

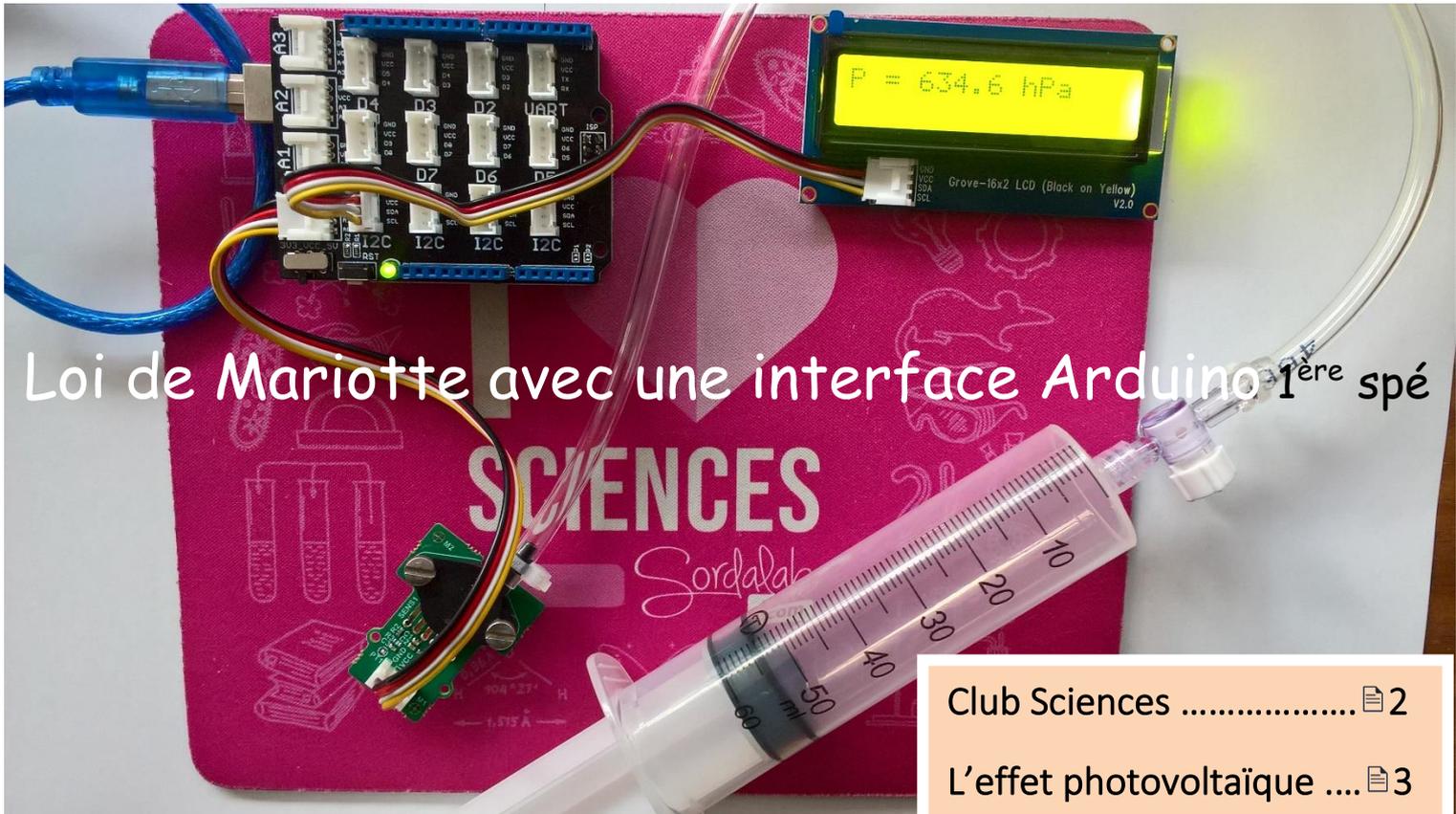
↗ Lavoisier      ↗ Newton  
 139      56      186  
**LA FENETRE**  
 57      26      75  
 ↘ Faraday      ↘ Einstein



# 211  
Février

12354  
2020

Direction artistique et maquette FLATTOT Christian – Cours Maintenon 10 boulevard Pasteur « Maison Tulasne » BP 71541 – 83409 HYERES Cedex –



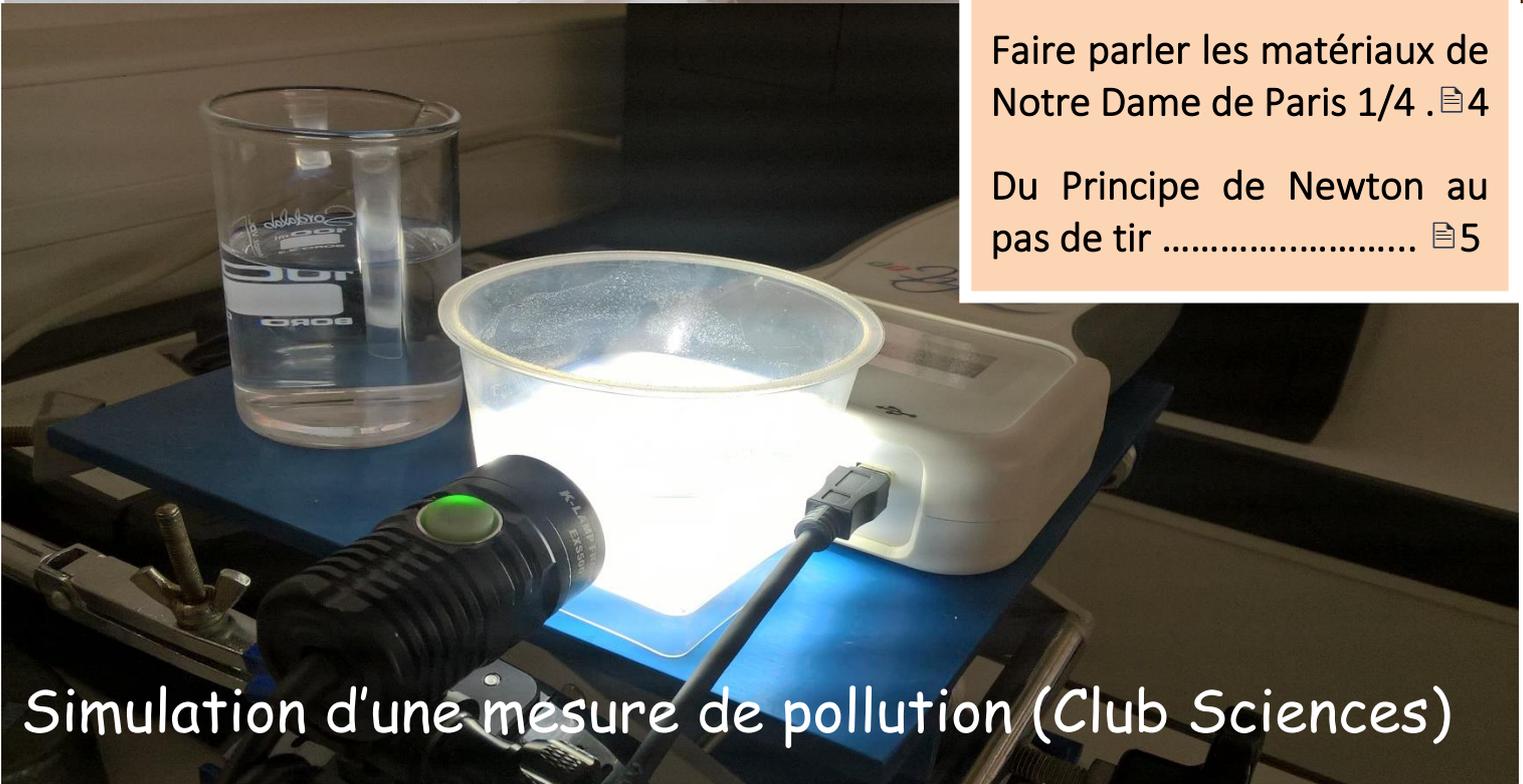
Loi de Mariotte avec une interface Arduino 1<sup>ère</sup> spé

Club Sciences ..... 2

L'effet photovoltaïque .... 3

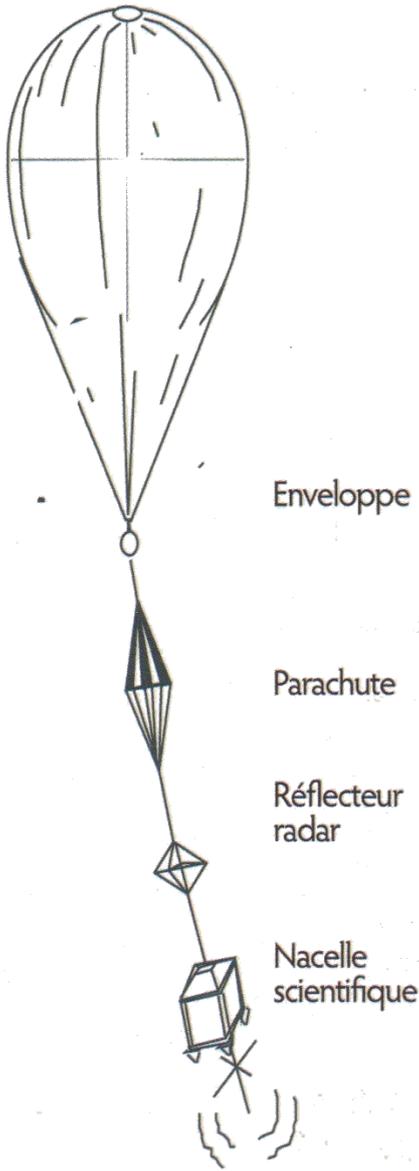
Faire parler les matériaux de Notre Dame de Paris 1/4 . 4

Du Principe de Newton au pas de tir ..... 5



Simulation d'une mesure de pollution (Club Sciences)

# CLUB SCIENCES



Bonjour, je m'appelle Florian de la 6<sup>e</sup>1 et je fais partie du Club Sciences. En ce moment, nous travaillons sur un ballon météorologique à énergie solaire : nous avons commencé la nacelle et nous sommes en possession de deux ballons et d'une station météorologique. Nous avons aussi commencé la préparation des pancartes pour la fête des sciences. Moi je fais des mesures de météo chaque semaine et je compte en faire un graphique.

Texte Florian Moumaneix



Au Club de sciences, on ne s'ennuie pas. En plus nous sommes toujours de bonne humeur pour faire des expériences à couper le souffle. Tout le monde paraît sérieux mais au fond nous sommes très excités... de plus, ce n'est pas tous les jours qu'on peut intégrer un club de science extraordinaire. Ce club, pour nous n'est pas seulement un moment où on fait de simples expériences, mais un endroit où toute chose peut arriver. Merci à monsieur Flattot pour le club.

Texte Solana Deletroy (6<sup>e</sup> 5), Marie Dodin Henri (6<sup>e</sup> 1), Pauline Helchelbech (6<sup>e</sup> 1)



# L'EFFET PHOTOVOLTAÏQUE

C'est au physicien français Edmond Becquerel - et non pas à son père Antoine, comme on le lit souvent - que l'on doit la découverte, en 1839, de l'effet photovoltaïque. Et donc de l'énergie solaire, puisque c'est grâce à cela que la lumière est transformée en électricité. Explications.

## 01 Charge positive

Les cellules photovoltaïques sont composées de deux couches de silicium. Ce matériau, à la conductivité électrique imparfaite, fait partie de ce que l'on appelle les semi-conducteurs. L'une des couches est dopée positivement avec du bore, dont les atomes comptent un électron ( $e^-$ ) de moins que ceux de silicium. Ces électrons manquants sont appelés trous (charge positive P). Pour mémoire, les électrons sont chargés négativement.

01



02

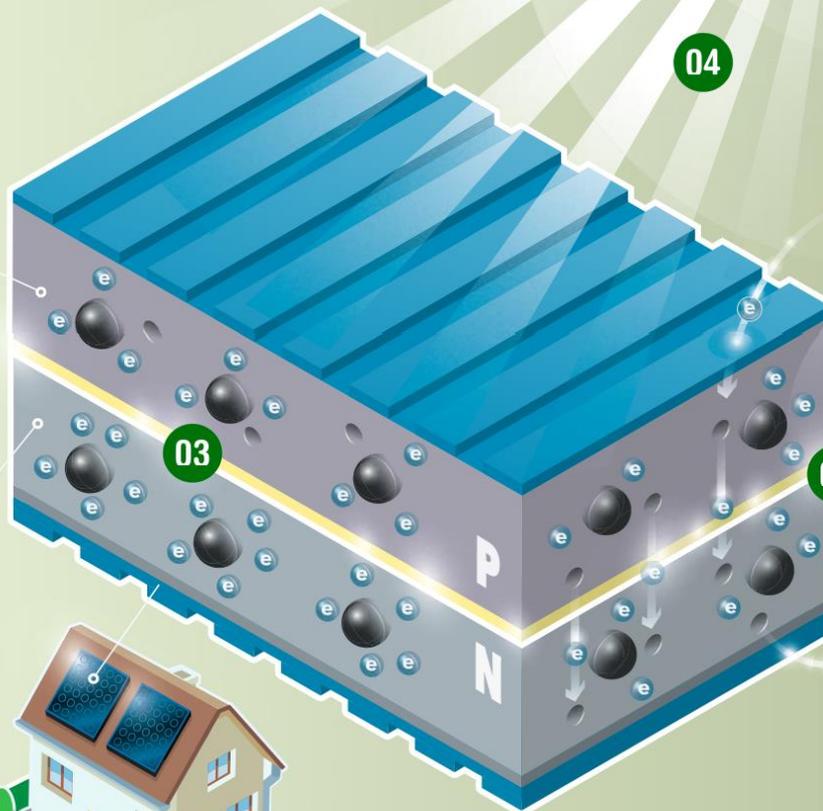


## 02 Charge négative

L'autre couche de silicium, elle, est boostée négativement avec du phosphore, dont les atomes comptent un électron de plus (charge négative N) que ceux du silicium.

## 03 Champ électrique

Les couches P et N étant en contact, les trous de l'une et les électrons de l'autre s'attirent mutuellement. Leur jonction crée un champ électrique entre les deux couches.



04

03

05

06



## 05 Échange d'électrons

Grâce au champ électrique, les électrons arrachés, qui cherchent alors à se repositionner dans des trous, migrent vers la couche N. Les trous, eux, rejoignent la couche P.

## 06 Courant continu

Attirés par les contacts électriques placés à surface de la couche N, les électrons empruntent le circuit extérieur pour rejoindre la couche P. Ils génèrent ainsi un courant électrique continu.

## 04 Frappe de photons

La lumière est composée de photons. Dans le vide, ces particules élémentaires voyagent à 300 000 km/s. Lorsqu'elles percutent la première couche de silicium, elles arrachent des électrons à ses atomes.

# Faire parler les matériaux de Notre Dame de Paris

Bois, pierre, fer, plomb... Que sait-on des matériaux dont est faite Notre-Dame et des techniques de construction utilisées à l'époque ? Faudra-t-il les reproduire ? Et quelles analyses jusqu'alors impraticables sont à présent à portée de main ?

Pierre par pierre, poutre par poutre... Les premiers vestiges de Notre-Dame de Paris ont commencé à être évacués peu après l'incendie du 15 avril dernier. Une somme de matériaux, bois, fer, pierre, qui représente la mémoire de la cathédrale, en cours d'expertise par la recherche française. Car derrière le drame, l'incendie a ouvert des possibilités extraordinaires d'accès à ces matériaux souvent situés en hauteur, parfois jamais analysés. À commencer par la charpente de bois. Cette « forêt », composée de milliers de chênes assemblés il y a huit cents ans.

## 1/4 : La charpente étudiée post mortem

« Cela représente probablement 2 000 pièces de bois à étudier, parfois intactes ou brûlées en partie », explique Bernard Thibaut, directeur de recherche CNRS émérite au Laboratoire de mécanique et génie civil de Montpellier. Pour l'heure, très peu de personnes ont accès aux décombres de la cathédrale, trop dangereux. « Le bois est toujours une archive très précieuse », indique Bernard Thibaut, et l'analyse des poutres de Notre-Dame permettra d'affiner la connaissance que nous avons de la charpente : l'origine des chênes, leur âge, leur mode de culture... « Les études dendrochronologiques des anneaux de bois devraient également permettre de savoir quand le bois a été coupé ».



Bois de chêne similaire à ceux de la charpente de Notre-Dame. Une partie de la rondelle a ici été calcinée en laboratoire pour servir de modèle de comparaison.

C. FRÉSILLON/AASPE/CNRS PHOTOTHÈQUE

Les caractéristiques de la charpente ne sont pas totalement inconnues. Frédéric Épaud, chargé de recherche au laboratoire Cités, territoires, environnement et sociétés (Citeres), à Tours, l'a observé avant l'incendie et a compilé de nombreux

travaux qui permettent de déconstruire quelques préjugés tenaces. « Cette charpente a tenu huit cents ans, alors que personne ne garantirait une durée de service d'un siècle ou deux pour une charpente moderne, c'est exceptionnel ! » observe Bernard Thibaut. « On retrouve en France moins de dix charpentes avec ce système de répartition des charges, témoignage d'une réflexion particulière propre au gothique francilien », ajoute Frédéric Épaud. La recherche va donc s'attacher à comprendre l'impact du temps sur ce bois, après des siècles de contraintes physiques exercées sur les poutres.

Les propriétés physico-chimiques, les variations de densité et de résistance devraient également être mises en lumière. « Par exemple, je serais curieux de comprendre pourquoi la charpente de Notre-Dame est restée presque intacte d'attaque d'insectes, alors qu'elle n'a jamais été traitée », se demande Bernard Thibaut. En effet, l'aubier, en proie aux attaques larvaires, en est totalement vierge, même après huit cents ans. « C'est peut-être lié à la présence de tanins, qui donnent leur odeur caractéristique aux chênes et aux châtaigniers et qui agiraient comme un répulsif », propose le chercheur.

Pour l'heure, ces travaux de recherche n'en sont qu'à leurs balbutiements, car les financements tardent à arriver, regrettent les deux spécialistes du bois, qui espèrent que la reconstruction s'inspirera des connaissances scientifiques sur la charpente. Pour Frédéric Épaud, comme pour Bernard Thibaut, l'évidence serait de reconstruire la charpente à l'identique : « Quand on voit une charpente qui a tenu pas loin de mille ans, cela ne paraît pas aberrant de s'en inspirer », indique Bernard Thibaut. Ils espèrent que les mêmes genres de chênes, très résistants, vont être

utilisés pour la restauration. Environ 30 % des forêts françaises sont constituées de chênes, soit 200 millions d'arbres. Une espèce « sous-valorisée » selon Bernard Thibaut, qui précise « qu'on a davantage de chênes actuellement en France qu'au Moyen Âge ».

Autre proposition des chercheurs : utiliser les techniques d'équarrissage du bois d'époque, c'est-à-dire à la hache et non à la scie. « Comme au XII<sup>e</sup> siècle, la hache est une technique efficace, qui prend peu de

temps et surtout respectueuse de l'environnement. En effet, tout peut être fait sur place et il y a très peu de gaspillage de bois pour réaliser une poutre. Et cette poutre est plus stable qu'une poutre en bois scié », insiste Frédéric Épaud, qui se dit « farouche défenseur de la restauration à l'identique » et regrette l'arrivée des industriels du béton ou de la scierie dans le débat.

<https://lejournal.cnrs.fr/articles/faire-parler-les-materiaux-de-notre-dame>

**DU PRINCIPE DE NEWTON AU PAS DE TIR**  
FROM NEWTON'S LAW TO THE LAUNCH PAD

Depuis 1974, la Direction des lanceurs (DLA) du CNES a été mandatée par l'Agence spatiale européenne pour concevoir les lanceurs Ariane et maîtriser la chaîne de développement. Du papier au pas de tir, elle mobilise tous ses métiers. Mais elle doit aussi imaginer l'avenir pour étudier les systèmes de transport spatial qui iront avec, ici celui d'Ariane 6. Elle prépare les lanceurs de nouvelle génération avec l'appui de l'industrie et des organismes de recherche.

**LES STRUCTURES SUR UN LANCEUR**  
A launcher comprises several structures. Tanks hold the fuel and skis sit between stages. Other special structures stop the upper stage provide the interface between the launcher and its satellite payload. Different materials are used for different functions. Metals like steel are used for the solid-rocket boosters and aluminium for the cryogenic fuel tanks, while carbon-fibre composites are employed for lighter structures like skirts and top structures, and even elastomers to cushion the satellites or for certain other systems. The challenge is to design structures capable of withstanding the very high loads generated by the thrust of the engines and atmospheric ascent, while staying as light as possible. All weight margins gained on these structures can be used for the satellite and its missions.

**L'ACOUSTIQUE (LA COIFFE)**  
Un satellite est fragile et doit être protégé de toutes sortes d'agressions, comme la pluie, l'humidité, les poussières dans l'environnement du pas de tir. Mais il faut aussi freiner le bruit des moteurs du lanceur au décollage. La coiffe assure cette protection acoustique optimale. Après le lancement, elle protège le satellite des effets aérodynamiques et aérothermiques quand il traverse l'atmosphère terrestre. Quand le lanceur atteint plus de 100 km, la densité de l'air devient négligeable, la coiffe est découpée et éjectée.

**ACOUSTICS (FAIRING)**  
A satellite is a fragile system that needs to be protected from rain, moisture and dust on the launch pad. It also needs to be protected from the noise of the launcher's engines at lift-off. The fairing provides optimal acoustic protection and after launch it shields the satellite from aerodynamic and aerothermal effects as the vehicle ascends through the atmosphere. Once the launcher has climbed above 100 km, the density of the air becomes negligible and the fairing is jettisoned.

**LA PROPULSION CRYOTECHNIQUE**  
La propulsion cryotechnique est utilisée pour obtenir de meilleures performances. Les ergols sont composés d'hydrogène liquide (-253°C) comme carburant et d'oxygène liquide (-183°C) comme comburant. Le moteur fonctionne dans des conditions extrêmes : il faut passer du vide à une pression de 300 bars environ et de -253° à 3 500 °C, tout en restant léger, et en délivrant une forte poussée\*. Ces contraintes sont étudiées de façon rigoureuse en fonction de toutes les phases de la mission. La propulsion cryotechnique concerne de nombreuses disciplines scientifiques : combustion, matériaux, aérodynamique, thermodynamique, hydraulique, ou encore la mécanique des structures.

**CRYOGENIC PROPULSION**  
Cryogenic propulsion serves to boost launch performance. The fuel is liquid hydrogen cooled to -253°C and the oxidizer is liquid oxygen at -183°C. The engine operates in extreme conditions, going from a vacuum to about 300 bars and from -253°C to 3,500°C, but it has to be light while delivering huge amounts of thrust\*. These constraints are closely studied for all phases of the mission. Cryogenic propulsion calls on many scientific disciplines, including combustion, materials, aerodynamics, thermodynamics, hydraulics and structural mechanics.

**L'AVIONIQUE**  
L'avionique, dans un lanceur, c'est un peu comme le système nerveux chez les humains ! Un réseau dense qui assure le fonctionnement des équipements électroniques, électroniques, microélectroniques : capteurs de mesure, ordinateurs de bord, vélos répartis sur l'ensemble du lanceur. Mais elle alimente aussi les équipements des stations sol. Il faut donc construire une architecture câblée, cohérente, permettant de véhiculer le flux des informations nécessaires vers des fonctions essentielles : télémesure, coupure de vol, sauvegarde, séparation des étages. C'est aussi ce service qui développe les logiciels pour assurer la bonne transmission des commandes entre orbite et au terminus.

**AVIONICS**  
A launcher's avionics is a bit like the human nervous system: a dense network cable, linking electrical, electronic and microelectronic devices like sensors, flight computers and jacks all over the vehicle (not to also feeds data to systems on the ground. This requires a coherent wiring architecture. It conveys information to vital telemetry, flight control, range safety, stage separation and other functions. This is also where software is developed to ensure correct transmission of commands from orbit to the terminus.

**L'ENVIRONNEMENT DYNAMIQUE**  
Les avions n'échappent pas aux secousses et aux turbulences. Pour un lanceur, c'est pire ! Il est sujet à d'intenses phénomènes vibratoires générés par des sources d'excitations dynamiques très variées : le bruit des moteurs au décollage, les transitoires d'allumage des moteurs, les rafales de vent dans les hautes couches de l'atmosphère. Ces vibrations peuvent être très dangereuses et occasionner des avaries graves : rupture d'une carte électronique, création d'une fuite sur un équipement hydraulique. Un effort important est donc fait pour prévoir et contrôler ces vibrations.

**DYNAMIC ENVIRONMENT**  
Aircraft sometimes experience bumps and turbulence. For a launcher, it's even worse, as intense vibrations are generated by a whole range of sources like the noise of the engines at lift-off, engine ignition transients and wind gusts in the upper atmosphere. These vibrations can be very dangerous and may lead to any number of hitches, for example damaging circuit boards or causing hydraulic leaks. That is why a lot of effort goes into anticipating and controlling these vibrations.

**Communication**  
**Suivez le fil d'Ariane sur Dailymotion**  
Vous voulez tout savoir sur Ariane ? Le CNES consacre une série de petits films d'animation au fonctionnement des lanceurs, et plus particulièrement à celui de la fusée européenne Ariane. Traité avec légèreté, le graphisme emprunte au dessin humoristique, à la BD. Le scénario diode et inventif et la mise en scène percutante font de ces vidéos des supports dynamiques, frais, rythmés. C'est fun ! La simplicité du propos n'enlève rien à la rigueur scientifique, explicative. Alternant voix off et témoignages des ingénieurs de la DLA, en trois ou quatre minutes chrono, ces films d'animation défont l'essentiel des informations sur une question. Sous le titre générique « Le fil d'Ariane », ces neuf épisodes combleront toutes vos lacunes sur les trajectoires, la propulsion, la télémesure, les ordres de grandeur et le cerveau du lanceur, la pyrotechnie, la table de lancement, les matériaux et structures, ainsi que l'ambiance dynamique du lanceur. C'est d'ailleurs à toute l'excellence technologique et à l'ingénierie en jeu dans le domaine des lanceurs, la voix de cette série qui décortique le lanceur Ariane est celle du personnage français de Mac Gyver.

**FOLLOW ARIANE ON DAILYMOTION**  
Want to know all about Ariane? CNES has produced a series of short animated films about launchers, and more specifically about Europe's Ariane launcher. The tone and artistic style are inspired by comic books. Funny, inventive scripts and fast-moving direction make for a dynamic, refreshing and engaging experience. Alternating voice-overs and interviews with DLA engineers, in no more than three or four minutes these films pack in all the essential information about the given topic. Under the generic heading 'Le fil d'Ariane' (Following Ariane), the nine episodes tell you all you need to know about trajectories, propulsion, telemetry, the launcher's brain and dimensions, pyrotechnics, the launch table, materials and structures, as well as the dynamic launch environment. And as a nod to the technological excellence and ingenuity that pervade the world of launchers, the narrator for this series on Ariane is the French voice of American action hero MacGyver.

<http://itunes.apple.com/fr/app/cnes/id403538004?mt=8>  
[http://www.dailymotion.com/playlist/x23es1\\_CNES\\_Le-fil-d-ariane/#video=xsfrwt](http://www.dailymotion.com/playlist/x23es1_CNES_Le-fil-d-ariane/#video=xsfrwt)



Nos sources d'information sont très variées au XXI<sup>ème</sup> siècle

# ENIGMES

Je reste dans mon coin et pourtant je parcours le monde. Qui suis-je ?

Devant vous, quatre cartes.

Chaque face est marquée d'une lettre : A, B, C et D.

Combien faut-il retourner de cartes pour vérifier la proposition :

« Derrière tout B se trouve un D » ?

twitter

@airmaintenon



Les Amis de Maintenon

HYERES

facebook

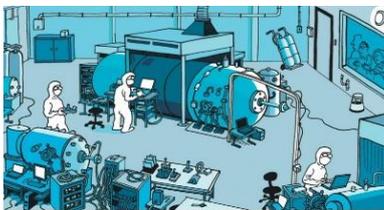
<http://lesamisdemaintenon.fr>

Réponses du numéro précédent :



8 trous  
dont deux  
derrière

Jeanne n'a que trois animaux, un chat, un chien un perroquet.



**DANS LE SECRET  
DES LABOS**

## Dans le secret des labos

Auteur : Jean-Yves Duhoo

Collection : Dupuis

Que peut-il bien se passer dans les grands laboratoires scientifiques de France et de alentours ? L'auteur les a visités pour nous et en a tiré 45 reportages qu'il a classés en 4 grands chapitres : "Temps et Espace", "Au cœur de la matière", "Le Vivant", "Le Génie humain".



Panorama des sujets qu'abordent les chercheurs aujourd'hui, cet ouvrage permet de découvrir le temps atomique, les trous noirs, la matière flottante, la lumière vivante... et bien d'autres mystères !