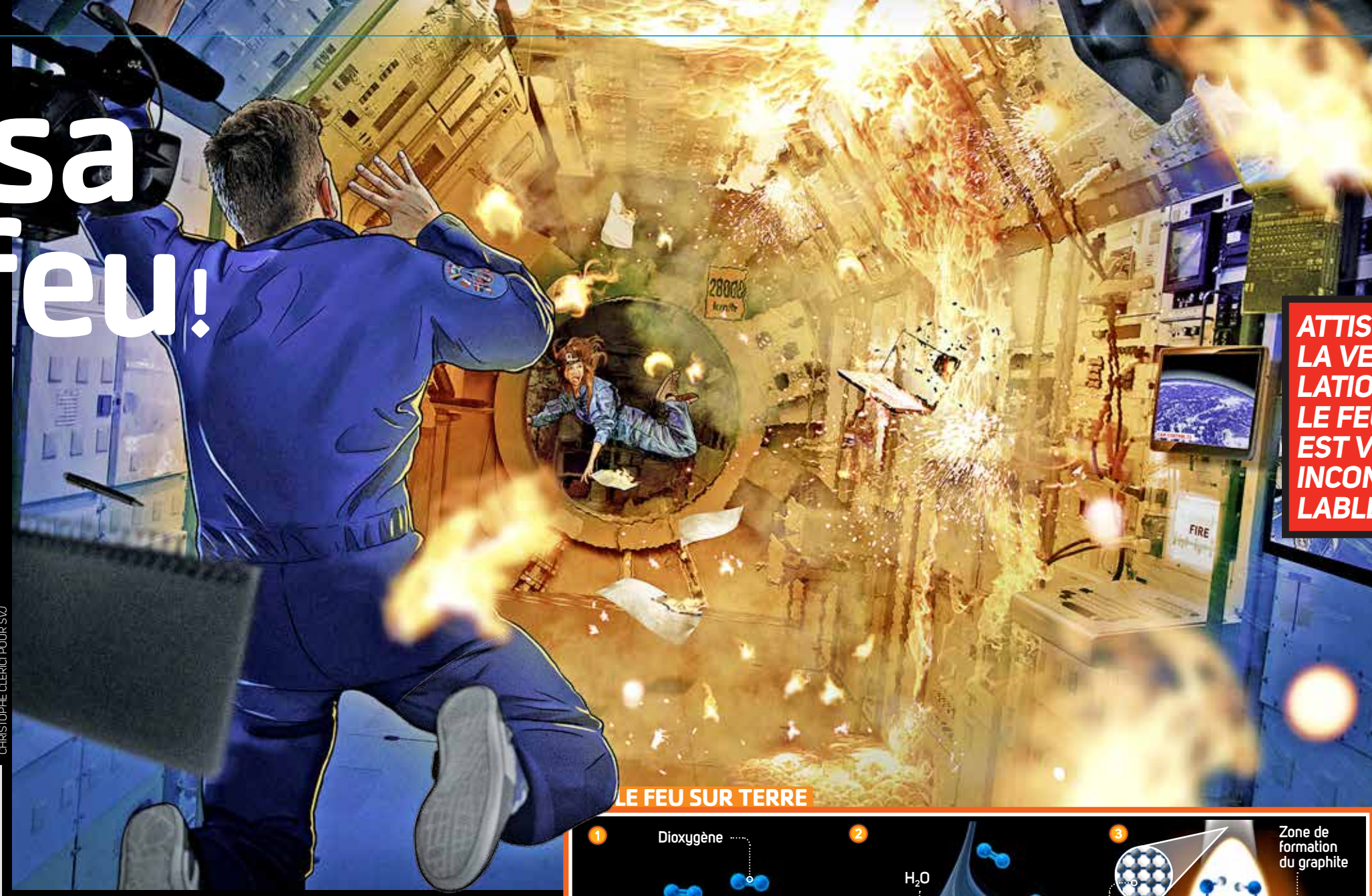


Quand la Nasa joue avec le feu!

Un des pires accidents qui puissent survenir dans l'espace est le départ d'un incendie. C'est pourquoi l'agence spatiale américaine a mis au point une mission pour étudier la propagation du feu en absence de gravité. Chaud devant!

Romain Raffegaud

CHRISTOPHE CLÉRICI POUR SVZ



ATTISÉ PAR LA VENTILATION, LE FEU EST VITE INCONTRÔLABLE

ils retrouvent leur sang-froid. L'entraînement au sol en Russie les a préparés à de telles éventualités. Chacun sait ce qu'il a à faire. D'abord, enfiler un masque relié à des bonbonnes d'oxygène. Reinhold sait bien qu'en temps normal, il a de quoi tenir deux heures et demie. Mais avec le stress et l'angoisse, le souffle est plus rapide. Reinhold et ses collègues constatent rapidement qu'ils consomment trop d'oxygène. Ils ont de l'air pour une heure tout au plus... Ça laisse peu de temps pour maîtriser l'incendie et filtrer l'air plein de fumée du module central pour le rendre à nouveau respirable.

Les astronautes vident un premier extincteur sur le générateur d'oxygène, qui continue de brûler. Un second extincteur est utilisé, puis un troisième. Enfin l'incendie s'éteint. Ouf! C'est seulement le lendemain que le centre russe au sol pourra reprendre contact avec Mir et mesurer l'ampleur du désastre qui aurait pu s'avérer dramatique...

Pas d'issue de secours pour s'échapper

Heureusement, à bord d'une station spatiale, en orbite autour de la Terre, il y a toujours la possibilité de s'échapper avec une navette de secours. Mais ce ne sera pas le cas pour les premiers astronautes qui partiront à la conquête de Mars. Sur le chemin de la Planète rouge, située à 60 millions de kilomètres de chez nous, il ne peut pas y avoir de solution de repli. Il est indispensable de pouvoir vaincre un incendie qui se déclare à bord. Sinon, c'est la mort assurée pour les passagers... Et c'est là où les choses se corsent : dans l'espace, le feu ne ressemble pas vraiment à ce qu'on connaît sur Terre. Pourquoi? À cause de l'absence de gravité. La gravité, c'est cette force qui fait qu'une pomme qui tombe d'un arbre chute sur le sol. Sans elle, nous flotterions comme les astronautes. Ainsi, une expérience //

Le 20 mai, la Nasa lancera la mission Saffire, qui promet d'être particulièrement audacieuse. L'agence spatiale américaine va mettre le feu dans l'espace! Rassurez-vous : personne ne sera à bord lorsque tout va cramer. D'ailleurs, la Nasa ne compte faire brûler qu'un échantillon de tissu, enfermé à l'intérieur d'une

boîte. Celle-ci se trouve dans la navette cargo Cygnus OA-6 venue livrer du matériel à la Station spatiale internationale (ISS) en mars dernier. Une fois que Cygnus se sera éloignée de la station, l'expérience débutera : une étincelle déclenchée à distance provoquera l'incendie (voir schéma p. 48-49). L'objectif de cette mission est d'étudier précisément comment des

Mais au moment où il l'amorce, le générateur explose! Ça crépite dans tous les sens, les flammes sont aussi longues qu'un bras, des particules d'aluminium s'échappent et flottent dans l'habitable, qui est rapidement envahi par la fumée.

On a déjà frôlé la catastrophe!

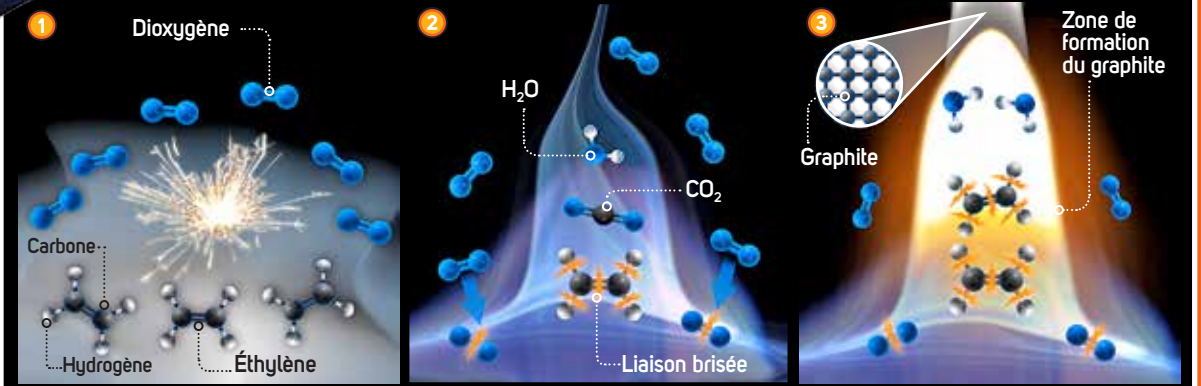
Alerte générale dans la station! «Пожар!» («Au feu!» en russe) crie Reinhold. L'astronaute craint pour la vie de son collègue Sasha, heureusement sain et sauf. Les six passagers doivent réagir rapidement et ne pas laisser les flammes se propager. L'idée leur traverse l'esprit de quitter Mir, mais très vite,

flammes se propagent en absence de **>gravité<**. Car un incendie loin de notre planète, vous vous en doutez, ça peut vite devenir catastrophique. Demandez à Reinhold Ewald. En février 1997, cet astronaute allemand est à bord de la station spatiale russe Mir. Son collègue Sasha Lazutkin part changer un générateur d'oxygène dans le module central.



À gauche, la flamme d'une bougie telle qu'on la voit sur Terre. À droite, la même flamme dans l'espace : sans gravité, elle change de forme et de couleur!

LE FEU SUR TERRE



Pour qu'il y ait du feu, il faut trois éléments : du dioxygène (présent dans l'air, constitué de deux atomes d'oxygène), de la chaleur (provoquée par une étincelle, par exemple) et un combustible (ici, de l'éthylène, un gaz inflammable). Chaque molécule d'éthylène est composée de deux atomes de carbone et de quatre atomes d'hydrogène.

Sous l'effet de la chaleur, les liaisons entre les deux atomes de carbone et les atomes d'hydrogène se rompent. Les atomes de carbone s'associent alors avec des molécules d'oxygène de l'air pour former du dioxyde de carbone, CO₂. De même, les molécules d'hydrogène interagissent avec l'oxygène pour former de l'eau, H₂O, sous forme de vapeur. Mais tout le combustible n'est pas immédiatement brûlé.

Une partie de l'éthylène chauffe et s'élève un peu puis «stagne» au centre de la flamme, dans une zone où il ne rencontre pas encore d'oxygène. La chaleur qui y règne (1700 °C) entraîne une forte agitation des molécules d'éthylène : leurs liaisons se brisent et les atomes de carbone se regroupent entre eux car ils ne trouvent pas d'oxygène. Cette réaction produit une vive lumière et des particules de graphite, qui sont évacuées en fumée.

ZOOM
La gravité terrestre est la force qui attire tous les corps situés à la surface de la Terre vers le centre de la planète.

de la Nasa montre que la forme d'une flamme de bougie en absence de gravité s'apparente à une bulle de savon, alors que sur Terre elle ressemble à une larme (voir photo p. 46). En effet, les gaz chauds sont plus légers que les gaz froids. Conséquence lorsqu'il y a une gravité : les gaz chauds s'élèvent tandis que les gaz froids retombent. C'est ce qui fait qu'une montgolfière s'envole, par exemple. Et c'est ce qui donne à la flamme sa forme étirée vers le haut sur Terre. Mais sans gravité, il n'y a ni bas ni haut. Les gaz « brûlent » sur place. D'où cette parfaite forme sphérique.

Un tissu livré aux flammes

En fait, dans une navette, les choses ne se passent pas tout à fait comme ça. Certes il n'y a pas de gravité, mais il existe un système de ventilation

LA BOÎTE À FEU DE LA NASA

Le principe est simple. Une étincelle, déclenchée à distance, embrase le morceau de tissu installé dans la boîte. Les flammes sont propagées par le flux d'air généré par un système de ventilation. Les caméras filment la combustion. Leurs images, et les données des capteurs (température, nature des gaz émis), seront transmises aux équipes de la Nasa à terre.

C'est dans cette navette cargo Cygnus OA-6 que va se dérouler la mission Saffire : une expérience d'incendie en l'absence de gravité.

qui brasse l'air en permanence. C'est indispensable pour renouveler l'oxygène et supprimer le dioxyde de carbone (CO₂) expiré par les astronautes. Sans ça, ils suffoqueraient ! Or, cette ventilation pousse la flamme dans le sens du flux d'air. Elle ressemble alors un peu à la coque d'un bateau à

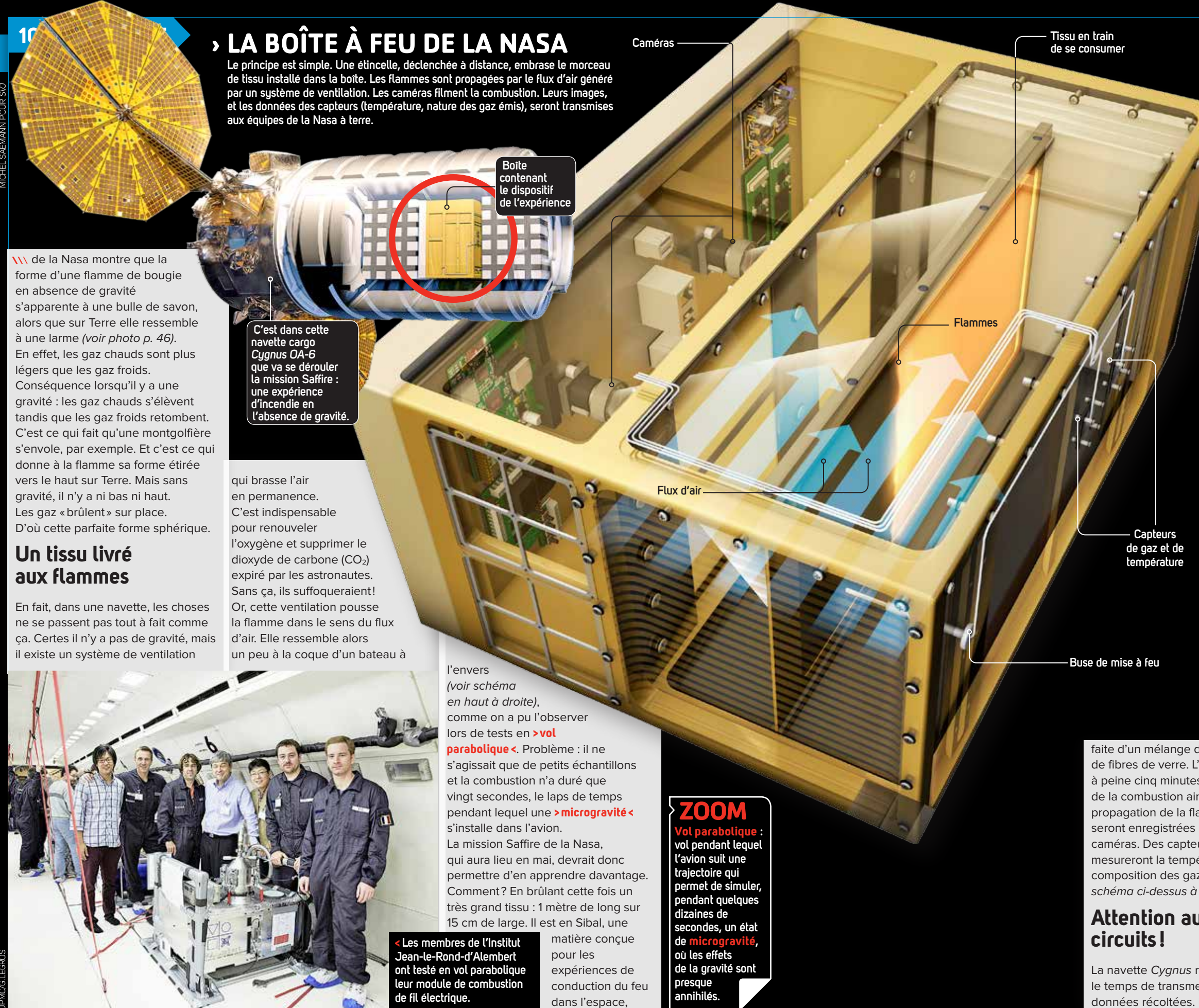
l'envers (voir schéma en haut à droite), comme on a pu l'observer lors de tests en >vol parabolique<. Problème : il ne s'agissait que de petits échantillons et la combustion n'a duré que vingt secondes, le laps de temps pendant lequel une >microgravité< s'installe dans l'avion. La mission Saffire de la Nasa, qui aura lieu en mai, devrait donc permettre d'en apprendre davantage. Comment ? En brûlant cette fois un très grand tissu : 1 mètre de long sur 15 cm de large. Il est en Sibal, une

< Les membres de l'Institut Jean-le-Rond-d'Alembert ont testé en vol parabolique leur module de combustion de fil électrique.

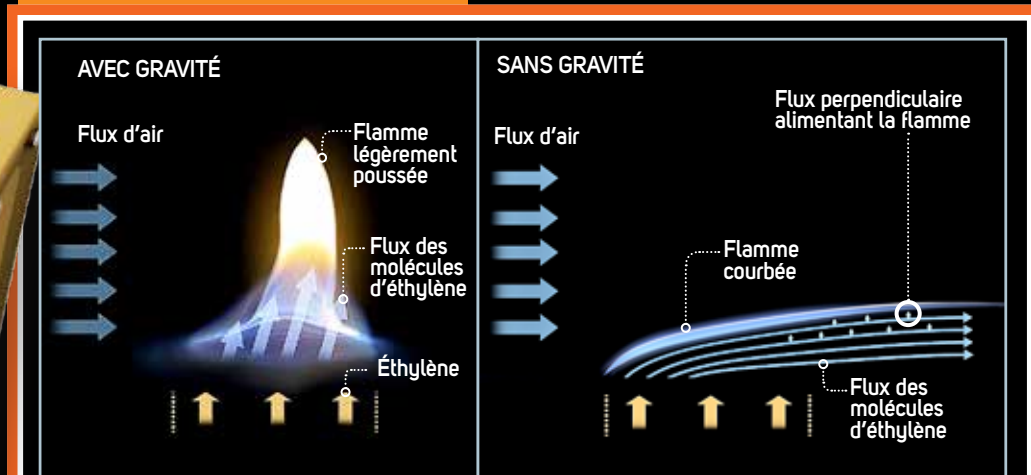
matière conçue pour les expériences de conduction du feu dans l'espace,

ZOOM

Vol parabolique : vol pendant lequel l'avion suit une trajectoire qui permet de simuler, pendant quelques dizaines de secondes, un état de microgravité, où les effets de la gravité sont presque annihilés.



LA FLAMME DANS L'ESPACE



Le système de ventilation dans les stations orbitales crée une circulation d'air, composé de 21% de dioxygène et de 79% de diazote. Ces schémas montrent un combustible, de l'éthylène, qui prend feu sous un flux d'air se déplaçant à une vitesse d'une dizaine de centimètres par seconde. À droite, en présence de gravité, la flamme s'établit comme sur Terre. Les molécules d'éthylène se déplacent du bas vers le haut puisque les gaz chauds s'élèvent dans l'air. Mais la ventilation pousse légèrement la flamme dans le sens du flux d'air (ici, vers la droite).

À gauche, en absence de gravité, la flamme est seulement mue par la vitesse de l'air ventilé. Conséquence : elle n'a plus sa forme sphérique et se courbe sous l'action du flux d'air. Les molécules d'éthylène situées sous la flamme suivent le même mouvement. Certaines de ces molécules vont se déplacer perpendiculairement au mouvement pour alimenter la flamme en carburant. Elles sont comme « aspirées » en quelque sorte par la flamme qui a besoin de combustible pour continuer de brûler.

précipitera au-dessus de l'océan Pacifique pour se désagréger en rentrant dans l'atmosphère terrestre.

La mission Saffire n'est que la première du genre. Deux autres sont prévues d'ici la fin de l'année pour tester d'autres types de matière : silicone, Plexiglas (un plastique transparent très solide), Nomex (une fibre résistante aux flammes)...

Des matériaux utilisés couramment dans les navettes spatiales ou pour les combinaisons des astronautes. Les Européens sont aussi de la partie. Une équipe de chercheurs et d'ingénieurs français de l'institut Jean-le-Rond-d'Alembert travaille en collaboration avec la Nasa sur Saffire. Elle prépare un module d'expérimentation qui prendra le chemin de la Station spatiale internationale l'année prochaine. À l'intérieur, ils ne feront pas brûler du tissu, mais des fils électriques,

toujours sous le flux d'air d'une ventilation. En effet, un simple court-circuit peut suffire à provoquer

un incendie dans une navette bourrée de composants électroniques ! Grâce à toutes les données ainsi collectées, les chercheurs pourront améliorer les logiciels de simulation d'incendie dans l'espace, et trouver des parades pour éteindre un feu sans extincteurs.

Car ces appareils ont l'inconvénient de projeter de l'eau et des agents anti-inflammables, qu'il faut ensuite nettoyer et filtrer. On pourra ainsi tester virtuellement les effets sur les flammes d'une chute brutale d'oxygène ou de la ventilation. Objectif : concevoir un vaisseau ultrasécurisé qui permettra aux astronautes de rejoindre sans encombre la planète Mars à l'horizon 2030... /

Remerciements à Guillaume Legros et Jean-Marie Citerne (Institut Jean-le-Rond-d'Alembert), et Reinhold Ewald (Agence spatiale européenne).

DANS UN VAISSEAU, DUR DE NETTOYER LA MOUSSE D'UN EX-TINCTEUR !

faite d'un mélange de coton et de fibres de verre. L'incendie durera à peine cinq minutes et les images de la combustion ainsi que la propagation de la flamme sur le tissu seront enregistrées par deux caméras. Des capteurs et des sondes mesureront la température et la composition des gaz émis (voir schéma ci-dessus à gauche).

Attention aux courts-circuits !

La navette Cygnus restera en orbite le temps de transmettre toutes les données récoltées. Ensuite, elle se