659 \cdot 10^{-4} a^{3/2}_{km}$$

Cette relation peut être exprimée à l'aide du graphique de la fig. 14.

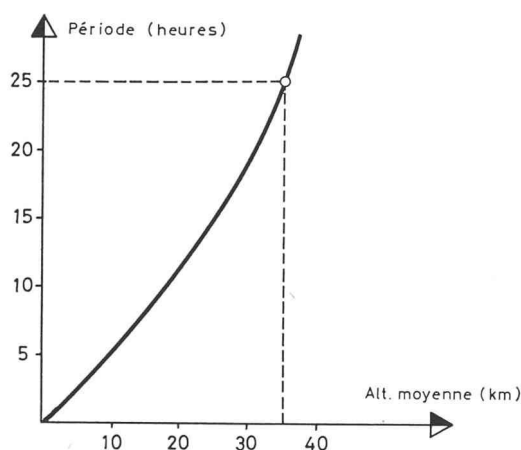


Fig. 14. — 3<sup>e</sup> loi de Képler pour un satellite terrestre.

On peut calculer qu'une période de révolution de un jour sidéral correspond à un demi-grand axe de 42 200 km, soit à une altitude sur sol du satellite de 35 800 km.

Une telle orbite permet d'observer *en permanence une même zone du globe* comprise entre  $\pm 76^\circ$  de latitude et  $\pm 76^\circ$  de longitude, soit 43 % de la surface terrestre. Un ensemble de trois satellites géostationnaires convenablement répartis permet de recouvrir largement la Terre, à l'exception des zones polaires, qui ne sont jamais visibles à partir d'une telle orbite (fig. 15).

L'orbite géostationnaire offre un intérêt évident pour toutes les applications (météorologie, télécommunications,

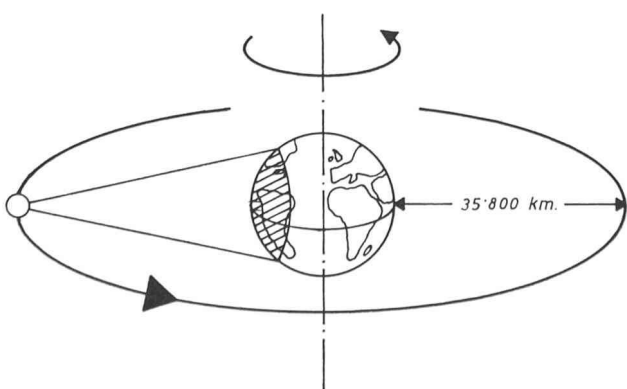


Fig. 15. — Orbite géostationnaire.

surveillance) où le satellite joue essentiellement un rôle d'observation ou de relais fixe.

#### 4.3 Les orbites héliosynchrones

Certaines applications, comme la télédétection, consistent à capter, grâce à des caméras spéciales, les radiations solaires réfléchies par le sol. L'analyse de ces données fournit des informations sur la composition du sous-sol, les ressources en eau, l'inventaire de la couverture végétale, etc....

La qualité spectrale de ces radiations dépend de l'éclairement du sol. Il importe donc que le satellite survole toujours une même région du globe *sous des conditions d'éclairement solaire à peu près constantes*, c'est-à-dire à la même heure locale. On y parvient en choisissant une inclinaison du plan d'orbite  $i$  et un demi-grand axe  $a$  tels que la précession du plan d'orbite qui en résulte (voir chapitre précédent sur les perturbations) compense la rotation de la Terre autour du Soleil. Cette rotation est de  $360^\circ/365 = 0,9856^\circ/\text{jour}$ , ce qui permet d'écrire la *condition d'héliosynchronisme* à partir de l'équation de précession du nœud (voir « Perturbations », 4.2.1).

$$0.9856 = -9,97 \left( \frac{R}{a} \right)^{7/2} \cos i$$

On obtient ainsi un plan d'orbite à peu près *fixe par rapport au Soleil* (c'est-à-dire héliosynchrone). Cependant, les variations de la hauteur du Soleil sur l'horizon dues à la succession des saisons ne sont pas compensées (fig. 15 bis).

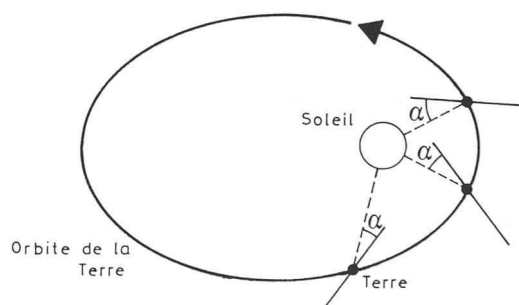


Fig. 15 bis. — Orbite héliosynchrone : le plan de l'orbite du satellite est fixe par rapport au Soleil.

La plupart des orbites héliosynchrones ont des caractéristiques assez semblables ; elles sont *circulaires* (altitude 900-1400 km), *quasi-polaires* ( $i = 100^\circ$ ) et de période  $T = 100-120$  min.

Ces caractéristiques permettent au satellite d'effectuer, en héliosynchronisme, une couverture périodique de l'ensemble du globe terrestre. Prenons le cas d'un satellite LANDSAT. Sa période de 103 minutes correspond à

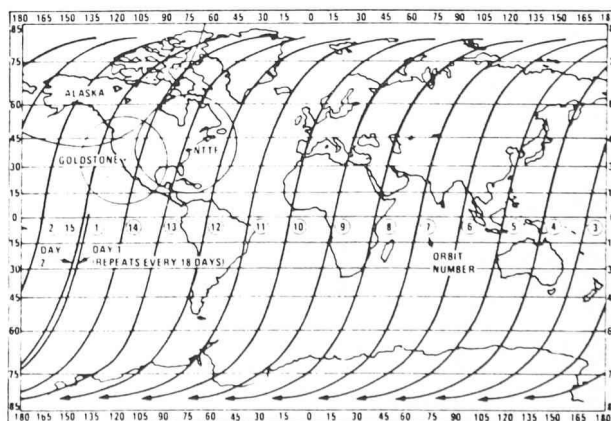


Fig. 16. — Trace journalière du satellite héliosynchrone LANDSAT.

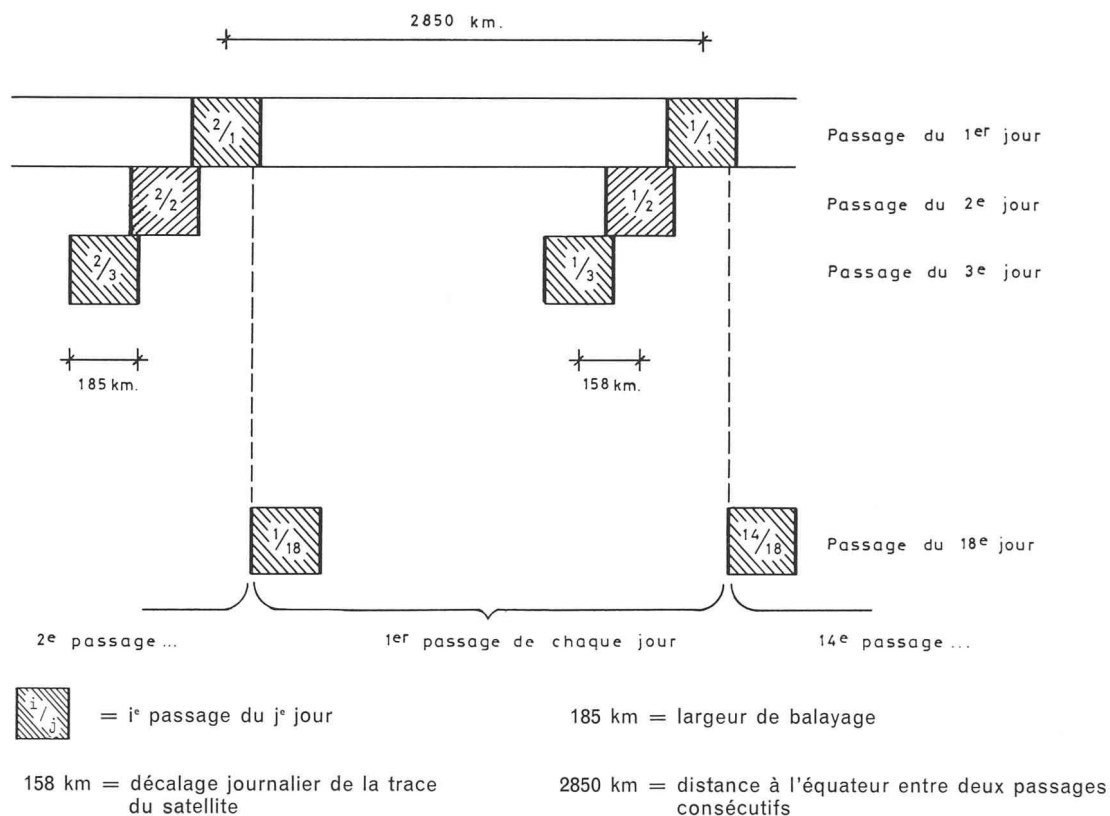


Fig. 17. — Recouvrement du globe par un satellite héliosynchrone LANDSAT.

environ 14 révolutions par jour ; deux passages consécutifs à l'équateur sont distants de  $40\,000/14 = 2850$  km. (fig. 16).

Si le nombre de révolutions par jour était exactement un nombre entier, le satellite retomberait chaque jour sur ses traces. Sa largeur de balayage n'étant que de 185 km, il n'explorerait que quelques bandes de la surface terrestre.

Les caractéristiques exactes de l'orbite sont choisies en sorte que chaque jour la trace du satellite soit décalée de

$2850/18 = 158$  km. Ainsi le satellite explore tout le globe chaque 18 jours, avec un recouvrement latéral de deux traces de 20 % à l'équateur. Ce recouvrement augmente naturellement avec la latitude.

(A suivre)

Prochain article : Problèmes de lancement, mise sur orbite et contrôle d'altitude.

## Nécrologie

### Wladimir Romanowsky, architecte

A l'âge de 52 ans seulement, Wladimir Romanowsky a été arraché subitement à une brillante carrière professionnelle.

Depuis plus de vingt ans il avait mis ses remarquables qualités professionnelles et humaines au service de Suter & Suter SA, planificateurs généraux, Bâle, sa position dirigeante lui permettant de revendiquer une part déterminante des succès obtenus par l'entreprise aussi bien en Suisse qu'à l'étranger. Une défaillance cardiaque a arraché Wladimir Romanowsky aux siens le 12 avril.

Après une série d'années passées à l'étranger, le défunt était entré au service de Suter & Suter en qualité d'architecte diplômé EPF en juin 1957. Ses capacités devaient rapidement l'amener à s'occuper de mandats à l'étranger, et leur bon accomplissement s'est trouvé toujours plus fréquemment à l'origine de nouveaux projets dans des pays proches et lointains. Il passait pour le meilleur spécialiste de l'entreprise à l'étranger. Il a comme tel apporté la preuve de ses



Wladimir Romanowsky  
architecte (1926-1978)

qualités particulières pour négocier et organiser des succursales dans d'autres pays.

Le défunt était membre de la SIA depuis 1956. Outre ses activités au sein de la société qui l'employait, il s'engagea personnellement avec tout son savoir et sa vaste expérience pour l'activité à l'étranger des architectes et ingénieurs suisses. Depuis la création du Groupe spécialisé pour les travaux à l'étranger, il en fut un membre actif et influent et le présida de 1973 à 1977.

C'est en 1977, après de longues années de travail préparatoire, que fut fondée l'IGE-P, la « Communauté d'intérêt des bureaux d'étude à l'exportation », dont le défunt assumait la présidence. La création de cette organisation pour la promotion à l'exportation des prestations de services techniques n'aurait certes pas été possible sans son talent de négociateur, ses efforts infatigables et son sens inné de la réalité.

Avec Wladimir Romanowsky, nous perdons une personnalité qui, en s'attachant pleinement à sa tâche d'architecte, savait obtenir une efficacité qui lui vaudra toujours un souvenir ému.