



CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES

Service Culture Spatiale du CNES
18, avenue Edouard Belin - 31401 TOULOUSE CEDEX 9
Tél. : ()5 61 27 31 14 / Fax : ()5 61 28 27 67
Site Internet : www.cnes-edu.org



PLANETE SCIENCES - Secteur Espace
16, place Jacques Brel - 91130 RIS-ORANGIS
Tél. : ()1 69 02 76 10 / Fax : ()1 69 43 21 43
Site Internet : www.planete-sciences.org/espace

De quel coté faut-il placer la couverture ?

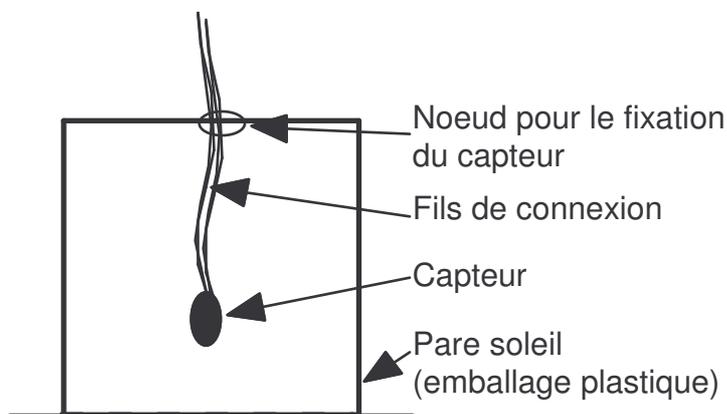
Couverture/CNES

Références	BALLON/COUV/1/PLASCI/V1_0
Version	1.0
Etat	Pour application
Date d'édition	1 octobre 1999
Nb pages	5

Les nacelles de ballons traversent la haute atmosphère. La température descend alors jusqu'à $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$. La faible pression atmosphérique diminue le phénomène de convection qui, au sol, équilibre la température des objets grâce aux mouvements de l'air. Les échanges thermiques radiatifs deviennent prépondérants. Ainsi, diverses mesures de températures effectuées sur des nacelles montrent que le rayonnement direct du Soleil peut porter localement certaines surfaces extérieures à 30 ou $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, alors que la température intérieure de la nacelle décroît régulièrement au cours du vol. Nous cherchons néanmoins à ce que, dans ce nouvel environnement thermique, les expériences embarquées continuent de fonctionner correctement et, pour cela, nous devons les protéger.

De façon générale, nous devons lutter contre le refroidissement de l'intérieur des nacelles et protéger de l'échauffement les capteurs exposés à l'extérieur, surtout quand ils ont une couleur sombre.

Pour les capteurs, la solution est relativement simple, il suffit de les placer à l'ombre pour les soustraire au flux solaire direct. Ainsi, le dessin ci-dessous décrit une manière d'installer un capteur de température pendu sous une nacelle avec quelques chances de mesurer la température de l'air.



Pour protéger leurs contenus, les nacelles sont réalisées en assemblant des panneaux de matériaux isolants (type polystyrène extrudé). Pour parfaire le tout, elles sont souvent emballées comme des paquets-cadeau avec une feuille plastique métallisée, vendue dans le commerce sous l'appellation de couverture de survie. Ces couvertures possèdent une surface dorée et une autre argentée et, dans la grande majorité des cas, le côté doré est placé à l'extérieur.

Lorsque l'on interroge les jeunes qui construisent des nacelles sur les raisons qui les ont amenés à choisir un côté plutôt qu'un autre, voici les réponses les plus souvent obtenues :

- "je ne me suis jamais posé la question",
- "j'ai imité la nacelle du club voisin",
- "le côté doré à l'extérieur, c'est vraiment plus chouette",
- "j'ai remarqué sur des photos que les satellites sont dorés",

A part la dernière réponse qui indique un sens certain de l'observation, base de toute démarche scientifique, et l'avant-dernière qui peut se justifier si la nacelle est conçue pour véhiculer une image de marque et accessoirement transporter une expérience, les autres réponses ne correspondent pas au

traditionnel sérieux dont font preuve les Clubs. Alors pour combler cette lacune, nous avons cherché à répondre à la question :

De quel côté doit-on placer la couverture de survie ?

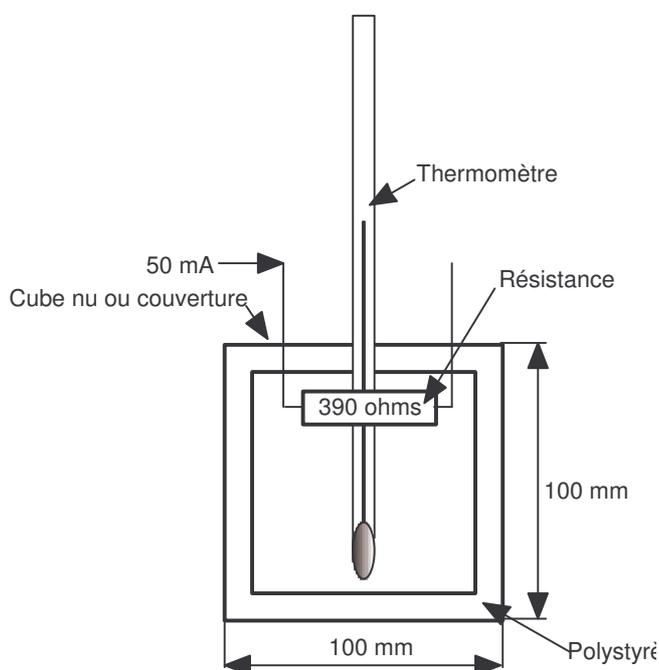
A cet instant du palpitant récit et afin de jouer sur le suspense nous avons failli éditer cet article en deux épisodes. Mais pour ménager votre santé (et comme nous ne sommes jamais sûrs qu'il existera un numéro suivant à notre revue), nous avons préféré vous délivrer dès aujourd'hui les résultats de notre intense labeur !

Le mode d'emploi de ces couvertures est troublant. Il indique qu'il faut placer le côté doré vers le blessé pour limiter son refroidissement. N'a-t-on pas le même souci de limiter le refroidissement de la nacelle ? Donc, d'après les fabricants, les couvertures sont le plus souvent installées sur les nacelles à l'envers.

Pour vérifier cette affirmation, nous avons réalisé trois cubes en polystyrène de 10 cm de côté, le premier nu, le second emballé dans une couverture avec le doré à l'extérieur, le troisième emballé dans la même couverture mais avec le côté argenté à l'extérieur.

Dans un premier temps, nous avons placé à l'intérieur de chaque cube, une résistance de 390 Ohms parcourue par un courant constant de 50 mA. Elle permet de produire une quantité de chaleur calibrée d'environ 1 W qui simule celle produite par l'électronique à l'intérieur d'une nacelle.

Un trou dans chaque cube laissait la place pour un thermomètre.



Après avoir attendu la stabilisation, nous avons relevé les températures d'équilibre suivantes :

- cube nu : 30 °C
- cube avec dorure à l'extérieur : 34 °C
- cube dorure à l'intérieur : 37 °C.

La température extérieure étant dans les trois cas de 18 °C.

Pas de doute : la couverture de survie a des propriétés isolantes mais elle est plus efficace quand le côté doré est placé vers la source de chaleur à protéger.

Ensuite, les cubes ont été placés quelques centimètres au-dessus d'une plaque halogène d'une cuisinière électrique dans l'espoir d'imiter le rayonnement solaire. Pour ne pas modifier les cubes nous n'avons pas retiré les résistances mais par contre nous ne les avons plus alimentées. Du fait de notre empressement, nous avons fait fondre le premier cube, ce qui a entraîné une laborieuse séance de nettoyage afin de rester en bon terme avec la propriétaire de la cuisinière. Nous avons ensuite repris normalement notre expérimentation et avons relevé les températures suivantes après 10 minutes d'exposition :

- cube nu : fondu,
- cube avec dorure à l'extérieur : 40 °C,
- cube dorure à l'intérieur : 55 °C.

A première vue, le résultat est surprenant et contradictoire avec la première expérience puisque le côté doré à l'extérieur semble ne pas avoir freiné l'entrée de la chaleur dans le cube. En regardant la source halogène à travers la couverture de survie, il faut remarquer qu'elle est semi-transparente. Ceci permet de comprendre son fonctionnement.

Dans les deux cas, l'épaisseur de la couverture joue un rôle négligeable. Elle est en effet de 100 microns environ à comparer aux 20 mm des parois. Les propriétés isolantes viennent de son aspect réfléchissant qui renvoie le rayonnement infrarouge. Or l'or est meilleur miroir que l'argent pour l'infrarouge.

Dans le premier cas, la chaleur est mieux confinée quand le côté doré est placé vers l'intérieur, car le rayonnement du cube est renvoyé vers lui.

Dans le deuxième cas, la lumière de la source halogène pénètre dans le cube à travers la couverture semi-transparente. Le cube s'échauffe et la couverture piège la chaleur par effet de serre. L'effet de serre est plus efficace quand le côté doré est placé vers l'intérieur pour la même raison que précédemment.

Par contre sur un satellite où l'on doit lutter contre le rayonnement direct du Soleil que l'absence totale d'atmosphère ne régularise plus et évacuer la chaleur intérieure produite par l'électronique de bord, les protections sont de couleur dorée à l'extérieur. Les visières dorées des casques de pompiers fonctionnent sur le même principe : renvoyer la chaleur du foyer pour éviter qu'elle n'atteigne le visage. Par contre, un campeur qui souhaite s'abriter du froid doit placer la face dorée de sa couverture contre lui.

Conclusions: puisque sur une nacelle le refroidissement de son contenu est l'effet prédominant contre lequel nous souhaitons lutter, on a tout intérêt à placer **le côté doré vers l'intérieur** pour confiner la chaleur et bénéficier d'un effet de serre et tant pis pour l'esthétique.

Maintenant, choisissez votre côté !

Pierre Debaets (GSA)
Michel Maignan (PLANÈTE SCIENCES)