

# L'ALBIREOSCOPE

www.albireo78.com



Michel

## SOMMAIRE

### I DOSSIER

Au revoir,  
Discovery !

32 Saturne à la  
PLA Mx

### 22 AL78

Des Européens ?!!...

### 35 Zadar

la ville qui aime le  
Soleil

24 C'est arrivé ce jour-là...  
les anniversaires de juin

### 38 Mots croisés

28 le rayon vert

39 Galerie photos

Nous sommes le 24 février 2011 pour suivre le dernier lancement de Discovery : une navette qui termine une longue carrière. C'est l'engin spatial qui a le plus volé ; les navettes sont les seuls engins réutilisables dans l'histoire de l'aéronautique ; elle vole pour la 39<sup>ème</sup> fois et c'est un record absolu. Avec cette mission, elle va aller rejoindre l'ISS, la station spatiale internationale.

Discovery arrive de son usine d'assemblage de Palmdale (Californie) le 9 octobre 1983, en survolant triomphalement la côte de Floride et la piste du Kennedy Space Center, transportée sur le dos d'un Boeing 747 spécialement aménagé pour cela (shuttle carrier aircraft).

Elle débutera vraiment sa carrière en 1984

avec la mission 41-D :



Sur l'image ci-dessous, on voit la navette Discovery entourée des logos des 39 missions réalisées dont la dernière, STS-133 :



Dans sa soute, il y a un labo européen (PMM : Permanent Multipurpose Module, dérivé du MPLM, multi-purpose logistics module) ; ce module s'appelle Leonardo, fabriqué par Thales Aleniaspace, industriel



européen ; il est issu des modules qui font en général l'aller-retour dans la soute de la navette, remplis de matériels et d'équipements pour la station, qui sont sortis de la navette et « collés » temporairement à l'ISS

où les astronautes extraient ce dont ils ont besoin puis le remplissent avec les poubelles et tout ce qui doit revenir sur Terre et le remettent dans la navette pour son retour. Mais cette fois, le module a été modifié et restera amarré à l'ISS pour devenir un



Leonardo dans la soute de Discovery

module permanent. Leonardo est bien entendu une allusion à Léonard de Vinci, célèbre génie italien



Situation du module dans la Station spatiale Internationale

Une carrière extraordinaire pour cette doyenne des navettes mais qui n'était pas la première, puisque c'était Columbia ; puis, il y a eu Challenger. La première mission de Discovery était donc en 3<sup>ème</sup> position. Malheureusement, Challenger et Columbia ont été détruites en 1986 et 2003 respectivement. Le premier vol de Discovery remonte au 30 août 1984 : mission 41-D (pour des satellites de communication : SBS, SYNCOM IV-2).

Le palmarès de Discovery est extraordinaire : le vaisseau spatial habité qui a le plus volé, soit 39 vols avec ce dernier de février 2011. En voici un petit résumé :

- ◆ 1<sup>ère</sup> mission militaire classée top secret, en 1985. Mission 51-D :
- ◆ 1<sup>er</sup> vol d'un élu politique, le sénateur républicain Jack Garn en 1985.
- ◆ 1<sup>er</sup> français dans une navette : Patrick Baudry et le premier Saoudien dans l'espace également (Salman Al-Saud) avec la mission 51-G en juin 1985
- ◆ 1<sup>er</sup> retour en vol en 1988, après la catastrophe de Challenger.
- ◆ La mission STS-31 : c'est sans doute son vol le plus connu du grand public, avec la mise sur orbite du télescope spatial Hubble (HST) :



Hubble sort dans l'espace



Discovery reviendra deux fois pour des missions de service vers ce télescope spatial, qui nous donne de très belles vues de l'Univers, en 1997 avec STS-82 et en 1999 avec STS-103.



Image HST

L'équipage de cette mission historique Hubble :



A gauche, c'est un certain Charles Bolden, qui est aujourd'hui le patron de la NASA.

- ◆ STS-60 : en 1994, 1<sup>ère</sup> mission avec un russe à Bord, Sergei Krikalev :



- ◆ STS-63 : premier vol vers la station russe Mir et c'était un rendez-vous sans amarrage,

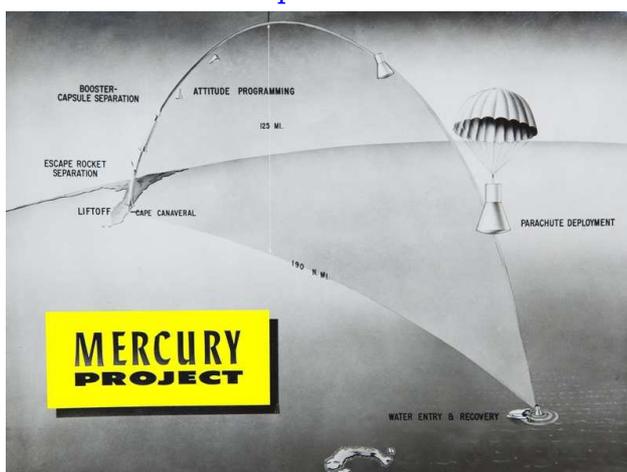
en février 1995, avec d'ailleurs la première femme pilote (Eileen Collins).

♦ STS-91 était la dernière mission de navette vers Mir le 12 juin 1998. Au décollage, elle disposait d'un nouveau réservoir externe plus léger qui permet d'augmenter sa charge utile.

♦ STS-95 : 2<sup>ème</sup> vol de John Glenn, héros américain, le premier à avoir tourné autour de la Terre, et qui embarque à 77 ans dans la navette spatiale, 36 ans après son premier vol dans la capsule Mercury.



**Projet Mercury** le 5 mai 1961, 23 jours après le vol de Youri Gagarine, l'astronaute Alan Shepard est parti dans l'espace à bord de la capsule Freedom 7 lancée par une fusée Redstone ; un vol qui devait durer 15 minutes et 28 secondes, et en faire le premier américain dans l'espace.



Glenn détient toujours le record absolu du plus vieil homme dans l'espace. En 1998, lors de ce vol, le premier espagnol part dans l'espace.

♦ Discovery s'amarre à l'ISS en 1999 et c'est la première navette à le faire.



Mir

♦ STS-92 : Discovery accomplit le 100<sup>ème</sup> vol du programme navette et permet la première rotation de l'équipage de la station spatiale. Elle amène un nouvel équipage.

♦ En 2005, second retour en vol après la tragédie de Columbia, qui s'est désintégré à la rentrée dans l'atmosphère.

♦ STS-116 : 1<sup>er</sup> suédois dans l'espace (Christer Fuglesang), Discovery était commandée par Marc Polanski en 2006.

♦ STS-124, en 2008 : convoyage vers l'ISS du premier module laboratoire habitable, un module japonais pressurisé nommé Kibo.



La mission STS-124 pose devant Kibo

Un vol important puisqu'il agrandit l'espace habitable de la station spatiale.

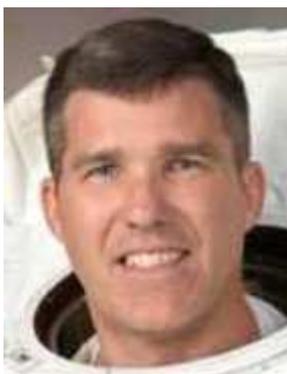
Et bien sûr, STS-133 : le dernier vol.

L'équipage de cette mission :



L'équipage de la mission STS-133 (à partir du haut à gauche en tournant vers la droite : Alvin Drew, Nicole Stott, Steve Bowen, Michael Barratt, le commandant Steve Lindsey et le pilote Eric Boe. Photo NASA)

Ce ne sont que des vétérans sur ce vol, et tous très diplômés.



Steve Bowen, est le petit nouveau de l'équipage. Steve Bowen a failli ne pas partir parce qu'en fait il n'était pas prévu pour cette mission. Il est né en 1964, diplômé en ingénierie électronique de l'académie navale, et diplômé du prestigieux institut MIT (Massachusetts Institute

of Technology). Capitaine de la Navy, il avait la qualification pour commander des sous-marins nucléaires. Il a remplacé, courant janvier, et au pied levé, Tim Kopra, victime malheureux d'un accident de vélo (la Nasa n'a pas donné plus de précision, hormis qu'il n'était pas en mesure d'effectuer la mission).



Alvin Drew : mission specialist, né en 1962, 3<sup>ème</sup> vol ; intègre l'US Air Force à 22 ans ; maîtrise en science aérospatiale, pilote d'hélicoptère, pilote d'essai ; il effectuera des sorties en scaphandre.



Nicole Stott : la seule femme de l'équipage, diplômée en ingénierie aéronautique et en administration des affaires ; a travaillé pour Pratt et Whitney avant d'intégrer la Nasa en tant qu'ingénieur. A fait un vol pour l'expédition 20 et 21 soit une mission longue durée dans

l'ISS.



Eric Boe : le pilote de cette mission, diplômé en ingénierie astronautique et électrique, pilote d'essai de l'US Air Force, sélectionné par la NASA en 2000. C'est son 2<sup>ème</sup> vol.



Steve Lindsey : 50 ans, le commandant de cette mission, grand vétéran de la Nasa puisqu'il en est à son 5<sup>ème</sup> vol. Il était le chef des astronautes mais il a quitté son poste pour être le commandant car il ne peut être à la fois chef des astronautes

et commandant assigné à une mission.



Michael Barratt : son 2<sup>ème</sup> vol et il a aussi effectué une mission de longue durée dans l'ISS. Né en 1959 à Vancouver, il est diplômé en médecine aérospatiale. Il y a donc des ingénieurs, médecin et pilotes d'essai dans cette navette.

Ainsi, c'est la dernière mission de Discovery, une navette emblématique, qui, après ce vol sera préparée pour rejoindre le Air & Space Museum à Washington. Discovery remplacera Enterprise qui y séjourne déjà et qui était une navette d'essai pour les vols subsoniques, et qui n'est en fait jamais partie dans l'espace ; elle était larguée entre 5 et 8 km d'altitude d'un boeing 747 afin de voir le comportement lors de la rentrée dans l'atmosphère. Plusieurs musées souhaitent

acquérir une navette et les trois restantes : Enterprise (qui sera déménagée), Endeavour et Atlantis seront âprement convoitées. On pense que le musée de la NASA en conservera une, et la NASA souhaite que ses navettes soient conservées dans de bonnes conditions et ne finissent pas tôt ou tard en pièces détachées.



Toute mission a un symbole : son badge, et STS133 en a un hors du commun il est très beau et symbolise la navette

qui s'envole toute seule au dessus de la Terre (sans besoin de ses boosters, ni de son réservoir externe). C'est un badge de mission conçu par un très grand monsieur du spatial, mais pas un astronaute, pas un ingénieur, un artiste peintre : Robert McCall ; le voici entrain de peindre une fresque pour le Johnson Space Center de Houston :



Robert Mac Coil

On connaît sans doute des travaux de Robert McCall sans le savoir, et notamment l'affiche du film : *2001 Odyssée de l'espace* .

Discovery accomplit son dernier vol ; ensuite,

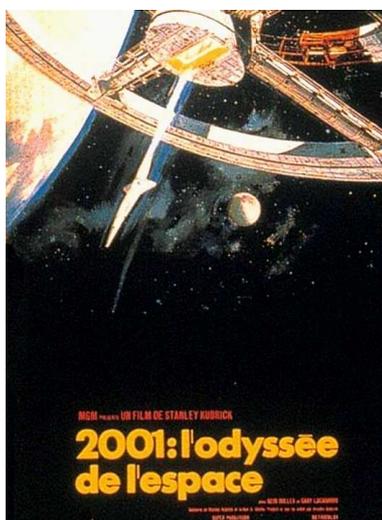
le 19 avril, c'est au tour d'Endeavour de repartir vers la station spatiale et accomplir à son tour son dernier vol. Et en juin de cette année, Atlantis également pour son tout dernier vol, dernier en tant que navette et dernier des navettes spatiales. Et après, l'Amérique n'aura plus de vaisseau habité et devra donc se reposer sur le secteur privé, telle est la volonté de la Maison Blanche.

Pourquoi l'arrêt des vols, et de Discovery ?



Soyouz

Parce qu'on arrête le programme navette, une décision qui a été prise sous la présidence de Georges Bush afin de dégager les budgets nécessaires pour retourner vers la Lune. L'arrêt était prévu pour 2010 mais il y a eu du retard dans les vols puisque nous sommes en 2011. Le successeur prévu de la navette au niveau vol habité devait être la



fusée ARES 1. Mais la fusée ARES 1 a été aussi arrêtée en même temps que le programme Constellation de retour vers la Lune... Donc, maintenant, il ne reste que les propositions du secteur privé pour transporter les astronautes américains. Cette relè-

ve ne va pas arriver tout de suite et cela peut durer plusieurs années. La NASA achètera des places aux Russes sur leur vaisseau Soyouz pour envoyer des équipages américains vers la Station Spatiale Internationale.

### Un projet de lanceur international (réutilisable ou non) est-il envisagé ?

Pas de projet de lanceur au sens de l'ISS : deux sociétés : ATK (américaine) et EADS (europe), ont proposé à la NASA un lanceur dont le premier étage serait un booster de navette (la fusée blanche latérale) un peu augmenté en taille, surmonté d'un étage central d'Ariane et au sommet, une future capsule. C'est en ce sens international, car ces deux sociétés ne sont pas du même pays mais la proposition ne vient pas du secteur d'agences ; c'est une proposition du secteur privé afin de remplacer les navettes spatiales.

Revenons à Discovery qui arrive, en ce mois de février, en plein embouteillage spatial puisqu'il y a eu l'envol du cargo japonais HTV, puis un cargo russe et ensuite l'ATV européen (Automated Transfer Vehicule), lancé par Ariane 5. L'ATV s'est arrimé sans problème, et c'est une grande réussite du spatial européen ; il est baptisé Johannes Kepler (il succède à Jules Verne lancé le 9 mars 2008). Discovery pouvait donc décoller, car tout est en ordre là-haut mais il fallait savoir

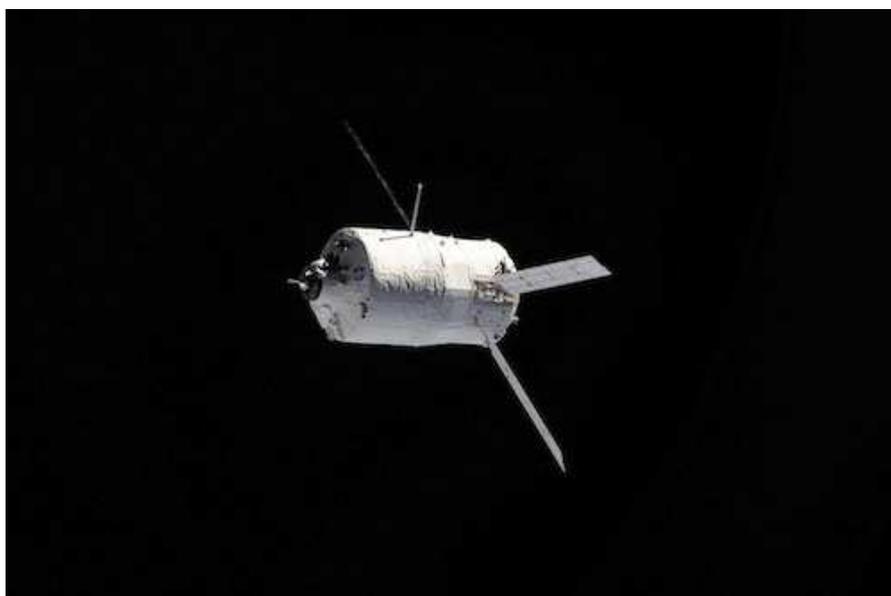
que l'équipage de la station spatiale ne pouvait gérer tout en même temps. Pour rappel, elle devait décoller en automne 2010 et puis des incidents techniques ont modifié le calendrier initial : fissures sur la mousse isolante de son réservoir (le gros « bidon » orange accolé à la navette) causées par d'autres fissures sur des longerons internes en aluminium. Il fallait donc enlever la mousse, réparer les longerons et remettre la mousse isolante, soit une réparation assez lourde qui a justifié ce retard – et nous sommes le 24 février, jour du lancement.

### La navette possède t-elle un système d'éjection en cas de problème lors de la phase de lancement ?

Et bien non, il faut que tout se déroule normalement ; il y a des scénarios de retour vers le centre spatial Kennedy, ou d'atterrissage de l'autre côté de l'Atlantique (Saragos en Espagne par exemple) qui sont des scénarios de secours en cas de défaillance des moteurs ; en revanche pendant les deux premières minutes de vol, lorsque les boosters latéraux poussent la navette, pas d'échappatoire possible et c'est là, le gros danger de la navette ; on se rappelle la catastrophe de Challenger. Toutefois, il y a un système d'évacuation lors du retour sur Terre, dès que la navette est en phase de vol subsonique : les astronautes peuvent s'éjecter et descendre en parachute mais c'est vraiment dans les derniers moments du retour.

### Comment les navettes ont été baptisées ?

Elles ont toutes reçu un nom en hommage à des vaisseaux maritimes, quoique Columbia ait été le nom d'un vaisseau Apollo. Discovery rend hommage à un navire du même nom, de l'explorateur britannique James Cook, grand explorateur maritime. Discovery : c'est La Découverte, qui est aussi une raison de l'exploration spatiale.



L'ATV s'approche de l'ISS

A 4 minutes du lancement, tout est au vert au centre spatial.



Ces cloches noires sont les SSME, les moteurs principaux de la navette qui ne fournissent que 20 % de la poussée au décollage car ce sont les boosters (les fusées latérales) qui fournissent l'essentiel. Ils peuvent bouger et être orientés, et c'est d'ailleurs un test réalisé avant décollage. Trois mètres de haut, 2m40 de diamètre (en sortie de tuyère), ils peuvent donc se déplacer de 10° pour orienter la navette correctement. Effectivement, lors du décollage, on voit la navette passer progressivement sur le dos en tournant sur son axe et s'orienter vers l'orbite qu'elle doit atteindre. Ces moteurs sont des engins extraordinaires, et les chiffres parlent d'eux-mêmes : les pompes de ces engins qui fonctionnent à l'oxygène et hydrogène liquides pourraient vous vider une piscine standard en seulement 75 secondes, à savoir une grande puissance ; ils pèsent environ 3,2 tonnes chacun. La navette au décollage, c'est environ 2000 tonnes et l'avion lui-même (l'orbiter) pèse environ 80 tonnes. Le réservoir externe ne pèse que 20 tonnes mais est rempli de 700 tonnes d'hydrogène et d'oxygène liquides ; quant aux boosters, ils font environ 600 tonnes chacun, remplis de poudre noire.

Avant le décollage, à moins 2 minutes, on enlève le beam cap qui est un dispositif qui permet d'évacuer le trop plein d'oxygène du réservoir principal.



Et Discovery s'envolera une dernière fois vers l'espace pour terminer une carrière extraordinaire qui sera forte de 39 vols.

A 1mn30 avant le décollage, la pression dans le réservoir externe est bonne ; il faut savoir que des tas d'opérations techniques s'effectuent avant le décollage (mise en route des unités de puissance auxiliaires, retrait de câbles d'alimentation etc.). L'équipage est prêt, sanglé et déjà installé dans la navette depuis un bon moment ; la pression dans les réservoirs externes est donc bonne, les moteurs vont s'allumer 7 secondes avant l'envol proprement dit, le t0, une durée nécessaire pour qu'ils se mettent à 100% de puissance et c'est l'ordinateur qui dirige tout par la suite ; les boosters latéraux (SRB) vont être mis à feu et les boulons explosifs qui tiennent la navette sur la pas de tir vont exploser pour qu'elle s'envole. Il fait beau temps en Floride pour ce dernier vol, avec un peu de vent, mais qui n'empêche pas le décollage.

Il arrive que le rouge soit mis sur le compte à rebours, et c'était le cas 10 minutes avant le lancement. Il y avait un problème d'ordinateur du Range Control Officer qui travaille au suivi de trajectoire ; en cas d'anomalie sévère de trajectoire, il peut décider de la destruction de la navette pour protéger les populations.

Discovery a bénéficié des leçons fournies lors de la construction et des tests d'Enterprise, Columbia et Challenger. Sa masse sur le

pas de tir est inférieure de plus de 6000 livres à celles de Columbia et de nombreuses améliorations ont été réalisées pour renforcer la sécurité des vols.



**Mise à feu des moteurs imminent...**

Puis c'est l'allumage successif des moteurs principaux :



et le décollage de Discovery pour sa 39ème et dernière mission !



Après son envol, elle tournera progressivement sur son axe pour être dos à la Terre et favoriser ainsi les communications air/sol et prendre



**Discovery décolle du Pad 39A**

également la direction souhaitée pour sa mise en orbite ; à noter qu'en cas de déviation anormale de trajectoire, les contraintes aérodynamiques entraîneraient certainement sa destruction. Au sol, c'est un bruit extraordinaire, et quand on est sur place, on a l'impression qu'on joue au tambour sur vos poumons. La flamme des boosters donne l'impression d'être aussi brillante que le soleil mais ce n'est pas le cas bien sûr car on ne



pourrait pas la regarder. Avec la caméra télescopique embarquée, la vue est dirigée vers le bas de la navette, à partir de son nez.



Pendant deux minutes, tout se joue avec les boosters qui délivrent une puissance phénoménale pour accélérer la navette qui franchit ainsi le mur du son en une

minute. Les trois ronds brillants sont les flammes des propres moteurs de la navette (SSME), qui descendent en puissance au mo-



ment où la pression dynamique est maximum. Il y a encore beaucoup d'air et au fur et à mesure que la navette monte, il va se ra-



Largage des SRB (Solid Rocket Booster) après 2 minutes de vol

réfier et la pression dynamique sera moins forte et les 3 moteurs seront alors remis à la puissance maximale. Quant aux boosters, ils crachent leur puissance sans dosage possible, ni arrêt d'ailleurs. La séparation se fera entre 45 et 46 km d'altitude ; les boosters sont récupérés et reconditionnés partiellement et des morceaux de boosters ont fait ainsi plusieurs dizaines de vols.

Après le largage des boosters, la navette va continuer uniquement avec ses trois moteurs. Et pour les astronautes, c'est le calme car les vibrations ont cessé. En effet, au décollage, les vibrations sont telles qu'il est difficile de lire les instruments de bord, elles

sont similaires à celles d'un cheval au trot léger ; sur les images de décollage déjà vues à la télévision, il y a en plus la vibration de la caméra qui augmente l'effet ; ce sont des vibrations à basse fréquence sur 1 à 2 cm ; tolérables mais gênantes pour voir les instruments et écrire, mais les astronautes sont entraînés pour, en tant que pilotes d'essai. Cela dure une bonne minute ; tout ça est causé par la poudrière qui est sous les fesses des astronautes : les 2 fusées d'appoint (boosters) sur les flancs de la navette, qui créent des ondes acoustiques à basse fréquence très intenses. L'accélération au décollage est de 1,5 g, ce qui est relativement modeste

comparé aux 4g du décollage sur un porte-avions et identique au « space mountain » de Disneyland. La poussée est de 3000 tonnes avec une masse au décollage de 2000 tonnes. Au bout de deux minutes, ces boosters s'éteignent et sont éjectés : gros boum et flash lumineux dans le cockpit, puis c'est le silence complet dans la navette. Donc, dès le largage des boosters, c'est le « calme olympien » mais ça pousse très fort ; l'accélération retombe temporairement à 1g et ce sont les moteurs de la navette qui sont seuls à agir, alimentés par le gros réservoir d'hydrogène et d'oxygène liquides qui reste accolé à celle-ci.



Largage du réservoir, la navette (orbiter) s'éloigne

L'équipage met alors les SSME en position serrée afin de minimiser les traînées aérodynamiques lors du retour.

Cette photo est prise par une des caméra vidéo externes montée sur le gros réservoir ; elle montre le ventre de la navette, et la Terre au loin.

Notez qu'il y a très peu d'interruption d'émission de la vidéo embarquée



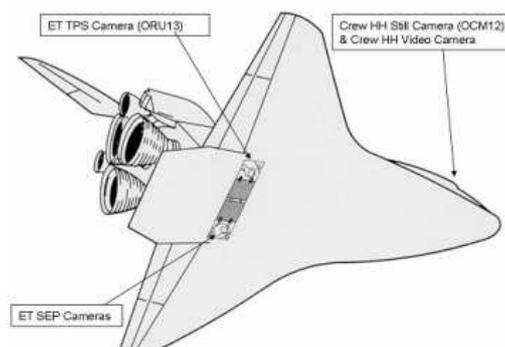
La petite caméra Sony XC-99 qui est fixée sur le réservoir

qui permet de suivre l'envol de la navette : belle prouesse technique car le spectateur peut suivre en direct les images des caméras externes

disposées sur le réservoir, l'orbiter, les boosters.

Les lancements et atterrissages des navettes sont aussi étroitement surveillés par différents dispositifs au sol :

caméras film 16, 35 et 70 mm, caméras vidéo HDTV, caméras Infra-Rouge ; au total, plus d'une centaine d'appareils sont disposés à diffé-



L'accélération monte progressivement à 3 g car la poussée reste identique mais le poids diminue et la vitesse de la navette augmente progressivement pendant 8 minutes pour atteindre la mise en orbite. L'accélération ne dépassera jamais 3g, qui est une limite choisie acceptable sans trop de problèmes pour le corps humain. Puis, c'est la MECO, Main Engine Cut Off, à savoir l'arrêt des moteurs de la navette, et le largage du réservoir (la navette a alors suffisamment de vitesse pour gagner son orbite avec de petits moteurs complémentaires) ; les moteurs et circuits sont purgés après cet arrêt, pour raison de sécurité et de stabilisation du centre de gravité de l'orbiter. La navette tourne pour mettre le réservoir côté Terre, qui retombera ainsi dans l'atmosphère où il va brûler et ne sera donc pas récupéré. A noter que la caméra qui filmait reste accrochée au réservoir qui est éjecté et, à ce moment, cela donne l'impression que Discovery s'élève.

rentes distances du pas de tir : « low », « mid » et « long range ». Le rôle important de ce dispositif est de détecter tout débris suspect qui



NASA : caméras de suivi au sol

serait éjecté et pourrait menacer la sécurité du vol par la suite en détruisant les tuiles réfractaires qui protègent la navette lors de son retour dans l'atmosphère. Des moyens aériens sont également prévus, à bord d'avions WB-57 aménagés spécialement, afin de suivre l'ascension de la navette. Bien sûr, le suivi radar large bande et doppler est également de la partie comme cette station de la Navy à Porto Rico.



Porto Rico – radar « mid range » de la Navy

La navette (l'orbiter) possède aussi des capteurs sur les bords d'attaque en carbone des ailes pour la détection de chocs anormaux (une amélioration liée l'expérience des vols antérieurs).



2005 : l'équipage de STS-114 regarde les nouveaux bords d'attaque des ailes en composite carbone équipés de capteurs de choc.

Ainsi donc, après avoir subi une accélération de 3g en phase finale, les astronautes passent alors tout d'un coup à l'état d'apesanteur au moment du MECO, avec plus ou moins de malaise selon les individus ; il y a en général au moins deux des quatre astronautes qui supportent moins bien ce passage puis le corps s'habitue progressivement ; les astronautes se sont au moins entraînés pendant un an à Houston dans le cas d'un vol court (10 à 15 jours) et 2 ans pour un séjour de longue durée prévu dans la station spatiale.

En 8 minutes, la navette est passée de 0 à 28.000 km/h pour se satelliser autour de la Terre ; une navette qui a donc joué les Diva, comme toute grande dame, avec ses problèmes techniques qui ont retardé son envol mais qui laissera un souvenir impérissable.

Discovery apporte le module Leonardo, qui est un module cargo qui faisait l'aller-retour entre la navette et l'ISS, fabriqué par l'industriel Thales Aleniaspace (qui a fabriqué en Europe à Turin, à peu près la moitié des modules habitables de l'ISS). C'est ainsi son 8<sup>ème</sup> et dernier voyage.

Bien sûr, Leonardo n'arrive pas vide, il contient des équipements divers, et sans doute de la nourriture pour la station spatiale.



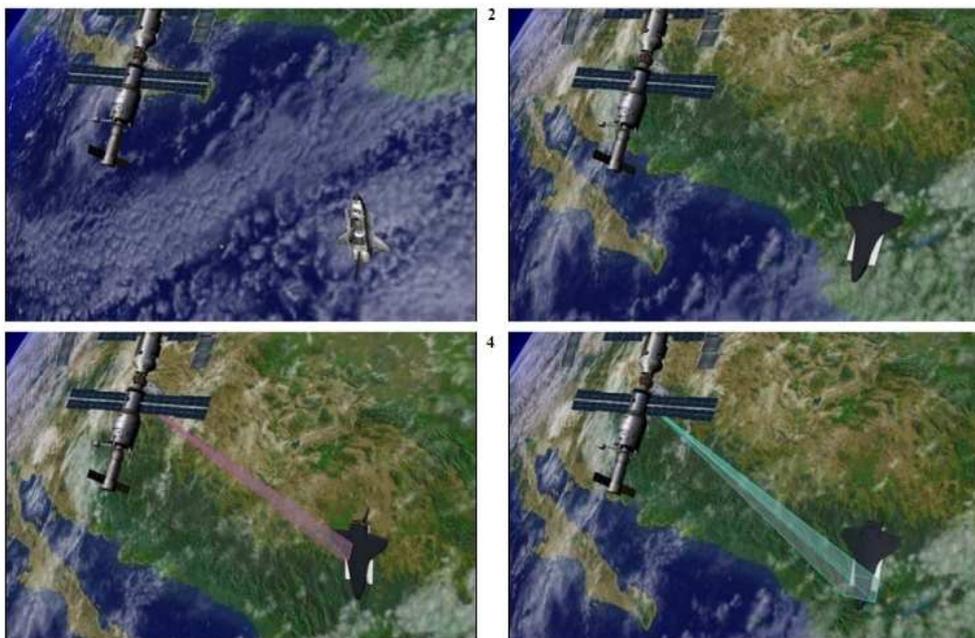
Le cosmonaute Yuri Gidzenko flotte dans Leonardo, le premier module cargo apportant du matériel à l'ISS.

A noter que la repas des astronautes ont beaucoup évolué, et ce n'est plus de la nourriture déshydratée, lyophilisée comme au tout début de l'ère spatiale et ceux-ci peuvent désormais goûter aux blanquettes de veau et aux choucroutes... Car une nourriture qui a du goût est importante pour le moral des hommes et la tenue psychologique des équipages, même pour des missions courtes telle cette dernière qui durera 11 jours. La durée la plus longue de ses missions était lors de la mission STS-131 en avril 2010 : 15 jours, 2 heures et 45 minutes. Les navettes ont d'ailleurs été conçues pour rester une quinzaine de jours en orbite avec des scénarios de prolongation en cas d'avaries, mais qui ne dépassent guère une vingtaine de jours.

porter aide pendant les sorties dans l'espace et effectuer divers travaux de maintenance. R2 est le résultat d'une collaboration NASA et General Motors.

Discovery doit donc théoriquement retourner sur Terre en Floride le 7 mars, ou un peu plus tard selon le déroulement du planning et si le temps est satisfaisant, car là bas, la météo de ce climat subtropical est capricieuse ; sinon, la navette irait se poser en Californie.

Il y a eu des rumeurs comme quoi les vols des navettes allaient continuer jusqu'en 2014, notamment pour des raisons de maintien de l'emploi au centre Kennedy ou lié au fait d'avoir à donner de l'argent aux Russes pour envoyer des américains dans l'espace. Et bien, non, selon le plan actuel, le dernier vol sera STS-135 avec Atlantis prévu fin juin 2011. Les industriels améri-



1. Discovery commence à se retourner à 200 mètres de l'ISS
2. Discovery présente ses tuiles réfractaires pour une inspection photographique par l'équipage de l'ISS
3. examen au 800 mm des tuiles autour des trappes du train d'atterrissage
4. caméra 400 mm utilisée par l'équipage de l'ISS pour examiner les tuiles



R2

Discovery apporte également Robonaut 2 (R2) un robot humanoïde destiné à tester la dextérité et le comportement dans l'espace de ce dispositif censé ap-

cains comme Boeing et Lockheed Martin ont proposé des forfaits « 2 navettes par an » pour 1,5 milliards de dollars mais la NASA veut vraiment clôturer le programme navette et passer à autre chose, pour des raisons budgétaires.

La navette va tourner quelques temps autour de la Terre avant de rejoindre la Station

Spatiale. Elle va se retourner à son arrivée pour exposer son ventre et ses tuiles protectrices, et être examinée par une caméra spéciale à l'aide du bras robotique canadien de la station ; cela fait partie désormais des procédures de sécurité de la Nasa lors de chaque vol depuis l'accident de Columbia. Ensuite, elle pourra s'amarrer à la Station Spatiale Internationale dans la nuit du 27 au 28 février. L'équipage de la navette sera accueilli par les membres de l'équipage de la station spatiale, l'expédition 26 :



le Commandant Scott Kelly (à droite) et les officiers Oleg Skripochka, Alexander Kaleri, Dmitry Kondratyev, Paolo Nespoli et Catherine Coleman.

Paolo Nespoli, Européen polyglotte, mène des expériences de croissance de plantes en apesanteur en liaison avec des collégiens qui font la même chose sur Terre. Dans le futur, les astronautes pourront peut-être faire des potagers dans l'espace... Notre cher Président d'Albiréo78 en sait quelques chose puisque ses élèves participent à cette expérience.

#### [Le travail dans la Station Spatiale Internationale](#)

Le temps en mission pour chaque astronaute est très planifié (à des intervalles de 5 minutes) ; la journée de 24 heures est rythmée par les 14 heures de travail, les 2 heures avant et après le repos (pre/post sleep : toilettes, repas, etc..), les 8 heures de sommeil, et 1 heure de sport à intercaler dans tout ça. Se laver, manger, dormir, faire ses besoins... tout cela est fait à la bonne franquette selon les

habitudes de chacun, un peu comme au camping, mais tout est objet de procédures bien décrites. La navette accomplit 16 fois le tour de la Terre par jour terrestre soit donc 32 levers et couchers de soleil et 2 saisons par tour de Terre (hémisphères Nord et Sud sont parcourus à chaque révolution). Une partie du temps de sommeil est souvent prise par les astronautes pour observer la Terre et la photographier car le planning de travail est chargé. Les astronautes doivent se forcer pour photographier car ils sont comme « scotchés » par la vue formidable que l'on a depuis l'ISS.



Expédition 26 : Cathy Coleman

A noter le grand pouvoir séparateur de l'œil humain qui détecte le moindre changement (fumée, départ de feu, éruption volcanique) sur des surfaces énormes (carré de 1000 km de côté), alors que la même chose par un dispositif technique nécessite des traitements d'image complexes. Le ciel est noir en plein jour, avec un contraste fort entre le bleu de la Terre et l'espace.



ISS : le delta du Nil, photographié par l'expédition 25 le 28 octobre 2010.

On ne voit bien les étoiles qu'en tournant le dos à la Terre mais elles sont plus nettes, ne scintillent pas et leurs couleurs semblent mieux perçues. Les astronautes disposent de jumelles très puissantes et stabilisées, ce qui permet de belles observations.

La construction de l'ISS a commencé avec le lancement du premier élément : le module de contrôle russe Zarya le 20 novembre 1998. Et cela devait se terminer en 2010, mais on voit qu'il y a eu un peu de retard puisqu'on installe encore des modules en 2011. A terme, la Station pèsera plus de 453 tonnes, et sa plus grande dimension avoisinera 110 mètres ; elle orbite à une altitude voisine de 350 km.



Le Station Spatiale Internationale

Le premier équipage : le commandant Bill Shepherd (astronaute U.S.), le commandant Yuri Gidzenko (cosmonaute russe), et l'ingénieur de vol Sergei Krikalev (cosmonaute russe) ; ils ont été amenés par un vaisseau russe Soyuz pour habiter pour la première fois la station en octobre 2000. Depuis lors, la station a toujours été occupée. L'ISS est le résultat de la coopération de 16 nations, et des membres de l'Agence Spatiale Européenne. Initialement baptisée Freedom par Richard Nixon en 1988, la station est devenue l'International Space Station (ISS) après que les russes aient accepté de fournir une majeure partie d'équipements issus de leur programme Mir 2. Certains soirs, on peut la voir, sous forme d'un point brillant qui passe rapidement au dessus de nos têtes, quand les conditions de visibilité sont bonnes car cela n'arrive pas tous les jours étant donné que son orbite glisse vers l'ouest à chaque passage. Des logiciels « tracker » permettent de déterminer ces périodes favorables.

Discovery : quelques chiffres avant la dernière mission STS-133.

**Miles parcourus : 142,917535 millions**

(1 mile=1,852 km)

**Jours en orbite : 351**

**Nombre d'orbites : 5628**

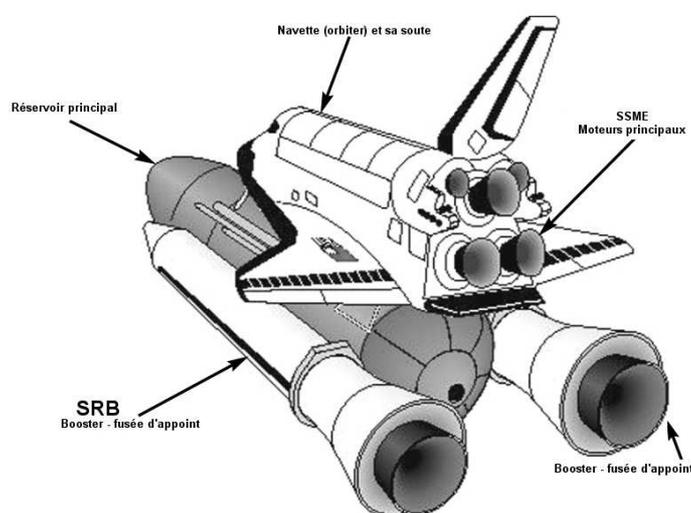
**Nombre de vols : 38**

**Membres d'équipage transportés : 246**

**Amarrage avec Mir : 1**

**Amarrages à l'ISS : 12**

Un peu de technique.



### Le réservoir externe :

Il contient l'hydrogène liquide et l'oxygène liquide, pour les fournir aux trois moteurs de la navette (SSME). Ce réservoir est éjecté après usage et revient sur Terre, dans l'océan, abîmé par sa rentrée dans l'atmosphère. Il n'est donc pas récupéré. C'est le plus gros et le plus lourd (quand il est rempli) élément de la navette spatiale. Il est attaché en 3 points (1 avant, 2 arrière qui véhiculent les fluides) sur le ventre de la navette (orbiter) qui servent aussi pour les liaisons électriques entre les différentes parties, dont les fusées d'appoint SRB. Il y a bien entendu quelques dispositifs électroniques embarqués pour la sécurité et la mesure de l'oxygène et de l'hydrogène liquides (pression, débit etc...) ; des ordinateurs contrôlent la richesse du carburant à l'arrivée des moteurs de la navette ; de l'hydrogène est toujours mis en supplément pour évi-

ter une arrivée seule d'oxygène qui détruirait les moteurs de la navette. Ce réservoir est doté d'un paratonnerre spécifique, le site de lancement étant soumis régulièrement à des phénomènes atmosphériques violents.

### Les SSME

Space Shuttle Main Engine. Ce sont les moteurs de l'orbiter, à savoir de la navette spatiale proprement dite. Au nombre de trois, ils travaillent de concert avec les fusées d'appoint SRB (les boosters). Ils produisent la poussée pour l'ascension de l'orbiter et ils fonctionnent un



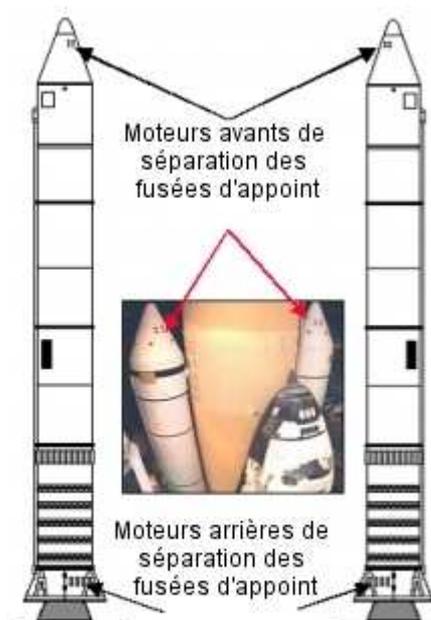
peu plus de 8 minutes, le temps de vol de la navette vers son orbite. La navette passe de 4.828 km/h à près de 28.000 km/h grâce à ces moteurs ; des moteurs qui vont brûler 1/2 million de gallons (1 gal=3,79l) de liquide propulseur. Ces moteurs brûlent de l'hydrogène (qui est liquide à  $-252^{\circ}\text{C}$  dans le réservoir, donc prend moins de place) et combiné à l'oxygène, c'est de la vapeur d'eau qui sort de ces moteurs. La température dans les chambres de combustion peut atteindre les  $3.300^{\circ}\text{C}$ . Les moteurs peuvent être réglés entre 65 et 109 % de leur poussée nominale afin de limiter l'accélération à 3g. Ces moteurs sont donc réglables en puissance, et aussi autorisent des changements de direction et de rotation.



peu plus de 8 minutes, le temps de vol de la navette vers son orbite. La navette passe de 4.828 km/h à près de 28.000 km/h grâce à ces moteurs ; des moteurs qui vont brûler 1/2 million de gallons (1 gal=3,79l) de liquide propulseur. Ces moteurs brûlent de l'hydrogène (qui est liquide à  $-252^{\circ}\text{C}$  dans le réservoir, donc prend moins de place) et combiné à l'oxygène, c'est de la vapeur d'eau qui sort de ces moteurs. La température dans les chambres de combustion peut atteindre les  $3.300^{\circ}\text{C}$ . Les moteurs peuvent être réglés entre 65 et 109 % de leur poussée nominale afin de limiter l'accélération à 3g. Ces moteurs sont donc réglables en puissance, et aussi autorisent des changements de direction et de rotation.

### Les SRB, fusées d'appoint

Appelées Solid Rocket Boosters, elles opèrent en parallèle des SSME vus précédemment.



Les moteurs de séparation des fusées d'appoint s'allument deux minutes après le lancement

Elles fonctionnent les 2 premières minutes afin de fournir une poussée d'appoint qui permet d'échapper à l'attraction terrestre. A l'altitude d'environ 45 km, elles sont éjectées et se séparent du réservoir principal, descendent en parachute et tombent ainsi dans l'Océan Atlantique. Elles sont récupérées par bateau et transférées à Terre pour ensuite être reconditionnées pour d'autres vols.

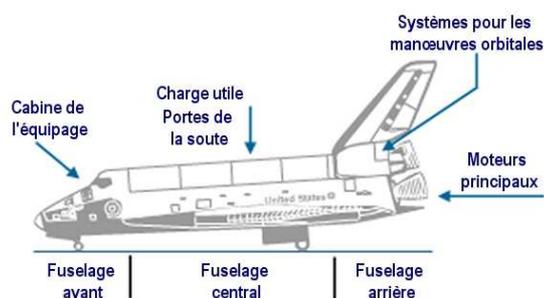


Préparation des SRB

Chaque SRB contient plus de 450 tonnes de « poudre », ce qui nécessite des moyens de fabrication et de conditionnement hors du commun. S'ajoute à cela les dispositifs matériels et électroniques : instrumentation et navigation, car les boosters participent activement au guidage de la navette lors de son ascension initiale. Le propulseur est à base d'aluminium associé à un agent oxydant (perchlorate d'ammonium).

En résumé, les SRB sont les plus gros moteurs à propulseur solide jamais construits par l'homme pour les voyages spatiaux habités.

### L'orbiter, la navette :



C'est le véhicule qui transporte l'équipage et la charge utile, et qui permet l'amarrage avec la Station Spatiale Internationale, ce qu'on appelle communément : la navette spatiale. Grâce à des améliorations successives tirées des tests et des vols effectués, les différents éléments vus précédemment ont été améliorés, allégés afin d'augmenter la sécurité des vols et de permettre une augmentation de la charge utile.



L'orbiter accolé à ses accessoires indispensables au décollage...

C'est le premier véhicule spatial réutilisable, qui se lance comme une fusée, peut manœuvrer en orbite terrestre comme un engin

spatial et redescendre sur Terre comme un avion.

Longueur > 37 mètres  
Envergure > 23 mètres  
Hauteur > 17 mètres



Le poste de pilotage comporte un cockpit moderne de type « glass cockpit » étudié pour fournir la meilleure aide aux pilotes en améliorant la présentation des informations de vol et d'alarmes.

Tout cela est acheminé sur le pas de tir grâce à un véhicule spécial : le Crawler Transport Vehicle, qui est un véritable monstre à chenilles :



A noter que les Russes ont réalisé la navette Bourane, qui ne sera jamais utilisée mais c'est une autre histoire...

**9 mars 2011 : le retour**

Lancée le 24 février, elle s'est posée à 11h57

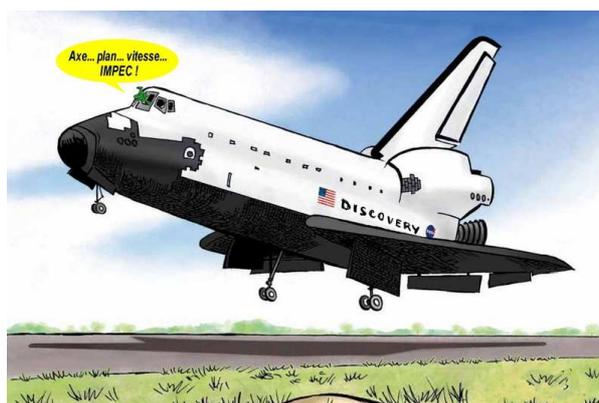
heure locale, sans encombre ce mercredi 9 mars en Floride, au centre Kennedy avec ses 6 membres d'équipage. Un atterrissage qui clôt une belle mission qui aura duré 13 jours dans l'espace, 2 jours de plus que prévu initialement pour permettre des travaux supplémentaires. Elle est restée 8 jours amarrée à l'ISS, ce qui a permis l'installation du module Leonardo à la station spatiale, d'apporter Robonaut 2 et différents matériels. La dernière et 39<sup>ème</sup> mission de Discovery, mais aussi le 35<sup>ème</sup> voyage d'une navette vers la Station Spatiale Internationale.

Petite anecdote : lors du décollage de la navette Discovery, doyenne des navettes avec un palmarès extraordinaire, il y a eu un énorme embouteillage en Floride, lié à cet événement : plus de 100.000 véhicules qui ont quitté le centre spatial après le décollage !



Discovery génère des embouteillages... au décollage.

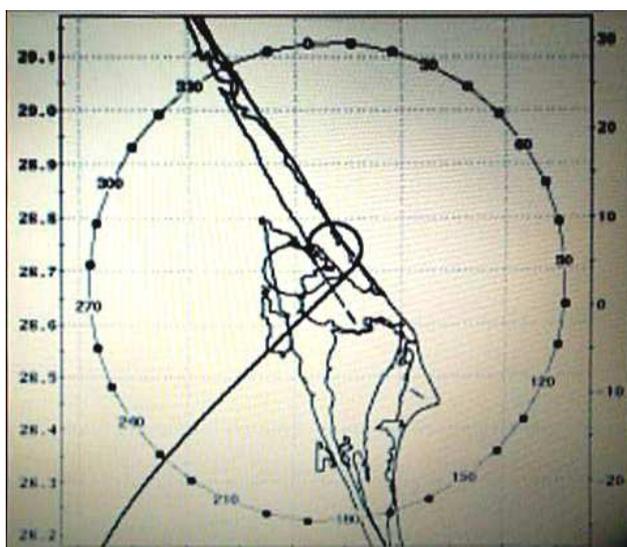
Au retour, la navette va survoler l'Amérique Centrale, le Nord de Cuba puis la Floride pour son atterrissage sur la piste 15 du centre spatial Kennedy. Elle va donc devoir faire un grand virage pour se poser, l'orientation de la piste étant au Sud-Sud-Est.



Le plan de vol retour prévu :



Survol de l'Amérique centrale, nord de Cuba, puis la

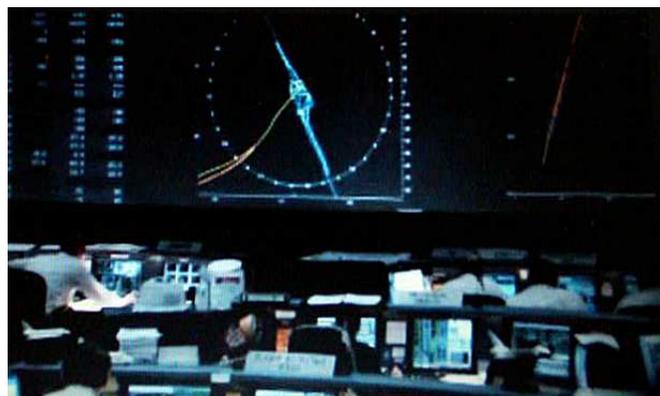


Grand virage pour aborder la piste 15.

Ce retour sera suivi en direct de la salle de contrôle où s'affiche sur des écrans géants la trajectoire prévue et la trajectoire réelle de la navette (qui s'en écarte très peu).

Le pilotage du retour est automatique jusque 5 minutes avant l'atterrissage puis il y a reprise manuelle en finale.

Lors de la rentrée dans l'atmosphère, un fort échauffement se produit par le frottement dans les couches de l'atmosphère, ce qui crée des lueurs orangées plus ou moins visibles



Salle de contrôle NASA

dans le cockpit : l'air est ionisé et forme un plasma lumineux. Heureusement, les tuiles réfractaires sous le ventre et les ailes de la navette protègent celle-ci. Le bon état de celles-ci conditionne une rentrée sûre de la navette, ce qui n'avait pas été le cas pour Columbia. A noter que les hublots ne sont pas obturés car l'angle de la navette par rapport à sa trajectoire, fait qu'ils se trouvent protégés.

En fait, la navette est plus un planeur qu'un avion lors de son retour car elle n'a plus son gros réservoir d'hydrogène et d'oxygènes liquides, donc les moteurs (SSME) ne peuvent servir. Les seuls ergols qu'elle a encore sont ceux destinés aux moteurs de correction d'attitude (pas altitude), nécessaires pour les corrections orbitales. Donc tout repose sur les capacités aérodynamiques de l'engin... et le savoir-faire du pilote. Encore une belle prouesse technique.

Bien entendu, lors du retour, la navette descend très rapidement, va ralentir et franchir le mur du son (passer sous la barre de Mach 1), ce qui occasionne 2 boums entendus au sol. Pourquoi deux ? Lors de sa rentrée dans l'atmosphère, la navette crée des ondes de choc. Il y a une onde de choc liée à sa partie avant, son nez, et une onde de choc liée à sa partie arrière, sa queue. Ces ondes de choc acoustiques sont créées par les perturbations de pression causées par la navette traversant un air qui ne peut s'échapper assez vite de la navette. Ces ondes de pression voyagent à la vitesse du son, mais la navette vole plus vite que le son,

ainsi une onde de pression se crée le long de son nez et de sa queue. L'altitude de la navette va progressivement diminuer et cette onde va intercepter le sol en générant une dépression que les oreilles interprètent comme un boum. La navette est large et longue (37 mètres) et le temps au sol entre l'onde du nez et l'onde de la queue est suffisamment long pour différencier les deux boums associés (une demi-seconde environ). Tous les avions supersoniques produisent ces deux ondes mais leurs dimensions sont faibles et l'oreille ne différencie par les deux boums émis.



Les caméras vidéo au sol permettent de voir arriver Discovery qui suit correctement la trajectoire prévue au plan de vol :



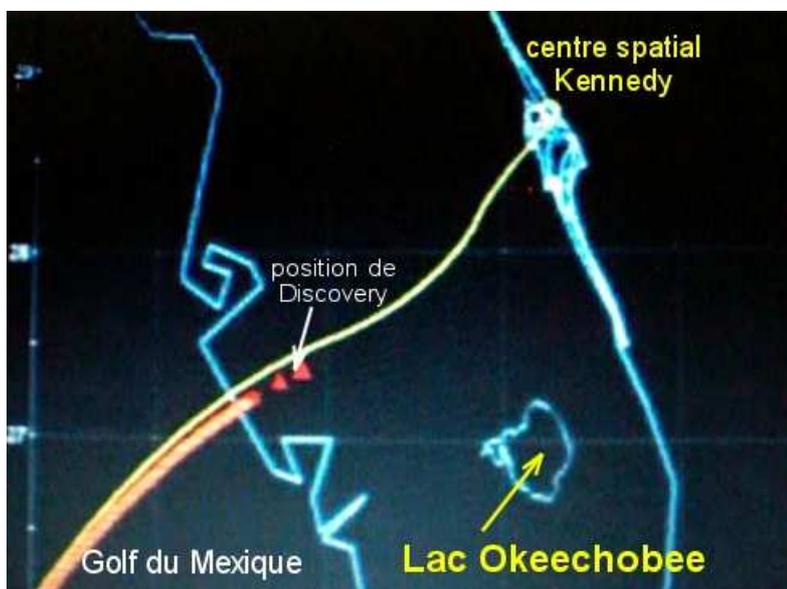
Discovery est à 25km de la piste

l'appareil ; en effet, il faut vidanger les réservoirs d'ergols qui contiennent des produits dangereux et faire les vérifications d'usage avant que l'équipage ne puisse descendre.

Après, ce sera alors au tour des photographes, des journalistes, du public d'acclamer l'équipage et se féliciter de la réussite de cette mission historique, car Discovery attirera autant de monde à son retour qu'à son départ.

Une page se tourne dans l'histoire spatiale. Mais il faut que l'histoire continue...

**Alors... bientôt prêt à partir sur Mars ?**



Et ce planeur de 80 tonnes va atterrir à la vitesse de 350 km/h sur la piste 15 à 11h57, heure locale.

Une piste longue de plus de 4 km, mais le parachute va tout de même se déployer pour freiner Discovery. Puis, c'est au tour des service de sécurité de foncer sur la piste pour rejoindre la navette afin de sécuriser



L'équipage de la mission STS-133 pose pour la postérité.



Le Président Obama réunit l'équipage de la mission STS-133



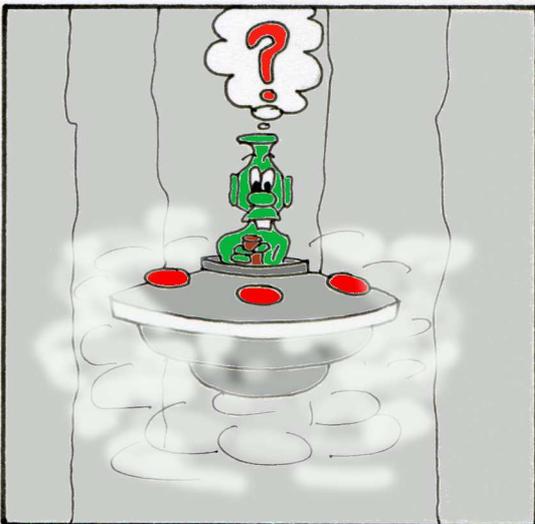
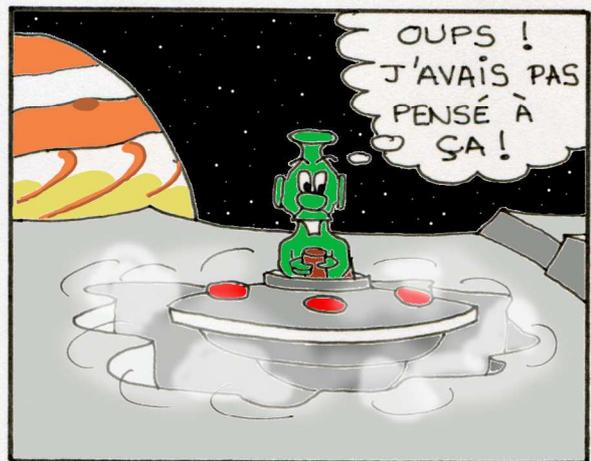
Les nombreux employés du Centre Spatial Kennedy se sont réunis pour dessiner une grande navette spatiale sur le sol, à côté du bâtiment d'assemblage.

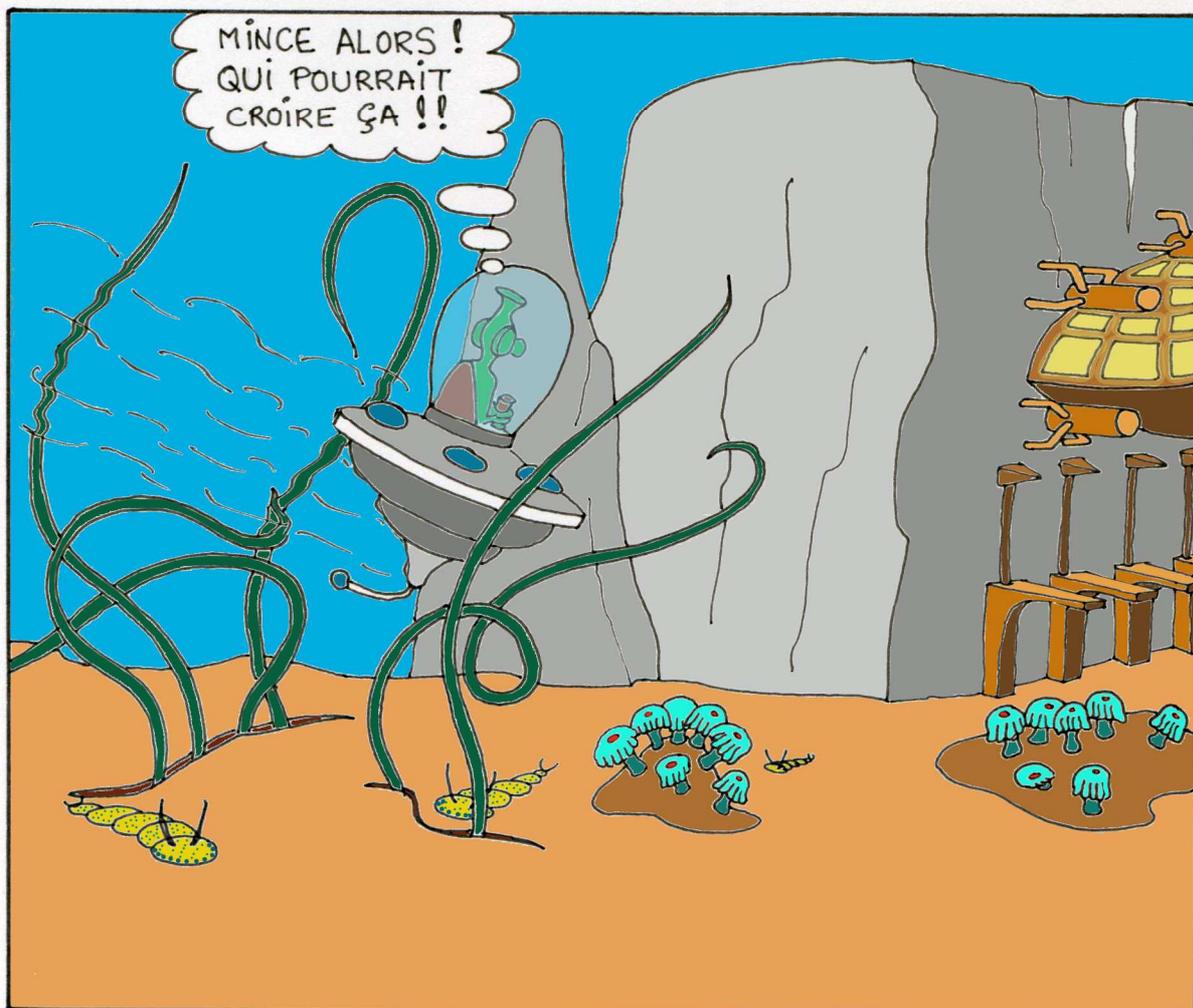
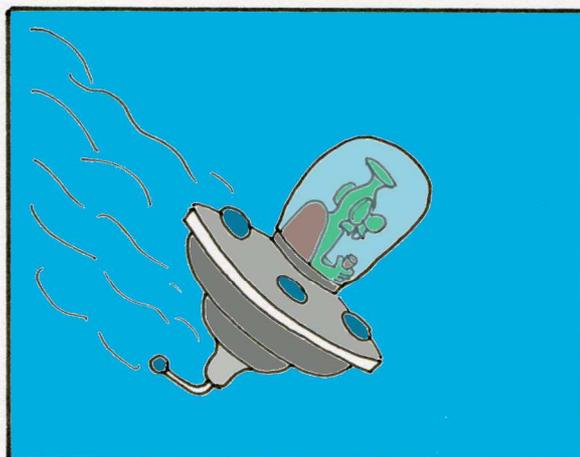
L'opportunité de cette photo unique est pour honorer un héritage des 30 années du programme de la navette spatiale, et les gens qui ont contribué à la sécurité, au lancement et à l'atterrissage du véhicule.



# AI 78

## Des Européens ???!





# C'est arrivé ce jour-là...



## Juin 1931, il y a 80 ans

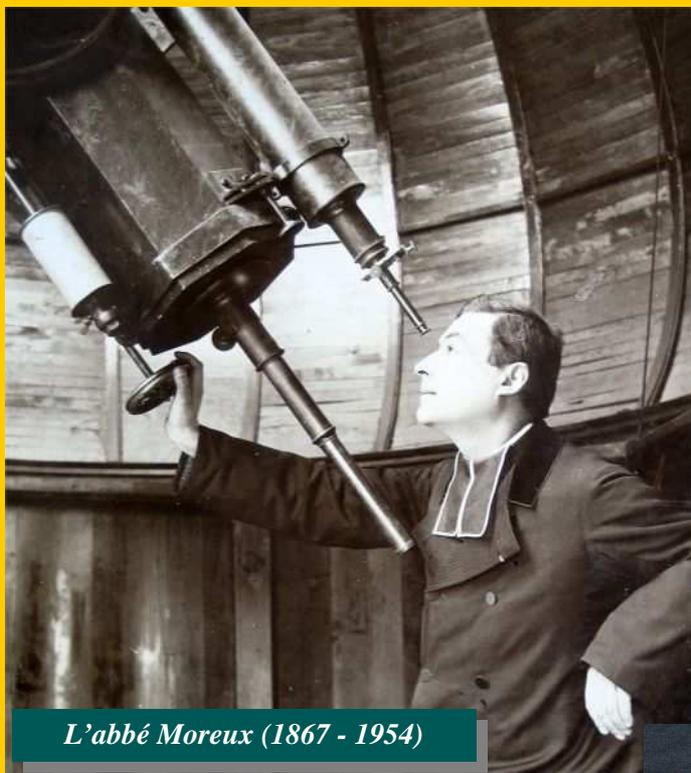
William Frederick Denning est un célèbre astronome amateur britannique. Il naît le 25 novembre 1848 à Redpost, un petit village du Somerset. Son enfance et sa vie adulte sont mal connues : il vivait reclus et ses papiers ont été détruits par ses proches après sa disparition mais il semble qu'il ait été juriste à Bristol. Ses premières observations remontent à l'année 1865 et pendant les 60 années suivantes, il publiera 1200 articles dans les revues d'astronomie. Il commence avec une lunette de 11,5 cm mais à partir de 1865 il dispose d'une lunette de 28 cm. Ses observations se répartissent en 3 catégories : recherche de comètes, observation des planètes et observation de météores. Il observera aussi les taches solaires, recherchera la célèbre planète Vulcain entre le Soleil et Mercure et découvrira une nova dans la constellation du Cygne en 1920. Il découvre 4 comètes dont 2 périodiques. Il dessine Mercure et Vénus mais n'en tire aucune conclusion quant à leur période de rotation. A cette époque de grandes controverses concernant les canaux martiens de Giovanni Schiaparelli, Denning partage l'avis d'astronomes de plus en plus nombreux : les canaux ne sont que des caractéristiques tout à fait naturelles. C'est Jupiter qu'il étudie le plus, notamment la longitude de la tache rouge qu'il voit évoluer au cours du temps. Mais sa spécialité, ce sont les météores qui représentent 70% de ses publications. En 1877, il montre que le radian de l'essaim de météorites des Perséides se déplace jours après jours par rapport aux étoiles. L'année suivante, il annonce que les météorites semblent provenir d'un

nombre limité de points fixes par rapport aux étoiles : « la théorie du radian fixe ». Sa théorie est largement acceptée dans les années 1890, mais des doutes subsistent car aucun modèle théorique satisfaisant ne l'explique. Le débat est réellement lancé en 1912, et sa théorie abandonnée en 1925. Ce n'est qu'en 1991 qu'un astronome explique que l'origine de l'erreur de Denning réside dans l'exploitation de ses données. Ses mesures étaient correctes mais sa méthode de réduction conduisait à la création d'un radian artificiel. H.G. Welles utilise son nom dans la « Guerre des Mondes », au début du chapitre II : « Puis vint la nuit où tomba le premier météore. [...] Denning, notre plus grande autorité sur les météorites, établit que la hauteur de sa première apparition était de cent quarante à cent soixante kilomètres ». Un cratère porte son nom sur la Lune, un autre sur Mars. Il meurt dans la pauvreté à Bristol le 9 juin 1931.



*Tripod martien*

## Juin 1891, il y a 120 ans



*L'abbé Moreux (1867 - 1954)*

Théophile Moreux naît le 20 novembre 1867 à Argent sur Sauldre dans le Cher. Après de bonnes études, il entre au séminaire où il devient professeur de mathématiques. Le 29 juin 1891, il est ordonné prêtre. Il fait ses premières observations en 1892 et adhère à la Société Astronomique de France dès l'année suivante où il entretient de très bonnes relations avec Camille Flammarion. Il fait des dessins remarquables de la planète Mars avec la lunette de l'observatoire de Juvisy mais dans les années 1920, il se laisse influencer par la théorie des canaux martiens et ses dessins se parent de fins traits sombres. Il participe à de nombreuses expéditions scientifiques, notamment pour les observations d'éclipses de soleil, en 1900 en Espagne et en 1905 en Tunisie. Il se consacre surtout à l'observation du soleil et son influence sur la Terre. Il publie de très nombreux articles et

ouvrages, les uns destinés à l'Académie des Sciences et les autres à un public moins érudit. Il devient une référence dans le domaine de la vulgarisation scientifique. En 1899, il installe son premier observatoire à Bourges mais il en est dépossédé en 1906 suite à la loi de 1905 sur la séparation de l'Eglise et de l'Etat. En 1907, il se construit une nouvelle maison-observatoire. Les enfants avaient interdiction de jouer dans la rue sous ses fenêtres car il se reposait dans la journée pour être en forme pour les observations de la nuit. En 1943, il est fait prisonnier par la Gestapo mais il est libéré par un officier allemand qui avait lu ses ouvrages. Il s'éteint le 13 juillet 1954, deux mois après avoir observé sa dernière éclipse de soleil, il avait 87 ans.



*Dessin de Mars à la lunette de l'observatoire de Juvisy*

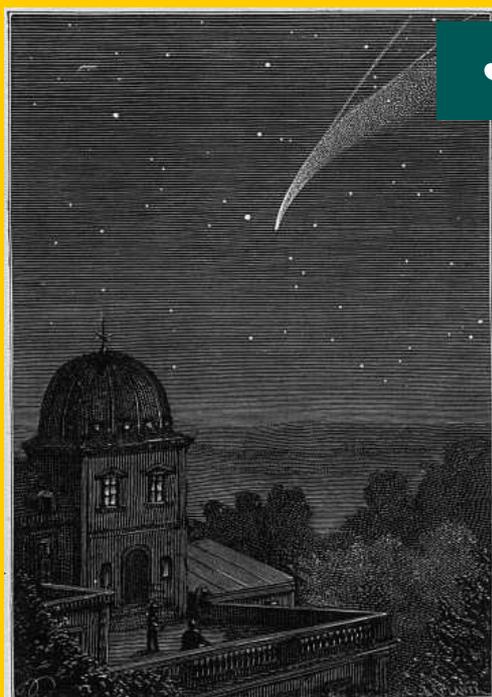
## Juin 1881, il y a 130 ans

Henry Draper est un astronome amateur américain. Il est né le 7 mars 1837 et réalise de nombreuses premières dans le domaine de l'astrophotographie. Ce médecin de formation est un pionnier en astrophotographie. Il réalise la première photographie d'un spectre stellaire, celui de Véga, en 1872 et la première photographie de la nébuleuse d'Orion le 30 septembre 1880. Le 24 juin 1881, il prend la première photo d'une comète : C/1881 K1. Cette comète est parfois appelée « comète Tebbutt » du nom de l'Australien qui l'avait découverte le 22 mai précédent à Windsor, en Nouvelle-Galles du Sud. D'abord observable dans l'hémisphère sud, elle devient visible dans l'hémisphère nord au mois de juin. Elle présente une queue de  $20^\circ$  et atteint la magnitude 1. Camille Flammarion observe la comète jusqu'au mois de septembre. Henry Draper parvient à photographier à la fois le noyau et la queue de la comète. En 1874, il dirige une expédition pour photographier le transit de Vénus. Après sa mort le 20 novembre 1882, sa femme fonde un prix annuel : le prix Draper, et le Harvard College

Observatory poursuit le catalogue astronomique Henry Draper. Un cratère porte son nom sur la Lune.



**Henry Draper**  
1837-1882



La comète de Donati brillait avec splendeur... (Page 219.)

## Juin 1861, il y a 150 ans

C/1861 J1 est l'une des plus belles comètes du XIXe siècle. Découverte, elle aussi par l'Australien Tebbutt, elle a offert un spectacle magnifique lors de son passage au plus près de la Terre le 30 juin 1861 à seulement 0,13 UA. L'annonce du passage de la Terre peu après dans la queue de la comète a été à l'époque un événement craint par le public. Cet événement a suscité un intérêt de la part des scientifiques sur la nature et la composition de la queue. Une controverse est née entre H. Faye de l'École Polytechnique et B. Valtz directeur de l'observatoire de Marseille. Cet événement est sans doute à l'origine du roman de Jules Verne « Hector Servadac ». En frôlant la Terre, une comète en a

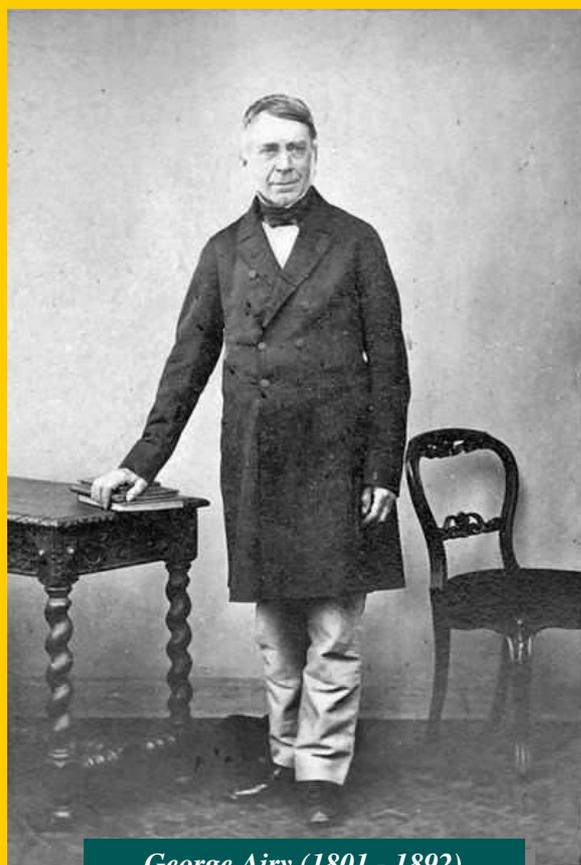
arraché une partie de l'écorce ainsi que des habitants qui vont devoir vivre sur la comète à travers le système solaire. Dans le roman, c'est la comète Donati, C/1958 L1, qui est illustrée. On y trouve aussi un savant, Palmyrin Rosette, qui nommera la comète *Gallia* après avoir hésité entre *Palmyra* et *Rosetta*. La sonde cométaire de l'Agence Spatiale Européenne *Rosetta* a été nommée en référence à la pierre de Rosette dont les hiéroglyphes ont été déchiffrés par Champollion, Rosetta devant déchiffrer les mystères de l'origine du système solaire. Ce n'est donc qu'une simple coïncidence que Palmyrin Rosette ait été le premier savant à effectuer l'exploration *in situ* d'un noyau cométaire déterminant sa densité et sa composition longtemps avant la sonde Rosetta qui doit atteindre le noyau de la

comète Churioumov-Gerasimenko en 2014.



*Atterrisseur de la sonde Rosetta*

## Juin 1835, il y a 176 ans



*George Airy (1801 - 1892)*

En 1819, il entre à 18 ans au Trinity College à Cambridge. En 1826, il y devient professeur de mathématiques, de philosophie, d'astronomie et il est nommé directeur du nouvel observatoire de Cambridge. Il reçoit la médaille Copley pour ses travaux sur la mise au point de télescopes en 1831. En juin 1835, Airy devient Astronome Royal et le 21 janvier 1836, Sir George Biddell Airy devient membre de la Royal Society. Il développe une théorie des arcs-en-ciel, mesure la masse de la Terre et affine la constante de la gravitation de Newton. Il est surtout connu pour la fonction d'Airy, fonction mathématique dite « spéciale » reliée aux fonctions de Bessel. Les fonctions d'Airy sont très utilisées en physique, en géodésie, en sismologie et bien sûr en astronomie, puisqu'elles indiquent la limite de résolution d'un instrument. Son nom désigne un cratère sur la Lune et un autre sur Mars.



# Le rayon vert

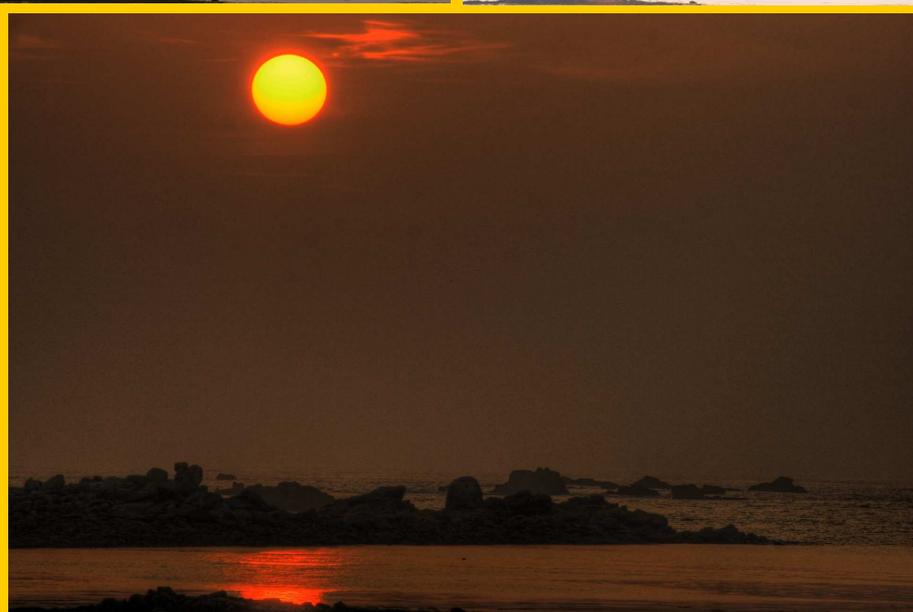
**Depuis la pointe de Perharidy près de Roscoff**

Je profite de mes vacances en Bretagne pour traquer le fameux rayon vert. C'est un effet purement optique qui se manifeste à l'horizon (voir encadré). Pour espérer observer le furtif rayon, il faut absolument que le Soleil soit le plus bas possible sur l'horizon, pas d'immeubles, ni de reliefs, l'horizon plat de l'océan est idéal mais il faut trouver un endroit duquel on peut voir le Soleil se coucher sur l'eau et, détail important à ne pas négliger, il faut pouvoir suivre le Soleil jusqu'au bout du crépuscule : les conditions climatiques sont également primordiales. Cette année, les vacances de Pâques rivalisent avec celles d'été en matière de météo, il ne me reste donc plus qu'à trouver mon poste d'observation. La plage la plus proche est une large baie ouverte sur le nord, le Soleil se cachera derrière le relief avant de toucher l'eau. Un rapide coup d'œil sur une carte et je trouve deux points d'observation possibles : l'un vers l'est du côté de Trégastel mais les routes qui y mènent sont étroites et à l'ouest, c'est

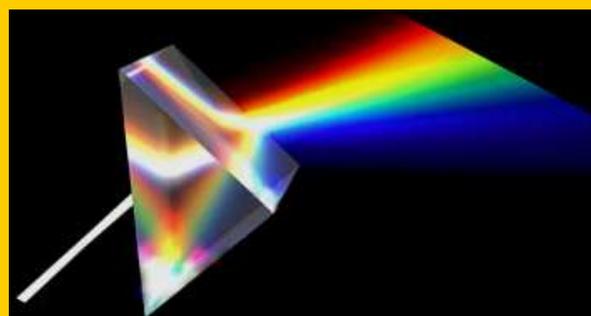
du côté de Roscoff. La pointe de Perharidy semble bien placée et c'est par la voie express à quatre voies qu'on arrive presque à destination. Le lundi soir, je m'installe largement avant le coucher du Soleil pour être sûr d'avoir un horizon dégagé à l'ouest. Je commence quelques séries de poses en bracketing pour faire du HDR (voir encadré). A mesure que le Soleil descend sur l'horizon, je m'aperçois qu'il risque de se coucher derrière quelques rochers qui affleurent l'océan ; je me déplace sur la plage pour que le point de contact ait lieu entre deux rochers. Le Soleil approche de l'horizon, le ciel est toujours bien dégagé, le disque de l'astre du jour commence à se déformer, le spectacle va commencer. Je prends des poses de plus en plus rapprochées pour être sûr de ne pas manquer l'instant fatidique. Télécommande à la main et œil dans le viseur, je prends les photos par volées de trois tout en observant le soleil disparaître sous l'horizon. A un moment, il me semble avoir vu un point plus



Le HDR (High Dynamic Range) est une technique photographique qui permet, à partir de 3 images, une sous-exposée, une « normale » et une sur-exposée, de ne garder dans chacune des images que les zones dans lesquelles il y a des détails. On peut ainsi avoir sur une même image le Soleil très brillant et les rochers en contre-jour. Pour faire ces images, on utilise l'option « bracketing » des appareils photos.



vert que rouge, mais est-ce dû à mon imagination parce que je sais à quoi m'attendre ? Toujours est-il que sur les photos je ne constate aucun rayon vert. Le problème avec le bracketing, c'est que sur les trois poses, seule la pose sous-exposée est en mesure de capter le fameux rayon, les deux autres saturent le Soleil. Il se peut donc que le rayon ait été photographié sur l'une des deux autres poses, donc : raté. Il faudra revenir demain, et au programme : ne prendre que des photos sous-exposées, pas de HDR donc. Le lendemain, le temps est toujours au beau fixe, normal, on est en Bretagne... En arrivant près de Roscoff, je constate que la lumière est différente de la veille, c'est légèrement brumeux. Installé sur mon point d'observation, je commence par faire quelques images HDR ; j'ai encore le temps avant le point de contact avec l'horizon. Les minutes passent, le Soleil est de plus en plus rouge et une question commence à me tarauder : vu la vitesse à laquelle il perd de l'éclat, on ne le ver-



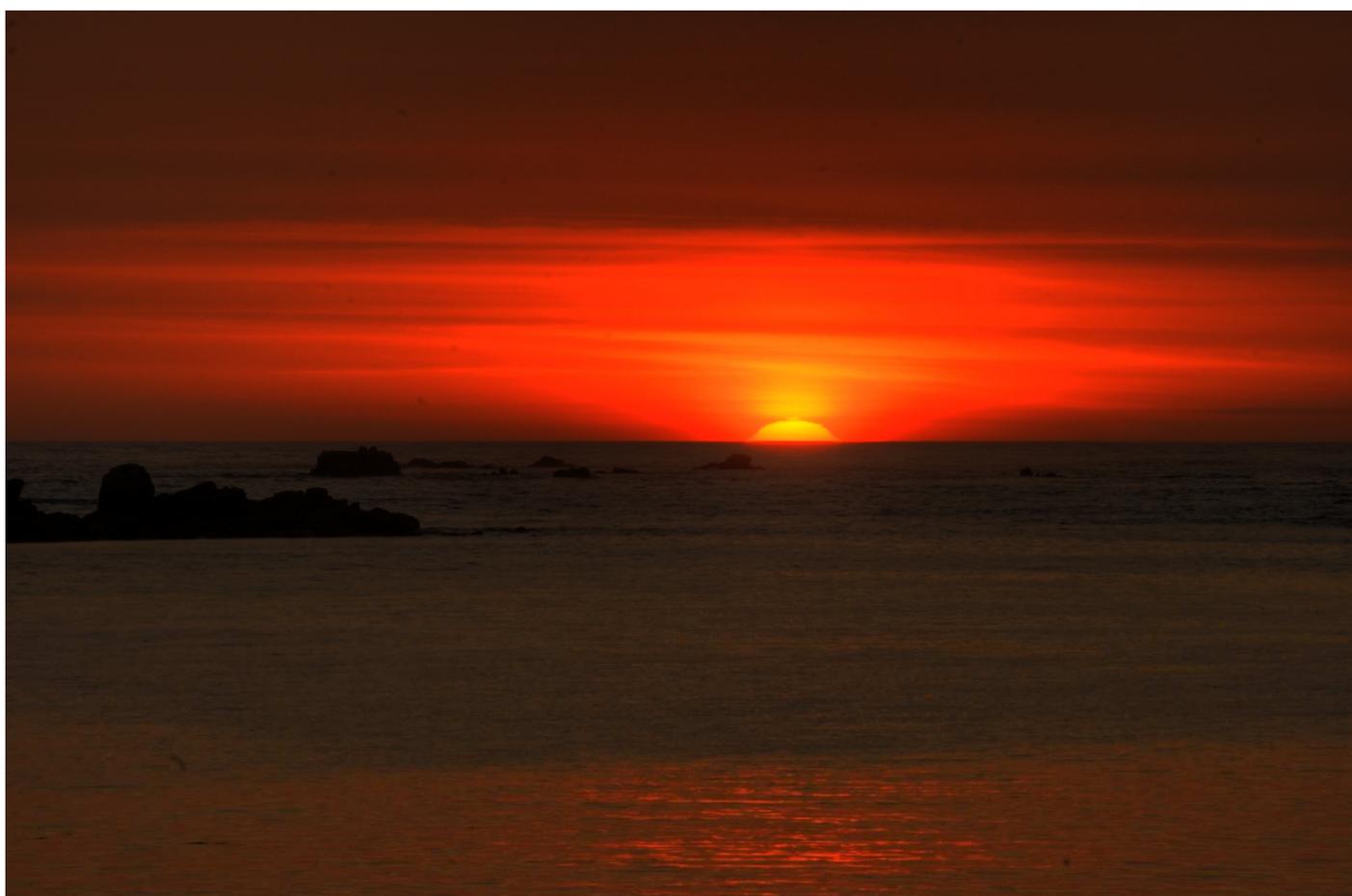
Tout comme le prisme, l'atmosphère dévie les rayons du Soleil. En fonction de la longueur d'onde, la déviation varie, elle est plus importante pour les rayons verts et bleus, c'est pourquoi ce sont eux qu'on voit en dernier lorsque le Soleil se couche à condition que l'atmosphère soit suffisamment épaisse pour que la déviation soit importante : ce qui n'arrive que bas sur l'horizon.



L'autre phénomène lié à la réfraction atmosphérique, c'est la déformation du disque solaire à proximité de l'horizon. L'atmosphère étant plus épaisse pour la partie basse du Soleil, la déviation est plus importante que pour la partie haute : le Soleil semble s'aplatir.



ra plus, bien avant qu'il n'atteigne l'horizon. Ah ! cette satanée brume... A la hauteur à laquelle il commence à disparaître, l'atmosphère n'est pas assez épaisse pour disperser les couleurs, le rayon vert n'a aucune chance d'être visible si haut dans le ciel. C'est encore raté pour aujourd'hui mais le spectacle du coucher de Soleil au bord de la mer compense largement le fait de n'avoir pas encore vu le rayon vert.

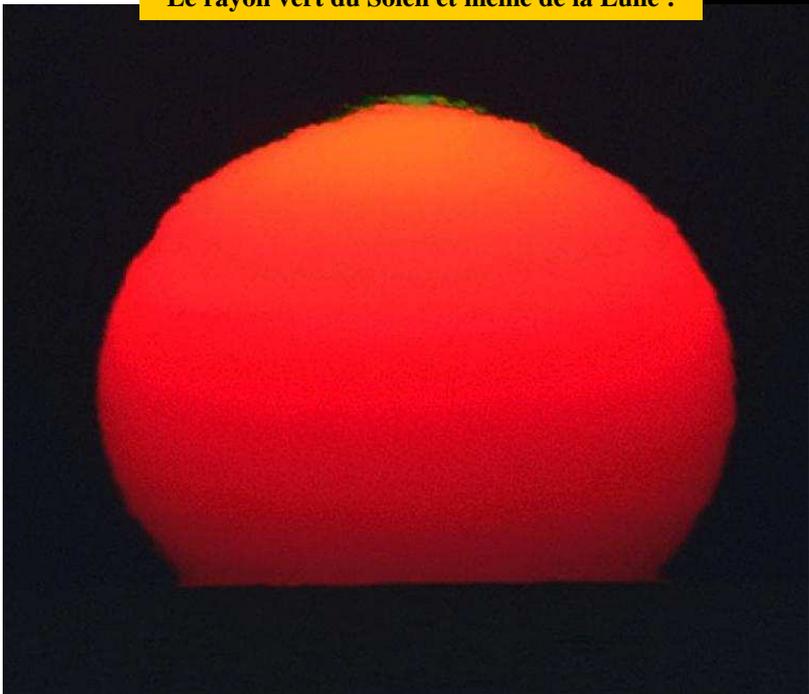




Le Soleil disparaît trop haut dans le ciel à cause de la brume



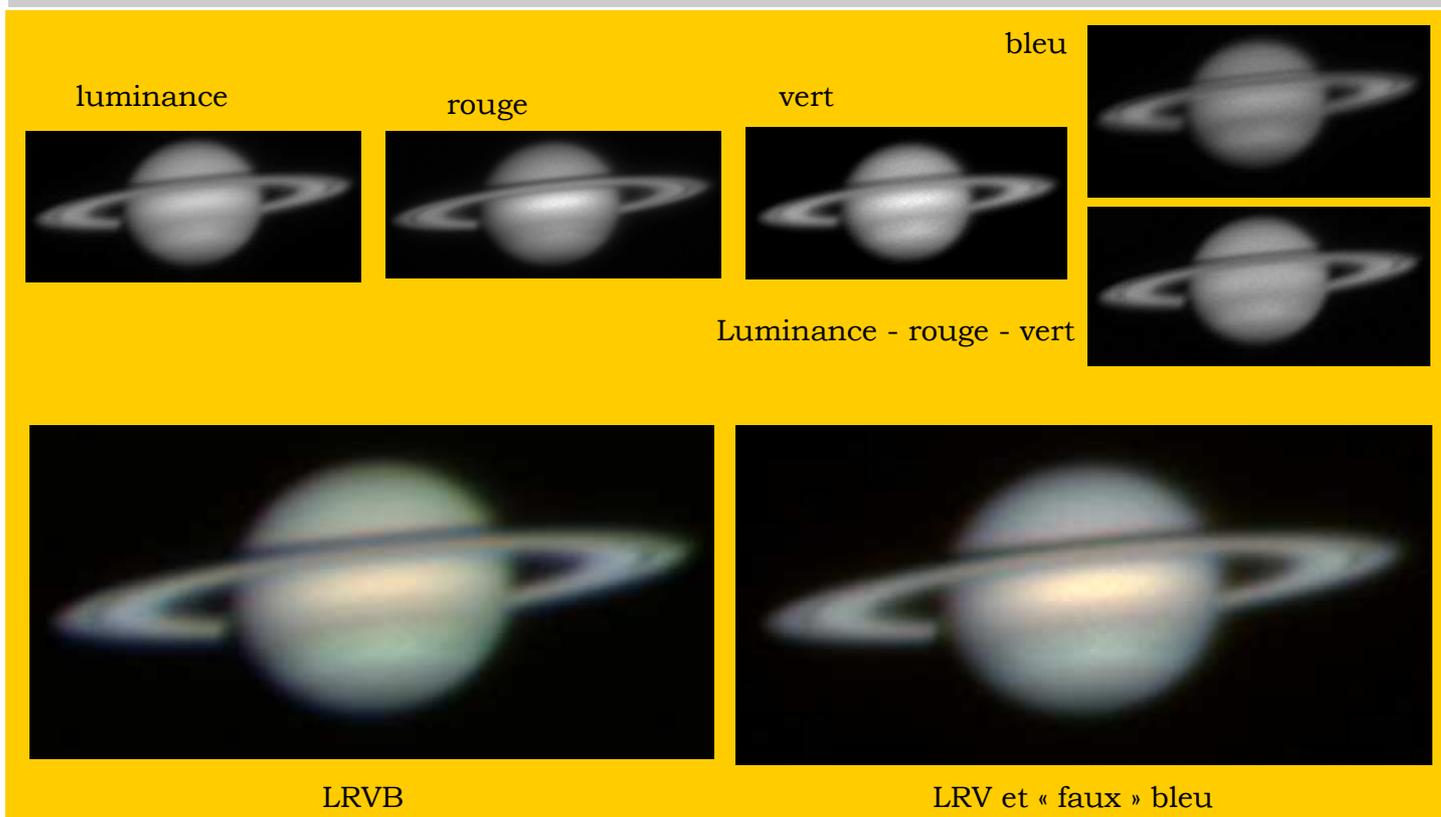
Le rayon vert du Soleil et même de la Lune !





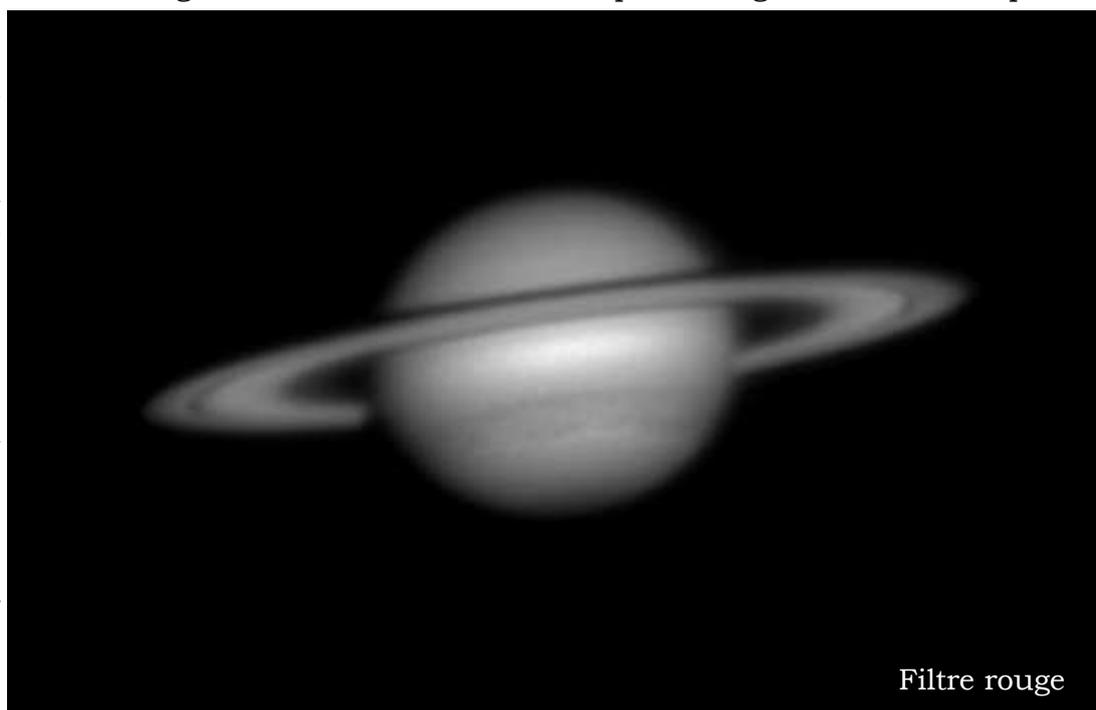
L'opposition de Saturne est passée depuis un mois, les conditions d'observations deviennent de moins en moins favorables. Mais maintenant, le temps est au beau fixe et je voudrais surtout voir ce que vaut ma toute nouvelle caméra, la PLA Mx. Il faut malheureusement que le ciel soit de la partie et là, tout dépend de ce qu'on appelle le seeing. C'est la mesure de la turbulence atmosphérique en seconde d'arc. Il représente la taille du plus petit détail visible avec un instrument : si le seeing vaut 2" on ne pourra pas voir de détails inférieur à 4 km sur la Lune par exemple, et ce, quelque soit l'instrument, tout le monde sera bloqué à 4 km ; avec un seeing à 0,5", les détails visibles font 1 km et pour les atteindre il faut un télescope d'au moins 24 cm, en deçà les images seront parfaites mais avec moins de détails, au-delà, avec des télescopes plus grands, les détails feront 1 km mais leur capacité à voir de plus petits détails encore fait qu'on verra une toute petite turbulence, voilà pourquoi avec mon C14, les images sont toujours légèrement turbulentes même dans les meilleures conditions. Je surveille depuis des jours les prévisions de seeing du site meteoblue, il ne descend pas

au-dessous de 1,4, mais pour ce soir, 25 mai, je vois enfin ce que j'attendais depuis si longtemps, un seeing de 0,86" ; là, il va y avoir des détails. Au coucher du Soleil, je sors le matériel et, lorsque je commence à voir Saturne à l'œil nu, je constate qu'effectivement les conditions sont très bonnes ce soir. La planète est déjà très peu turbulente alors que la nuit est à peine entamée. Je reviens vers 22h 30 et je teste la qualité du ciel en visuel avec différents grossissements. Avec le 25mm qui grossit 160x c'est évidemment parfait mais c'est encore trop petit, je passe donc au 17mm à 235x. L'image est toujours parfaite et je vois pas mal de satellites autour de la planète, je mets alors le 5mm qui offre un grossissement de 800x : les anneaux semblent extrêmement fins. Je vois la division de Cassini très nette, l'image est magnifique avec quelques ondulations de turbulence qui ne gênent pas l'œil mais qui seront visibles avec la webcam. J'enlève l'oculaire et je mets la caméra derrière le flip miror porte-filtres. Il faut dire que cette caméra, la PLA Mx, est noir & blanc et qu'il faut donc prendre des images avec les 3 filtres, rouge, vert et bleu pour obtenir la cou-



leur après traitement. Je commence par faire la mise au point à travers un filtre neutre ; l'image est vraiment belle, ça change des soirées précédentes où j'avais même du mal à faire la mise au point ! La caméra est tellement sensible que je règle les poses sur 20 ms, et à ce rythme les images défilent à 50 images par seconde. En 25 s j'obtiens autant d'images qu'avec mon ancienne caméra en 90 s : c'est vraiment un autre monde ! J'enregistre mon film en lumière visible qui me servira pour la luminance, puis je passe au filtre rouge. Avec cette longueur d'onde, la turbulence est encore plus faible,

l'image est impressionnante de stabilité et de contraste, et contrairement à l'œil qui ne distingue plus grand-chose de la planète dans le rouge, la caméra est pratiquement toujours aussi sensible ; je fais des poses de 30 ms. Je passe ensuite au vert et au bleu et je vois bien que la longueur d'onde est primor-



diale pour la qualité des images : la turbulence est toujours forte dans le bleu, j'ai même du mal à faire la mise au point. Avec mes essais des nuits précédentes je suis resté prudent dans le grossissement choisi, j'ai mis une barlow x2 derrière un réducteur de focale pour avoir 5m de focale, mais je vois bien que ce soir on peut faire mieux puisqu'en poussant la barlow jusque vers 3x (7,56 m de focale) et l'image reste nette. Je prends un dernier film en augmentant le temps de pose. Je passe à 80 ms pour avoir les satellites : Dioné et Rhéa sont à côté de la planète. Puisque les conditions ont l'air très bonnes, j'enlève le réducteur de focale et je mets directement la barlow pour avoir 8 m de focale. L'image avec le filtre rouge est à couper le souffle. Je reprends une série de film dans les 4 filtres, neutre, rouge, vert et bleu mais je constate que malheureusement avec le bleu les images vont être plus difficiles à traiter et même dégrader le résultat. Tout ce que j'avais prévu se confirme au traitement, les

images rouges et neutres sont superbes, on voit des détails partout. L'image verte est déjà moins bonne, quant à la bleue, on se demande si c'était la même nuit... la quadrichromie est moyenne. Il me vient alors une idée : l'image neutre contient toutes les longueurs d'onde. Si je lui soustrais les images rouge et verte j'obtiendrai l'équivalent de mon image bleue mais avec beaucoup plus de détails et c'est celle-là que j'utiliserai dans mon image en quadrichromie. Je recalc bien toutes mes images pour ne pas créer d'artefact lors de la soustraction ; l'image résultat est conforme à ce que j'attendais et le résultat de la quadrichromie est bien meilleur que tout à l'heure. J'essaie de faire la même chose avec les derniers films de Saturne, à 8 m de focale. Je n'arrive pas à recalculer correctement les images, la soustraction est catastrophique. Je ne garde pour l'instant que l'image obtenue avec le filtre rouge, ça donne une idée du potentiel de cette caméra. Je l'imagine déjà sur Jupiter à Bracou cet été et aussi sur Mars l'hiver prochain...

MAY 20th, 2011  
21:07 UTC

S  
└─ F

L'Anglais Damian Peach avec son C14 !!





Située en Croatie, sur la mer Adriatique, ZADAR est une ville de plus de 70.000 habitants, une étape pour les touristes notamment s'ils se rendent au parc national de Plitvice (l'Iguaçu du coin, sans la chaleur, ni les palmiers...).

Ancienne ville italienne, elle a été pas mal ravagée par la guerre civile de 1991 à 1995 qui a transformé la Yougoslavie ; Zadar devint alors une ville de la nouvelle République de Croatie. Les attaques contre la cité n'ont cessé qu'à la fin de la guerre en 1995. Dans le pays, il y a encore des zones interdites d'accès à cause des mines qui sont encore en place.

Zadar est aujourd'hui une ville moderne, sur des bases romaines qui datent de 48 avant J.C.

Le parc national de Plitvice est inscrit sur la liste du patrimoine mondial protégé par l'UNESCO depuis 1979. La croissance du tuf (roche calcaire) forme des barrières, des seuils toujours en évolution dans les ruisseaux et sources karstiques.



Zadar : le forum



Zadar : la ville ancienne, en bord de mer.

Mais c'est le bord de mer qui nous intéresse car il recèle deux monuments assez singuliers qui peuvent laisser perplexes les touristes qui ne sont pas informés. En tout cas, deux monuments sur la rive Istarsk Obala, à la pointe de la presqu'île, qui ne laissent pas indifférents car ça ne se trouve pas partout, loin s'en faut.



En fait Zadar était déjà réputée pour une œuvre architecturale singulière : ses « orgues marines ». Utiliser les mouvements de la mer pour en faire de la musique : 35 tuyaux plon-

gent dans l'eau, et de manière similaire à l'orgue, le vent dans le tuyau se déplace, poussé ou aspiré par les vagues et la musique sort par des trous faits sur le quai. Un son étrange nous environne, et pour certains, cela ressemble au chant des baleines.

Imaginé également par cet architecte audacieux, Nikola Bašić, « le salut au soleil » est un monument dédié à la lumière, à celle du soleil, et qui nous renseigne aussi sur les planètes qui l'entourent. En ce sens, ce n'est pas le monument simpliste.

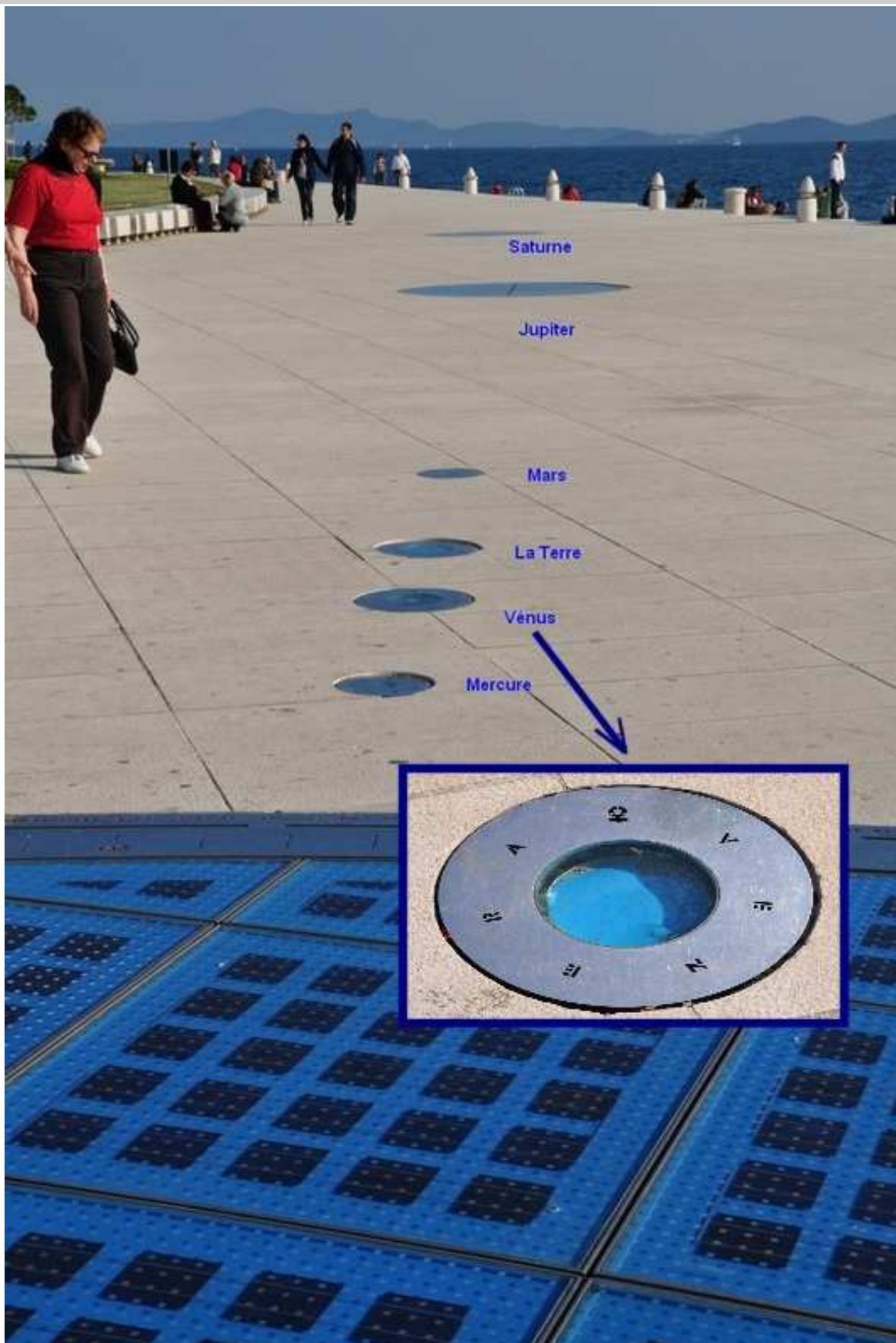
Un étonnant disque de 22 mètres de diamètre constitué de 300 panneaux de verre, qui sont en fait des cellules photovoltaïques. L'énergie du soleil est emmagasinée le jour pour être restituée la nuit sous forme de



jeux de lumières colorées. Et, moyennant quelques capteurs dissimulés, ces lumières évoluent avec l'environnement (les orgues par exemple).

Ce disque est entouré par des inscriptions relatives à la date de célébration des saints, l'inclinaison et la hauteur du soleil, la durée du jour à cet endroit de la rive, ainsi que le nom des saints patrons de la ville dont Saint Chrysogone.

Associé à ce disque du soleil, se trouvent les différentes planètes du système solaire :



Une belle manière de faire de l'astronomie...

# Jeux

fondé sur le diagnostic	préfixe	Roche des Pyrénées	genévrier vieil instrument à cordes	refaire un trou chrome	ouvertures de lunette	concrétion de cristaux	unité japonaise ut
Change les votres	1				peuplade errante peser à vide		3
		combine à l'eau urine		2			9
poisson	plus mauvais cause des naufrages			élévations de mer sentiment			éprouvais de la joie estonien
				a fait un acte malveillant doux			
petite faux boîte			enchères docteur juif			animaux lents bouts d'aimant	
		attendu de bébé hommes de main				sans relief conscience	7
toujours vert jeux de mots		souiller champignon		4	dérangement produirai		
				marchandise envoya			actions de peintre
terme de mathématique	infusoire groupe de 8 bits			vitesse de navire vieille porte			fluet
	6					légende scandinave titre	
souper d'apôtres fourreaux			organes de poisson	8		résultat de choix coeur d'étoile	
			couvrir de salpêtre aluminium				
côté soleil levant terme de course		temps de révolution			petite aire		
				planches de bateaux			5

Fervent défenseur de la relativité :

--	--	--	--	--	--	--	--

*Solution en dernière page*

**Michel**

# Galerie

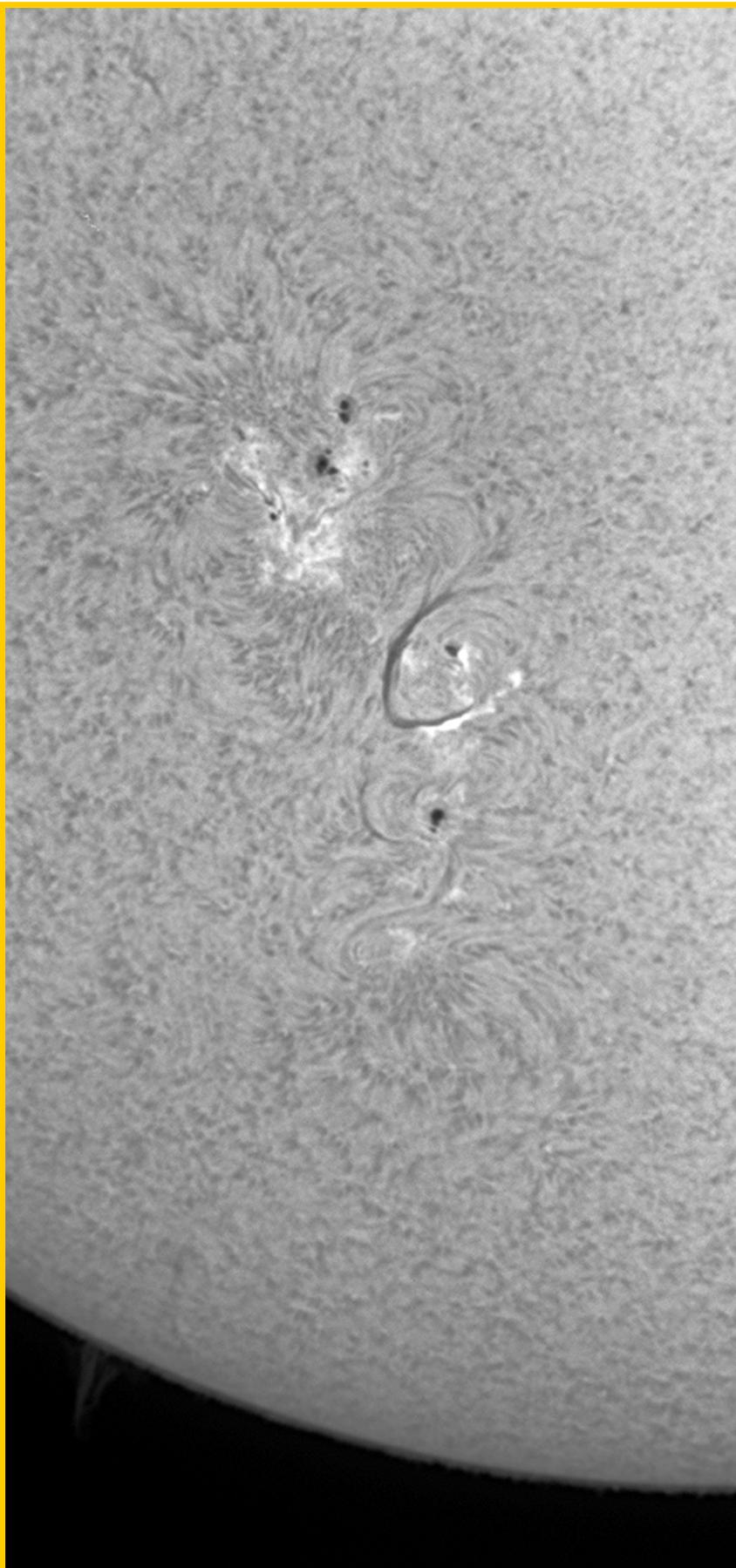
## Saturne Sébastien

C9, Canon 450d  
Formentine (85)  
28 mai 2011



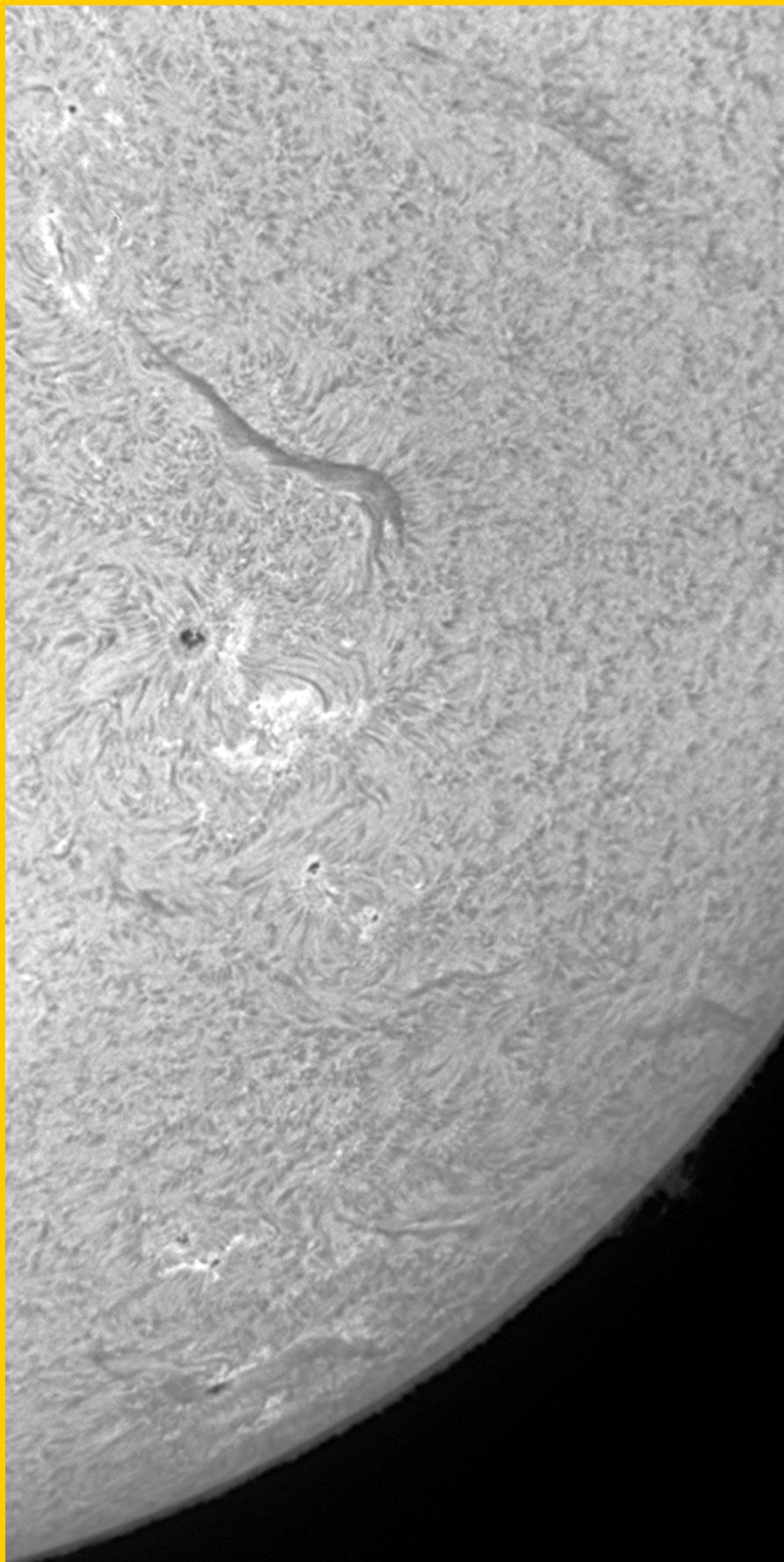
## Saturne Willy

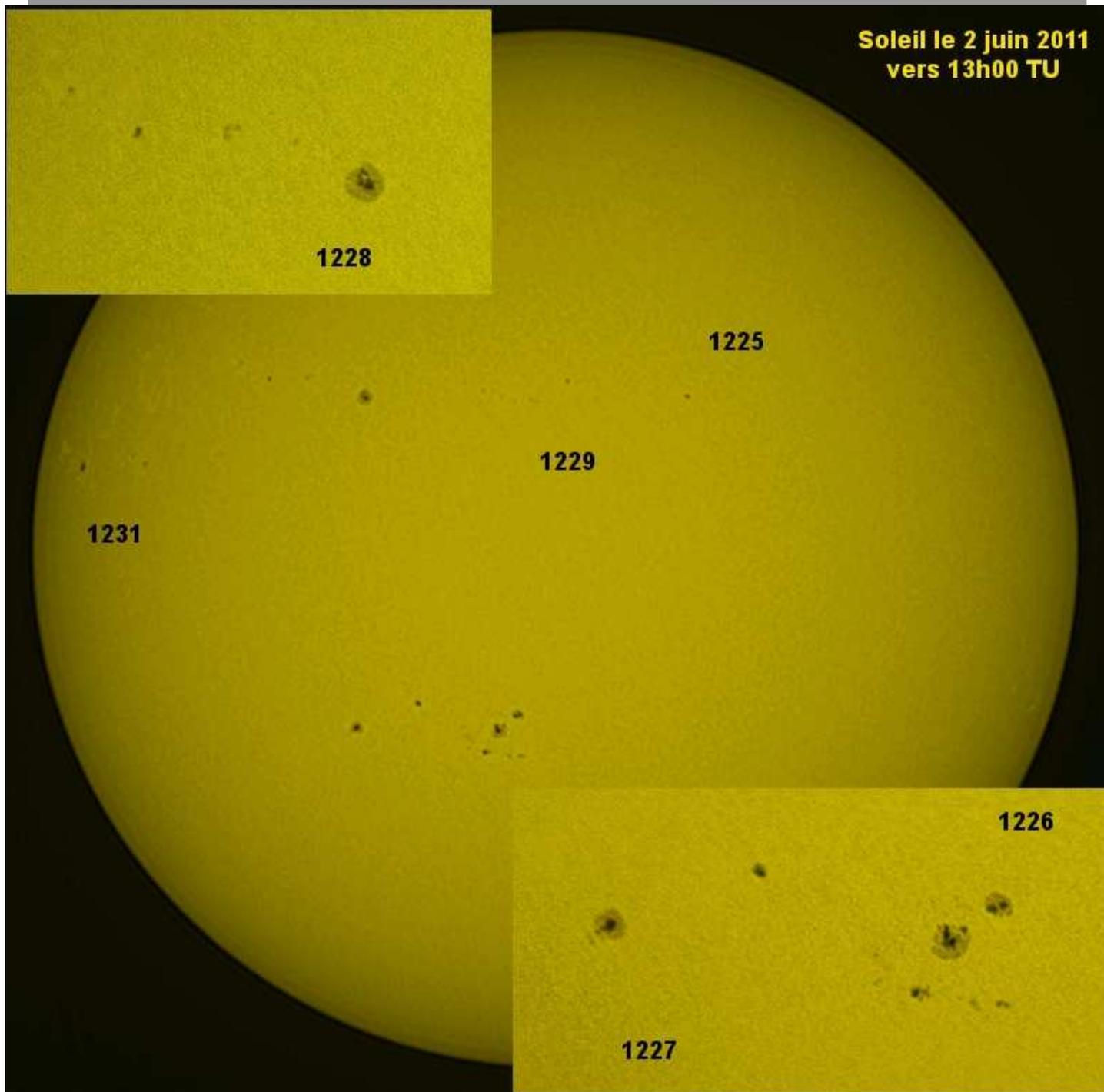
C8, caméra Orion 4SIII  
Plouzané (29)  
10 mai 2011



**Protubérances Lionel**

Lunette 120/1200, H alpha  
PLA Mx  
Bonville (28)  
2 juin 2011





**Soleil**      **Willy**

Lunette ZS70ED, caméra  
Orion 4SIII  
Plouzané (29)  
2 juin 2011



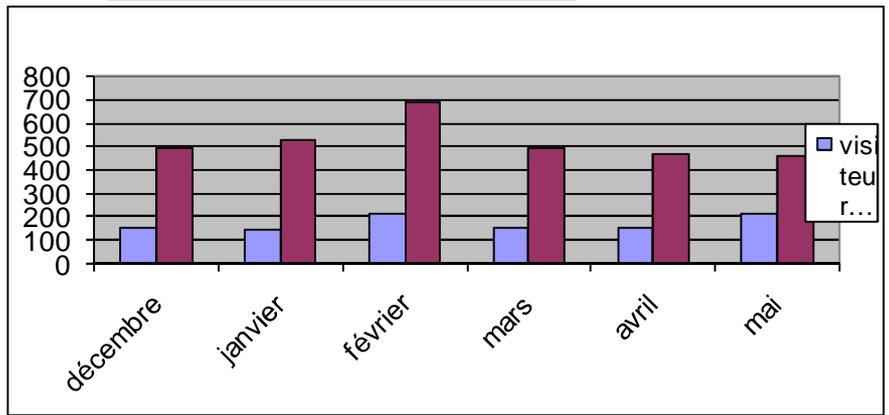
**Lune** **Christian**

Lunette SW 80mm  
Canon 40D  
Les Essarts  
13 mai 2011

# Albireo78 saison 2010-2011



## Fréquentation du site



Sortie du n°57 : octobre 2011

## Solution du mot fléché

fonde sur le diagnostic	P	préfixe	Foche des Pyrénées	O	génévrier vieux instrument à cordes	C	refaire un trou chrome	R	ouvertures de lunette	C	concrétion de cristaux	C	unité japonaise lit	S	
Change les vôtres	R	E	M	P	L	A	C	E	H	O	R	D	E		
VOS	V	O	S	combine à l'eau urine	H	Y	D	R	A	T	A	T	I	O	N
poisson	N	plus mauvais cause des naufrages	P	I	R	E	élévations de mer sentiment	L	A	M	E	S	éprouvais de la joie estonien		
petite faux boîte	B	O	N	I	T	E	a fait un acte malveillant deux	P	E	R	P	E	T	R	E
ETUI	S	A	P	E	enchères docteur just	M	I	S	E	S	animaux bouts d'aimant	A	I	S	
loupes voit jeux de mots	E	T	U	I	attendu de bébé hommes de main	R	O	T	E	R	sans relief conscience	P	L	A	T
SCR	I	F	souiller champignon	S	A	L	I	R	dérangement produit	F	O	L	I	E	
terme de mathématiques groupe de 8 bits	S	C	R	A	B	B	L	E	vitesse de navire vieux porte envoya	C	O	L	I	S	actions de peintre
L	A	M	I	B	E	É	R	R	E	S	flut	F			
LOG	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
AR	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
ITH	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
ME	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
S	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
AG	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
A	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
G	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
A	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
G	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
A	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
A	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
S	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
T	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
I	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
E	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
R	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
I	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
E	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
R	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
I	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
E	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
R	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
I	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
E	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
I	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
E	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
R	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
I	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
E	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
R	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
I	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
E	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
R	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
I	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
E	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
I	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
E	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
R	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
I	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
E	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
R	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
I	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
E	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
R	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
I	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
E	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
I	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
E	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
R	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
I	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
E	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
R	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
I	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
E	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
R	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
I	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
E	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
I	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
E	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
R	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
I	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
E	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
R	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
I	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
E	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
R	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
I	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
E	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
I	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
E	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
R	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
I	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
E	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
R	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
I	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
E	infusoire	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F		
R	groupe de 8 bits	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F				
I	infusoire	A	M	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F	
E	groupe de 8 bits	I	B	E	villeses de navire vieux porte envoya	É	R	R	E	S	flut	F			
R	infusoire	M	I	B	E										