Zeitschrift: Ingénieurs et architectes suisses

Band: 112 (1986)

Heft: 15-16

Artikel: La navette spatiale: un outil indispensable et irremplaçable: une conférence de l'astronaute suisse Claude Nicollier

Autor: Weibel, Jean-Pierre

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-75998

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: 09.12.2025

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

jours, selon qu'on lave correctement un peu de vaisselle ou au contraire beaucoup de vaisselle sous l'eau chaude courante, les écarts de consommations deviennent très sensibles.

C'est donc ici qu'il faudrait établir plus de justice entre les divers consommateurs, car c'est là précisément qu'il est le plus facile d'obtenir des économies importantes, d'autant plus, comme on l'a mentionné plus haut que la proportion d'eau chaude sanitaire devient de plus en plus grande.

Mais comment mesurer ces quantités?

En admettant qu'on dispose de compteurs volumétriques suffisamment fiables sur chaque robinet d'eau chaude, et qui soient capables de résister à l'entartrage et autre usure, encore faudrait-il que la température de l'eau chaude ne varie ni dans le temps ni dans l'espace, afin de ne pénaliser personne (par exemple le consommateur le plus éloigné qui se lèverait le plus tôt). Ou alors il faudrait créer des circulations d'eau chaude, qui consomment de l'énergie...

Conclusions

Si, contre toute attente, on décidait de procéder à un comptage individuel des quantités de chaleur réellement consommées, appartement par appartement, on se trouverait dans l'obligation de « saisir » avec une précision suffisante ces quantités.

En l'état des techniques de mesure, la seule possibilité qui s'offre est de revenir aux productions individuelles, à savoir:

- production d'eau chaude sanitaire par appartement (bouilleur à gaz ou électrique);
- chauffage électrique.

Il n'y a plus alors aucun problème de métrologie. La justice est respectée pour l'eau chaude sanitaire, mais on peut avoir du vol de chaleur en chauffage. On en arrive dès lors à l'une des plus importantes recommandations de l'ancienne commission fédérale pour une conception globale de l'énergie, à savoir la substitution de l'électricité au mazout.

Autrement dit, et en conclusion, le décompte individuel de la chaleur conduit tout droit à la multiplication des centrales nucléaires!

Adresse de l'auteur:
Samuel Rieben, ing. dipl. EPFZ-SIA
Ch. Bord-d'Aire
1213 Onex

La navette spatiale: un outil indispensable et irremplaçable

Une conférence de l'astronaute suisse Claude Nicollier

Alors que le rapport de la commission d'enquête sur l'accident de la navette *Challenger* venait d'être publié, Claude Nicollier a donné à Zurich, devant un auditoire hélas clairsemé, une conférence en tout point remarquable sur l'engagement de la navette spatiale. On ne résume pas un tel exposé, mais il paraît intéressant d'en relever quelques points forts. En effet, la presse européenne reflète fort mal la situation réelle après l'accident du 28 janvier dernier: il ne fait par exemple aucun doute que le programme de la navette spatiale sera poursuivi, les critiques les plus virulentes ne s'adressant qu'aux modalités, mais pas au principe même.

Actualité d'une conception datant des années 70

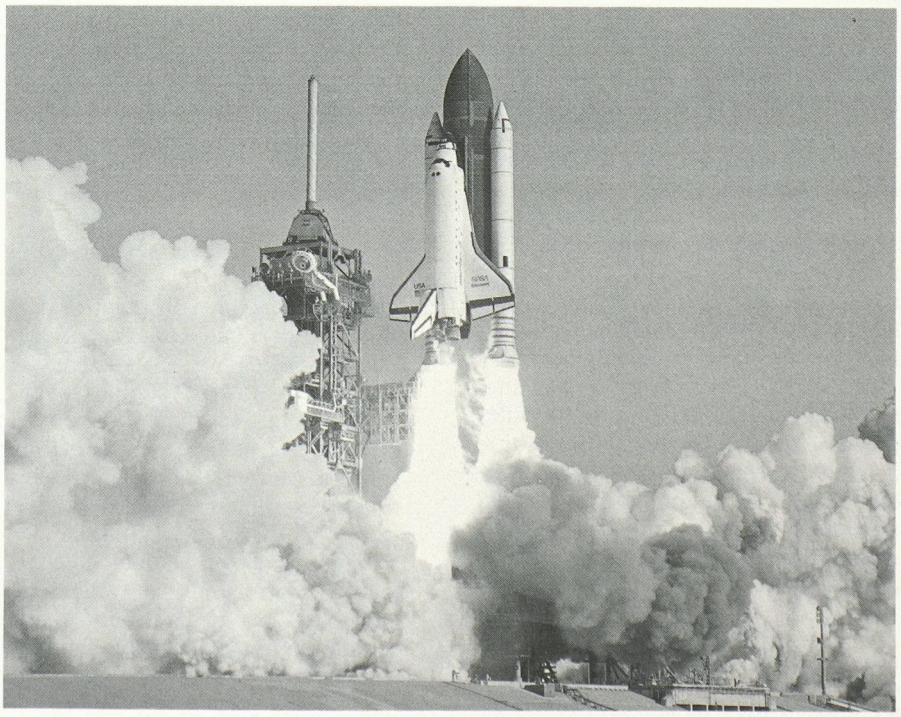
Bien que la navette spatiale soit encore pour longtemps le véhicule le plus moderne au monde, sa conception date du début des années 70. L'idée qui a conduit à son développement était aussi simple que séduisante: remplacer les fusées de lancement non réutilisables, comme celles qui ont servi au lancement des capsules *Apollo,* par du matériel récupérable et réutilisable.

Le projet prévoyait seulement que le premier étage habité soit largable et réutilisable, ce qui n'était au fond qu'un développement des systèmes alors connus. La conception évoluant, c'est finalement le véhicule orbital entier — l'*Orbiter* — qui répond à cette exigence.

Il est hors de doute que la hardiesse de ce programme comportait des risques financiers énormes, de sorte que l'enveloppe budgétaire prévue de 8 milliards de dollars, comprenant quatre véhicules, s'est révélée extrêmement contraignante. Dans une certaine mesure, il est vraisemblable que cela a exercé des conséquences lointaines allant jusqu'à l'accident de *Challenger,* à cause d'économies réalisées au détriment de la sécurité. C'est ainsi que la réalisation des fusées d'appoint à poudre (Solid Rocket Boosters) a été attribuée selon le principe de l'offre la plus basse *(Lowest Bidder).*

D'autre part, on a renoncé à l'idée d'une cabine largable pour le sauvetage des astronautes en cas d'incident grave lors de la première phase du lancement.

Le cahier des charges de la navette prévoit un espace disponible de 18 mètres de



long et d'un diamètre de 5 mètres, capable de recevoir une charge payante de 30 tonnes, à mettre sur une orbite basse (~350 km de hauteur) avec une inclinaison de 28°30 par rapport à l'équateur. Un angle plus grand, c'est-à-dire conduisant plus près du pôle, a pour conséquence une diminution de la charge utile, puisque la vitesse tangentielle de rotation de la terre est moins bien utilisée. La vitesse d'atterrissage maximale était fixée à 180 nœuds, soit quelque 333 km/h, ce qui correspondait à la technologie des trains d'atterrissage. De plus, on demandait au véhicule de pouvoir s'écarter de 800 miles nautiques (~1500 km) par rapport au plan de l'orbite au cours de son approche en vue de l'atterrissage (rappelons que les capsules telles qu'*Apollo* reviennent sur terre pratiquement dans le plan de l'orbite qu'elles quittent. Il est évident que certaines de ces spécifications sont largement inspirées de considérations militaires.

La date de conception du programme des navettes spatiales (début des années 70) explique qu'on trouve à bord des équipements relevant d'une technologie nettement moins avancée que celle utilisée sur les avions de ligne modernes, par exemple. C'est ainsi que les instruments ou les commutateurs sont très traditionnels et que les ordinateurs de bord IBM font bien modeste figure par rapport aux ordinateurs personnels aujourd'hui accessibles au commun des mortels.

Le programme *Space Shuttle* a connu des retards importants, principalement dus aux moteurs principaux – des fusées cryogéniques à hydrogène – et aux tuiles servant d'isolation thermique lors de la rentrée dans l'atmosphère.

La conception même de la navette impliquait que le domaine de vol entier devait être exploré par un équipage dès le premier lancement, qui a eu lieu le 12 avril 1981. Il ne pouvait pas être question de s'aventurer pas à pas, comme c'est le cas des avions même les plus évolués. C'est ainsi que la gamme de vitesse s'est d'emblée étendue de 0 km/h au lancement (ce qui est loin d'éliminer toute surprise) à une pointe de Mach 25, pour revenir à 180 nœuds en approche finale, la navette n'étant plus alors qu'un gros et lourd planeur devant obligatoirement réussir son atterrissage à la première tentative.

Tous les pilotes, quels que soient les types d'avions qu'ils maîtrisent, ont été transportés d'admiration par la précision de ce premier atterrissage – comme du reste par ceux qui l'ont suivi lors des 25 missions réussies avant janvier de cette année.

Il est paradoxal de penser que la cause de l'accident ne réside dans aucun des innombrables éléments ou équipements novateurs incorporés au système entier de la navette, mais dans un détail de construction mécanique relativement simple, dont le caractère critique était connu depuis assez longtemps (voir encadré).

Moteurs principaux

Contrairement à certains avions supersoniques qui recourent depuis plus de vingt ans à des alliages « exotiques » (l'avion de reconnaissance Lockheed SR-71 « Blackbird » volant à Mach 3 est réalisé en alliage de titane, par exemple), la navette est essentiellement conçue comme un avion assez ordinaire, quant aux matériaux.

Si la structure de la navette est très classique, en alliage d'aluminium revêtu de tuiles en silicium et en silicium-carbone comme protection thermique, complétée par des carénages en époxy armé de fibres de carbone, la propulsion est assurée par des moyens beaucoup plus révolutionnaires.

Outre les fusées extérieures d'appoint, la navette est équipée de trois moteurs principaux, utilisés pour le départ seulement, alimentés par le gros réservoir extérieur sur lequel est fixé le véhicule orbital. Il s'agit de moteurs dits *cryogéniques,* c'est-à-dire alimentés en hydrogène et en oxygène liquides, de 213 tonnes de poussée chacun (rappelons que la masse totale au décollage atteint 1872 tonnes, dont 68 tonnes pour la navette elle-même). Ce sont des conduites de quelque 40 cm de diamètre qui amènent chacun des gaz liquéfiés aux moteurs, pendant les huit minutes de la combustion. Ils sont mis sous pression par des turbopompes entraînées par les gaz eux-mêmes. Les caractérisitiques nouvelles de ces moteurs sont d'une part une impulsion spécifique largement supérieure à celle des fusées *Saturn,* d'autre part la possibilité de moduler la poussée entre 65 et 104% de la poussée nominale originale.

Les deux carénages situés sur le dessus de la queue de la navette renferment trois moteurs hypergoliques utilisés sur orbite exclusivement, par exemple pour des adaptations de trajectoire ou pour des manœuvres de rendez-vous.

Les moyens de propulsion sont complétés par quelque 30 petits propulseurs destinés à contrôler l'attitude de la navette en orbite, selon les exigences des missions.

Le monde de demain avec des ordinateurs d'hier

La sécurité et la réussite des missions – en fait chaque phase du vol – dépendent des cinq ordinateurs de bord. Quatre d'entre eux assurent le déroulement des opérations tout en se contrôlant réciproquement à chaque instant, alors que le cinquième suit en parallèle l'ensemble des opérations et se tient en réserve.

Chaque ordinateur ne dispose que d'une mémoire vive de 106 k; cela paraît évidemment ridicule si l'on songe que le plus petit ordinateur personnel en a une d'au moins 128 k. Il faut toutefois se souvenir du moment où ont été élaborées les spécifications, il y a pas loin de vingt ans, et l'exigence d'une fiabilité optimale, moins bien démontrée alors qu'aujourd'hui.

Cette faible capacité de mémoire a d'une part demandé des prodiges de compacité de la part des programmeurs de logiciel, d'autre part conduit à ce que le logiciel d'une mission soit subdivisé en éléments à charger en cours de mission.

Tous les systèmes de la navette sont commandés par l'intermédiaire des claviers d'ordinateurs, ce qui souligne l'importance de la fiabilité de l'informatique de bord. Une étude approfondie de redondance a conduit à exiger que le déroulement de la mission en cours soit assuré en cas de panne d'un système et que le retour sur terre de la navette soit garanti

Conclusions de l'enquête officielle

La commission d'enquête nommée par le président Reagan a déposé son rapport le 6 juin dernier. Elle confirme ce qu'on savait déjà, c'est-à-dire que l'accident est dû à la défaillance d'un joint d'étanchéité sur le propulseur d'appoint (Solid Rocket Booster) gauche, fabriqué par la maison Morton Thiokol. La fuite qui en a résulté a déséquilibré la navette, alors soumise à des efforts aérodynamiques sortant de son enveloppe de vol, ce qui a entraîné la ruine de la structure. Les dommages résultants excluaient toute possibilité de manœuvre.

La commission a mis au jour de graves lacunes dans la transmission et l'exploitation de l'information au sein de la NASA. C'est ainsi que la vulnérabilité du joint critique était connue, mais que ce facteur a été bagatellisé, bien avant le lancement fatal. Ce point a toutefois été évoqué à nouveau la veille du lancement, en relation avec la température exceptionnellement basse régnant alors au Cap Canaveral. Les réticences des spécialistes ont été balayées par les responsables administratifs du lancement. Il faut relever que la température ne constituait qu'un phénomène aggravant, mais que le joint lui-même constituait un risque indépendamment des conditions météorologiques.

Les conséquences administratives en sont actuellement tirées, parallèlement à l'étude d'une modification technique: l'administrateur de la NASA a été remplacé par James C. Fletcher, qui avait déjà dirigé la NASA.

Il est vrai que la NASA a été soumise à des pressions budgétaires et politiques proprement incompatibles avec la garantie d'un niveau de sécurité élevé: qu'on se souvienne de l'escalade du prix de mise en orbite, actuellement 10 fois plus élevé que prévu à l'origine, à la concurrence d'Ariane ou à la composition de certains équipages.

D'autre part, les spécialistes savent qu'il n'y a rien de plus difficile que de maintenir un degré de vigilance élevé lors de la succession d'opérations en soi dangereuses mais menées à bien sans défaut: la navette devait être une fois victime de sa réputation de fiabilité. Cela est vrai tant de la part des exécutants que des responsables; les dirigeants de la NASA ont été pris complètement au dépourvu par l'accident de *Challenger* et ils ont notamment été incapables de se comporter comme il aurait été souhaitable face à l'opinion publique. Leur désarroi trahissait l'absence d'une analyse complète de tous les événements susceptibles de survenir dans le cadre d'un programme aussi ambitieux.

en cas de panne double. Il est significatif que ce dernier cas ne se soit jamais produit durant les 25 missions effectuées de 1981 à 1986.
Les ordinateurs de bord assurent trois groupes principaux de tâches:

- le guidage de la mission;
- la surveillance et l'exploitation des systèmes de bord;
- les tâches liées aux charges utiles emportées.

La complexité de ces tâches mérite qu'on s'y attarde quelque peu, d'autant plus que les connaissances acquises lors de leur étude ont largement été mises en valeur depuis lors, dans les domaines les plus variés.

Naviguer dans l'espace

La *navigation,* qui consiste à savoir où l'on est et où l'on va, est un impératif de tous les instants pour une mission spatiale. La quintessence des mesures et des calculs effectués dans ce but est constituée par le *vecteur d'état* de la navette. Il définit sa position et son mouvement instantané; il sert donc à prévoir ce qu'il faut faire pour se mouvoir sur la trajectoire voulue, en fonction des lois de la physique et des moyens de propulsion disponibles.
La mise à jour permanente de ce vecteur d'état est donc une tâche prioritaire. Elle s'effectue par une multiplicité de moyens, mis en œuvre et coordonnés par les ordinateurs de bord:

- visée par des capteurs stellaires;
- visées terrestres (il faut toutefois se souvenir que la navette se déplace à quelque 8 km par seconde);
- moyens radiogoniométriques tels que TACAN, Microwawe Landing System (l'aide à l'atterrissage des avions qui va se généraliser ces prochaines années), radio-altimètre, Inertial Measurement Units (plates-formes à inertie classiques, telles qu'on les trouve sur les avions long courriers, par exemple), Air Data System (qui mesure et intègre les paramètres aérodynamiques lors de la rentrée dans l'atmosphère), Star Trackers (système de navigation spatial contenant en mémoire l'image et la position des cent étoiles les plus brillantes).

C'est dire que la précision du point est garantie à tout instant par plusieurs sources indépendantes.
La navette dispose d'un système de *guidage* très évolué, qui permet de contrôler trajectoire et altitude selon une grande variété de critères. Il s'agit au fond d'un pilotage automatique extrêmement évolué, qui permet à l'équipage de maîtriser dans les meilleures conditions des tâches complexes, comme les manœuvres de rendez-vous avec des satellites ou des visées très précises.
La sécurité dépend d'une surveillance étroite de tous les *systèmes* équipant la navette. L'équipage peut contrôler l'état et le fonctionnement de ces systèmes sur l'écran des ordinateurs, grâce à 60 affichages alpha-numériques et graphiques (dont la présentation peu «conviviale» fait mieux mesurer les progrès accomplis dans ce domaine en une quinzaine d'années).
La surveillance des *charges utiles* n'a jusqu'ici pas encore recouru à l'ordinateur, car le degré de complexité est bien plus faible que pour les tâches exposées ci-dessus.

Le déroulement du départ sur orbite

Nombre de questions posées sur les chances de survie des astronautes de *Challenger* trouvent leur réponse dans la séquence de lancement:

- 1re phase: départ avec moteurs principaux et fusées d'appoint allumés. Après 2 minutes et 5 secondes, ces dernières sont larguées;
- 2e phase: montée à l'aide des seuls moteurs principaux, dont la poussée est coupée après 8 minutes environ. Le réservoir principal, contenant environ 1% encore de sa capacité de 700 tonnes, est largué: après avoir survolé le continent africain, il retombe dans l'océan Indien, dans un cercle de 50 km au maximum autour du point de chute théorique. A ce moment, la navette a atteint une altitude de 130 km et une vitesse de 28000 km/h environ. Elle continue néanmoins d'accélérer de 200 à 300 km/h, pour assurer une parfaite séparation d'avec l'énorme réservoir principal et se rendre sur une orbite de transfert.
- 3e phase: la navette règle sa trajectoire de façon à atteindre l'orbite prévue, à l'aide des trois moteurs hypergoliques. Alors que les phases précédentes sont automatiques, l'équipage peut effectuer lui-même les manœuvres nécessaires.

En cas de panne durant les 3 premières minutes, la navette peut revenir atterrir sur le site de lancement, jusqu'ici le *Kennedy Space Center,* à Cap Canaveral, qui dispose d'une piste adéquate.
En cas de panne intervenant plus tard, la navette devrait traverser l'Atlantique pour se poser à Dakar, Saragosse ou Cologne, suivant l'orbite prévue.
Après 6 minutes et demie de montée, l'équipage aurait le choix entre un atterrissage à Saragosse ou la montée sur une orbite basse (~200 km au lieu de 300 km pour l'orbite de transfert), ce qui lui permettrait de souffler un peu avant d'entamer son retour sur terre.
Toutes ces solutions se rapportent évidemment à des cas de panne, et non à une défectuosité majeure comme celle du 28 janvier de cette année, au cours de laquelle la navette a été trop gravement endommagée pour rester manœuvrable.
En cas de panne sur orbite, c'est l'autopilote commandé par ordinateur qui prendrait le commandement des opérations.
C'est aussi le cas de la trajectoire de rentrée, où les communications radio sont bloquées pendant plusieurs minutes par la décomposition en plasma de l'air entourant la navette, par l'échauffement cinétique de cette dernière.

Une question de fenêtres

Le lancement sur orbite d'une navette est soumis à des contraintes précises, notamment celles données par la mission.
C'est ainsi que le rendez-vous avec un satellite sur orbite doit s'effectuer en fonction des lois de la physique et des moyens restreints de contrôler la trajectoire de la navette. C'est pourquoi le lancement est planifié à quelques minutes près en fonction des éléments de l'orbite du satellite visé. Le rapprochement définitif n'est possible que pour une proximité raisonnable du chasseur et de sa cible. C'est une fenêtre à la fois spatiale et temporelle qui détermine l'accomplissement d'une manœuvre de rendez-vous.
Sur orbite, la navette est avant tout un corps céleste, soumis aux lois de Kepler et capable d'ajustements et non de véritables changements de trajectoire.
Le merveilleux travail effectué par les équipages qui ont capturé des satellites pour les réparer et les remettre sur orbite, notamment au moyen d'un bras mobile articulé ainsi que de l'engin permettant aux astronautes de se déplacer librement dans l'espace, n'était possible que moyennant cette précision temporelle du lancement.
On retrouve ces fenêtres lors de la rentrée sur terre: il convient d'aborder l'atmosphère en se maintenant constamment dans un volume idéal bien défini, mais allant constamment se rétrécissant, comme un avion se dirigeant vers la piste à l'aide du système d'atterrissage aux instruments ILS (Instrument Landing System): les écarts tolérés se font de plus en plus faibles pour se réduire à quelques mètres, en hauteur et latéralement.

La navette: quel avenir?

L'exposé de Claude Nicollier était porté par une conviction: les navettes spatiales reprendront leurs missions, dans un à deux ans probablement. La raison en est évidente: ces véhicules accomplissent certaines missions inaccessibles à tout autre engin, habité ou non, hors de toutes considérations de prestige. La navette spatiale n'est pas le «Concorde» de l'espace.
C'est ainsi qu'il est prévu de mettre sur orbite un télescope de 2,4 mètres de diamètre, qui, hors du filtre que constitue l'atmosphère, ouvrira à l'astronomie des possibilités jusqu'ici inaccessibles pour l'étude de notre univers.
La construction de stations orbitales, avec pour but lointain l'exploration d'autres planètes par l'homme, n'est prati-

quement concevable qu'à l'aide de tels «camions», capables d'emmener sur orbite matériaux et constructeurs. La réalisation de telles stations reste prévue pour la dernière décennie de notre siècle. Seule la navette spatiale permet de l'envisager dans ce délai.

Cela suppose, bien sûr, une révision des missions prévues, la priorité étant à donner aux missions techniques et scientifiques (devant par ailleurs cohabiter avec les missions militaires). Les navettes sont trop précieuses pour être gaspillées à des fins de simples relations publiques, d'autant moins qu'il est peu vraisemblable que quelque 2,5 milliards de dollars soient affectés à l'achat d'une navette destinée à remplacer *Challenger,* du moins pour des applications civiles: il faudra donc se contenter de trois véhicules[1]. Cette somme pourrait certainement être mieux utilisée pour des développements nouveaux. La cadence des lancements, qui pourraient reprendre au plus tôt le premier semestre de 1988, ne dépasserait pas 9 par an, au lieu des 24 prévus avant l'accident.

Le lancement du projet de navette spatiale européenne *Hermès* montre bien le prix attaché à la formule de l'exploration spatiale au moyen d'engins pilotés récupérables, même si *Hermès* est bien plus modeste que la navette américaine.

On souhaite vivement à Claude Nicollier, qui est le seul astronaute étranger appartenant à la NASA, de voir sa conviction récompensée et d'être dans un proche avenir acteur d'une ou de plusieurs de ces missions dévolues à la navette spatiale, le plus extraordinaire véhicule de notre siècle.

Jean-Pierre Weibel

[1]Aux dernières nouvelles, il serait question de chercher un financement privé de cette nouvelle navette. Rappelons que la construction d'une cinquième navette avait été refusée en son temps, mais qu'un crédit de 110 millions de dollars avait été accordé pour la production de pièces de rechange, ce qui soulagerait très modestement la facture du remplacement éventuel de *Challenger.*

Bibliographie

Conception des véhicules spatiaux

par *Daniel Marty.* – Un volume 16,5 × 25 cm, relié, 644 pages avec 5 photographies, 450 figures et diagrammes ainsi que de nombreux tableaux. Editions Masson, Paris, 1986.

Le développement rapide de toutes les branches contribuant à l'industrie aéronautique et aérospatiale a non seulement comme corollaire, pour le professionnel, une difficulté croissante de se tenir à jour, mais également, pour les porteurs des connaissances nouvelles, celle de les formuler et de les rendre accessibles à ceux qui en auront besoin.

C'est la raison pour laquelle on ne trouve plus en aéronautique, ni dans le monde anglo-saxon, ni dans les milieux de langue française ou allemande, de livres succédant aux ouvrages de synthèse de jadis, devenus de véritables classiques.

La mise à jour s'effectue par le dépouillement des innombrables rapports techniques (qu'on pense aux *NASA Technical Reports*), dans la mesure où ils sont librement accessibles. En effet, des organisations comme l'AGARD (Advisory Group on Aeronautical Research and Developpment), issu de l'OTAN, restreignent la diffusion de certaines publications aux organismes officiels des pays membres.

Certaines écoles ont à leur programme des cours consacrés à la technique aéronautique et aérospatiale, cours dont la documentation n'est pas toujours sans autre accessible au praticien. A ce sujet, c'est avec quelque mélancolie qu'on retrouvera dans ce livre la mention de l'héritage d'un Ackeret (mélancolie, quand on songe à la perte de substance subie par l'EPFZ dans ces domaines de pointe où elle s'illustra naguère).

Par ailleurs, les quelques ouvrages de base encore édités demandent un investissement de temps considérable pour leur rédaction et courent le risque de ne présenter qu'une valeur limitée dans le temps ou dans les domaines traités.

Cet ouvrage *Conception des véhicules spatiaux* constitue une exception heureuse à bien des égards.

D'une part, il traite l'ensemble des domaines concernés par la conception de ces engins – commençant par les notions de base pour en arriver à des cas concrets (satellites artificiels, véhicules interplanétaires, lanceurs conventionnels ou réutilisables), sans tomber dans le simplisme. Il présente en effet les outils mathématiques nécessaires pour pouvoir aborder tant les problèmes de structure, de propulsion que de dynamique.

D'autre part, il est l'œuvre d'un praticien éprouvé, puisque l'auteur est ingénieur à la direction des lanceurs du Centre national d'études spatiales (CNES) français. Il a réussi à rédiger une synthèse de ses expériences dans un temps suffisamment court pour que la valeur n'en soit pas rapidement dépassée pour le praticien. Il va de soi qu'il ne suffira pas de posséder la matière présentée ici pour aborder avec succès la conception d'une navette spatiale ou d'un concurrent pour *Ariane.* En revanche, l'étude de cet ouvrage donne une bonne compréhension de l'interpénétration des nombreuses disciplines entrant en jeu. Les méthodes de calculs exposées permettent de travailler sérieusement au stade de l'avant-projet et d'évaluer la faisabilité de solutions élaborées dans cette phase des travaux. Elles constituent également une excellente introduction pour l'étudiant-ingénieur qui envisage de faire carrière dans ce domaine d'avant-garde. Il est intéressant de relever à ce sujet qu'une part assez importante de l'ouvrage est consacrée à ce qu'un ingénieur civil pourrait considérer comme un rappel des notions de base de la statique des structures (c'est ainsi qu'un formulaire rassemble les méthodes de calcul des efforts tranchants et des déplacements pour divers cas de charge des poutres et consoles à section constante...). On se souviendra que les échanges entre le génie civil et la construction des avions – aujourd'hui des véhicules spatiaux – ont une longue tradition derrière eux, dont la théorie des éléments finis ne constitue que l'un des épisodes récents.

Le caractère de synthèse portant sur un vaste éventail de disciplines et la pression évidente du temps sur l'auteur ne sont pas sans laisser quelques traces, qu'il s'agisse d'erreurs manifestes quoique mineures (ce n'est pas en 1822, mais en 1922 qu'Hermann Oberth publia son étude sur les «fusées pour l'espace interplanétaire; ce que l'auteur nomme improprement une *crique* est en réalité une *fissure,* une crique étant un repli de matériau venu d'usinage, d'où le terme de crique, emprunté à la géographie) ou d'un certain manque de rigueur dans la présentation des exemples pratiques.

Ces imperfections n'enlèvent rien à la valeur de l'ouvrage, qui saura retenir l'attention du lecteur curieux des choses de l'espace ou du professionnel mis en contact avec des problèmes relevant de la technique et des sciences aérospatiales. Il est particulièrement réjouissant qu'un tel livre nous soit proposé en français. L'abondante bibliographie, en fin d'ouvrage, nous montre la place de choix que va occuper cette synthèse dans la littérature spécialisée internationale.

A ce titre, il s'agit d'un ouvrage de base dans la bibliothèqque de l'ingénieur en aéronautique ou de l'ingénieur-mécanicien travaillant pour cette industrie ainsi que de l'étudiant désireux de se maintenir en contact avec une branche de grand avenir.

Juste retour des choses: l'aérospatiale a puissamment contribué au développement de l'informatique; cette dernière, par l'intermédiaire du traitement électronique de texte, a permis à l'auteur de réaliser rapidement – et probablement à meilleur compte – son ouvrage.

Jean-Pierre Weibel

Les bienfaits du temps

par *Franz Füeg.* – Un volume 20 × 21 cm, 296 pages, 208 illustrations. Editions Presses polytechniques romandes, 1015 Lausanne, 1985. Prix broché: Fr. 56.–.

«L'ouvrage est un exposé sur les tendances architecturales depuis 1950 et des tendances idéologiques qui y ont trait. En même temps, les textes démontrent une participation passionnée au travail de ceux qui sont responsables de l'architecture. Toute pensée relative à l'architecture a son point de départ dans la supposition qu'elle n'est ni un remède pour une vie exempte de conflit, ni un moyen de créer des états psychiques et sociaux pour l'homme et la société, mais que l'architecture pourrait contribuer à une évolution ou une dégradation de ces états.»

L'architecture est envisagée non seulement comme un événement esthétique, mais en premier lieu comme le reflet de courants intellectuels, politiques et économiques et de développements techniques.

Du fait que l'on s'attende à ce que le manque de temps pour observer des événements et des erreurs commises lors de nombreux ouvrages réalisés rapidement soit compensé quelque peu par la recherche, des propositions sont faites en matière de construction et d'architecture, sans toutefois qu'il soit question d'une traduction directe de la recherche par une meilleure architecture. Ces résultats pourraient cependant agir comme des organes de contrôle permettant d'éviter plus facilement des erreurs et de réduire les vices de construction.

Tous les essais s'inscrivent dans un contexte de contribution à une meilleure architecture, une architecture qui procurerait un plus grand plaisir et rendrait de meilleurs services. Mais il n'est dit que peu de choses sur l'aspect que devrait avoir une telle architecture, parce que les modes de vie des hommes et leurs impressions sont variés et variables, si bien qu'aucune architecture ne peut être définie pour leur correspondre exactement; en effet il en existe une multitude.

Rappelons que nos lecteurs ont eu le privilège de prendre connaissance, en primeur, d'un important extrait de cet ouvrage dans notre nº 19 du 15 septembre 1983.