

105

www.albireo78.com

avril 2023

*Albireo*⁷⁸

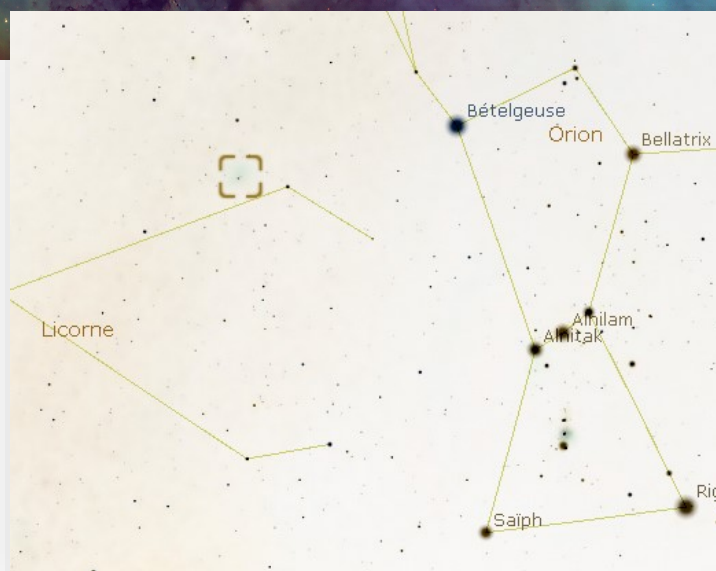
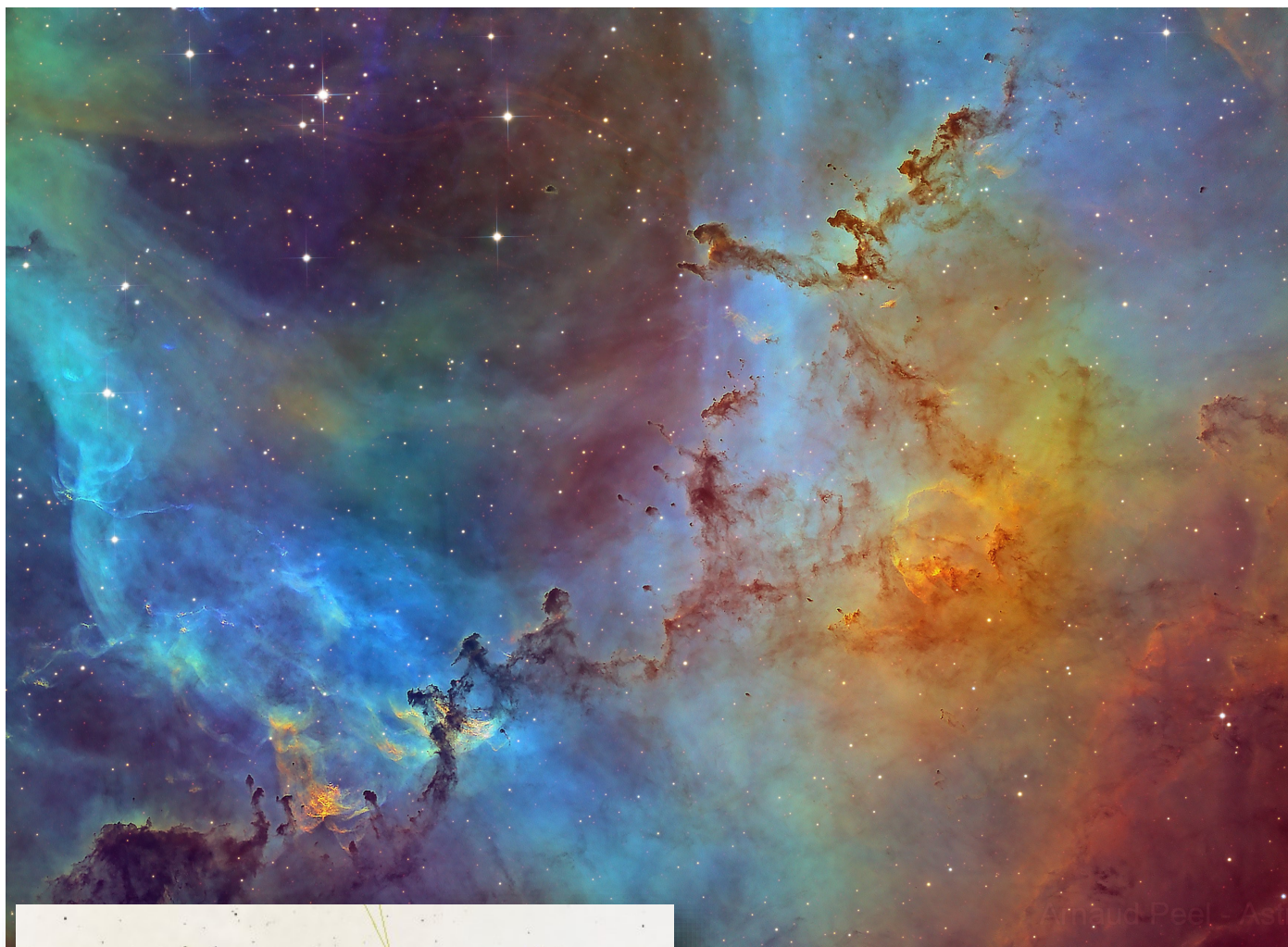
L'ALBIREOSCOPE

Retombées...

Juice... SpaceX... et les autres...

Observatoire Atria

AmateurPeel



NGC 2237

Constellation : Licorne

Instrument : télescope CDK 17" (42 cm)

Image : SHO, (150, 150, 117 x 300s)

Total : 34h 40

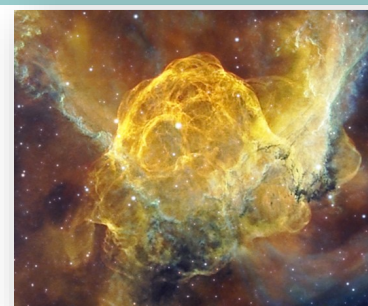
**Observatoire Atria,
traitement Arnaud Peel**

NGC 2237 est une vaste région HII située à 4700 al dans la constellation de la Licorne. Sa taille angulaire dans le ciel couvre un diamètre de 4 pleines lunes. La nébuleuse s'étend sur 130 al. On estime la masse de cette pouponnière d'étoiles à 10 000 masses solaires. Au centre de la nébuleuse se trouve l'amas d'étoiles NGC 2244. Cet amas est âgé de 8 millions d'années, ce sont les radiations ultra-violettes de ces étoiles massives qui ionisent l'hydrogène de la nébuleuse et lui donnent sa teinte rouge. La partie centrale, creusée par les vents stellaires, réfléchit la couleur bleutée des étoiles chaudes.

Sommaire

4**Retombées...***Michel***13****SpaceX... JUICE...
et les autres...***Michel***32****C'est arrivé ce jour-là...****36****Décrypter le cosmos**

NGC2359, le casque de Thor

**38****Galerie photos**



Site d'essai du Nevada

L'histoire scientifique qui a changé le monde et ses retombées... radioactives.

L'opération **Trinity** était un succès pour les militaires et elle avait satisfait le Président Truman à Potsdam : l'Amérique avait l'avantage et gagnait la « partie ».

L'explosion de la première bombe atomique avait été avancée pour satisfaire le calendrier du Président, mais la météo n'était pas aussi bonne que souhaitée par les scientifiques. Les badges de film utilisés pour mesurer l'exposition à la radioactivité indiquaient qu'aucun observateur à N-9 km n'avait été exposé à plus de 0,1 roentgens (*la moitié de la limite d'exposition quotidienne aux rayonnements recommandée par le Conseil national de la radioprotection et des mesures*). L'abri nord avait été évacué avant que le nuage radioactif ne puisse l'atteindre. L'explosion a été plus efficace que prévu et le courant ascendant thermique a attiré la majeure partie du nuage suffisamment haut pour que peu de retombées n'arrivent sur le site d'essai. Toutefois, le cratère était beaucoup plus radioactif que prévu en raison de la formation de trinitite, et les équipages des deux chars Sherman, doublés de plomb, ont été soumis à une exposition considérable. Le dosimètre et l'insigne de film d'Anderson ont enregistré 7 à 10 roentgens, et l'un des chauffeurs de char, qui a fait trois voyages, a enregistré 13 à 15 roentgens.

RAPPEL SUR LA RADIOACTIVITÉ

De manière générale, la matière est formée d'atomes, avec un noyau composé d'un nombre variable de protons et de neutrons, et d'un halo d'électrons. Les matériaux radioactifs émettent spontanément des rayonnements gamma, X et/ou des particules bêta ou parfois alpha.

Les particules bêta sont des électrons, qui réagissent fortement avec la matière. Ils parcourent quelques mètres dans l'air. Une feuille d'aluminium les arrête.

Les particules alpha sont des noyaux d'hélium (2 protons et 2 neutrons). Ils parcourent quelques centimètres dans l'air. Une feuille de papier les arrête.

Les rayonnements gamma et X sont des photons de très haute énergie. Ils parcourent des centaines de mètres dans l'air. Leur pouvoir de pénétration dans la matière est très grand. Une forte épaisseur de plomb ou de béton les arrête. Les rayons gamma peuvent ioniser la matière. Le rayonnement X, de moindre énergie, se rencontre peu dans la nature mais est utilisé en médecine.

L'introduction de l'unité roentgen, qui mesure l'ionisation de l'air, a remplacé des moyens moins précis et peu pratiques (temps d'exposition, fluorescence, film photographique) ; en 1931, le *National Council on Radiation Protection and Measurements of the United States* a défini la première dose limite formelle à 0,1 roentgen par jour. L'union Européenne, en ce qui concerne la santé humaine, a banni les unités curie, rad, rem et roentgen de 1985 pour le **gray**, **becquerel** et **sievert**. Le sievert mesure la **dose absorbée** (l'énergie J) par unité de masse (kg) .

La contamination la plus lourde par les retombées à l'extérieur de la zone d'essai restreinte était à 48 km du point de détonation, sur Chupadera Mesa. Les retombées se seraient déposées sous forme de poussière blanche sur une partie du bétail de la région, entraînant des brûlures bêta locales et une perte temporaire des poils dorsaux. Des plaques de poils ont repoussé mais décolorés, en blanc. L'armée a acheté 88 bovins en tout à des éleveurs ; les 17 plus significativement marqués ont été conservés à Los Alamos, tandis que les autres ont été expédiés à Oak Ridge pour une observation à long terme. La reconstruction de dose publiée le 1er septembre 2020 par des chercheurs travaillant sous les auspices du *National Cancer Institute* a documenté que cinq comtés du Nouveau-Mexique ont connu la plus grande contamination radioactive : Guadalupe, Lincoln, San Miguel, Socorro et Torrance.

En août 1945, peu après le bombardement d'Hiroshima, la société Kodak a observé des taches et de la buée sur leur film, qui était à l'époque généralement emballé dans des conteneurs en carton. Un employé de la société Kodak, a étudié la question et a conclu que la contamination devait provenir d'une explosion nucléaire quelque part aux États-Unis. Il a écarté la possibilité que la bombe d'Hiroshima soit responsable, en raison du moment des événements. Un point chaud de retombées avait contaminé l'eau de la rivière qu'une papeterie de l'Indiana utilisait pour fabriquer de la pâte à carton à partir de feuilles de maïs. Conscient de la gravité de sa découverte, il garda ce secret jusqu'en 1949. Cet incident, ainsi que les essais continents américains qui ont suivi en 1951, ont créé un précédent. Lors des essais nucléaires atmosphériques ultérieurs sur le site d'essai du Nevada, les responsables de la Commission de l'énergie atomique des États-Unis fournissaient à l'industrie photographique des cartes et des prévisions de contamination potentielle, ainsi que la distribution des retombées attendues, ce qui leur a permis d'acheter des matériaux non contaminés et de prendre d'autres mesures de protection...

La « guerre froide » a cependant conduit à une généralisation d'explosions de bombes nucléaires dans l'atmosphère par les militaires des deux camps : américains et soviétiques, puis de quelques autres nations, dont la France, soucieuses de leur sécurité face à ces moyens disproportionnés.

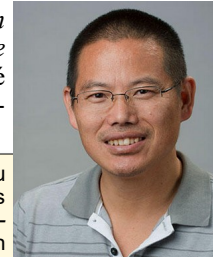
Les explosions nucléaires créent des retombées dangereuses.



Explosion du dispositif nucléaire "Seminole" sur l'atoll d'Eniwetok dans l'océan Pacifique le 6 juin 1956. Corbis via Getty Images.

Des matières radioactives résiduelles qui voyagent haut dans l'air, se refroidissent, et finissent en poussière qui se dépose sur le sol, l'empoisonnant dans le processus.

« La plupart des retombées d'une explosion nucléaire mettent entre un jour et une semaine pour revenir au sol », a déclaré Zaijing Sun, physicien nucléaire à l'Université du Nevada à Las Vegas.



Le Dr Zaijing Sun est professeur agrégé au Département de physique de la santé et des sciences diagnostiques de l'Université du Nevada de Las Vegas. Il a obtenu son doctorat en physique nucléaire appliquée de l'Idaho State University en 2012. Avant de rejoindre l'UNLV, il a été professeur assistant/associé à la South Carolina State University et post-doctorant à la division de génie nucléaire du laboratoire national d'Argonne. Ses intérêts de recherche comprennent la physique de la santé, la radiochimie, l'analyse d'activation nucléaire, les simulations informatiques de processus nucléaires, la spectroscopie à rayons gamma et l'imagerie isotopique 3D, l'application médicale des accélérateurs de particules, l'archéométrie, l'exploration de données temporelles dans le démantèlement nucléaire et l'imagerie médicale, et la production d'isotopes médicaux. Il est membre de la *Health Physics Society*, de l'*American Nuclear Society* et de l'*American Physical Society*.

« Mais certaines retombées sont projetées si haut dans l'atmosphère, jusqu'à plus de 80 km d'altitude, qu'elles peuvent rester plusieurs mois, voire des années, avant de retomber à la surface », a ajouté Sun. À l'UNLV, on étudie la gestion des déchets radioactifs, ainsi que les applications de la radiologie et de la physique nucléaire à des fins médicales.

Les retombées radioactives se trouvent au fond de l'océan.

Des chercheurs ont trouvé des preuves de retombées nucléaires dans les tissus musculaires des créatures marines qui habitent les tranchées océaniques les plus profondes.



Les tissus musculaires de créatures sous-marines des fosses sous-marines profondes sont contaminés par les retombées radioactives des essais nucléaires. Image : Alcatel Submarine networks.

Les retombées qui atteignent la stratosphère peuvent parcourir de longues distances, se déplaçant avec le vent et selon les variabilités des conditions météorologiques.

Ainsi, si une grosse bombe nucléaire explosait aux États-Unis, par exemple, les retombées pourraient atteindre la Russie, l'Europe ou la Chine : « c'est un événement mondial » a déclaré Sun. En effet, les scientifiques ont détecté des retombées radioactives d'essais de bombes nucléaires dans des régions du monde entier : du sol en Tunisie, aux glaciers arctiques et même dans les parties les plus profondes de l'océan dans les tissus musculaires de certains crustacés qui vivent dans les

fosses océaniques.

La plupart des Américains portent des traces de radioactivité.

Au cours des années 1950 et 1960, le gouvernement américain a testé plus de 500 bombes nucléaires en les faisant exploser dans l'atmosphère.

Les retombées du site d'essai du Nevada, entre autres, ont inondé l'atmosphère d'isotopes radioactifs, a déclaré Sun.

En conséquence, chaque personne vivant aux États-Unis depuis 1951 a été exposée à au moins certaines retombées radioactives, selon une étude du *National Cancer Institute* et des *Centers for Disease Control and Prevention*.

Les scientifiques pensent que les risques pour la santé de la plupart des gens restent faibles ; cependant, une étude a estimé que les retombées pourraient avoir causé jusqu'à 11 000 décès par cancer.

La nourriture est un coupable courant de l'exposition aux retombées radioactives.

Les retombées radioactives qui pleuvent sur votre peau sont une voie d'exposition, mais souvent l'exposition se produit de manière moins flagrante, comme lorsque les retombées pénètrent dans la chaîne alimentaire.



Les isotopes radioactifs peuvent s'infiltrer dans le lait de vache...

Sun : « Par exemple, en raison des retombées du site d'essai du Nevada, certaines personnes du Wyoming ont été touchées par le strontium dans le lait ».

Le strontium fait référence à l'isotope radioactif : strontium-90. Les vaches laitières qui mangent de l'herbe contaminée au strontium produisent alors du lait qui en contient, ce qui peut ensuite affecter les humains qui en boivent.

Le strontium-90 peut causer des problèmes intestinaux. Et parce qu'il agit comme le calcium, il est facilement absorbé par les os de notre squelette, ce qui peut entraîner des cancers des os, de la moelle osseuse et des tissus mous qui les entourent.

L'iodure de potassium peut aider à vous protéger du cancer de la thyroïde causé par les retombées.

« L'iode-131, l'un des isotopes radioactifs dangereux des retombées nucléaires, a tendance à s'accumuler dans la glande thyroïde et peut provoquer à long terme un cancer de la thyroïde », a déclaré Sun.

Mais si vous prenez une pilule d'un autre type d'iode - l'iodure

de potassium (KI) - peu de temps avant ou directement après l'exposition aux retombées, vous pourriez réduire votre risque de cancer de la thyroïde.



Flacon d'iodure de potassium.

L'iodure de potassium peut avoir des effets secondaires, il est donc important de ne le prendre que selon les instructions d'un médecin.
Image : Justin Sullivan / Staff / Getty Images.

L'iodure de potassium fonctionne parce que la thyroïde ne peut absorber qu'une certaine quantité d'iode à la fois. Si votre thyroïde en avait déjà absorbé, elle n'aurait pas beaucoup de place pour l'iode-131 radioactif, et dangereux.

Les retombées d'une bombe sont moins dangereuses que les accidents de centrales nucléaires.

« Un réacteur nucléaire libère beaucoup plus de radio-isotopes lors d'une fusion accidentelle de son cœur qu'une bombe nucléaire lorsqu'elle explose », a déclaré Sun.



Centrale nucléaire de Tchernobyl après l'explosion du 26 avril 1986 à Tchernobyl, en Ukraine. Construction du « sarcophage ».
Image : SHONE/GAMMA

La catastrophe de Tchernobyl a émis environ 10 fois plus de radiations que le bombardement nucléaire d'Hiroshima pendant la Seconde Guerre mondiale. Aujourd'hui, le rayonnement à Hiroshima est au même niveau que le rayonnement de fond normal et quotidien dans le monde entier.

Mais à Tchernobyl, certains éléments à demi-vie plus longue, tels que le strontium-90 et le césium-137, existent toujours à des niveaux élevés.

Environ 15 % seulement de l'énergie libérée par une bombe nucléaire provient du rayonnement nucléaire.



Environ 85 % de l'énergie d'une explosion nucléaire provient de la détonation elle-même...

Sun : « Je pense que dans l'imagination populaire, les gens sont très préoccupés par les retombées, mais gardez à l'esprit que la majeure partie de l'énergie d'une bombe atomique est libérée immédiatement ».

Environ 35 % de cette énergie provient du rayonnement thermique (la chaleur), tandis qu'environ 50 % est de l'énergie de souffle explosive.



Ogive nucléaire pour bombardier. Plus petite que la bombe de l'essai « Trinity » mais bien plus pratique et efficace aux dires des militaires... Image : gerasimov_foto.

Seulement 15 % de l'énergie d'une arme nucléaire provient du rayonnement nucléaire, et une grande partie de celle-ci provient de la première minute de l'explosion. Cela ne veut pas dire que les retombées radioactives ne sont pas dangereuses ou effrayantes, mais le plus de dégâts provient, de loin, de la détonation. Voilà de quoi nous rassurer, n'est-ce pas ?

Le **sievert** (de symbole **Sv**) est une unité utilisée pour évaluer l'impact de la radioactivité sur le corps humain. Elle dérive du **gray**, qui est une unité de mesure physique, en pondérant l'effet des rayonnements par la dangerosité de ces rayonnements, d'une part, et les tissus biologiques affectés, d'autre part. Plus précisément, c'est l'unité dérivée du Système international utilisée pour mesurer une dose équivalente, une dose efficace ou un débit de dose radioactive (Sv/s, Sv/h ou Sv/an)², c'est-à-dire pour évaluer quantitativement l'impact biologique d'une exposition humaine (exclusivement) à des rayonnements ionisants. Le **sievert** est donc homogène au **gray**, autre unité utilisée en dosimétrie, qui mesure la dose absorbée (l'énergie absorbée par unité de masse) indépendamment de son effet biologique.

Limite autorisée pour l'exposition de la population aux rayonnements artificiels, en France : 1 mSv/an/personne (Code de la santé publique, Article R1333-8).

Les États-Unis ont perdu au moins trois bombes nucléaires qui n'ont jamais été localisées.

Elles sont toujours là... quelque part, à ce jour. Comment est-ce arrivé ? Où pourraient-elles être ? Et les trouverons-nous un jour ?

C'était un doux matin d'hiver au plus fort de la guerre froide. Le 17 janvier 1966, vers 10h30, un crevettier espagnol regarde un colis blanc difforme tomber du ciel... et glisser silencieusement vers la mer d'Alboran. Il y avait quelque chose qui pendait en dessous, bien qu'il ne puisse pas distinguer ce que c'était. Puis il a glissé sous les flots.



Au même moment, dans le village de pêcheurs voisin de Palomares, les habitants ont levé les yeux vers un ciel identique et ont été témoins d'une scène très différente : deux boules de feu géantes, se précipitant vers eux. En quelques secondes, tout a changé, le tranquillité s'était évanouie. Les immeubles ont tremblé. Un homme, Shrapnel, s'est vite étendu sur le sol. Des débris sont tombés au sol. Quelques semaines plus tard, Philip Meyers a reçu un message via un téléimprimeur, un appareil capable d'envoyer et de recevoir des e-mails « primitifs ». À l'époque, il travaillait comme démineur à l'installation aéronavale de Sigonella, dans l'est de la Sicile. On lui a dit qu'il y avait une urgence en Espagne et c'était "top secret"... il devait s'y présenter dans les jours qui suivent. Cependant, la mission n'a pas été aussi protégée que les militaires l'avaient espéré.



Les bombes perdues de Palomares ont dispersé 3,2 kg de plutonium dans la nature. Image Getty.

« Ce n'était pas une surprise d'être appelé », déclare Meyers. Même le public savait ce qui se passait. Lorsqu'il a assisté à un dîner ce soir-là et a annoncé son mystérieux voyage, sa confidentialité prévue est devenue une sorte de blague. « C'était un peu embarrassant », dit Meyers.



Une des bombes de Palomares récupérée. Une équipe de déminage doit trouver le moyen de la désactiver.

« C'était censé être un secret mais mes amis me disaient pourquoi j'y allais ».

Pendant des semaines, les journaux du monde entier avaient rapporté des rumeurs d'un terrible accident : deux avions militaires américains étaient entrés en collision en l'air, dispersant quatre bombes thermonucléaires B28 à travers Palomares. Trois ont été rapidement récupérées sur terre, mais une avait disparu dans l'étendue bleue étincelante au sud-est, perdue au fond de l'enveloppante mer Méditerranée. Maintenant, la chasse était lancée pour la trouver : une ogive de 1,1 mégatonne, avec la puissance explosive de 1 100 000 tonnes de TNT.

En fait, l'incident de Palomares n'est pas la seule fois où une arme nucléaire a été égarée. Dans de nombreux cas, les armes ont été larguées par erreur ou larguées lors d'une urgence, puis récupérées plus tard.

Depuis 1950, il y a eu au moins 32 accidents dits de « flèche brisée », ceux impliquant ces dispositifs catastrophiquement destructeurs.

« Nous connaissons surtout les cas américains », explique Jeffrey Lewis, directeur du *East Asia Non-proliferation Program* au *James Martin Center for Non-proliferation Studies*, en Californie. Il explique que la liste complète n'est apparue que lorsqu'un résumé préparé par le département américain de la Défense a été déclassifié dans les années 1980. Beaucoup se sont produits pendant la guerre froide, lorsque la nation faisait face à l'idée de la destruction mutuelle assurée (MAD) avec l'Union soviétique, et a par conséquent gardé des avions armés d'armes nucléaires dans le ciel à tout moment de 1960 à 1968, dans une opération connue sous le nom de Dôme chromé.

« Nous n'en savons pas autant sur les autres pays. Nous ne savons vraiment rien sur le Royaume-Uni ou la France, ou la Russie ou la Chine », déclare Lewis... « Donc, je ne pense pas que nous ayons quelque chose comme une comptabilité complète ».

Le passé nucléaire de l'Union soviétique est particulièrement trouble ; elle avait amassé un stock de 45 000 armes nucléaires en 1986. Il existe des cas connus où le pays a perdu des bombes nucléaires qui n'ont jamais été récupérées, mais contrairement aux incidents américains, ils se sont surtout produits sur des sous-marins et leurs emplacements sont connus, même s'ils sont inaccessibles. L'un a commencé le 8 avril 1970, lorsqu'un incen-

die a commencé à se propager dans le système d'air conditionné d'un sous-marin nucléaire soviétique K-8 alors qu'il plongeait dans le golfe de Gascogne, une étendue d'eau perfide dans le nord-est de l'océan Atlantique au large des côtes espagnoles et françaises, connue pour ses violentes tempêtes et où de nombreux navires ont été perdus. Il avait quatre torpilles nucléaires à bord, mais il a rapidement coulé et a emporté sa cargaison radioactive avec lui.

Cependant, ces navires perdus ne sont pas toujours restés où ils étaient. En 1968, un K-129 soviétique a mystérieusement coulé dans l'océan Pacifique au nord-ouest d'Hawaï, avec trois missiles nucléaires. Les États-Unis

l'ont vite découvert et ont décidé de monter une tentative, secrète, pour récupérer ce trophée nucléaire : « *ce qui était vraiment une histoire assez folle en soi* », dit Lewis.



Aujourd'hui, la défense nucléaire américaine est composée d'ICBM (Missiles Balistiques Intercontinentaux), d'avion bombardier, et de missiles balistiques sous-marins (SSBNs). Image Getty.

L'excentrique milliardaire américain Howard Hughes, célèbre pour son large éventail d'activités, notamment en tant que pilote et réalisateur, a prétendu s'intéresser à l'exploitation minière en haute mer. « *Mais en fait, ce n'était pas de l'exploitation minière en haute mer, c'était un effort pour construire une griffe géante qui pourrait descendre jusqu'au fond de la mer, saisir le sous-marin et le ramener* », explique Lewis. C'était le projet Azorian, et malheureusement ça n'a pas marché. Le sous-marin s'est disloqué lors de sa remontée.

« *Et donc ces armes nucléaires seraient retombées au fond de la mer* », dit Lewis. Certaines personnes pensent que les armes y sont restées jusqu'à ce jour, piégées dans leur tombes rouillées, bien que d'autres pensent qu'elles ont finalement été récupérées.

De temps en temps, des rapports font état de la découverte de certaines des armes nucléaires perdues par les États-Unis.

En 1998, un officier militaire à la retraite et son partenaire ont été pris d'une soudaine détermination à découvrir une bombe larguée près de Tybee Island, en Géorgie, en 1958. Ils ont interrogé le pilote qui l'avait initialement perdue, ainsi que ceux qui avaient recherché la bombe pendant toutes ces décennies et ont finalement réduit la recherche à Wassaw Sound, une baie voisine de l'océan Atlantique. Pendant des années, le duo de

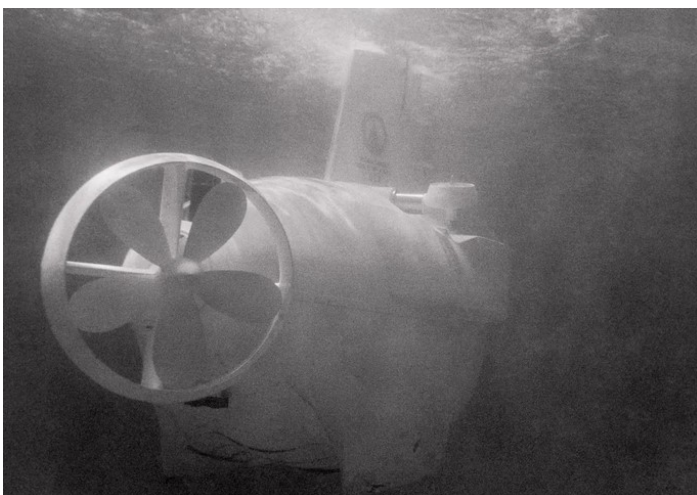
non-conformistes a parcouru la région en bateau, traînant un compteur Geiger derrière eux pour détecter tout pic de rayonnement révélateur.

Et un jour, c'était là, à l'endroit exact que le pilote avait décrit : une tache avec des radiations 10 fois plus élevées qu'ailleurs. Le gouvernement a rapidement dépêché une équipe pour enquêter. Mais hélas, ce n'était pas l'arme nucléaire. L'anomalie était due au rayonnement naturel des minéraux dans les fonds marins.

Donc, pour l'instant, les trois bombes à hydrogène perdues des États-Unis - et, à tout le moins, un certain nombre de torpilles soviétiques - appartiennent à l'océan, conservées comme des monuments aux risques de guerre nucléaire (bien qu'elles aient été largement oubliées). Pourquoi n'avons-nous pas encore trouvé toutes ces armes dangereuses ? Y a-t-il un risque qu'elles explosent ? Et les récupérerons-nous un jour ?

Lorsque Meyers est finalement arrivé à Palomares, le village espagnol où un bombardier B52 est tombé en 1966, les autorités cherchaient toujours la bombe nucléaire manquante. Chaque nuit, son équipe dormait sous des tentes dans le village, qui était glacial et humide. « *C'était comme un hiver anglais* », dit-il. Pendant la journée, ils ne faisaient pas grand-chose... c'était un jeu d'attente.

"*C'est une chose militaire standard : dépêchez-vous et attendez* », dit Meyers. « *Nous avons dû nous précipiter et puis nous n'avons rien fait pendant deux semaines. Et puis après cela, l'exploration sous-marine est devenue très sérieuse* ».



Le submersible Alvin a manqué d'être entraîné dans les profondeurs en larguant la bombe. Image Getty.

L'équipe de recherche a utilisé deux méthodes :

Premièrement : un théorème obscur du 18^{ème} siècle inventé par un presbytérien devenu mathématicien amateur, qui aide les gens à utiliser des informations sur des événements passés pour calculer la probabilité qu'ils se reproduisent. Ils ont utilisé cette technique d'*inférence bayésienne* pour décider où chercher la bombe, pour les aider à chercher de la manière la plus efficace possible et maximiser leurs chances de la trouver.

Deuxièmement : "Alvin", un sous-marin océanique de pointe capable de plonger à des profondeurs sans précédent. Comme un requin blanc et rond, chaque jour, il descendait dans les eaux bleues profondes de la Méditerranée avec un équipage humain dans le ventre et commençait une chasse à vue.

Le 1er mars 1966, le petit sous-marin a finalement repéré quelque chose : une trace laissée par la bombe lorsqu'elle a touché le fond marin pour la première fois. Des images ultérieures ont révélé une scène étrange : la pointe arrondie de l'arme nucléaire manquante, recouverte d'un linceul fantomatique (son parachute blanc, qui s'était partiellement déployé lors de sa chute, s'emmêlant avec sa précieuse cargaison). Ce tube de métal mortel avait en quelque sorte fini par ressembler à une personne habillée pour Halloween dans un drap de lit.

Mais le travail n'était pas terminé. Maintenant, Meyers devait trouver comment retirer cette bombe du fond de l'océan, où elle se trouvait à environ 870 m de profondeur. Ils ont improvisé une sorte de ligne de pêche à partir de quelques centaines de mètres de corde en nylon robuste et d'un crochet en métal. L'idée était de s'accrocher à l'appareil et de le tirer jusqu'à ce qu'il soit suffisamment proche de la surface pour qu'un plongeur puisse descendre et le sécuriser plus soigneusement. « *C'était le plan. Ça n'a pas marché* », dit Meyers.

« *Tout a été fait très délibérément, prudemment et lentement* », explique Meyers. « *Alors nous avons juste attendu... nous étions anxieux, voulant voir ce que nous ferions ensuite quand cela pointerait le bout de son nez* ». Ils ont réussi à s'accrocher à la bombe nucléaire et ont commencé à la sortir de l'eau. Ils l'avaient soulevée du fond lorsque la catastrophe a frappé. Le parachute, ressuscité de son sommeil au fond de l'océan, a soudainement commencé à faire ce qu'il faisait le mieux : ralentir la vitesse de sa cargaison et la rendre plus difficile à déplacer.

« *Vous rendez-vous compte que les parachutes fonctionnent aussi bien dans l'eau que sur terre ?* », dit Meyers.

Finalement, le parachute tirait si fort sur la ligne et le crochet qu'il s'est simplement cassé - envoyant la bombe nucléaire glisser lentement vers le bas. Cette fois, ça s'est terminé encore plus profondément qu'avant (le petit Alvin - avec son équipage humain - a tout juste réussi à éviter de s'emmêler et de se retrouver au fond avec la bombe).

Meyers était dévasté. « *C'était extrêmement décevant* », dit-il. La bombe étant désormais moins accessible que jamais, sa ligne improvisée ne serait pas assez longue pour l'attraper, alors la tâche a été confiée à une autre équipe, sur un autre bateau.

Un mois plus tard, ils ont utilisé un autre type de sous-marin robotique - un véhicule sous-marin commandé par câble - pour saisir directement la bombe par son parachute et la hisser. Elle s'était déplacée dans son boîtier, de sorte qu'elle ne pouvait pas être désarmée de la manière habituelle, via un port spécial sur le côté : les officiers ont dû couper dans la coque en métal de l'arme nucléaire. « *Quelque peu angoissant de percer un trou dans une bombe à hydrogène* », déclare Meyers, « *mais ils l'ont fait. Ils étaient prêts à le faire* ».

L'inférence bayésienne est une méthode d'inférence statistique par laquelle on calcule les probabilités de diverses causes hypothétiques à partir de l'observation d'événements connus. Elle s'appuie principalement sur le théorème de Bayes.

L'inférence bayésienne produit une probabilité qui s'interprète comme le degré de confiance à accorder à une cause hypothétique. On l'utilise pour l'apprentissage automatique en intelligence artificielle.

Trois bombes américaines manquantes

Quoi ? Une bombe thermonucléaire Mark 15.

Où ? Tybee Island, Géorgie.

Quand ? 5 février 1958.

Comment ? Larguée pour réduire le poids de l'avion pour un atterrissage plus sûr.



Si elle est intacte, avec la capsule nucléaire insérée, la bombe qui se cache près de l'île de Tybee pourrait avoir un rendement explosif allant jusqu'à 1,7 mégatonnes de TNT (Image : Getty Images)

Trois bombes américaines manquantes

Quoi ? Une bombe thermonucléaire B43.

Où ? La mer des Philippines.

Quand ? 5 décembre 1965

Comment ? Un avion bombardier, un pilote et une arme nucléaire ont glissé du côté d'un bateau porteur, pour ne plus jamais être revus.



On pense que la bombe perdue sur le côté de l'USS Ticonderoga se trouve à 80 km au large d'Okinawa, au Japon (Image : Alamy)

Trois bombes américaines manquantes

Quoi ? Une bombe thermonucléaire B28F1, second étage.

Où ? Base aérienne de Thulé, Groenland.

Quand ? 22 mai 1968.

Comment ? Un incendie dans la cabine a forcé l'équipage à s'éjecter, laissant l'avion s'écraser avec sa charge utile nucléaire à bord.



En fin de compte, la bombe de Palomares a été récupérée directement par un sous-marin robotisé (Image : Getty)

Un mystère... marécageux.

Malheureusement, les trois bombes perdues citées ici n'ont pas rencontré d'efforts de récupération aussi fructueux qu'à Palomares. Cependant, le risque qu'elles provoquent une explosion nucléaire est considéré comme faible.

Pour comprendre pourquoi, il est utile de regarder comment fonctionnent les bombes nucléaires.

En septembre 1905, Albert Einstein a placé son stylo plume sur les pages de son article scientifique et a griffonné une idée qui allait devenir l'équation la plus célèbre du monde.

$$E = mc^2$$

À savoir : l'énergie est égale à la masse d'un objet multipliée par une constante égale à la vitesse de la lumière dans le vide, au carré. Cela signifie que chaque atome qui compose le monde peut être échangé contre de l'énergie, et vice versa.

Trente-quatre ans plus tard, Einstein écrivait au président américain, Franklin Roosevelt, pour l'avertir que les nazis travaillaient à transformer sa théorie en arme... et le reste appartient à l'histoire. Le projet Manhattan a été rapidement formé et, en 1945, les États-Unis ont largué leur première arme nucléaire.

Les bombes utilisées sur les villes japonaises d'Hiroshima et de Nagasaki, étaient du type original, atomique. Celles-ci utilisaient la fission nucléaire, avec des atomes d'uranium 235 ou de plutonium 239 confinés en masse critique pour déclencher une réaction en chaîne qui libère de grandes quantités d'énergie et encore plus de neutrons, provoquant la scission d'autres atomes à leur tour, jusqu'à ce que vous vous retrouviez avec une réaction en chaîne massive et incontrôlable.

La génération suivante, celle utilisée dans les années 1950 et 1960, lorsque la majorité des armes nucléaires perdues dans le monde étaient égarées, était des milliers de fois plus puissante.

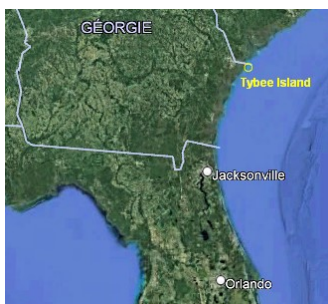
Une bombe testée par les Soviétiques a atteint jusqu'à 57 mégatonnes tandis que celles testées par les États-Unis à l'Atoll de Bikini dans les années 1950 ont atteint jusqu'à 15 mégatonnes. Il s'agissait de bombes thermonucléaires ou à hydrogène, et elles impliquaient une seconde réaction nucléaire.

L'explosion nucléaire sous-marine de l'atoll de Bikini dans les îles Marshall a provoqué ce champignon bas et plat composé d'eau et de débris radioactifs. (Image : Getty)



Dans une bombe à hydrogène, il y a d'abord une étape de fission habituelle, comme avec les bombes atomiques « normales », qui libère une quantité stupéfiante d'énergie. Cela permet alors à un deuxième noyau, contenant cette fois des isotopes d'hydrogène (deutérium, hydrogène lourd et tritium, hydrogène radioactif) de fusionner pour libérer encore plus d'énergie en formant de l'hélium et des neutrons libres.

Ce système laisse toutefois place à un certain nombre de dispositifs de sécurité...



Prenez la bombe perdue de l'île de Tybee, qui repose toujours dans le limon quelque part dans le détroit de Wassaw. Le 5 février 1958, cette arme thermonucléaire Mark 15 de 3 400 kg a été chargée sur un bombardier B-47, qui était sur le point de rejoindre un autre B-47 pour une longue mission d'entraînement. L'idée était de simuler une

attaque, en remplaçant Moscou par la ville américaine de Radford, en Virginie. Les pilotes sont partis de Floride et ont sillonné leur chemin vers leur cible, tout en testant leur capacité à voler avec les armes lourdes à bord pendant plusieurs heures.

Tout s'est bien passé, mais sur le chemin du retour à la base, les avions ont rencontré une mission d'entraînement distincte en Caroline du Sud. Le plan de ce groupe était d'intercepter l'un des B-47... mais il y a eu une confusion, et ils n'ont pas repéré le second, qui transportait l'arme nucléaire. Dans le crash qui a suivi, le B-47 transportant la bombe nucléaire a été endommagé. Le pilote a décidé de jeter la bombe nucléaire dans l'eau, puis de faire un atterrissage d'urgence. La bombe est tombée à plus de 9 000 m dans l'eau, au large de Tybee Island, et même cet impact ne l'a pas fait exploser. En fait, étonnamment, aucun des 32 accidents de « flèche brisée » n'a jamais conduit à une détonation de composants nucléaires, bien que deux aient contaminé une vaste zone avec des matières radioactives.

Un facteur possible de cette éviction chanceuse est un système permettant de séparer les matières nucléaires nécessaires à la réaction de fission de l'arme elle-même. La capsule ou "pointe" (qui, dans ce cas, était constituée de plutonium) pouvait alors être ajoutée à l'arme à la dernière minute, quand c'était nécessaire. Cela signifiait que, même si les explosifs conventionnels de l'arme explosaient lorsqu'elle était à bord, les matières radioactives ne deviendraient pas assez « chaudes » pour réellement agir comme prévu.

Lewis souligne également que, malgré le long voyage de la bombe Tybee du ciel à l'océan, la mer aurait amorti le coup mais ce n'est qu'une supposition... même si la NASA préfère qu'Orion fasse un plouf dans l'océan, plutôt qu'un atterrissage.

Les bombes ultérieures comprenaient également des fonctionnalités telles que la "sécurité en un point" qui est un moyen de s'assurer que les dispositifs nucléaires n'explosaient pas sans être activés. Dans ces armes, les explosifs conventionnels d'une bombe pouvaient alors exploser, mais ils expulsaient les matières radioactives avant qu'elles ne soient compressées en masse critique.

Il se trouve qu'avoir autant de dispositifs de sécurité est hautement nécessaire, principalement parce qu'ils ne fonctionnent pas toujours !

Dans un accident, en 1961, un B-52 s'est brisé alors qu'il survolait Goldsboro, en Caroline du Nord, laissant tomber deux armes nucléaires au sol. L'une était relativement intacte après le déploiement réussi de son parachute, mais un examen ultérieur a révélé tout de même que trois des quatre « garanties » n'avaient pas fonctionné. L'autre bombe nucléaire est tombée au sol, où elle s'est brisée et s'est retrouvée enfoncée dans un champ. La plupart des pièces ont été récupérées, mais une partie contenant de l'uranium est restée coincée sous plus de 15 m de terre. L'US Air Force a acheté le terrain qui l'entoure pour dissuader les gens de creuser.

Certains incidents sont si déroutants qu'ils semblent presque inventés. Peut-être l'un des plus extraordinaires s'est produit lorsqu'un exercice d'entraînement sur l'USS Ticonderoga a mal tourné en 1965. Un A4E Skyhawk était roulé vers un ascenseur d'avion, alors qu'il était chargé d'une bombe nucléaire B-43. Ce fut un désastre au ralenti car l'équipage sur le pont réalisa rapidement que l'avion était sur le point de tomber et fit signe au pilote d'appliquer les freins ; tragiquement, il ne les a pas vus et le jeune lieutenant, l'avion et l'arme ont disparu dans la mer des Philippines. Ils sont toujours là à ce jour, sous 4 900 m d'eau, près d'une île japonaise.

Malgré près de 10 semaines de recherches, la bombe de Tybee Island a été déclarée irrémédiablement perdue le 16 avril 1958. Selon le rapport rédigé par le pilote qui l'a larguée, l'arme ne contenait pas la capsule (elle n'a pas été ajoutée avant l'entraînement). Cependant, certaines personnes craignent que cela ne soit pas correct. En 1966, l'assistant du secrétaire à la Défense de l'époque a écrit une lettre dans laquelle il décrivait la bombe comme "complète", c'est-à-dire contenant son noyau de plutonium. Si cela était vrai, le Mark 15 pourrait encore être capable de provoquer une explosion thermonucléaire totale... Aujourd'hui, on pense que la bombe est nichée sous 1 à 5 m de limon sur le fond marin. Dans un rapport final sur l'arme publié en 2001, l'*Air Force Nuclear Weapons And Counterprolifération Agency* a conclu que si les explosifs conventionnels à l'intérieur sont toujours intacts, cela pourrait présenter un "risque d'explosion grave" pour le personnel et l'environnement. Il est donc préférable de ne pas perturber le système, même par une tentative de récupération.

Mais une arme nucléaire peut-elle exploser sous l'eau ?

Bien entendu... comme certains armements classiques, non nucléaires. En l'occurrence, le 25 juillet 1946, les États-Unis ont fait exploser une bombe à hydrogène sur l'atoll de Bikini, une chaîne d'îles tropicales digne d'une carte postale, entourée de récifs coralliens turquoise et, au-delà, du bleu profond de l'océan Pacifique. Ils ont suspendu l'appareil à 27 m sous un assortiment de navires remplis de porcs et de rats, et l'ont déclenché. Plusieurs navires ont coulé instantanément et la grande majorité des animaux sont morts, soit à cause de l'explosion initiale, soit plus tard d'un empoisonnement aux radiations. Une image frappante de ce jour-là montre le champignon blanc géant s'élevant comme une formation météo extraterrestre, devant une plage bordée de palmiers. À la suite de ces tests et d'autres, la chaîne d'îles est devenue si radioactive que le plancton a brillé sur les plaques photographiques. La zone est toujours très radioactive à ce jour (les personnes qui y vivaient autrefois n'ont jamais pu revenir, même si, comme Tchernobyl, cela soit devenu une oasis pour la faune).

Retrouver une bombe atomique (ou même « normale ») dans la mer ou l'océan n'est pas simple, et il est peu probable que les trois bombes nucléaires manquantes soient retrouvées...

Lorsque des avions s'écrasent dans l'océan, la "boîte noire" est souvent retrouvée des jours ou des semaines plus tard par des fonctionnaires qui cherchent à reconstituer ce qui s'est passé. Cela pourrait donner l'impression qu'il est facile de trouver de tels objets dans ces vastes étendues d'eau avec la technologie moderne. Mais ils ont un secret qui facilite ce processus : une "balise de localisation sous-marine", qui guide les équipes de recherche grâce à une impulsion sonore répétitive... du moins tant que la batterie n'est pas à plat (30 jours à 6 000 m de profondeur maximum).

Les armes nucléaires perdues sont dépourvues d'un tel équipement, *a priori* tout a fait inutile. Au lieu de cela, les équipes doivent réduire une zone de recherche, puis parcourir l'océan petit à petit, un processus fastidieux et peu efficace, qui nécessite des plongeurs humains ou des sous-marins.

Une alternative serait de rechercher des pics de radiation, comme l'a fait l'officier militaire à la retraite Derek Duke dans sa recherche de la bombe Tybee. Mais c'est aussi extrêmement délicat, en partie parce que les bombes nucléaires ne sont pas particulièrement radioactives. En effet, ces engins sont conçus pour ne pas constituer une menace radioactive pour les personnes qui les manipulent et ils ont donc une signature radioactive, mais ce n'est tout simplement pas très significatif : il faut presque embrasser la bombe pour réveiller un compteur Geiger.



La boîte dite "noire" est aujourd'hui toujours peinte en orange vif. Il s'agit ici de l'enregistreur de vol qui mémorise les paramètres du vol avant l'accident. Une autre boîte, l'enregistreur vocal du cockpit, est consacrée à l'enregistrement des conversations des pilotes. La balise sous-marine est le petit cylindre à droite.

Ces enregistreurs doivent supporter 3 000 g et plus de 1 000 °C et sont normalement situés dans la queue de l'avion.

A noter : l'inscription est en français et en anglais (FLIGHT RECORDER DO NOT OPEN sur l'autre face).

évent, peut-être en raison d'une rupture survenue lors de son crash. À seulement 50 centimètres plus loin du tuyau, les isotopes étaient tellement dilués que les niveaux de rayonnement étaient normaux.

Pour Lewis, la fascination pour les armes nucléaires perdues n'est pas de penser aux risques potentiels qu'elles posent maintenant mais c'est ce qu'elles représentent :

la fragilité de nos systèmes apparemment sophistiqués pour gérer en toute sécurité des inventions dangereuses.

« Je pense que nous avons cette fausse idée que les gens qui manipulent les armes nucléaires sont en quelque sorte différents de tous les autres que nous connaissons, font moins d'erreurs, ou qu'ils sont en quelque sorte plus intelligents. Mais la réalité est tout autre. Les organisations qui gèrent le nucléaire civile ou militaire sont comme toutes les autres organisations humaines : elles font des erreurs. Rien n'est parfait », explique Lewis.

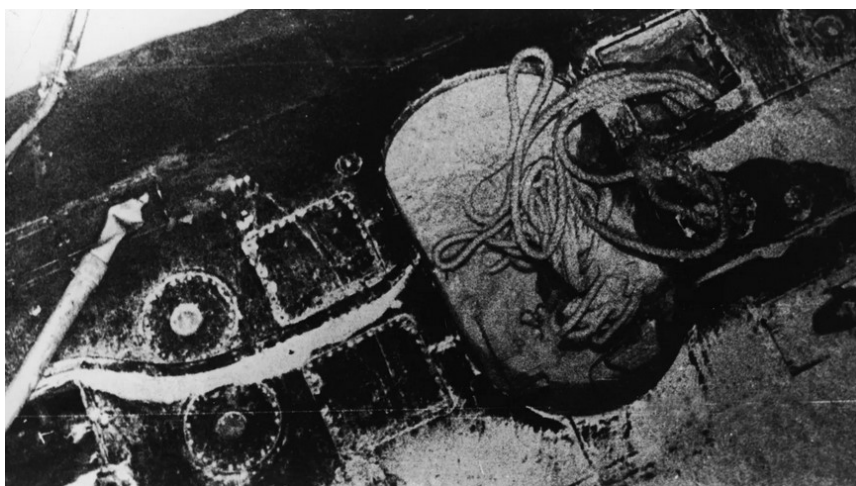
Même à Palomares, où toutes les bombes nucléaires qui ont été larguées ont finalement été récupérées, la terre est toujours contaminée par les radiations des deux bombes qui ont explosé avec des explosifs conventionnels. Certains des militaires américains qui ont participé aux efforts de nettoyage initiaux - consistant à pelleter la surface du sol dans des barils - ont depuis développé de mystérieux cancers qui, selon eux, sont liés. En 2020, un certain nombre de survivants ont déposé un recours collectif contre le Secrétaire aux Anciens Combattants.

Pendant ce temps, la communauté locale fait campagne depuis des décennies pour un nettoyage plus approfondi. Palomares a été surnommée « la ville la plus radioactive d'Europe », et les écologistes locaux ont évidemment protesté contre le projet d'une entreprise britannique de construire une station balnéaire dans la région.

L'opération Dôme Chromé a pris fin en 1968 et les avions transportant des bombes nucléaires ne volent plus lors d'exercices d'entraînement réguliers. Les alertes aériennes ont pris fin pour des raisons qui semblent évidentes : la décision a été prise que c'était trop dangereux.

Cependant, il y a encore des sous-marins nucléaires qui se tapissent au fond des océans. Pour fonctionner comme dissuasifs nucléaires, ces sous-marins doivent rester non détectés pendant les opérations en mer, ce qui signifie qu'ils ne peuvent envoyer aucun signal à la surface pour savoir où ils se trouvent. Au lieu de cela, ils doivent naviguer principalement par inertie : l'équipage s'appuie sur des machines équipées de gyroscopes pour calculer où se trouve le sous-marin à un moment donné en fonction de l'endroit où il se trouvait en dernier, de la direction dans laquelle il se dirigeait et de la vitesse à laquelle il se déplaçait. Ce système potentiellement imprécis a entraîné un certain nombre d'incidents, notamment en 2018 lorsqu'un SNLE britannique a failli heurter un ferry.

L'ère des armes nucléaires perdues n'est peut-être pas encore terminée.



Le sous-marin nucléaire USS Scorpion, a coulé avec deux torpilles Mark 45. Il est sous l'eau depuis plus de 50 ans (Image : Getty)

En 1989, un autre sous-marin nucléaire soviétique, le K-278 Komsomolets, a coulé dans la mer de Barents au large de la Norvège. Comme le K-8, il était également à propulsion nucléaire et transportait à l'époque deux torpilles nucléaires. Depuis des décennies, son épave repose sous 1 700 m d'eau arctique.

Mais en 2019, des scientifiques ont visité le navire. Ils ont révélé que des échantillons d'eau prélevés sur son tuyau de ventilation contenaient des niveaux de rayonnement jusqu'à 100 000 fois plus élevés que ce à quoi on pourrait normalement s'attendre dans l'eau de mer. Toutefois, c'est inhabituel : on pense que des éléments radioactifs de son réacteur nucléaire - par opposition à ses torpilles nucléaires - s'échappent par cet

Toujours dans le sujet des rayonnements gamma, regardons plus haut, dans le ciel avec :

INTEGRAL International Gamma-Ray Astrophysics Laboratory.



Cet observatoire de l'ESA (European Space Agency), a été lancé depuis le cosmodrome de Baïkonour en 2002 par un lanceur Proton sur une orbite très elliptique (639 x 156 000 km) avec une période de 66 h pour que le satellite passe le maximum de temps en dehors de la ceinture de radiations autour de la Terre. Les rayons gamma et les rayons X ne peuvent pas pénétrer dans l'atmosphère terrestre. Les observations directes de tels rayons ne peuvent donc se faire que depuis l'espace. Le rayonnement gamma est difficile à observer car l'énergie des photons est telle qu'on ne peut les faire converger vers le détecteur ; en effet, plus l'énergie d'un photon est élevée, plus il se comporte comme une particule. Mais ce type d'observation permet de détecter des processus fondamentaux et notamment les phénomènes les plus violents de l'Univers tels que les explosions d'étoiles (nova, supernova) et leurs résidus compacts : les étoiles à neutrons et les trous noirs.

Mais il a connu quelques années difficiles suite à des problèmes de propulseurs. En 2020, ceux-ci tombent en panne. Pour maintenir la mission scientifique en vie, l'équipe *Integral* du Centre Européen des Opérations Spatiales (ESOC) de l'ESA a rapidement mis au point une série de manœuvres spécialisées pour tenter de continuer à piloter l'engin spatial, mais en utilisant uniquement ses roues à réaction : les roues tournantes à l'intérieur d'un satellite qui lui permettent de stocker et d'utiliser le moment cinétique pour changer son orientation. Cependant, le « mode protection » original de l'engin spatial (le processus qui s'enclenche pour désactiver les instruments scientifiques et le faire tourner face au Soleil pour s'assurer que ses panneaux solaires génèrent toute l'énergie) reposaient sur ces mêmes propulseurs pour orienter INTEGRAL jusqu'à sa position de sécurité. Ce mode de protection a été déclenché presque exactement un an plus tard, en septembre 2021, lorsqu'une particule chargée a frappé une partie sensible de l'électronique d'INTEGRAL, invalidant l'une de ses roues à réaction et provoquant la rotation de l'engin spatial. Sans propulseurs, l'ancien mode de protection ne pouvait pas récupérer l'engin spatial, et l'équipe *Integral* a été laissée avec seulement trois heures pour sauver la mission, ou la voir perdue pour toujours. Et l'équipe a réussi l'impossible... Après le succès de leur tentative de sauvetage audacieuse, l'équipe *Integral* a décidé qu'il était plus sûr de désactiver complètement l'ancien mode de protection et de se concentrer sur le développement d'un nouveau mode qui utilise les roues à réaction plutôt que les propulseurs pour reprendre le contrôle et faire tourner l'engin spatial vers le Soleil.



« Le mode de protection est un élément crucial de toute mission d'engin spatial », explique Richard Southworth, directeur des opérations *Integral*. « C'est probablement la première fois qu'une mission de l'ESA doit être repensée entièrement en orbite ».

Richard Southworth (ESA).
Integral Spacecraft Operations Manager.

Mais le développement de nouveaux systèmes pour un engin spatial vieux de 20 ans peut être un défi. L'ancien mode de sécurité était presque entièrement basé sur du matériel, qui ne peut pas être retouché après le lancement. Au lieu de cela,

l'équipe a dû développer un tout nouveau mode de sécurité basé sur des logiciels. La nouvelle approche de l'équipe : écouter le signal d'alarme généré par le circuit, puis le réorienter à travers le « cerveau » principal de l'engin spatial qu'est l'ordinateur central de bord. Là, un nouvel algorithme reçoit l'alerte et détermine comment contrôler les roues à réaction pour faire tourner *Integral* et le pointer en toute sécurité vers le Soleil.

Ce système a été testé sur le satellite réel pour la première fois le 2 mars 2023, lorsque l'équipe de contrôle de vol *Integral* a délibérément tourné l'engin spatial loin du Soleil et déclenché le nouveau mode de protection, qui a réussi à rendre à l'engin spatial son orientation d'origine. Manœuvrer et orienter un satellite de 4 tonnes rien qu'avec des roues à réaction, alors qu'il est soumis également à la pression du vent solaire, est un exploit en soi.

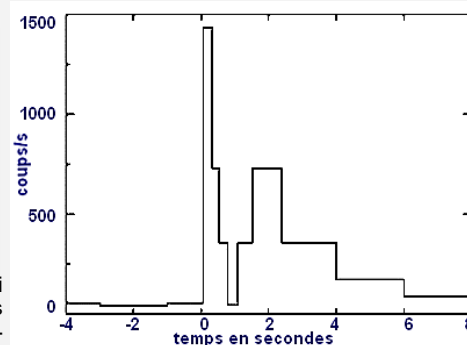
Le nouveau mode de sécurité a maintenant été mis en œuvre avec succès à bord d'INTEGRAL et s'emploiera à assurer la sécurité de l'observatoire spatial car il continue d'aider les scientifiques à faire la lumière sur certains des événements les plus excitants et les plus énergétiques de l'Univers, tels que les sursauts de rayons gamma, les trous noirs et les supernova.

Une des premières cibles d'INTEGRAL est d'observer les étoiles massives de la région d'Orion, et d'étudier l'impact sur leur environnement quand elles explosent en supernova, mais INTEGRAL est un opportuniste qui réagit rapidement pour étudier d'inattendus événements explosifs dans l'Univers.

La mission INTEGRAL était prévue pour une durée de 5 ans, mais après 20 années de service, il a dépassé toutes les espérances et nous lui souhaitons encore de bonnes années pour nous délivrer ses découvertes.

Les **sursauts gamma** sont découverts accidentellement en juillet 1967 par deux satellites américains Vela chargés de contrôler l'application du traité portant sur l'interdiction des tests atomiques atmosphériques en détectant d'éventuelles explosions atomiques. Pour identifier celles-ci, ces satellites disposent de détecteurs de rayons X et de rayons gamma.

Premier signal d'un sursaut gamma enregistré le 2 juillet 1967 par un instrument embarqué sur un satellite Vela 4



Les données, qui étaient couvertes par le secret militaire du fait de la nature du programme Vela, sont déclassifiées en 1973 et la découverte des signaux mystérieux est rendue publique dans un article rédigé par l'équipe de Los Alamos et publié dans le journal *Astrophysical Journal*. Le nouveau phénomène est baptisé sursaut gamma ou GRB (« Gamma Ray Burst »).

Pour observer les rayons X durs et les rayons gamma on interpose entre le détecteur et la source du rayonnement gamma un masque opaque à ce rayonnement mais percé de trous qui laissent passer celui-ci. Les photons qui viennent frapper le détecteur projettent donc une ombre portée de ce masque. Pour une source donnée, l'ombre créée présente un décalage horizontal sur le détecteur qui reflète la position de la source dans le ciel. L'image obtenue par le détecteur est indirecte et doit être retraitée (déconvolution) pour obtenir une restitution de la portion de ciel observée.

Starliner prêt à voler ?



Le 30 mars dernier, Boeing a déclaré lors d'une conférence avec des journalistes que la société avait repoussé de plusieurs mois le calendrier des vols de sa capsule Starliner. Une information récente, mais qui avait déjà été écrite il y a... 5 ans.

À l'époque, Boeing et SpaceX étaient considérés comme au coude à coude dans la course pour terminer le développement de leur vaisseau spatial avec équipage et être les premiers à transporter des astronautes de la NASA.

Revenons au présent. Boeing et SpaceX ont chacun remporté des contrats pour effectuer six missions opérationnelles avec des astronautes. Ce dernier, SpaceX, est sur le point de terminer presque toutes ses six missions, avant même que le premier ne fasse voler sa mission de démonstration avec équipage : le « Crewed Flight Test » (CFT).

En écoutant la conférence de presse, les journalistes ont certainement eu du mal à croire que la NASA et Boeing venaient de se rendre compte qu'un lancement en trois semaines n'était plus faisable, surtout compte tenu des retards déjà enregistrés : le prochain test en vol en équipage Starliner (CFT) de Boeing venait d'être retardé de la mi-avril à la fin juillet. La première raison avancée : Starliner demande davantage de tests sur son système de parachute et son logiciel de sauvegarde avant que CFT ne décolle. En supposant que le vol d'essai se déroule comme prévu, il y a les refontes des vannes de propulsion et du système de séparation des modules de Starliner - et potentiellement des batteries - qui sont en cours pour les missions après CFT.

Comme Steve Stich de la NASA l'avait souligné, il est « extrêmement important » d'avoir deux ensembles différents de systèmes de vaisseaux spatiaux, étant donné la redondance nécessaire que cela offre à l'agence. Mais comme Stich l'a également noté, les 330 exigences sont les mêmes pour Starliner que pour SpaceX's Dragon ; ce qui signifie qu'il devrait y avoir une certaine connaissance institutionnelle, établie en 2020 avec SpaceX, de ce à quoi s'attendre des éléments en suspens de la liste de contrôle de Boeing.

Alors que la NASA s'attend à ce que Starliner vole une fois par an, Boeing semble bien devoir manquer de temps pour terminer ses six missions opérationnelles avant 2030 (année du retrait prévu de la Station spatiale internationale).

Un ancien dirigeant de SpaceX : « Je pense que je me sens mal pour eux à ce stade ».

Boeing semble manquer de transparence et de clarté, indispensables sur un programme de développement largement financé par les contribuables...

LOCKHEED MARTIN

BOEING

Lockheed Martin s'apprêterait à acheter Boeing !

Il semblerait que Lockheed Martin et Boeing soient en pour-parlers avancés pour finaliser une fusion !

Les questions sur l'avenir à long terme de Boeing ont occupé les analystes de l'aviation bien avant la pandémie. Des problèmes avec le développement du 777X, puis le 737 MAX cloué au sol, et des problèmes plus récents avec le 787, ont tous ébranlé le géant de l'aviation.

Le PDG de Boeing, Dave Calhoun, a récemment déclaré qu'il se sentait mieux maintenant pour l'avenir de l'entreprise que lorsqu'il a pris ses fonctions en 2020. Mais il s'avère que ce n'était pas tout. Selon plusieurs personnes au courant du dossier, les négociations en vue d'une fusion entre la société Boeing et la société Lockheed Martin sont déjà en cours depuis plusieurs mois.



Dave Calhoun

Une prise de contrôle pure et simple ?

À l'heure actuelle, Boeing et Lockheed sont assez similaires en termes de revenus. De toute évidence, Boeing était beaucoup plus gros avant la crise du MAX et compte toujours plus d'employés. Mais Lockheed est le plus grand entrepreneur de défense au monde. Lockheed Martin a vu le jour en 1995, après la fusion de Lockheed Corporation et de Martin Marietta.



Lockheed C-5

Boeing lui-même a absorbé McDonnell Douglas, en 1997. À cette époque, l'environnement de l'après-guerre froide a vu un nombre important de fusions entre les entreprises de défense et d'aérospatiale.

Mais cet environnement est différent aujourd'hui. La taille de Lockheed et de Boeing suggère qu'une fusion aurait peu de chances d'obtenir l'approbation du Ministère américain de la Justice. Pour cette raison, il semblerait plus facile pour Lockheed de n'absorber que la division Défense, Espace &

Sécurité de Boeing. Cependant, il semble que les discussions entre les deux sociétés concernent Boeing dans son intégralité. Lors de la fusion, Lockheed reprendrait Boeing. Mais le nom de Boeing pourrait encore survivre dans le processus, ou du moins son logo, qui, bien sûr, est essentiellement l'ancien logo McDonnell Douglas.

Il convient de mentionner que Lockheed et Boeing sont déjà des partenaires commerciaux dans un certain nombre de projets. Chacune des deux sociétés détient la moitié de United Launch Alliance (ULA), qui gère les lancements spatiaux avec Atlas, Delta et d'autres plates-formes, et bientôt Vulcan. Avant que la nouvelle de cette fusion ne se concrétise, il se disait que la part de Boeing dans ULA était peut-être en vente, peut-être à Lockheed.

Lockheed et Boeing contre Airbus ?

Si la fusion se poursuit et inclut Boeing Commercial Airplanes, alors Lockheed fera son retour en tant que constructeur d'avions de ligne. Le dernier avion de ligne produit par



Lockheed Martin Tristar - long courrier (civil et militaire) des années 1970-80.

Lockheed était le L-1011 Tristar. C'était un avion de ligne emblématique, mais les ventes commerciales n'étaient pas impressionnantes. Sa production a pris fin en 1981, Lockheed promettant de rester à l'écart des avions commerciaux depuis.

Évidemment, beaucoup d'eau a coulé sous les ponts depuis. Les deux sociétés espèrent conclure un accord de fusion avant la fin de l'année. Mais comme le DoJ (Dpt Of Justice) est susceptible d'avoir une ou deux objections, Boeing et Lockheed ne s'attendent pas à ce que l'accord soit finalisé avant la mi-2024, ou plus tard.

Il sera intéressant de voir comment Airbus réagit à cette évolution. Lockheed s'est associé à Airbus pour poursuivre ce qui aurait été la compétition de ravitailleurs en vol "KC-Y", avec une version de l'A330 MRTT. Mais avec l'US Air Force qui aurait repensé ses plans concernant une autre plate-forme de ravitaillement en vol, le partenariat Airbus-Lockheed n'aurait probablement pas duré.



Ravitailleur LM-Airbus A330

Plus intéressant encore, nous devons attendre de voir comment la fusion Lockheed - Boeing affectera les plans de la nouvelle société pour un nouvel avion de ligne, pour concurrencer Airbus. Financer le développement d'une telle conception aurait été un défi pour Boeing, quel que soit le moment où il aurait pu se présenter. L'effet de l'arrivée de Lockheed dans la scène pourrait rebattre les cartes.



L'ÉQUIPAGE DE LA MISSION ARTEMIS II

De gauche à droite : les astronautes de la NASA Christina Hammock Koch, Reid Wiseman (assis), Victor Glover et l'astronaute de l'Agence Spatiale Canadienne Jeremy Hansen.

Ils se préparent pour une virée autour de la Lune...

En ce début avril, La NASA et l'Agence spatiale canadienne (ASC) ont présenté les quatre astronautes qui s'aventureront autour de la Lune avec Artémis II, la première mission en formation sur la voie de la NASA pour établir une présence à long terme sur la Lune pour la science et l'exploration par le biais d'ARTEMIS. Un événement qui s'est déroulé à Ellington Field près du Johnson Space Center de la NASA à Houston.

« L'équipage d'Artemis II représente des milliers de personnes qui travaillent sans relâche pour nous amener aux étoiles. C'est leur équipe, c'est notre équipe, c'est l'équipage de l'humanité », a déclaré l'administrateur de la NASA, Bill Nelson. « Les astronautes de la NASA Reid Wiseman, Victor Glover et Christina Hammock Koch, et l'astronaute de l'ASC Jeremy Hansen, chacun a sa propre histoire, mais, ensemble, ils représentent notre credo : *E pluribus unum* – Un seul parmi plusieurs. Ensemble, nous inaugurons une nouvelle ère d'exploration pour une nouvelle génération de rêveurs et découvreurs d'étoiles – la Génération Artemis ».

Les affectations de l'équipage sont les suivantes : le commandant Reid Wiseman, le pilote Victor Glover, le spécialiste de mission n° 1 Christina Hammock Koch et le spécialiste de mission n° 2 Jeremy Hansen. Ils travailleront en équipe pour exécuter une série ambitieuse de démonstrations pendant le test en vol. Un test qui va durer environ 10 jours. Artemis II sera lancé sur la puissante fusée Space Launch System, pour valider les systèmes de survie du vaisseau spatial Orion et les capacités et les techniques nécessaires pour que les humains vivent et travaillent dans l'espace lointain.

« Nous retournons sur la Lune et le Canada est au centre de ce passionnant voyage », a déclaré François-Philippe Champagne, ministre responsable de l'Agence spatiale canadienne. « Grâce à notre collaboration de longue date avec la NASA, un astronaute canadien participera à cette mission historique. Au nom de tous les Canadiens, je tiens à féliciter Jeremy d'être à

l'avant-garde de l'une des entreprises humaines les plus ambitieuses jamais réalisées. La participation du Canada au programme ARTEMIS est non seulement un chapitre déterminant de notre histoire dans l'espace, mais aussi un témoignage de l'amitié et du partenariat étroit entre nos deux nations ».

Le vol, qui s'appuiera sur le succès de la mission ARTEMIS I sans équipage achevée en décembre, préparera le terrain pour la première femme et la première personne de couleur sur la Lune grâce au programme ARTEMIS, ouvrant la voie à l'avenir pour les missions d'exploration humaine à long terme sur la Lune, et éventuellement vers Mars. C'est l'approche d'exploration *Moon to Mars* de l'agence.

"Pour la première fois en plus de 50 ans, ces personnes, l'équipage d'ARTEMIS II, seront les premiers humains à voler au voisinage de la Lune. Parmi l'équipage se trouvent la première femme, la première personne de couleur et le premier Canadien en mission lunaire, et les quatre astronautes représenteront le meilleur de l'humanité alors qu'ils exploreront au profit de tous », a déclaré la directrice Vanessa Wyche, du NASA Johnson Center. « Cette mission ouvre la voie à l'expansion de l'exploration humaine de l'espace lointain et présente de nouvelles opportunités pour les découvertes scientifiques, les partenariats commerciaux, industriels et universitaires et la génération ARTEMIS ».

Ce sera le deuxième voyage de Wiseman dans l'espace, précédemment ingénieur de vol à bord de la Station internationale (expédition 41 de mai à novembre 2014). Wiseman a enregistré plus de 165 jours dans l'espace, dont près de 13 heures au cours de 2 sorties à l'extérieur du complexe orbital. Avant son affectation, Wiseman a été chef du bureau des astronautes de décembre 2020 à novembre 2022.

La mission sera le deuxième vol spatial de Glover, servant auparavant de pilote sur le SpaceX Crew-1 de la NASA, rentré le 2 mai 2021, après 168 jours dans l'espace. En tant qu'ingénieur de vol à bord de la Station spatiale pour l'expédition 64, il a contribué à des enquêtes scientifiques, à des démonstrations technologiques et a participé à quatre sorties dans l'espace.

Koch effectuera également son deuxième vol dans l'espace dans le cadre de la mission ARTEMIS II. Elle a servi comme ingénieur de vol à bord de la station spatiale pour les expéditions 59, 60 et 61. Koch a établi un record du plus long vol spatial unique par une femme avec un total de 328 jours dans l'espace et a participé aux premières sorties dans l'espace entièrement féminines.

Représentant le Canada, Hansen effectue son premier vol dans l'espace. Colonel dans les Forces armées canadiennes et ancien pilote de chasse, Hansen est titulaire d'un baccalauréat ès sciences en sciences spatiales du Collège militaire royal du Canada à Kingston, en Ontario, et d'une maîtrise ès sciences en physique de la même institution en 2000, avec un accent sur la recherche. Il a été suivi par satellite à large champ de vision. Il a été l'une des deux recrues sélectionnées par l'ASC en mai 2009 dans le cadre de la troisième campagne de recrutement d'astronautes canadiens et a servi comme *Capcom* au centre de contrôle de mission de la NASA à Johnson et, en 2017, est devenu le premier Canadien à se voir confier la direction d'une classe d'astronautes de la NASA, et diriger la formation des candidats astronautes des États-Unis et du Canada.

« Je ne pourrais pas être plus fier que ces quatre braves lancent nos voyages vers la Lune et au-delà », a déclaré le directeur des opérations aériennes Norm Knight (NASA Johnson Center). « Ils représentent exactement ce que devrait être un corps d'astronautes : un mélange d'individus hautement compétents et accomplis, dotés des compétences et de la détermination nécessaires pour affronter n'importe quel essai en équipe. La mission ARTEMIS II sera difficile et nous testerons nos limites alors que nous nous préparons à envoyer de futurs astronautes sur la Lune. Avec Reid, Victor, Christina et Jeremy aux commandes, je suis convaincu que nous sommes prêts à relever tous les défis qui se présentent à nous ».

Starship bientôt prêt ?



B 7 et SN 24 sur le pas de tir orbital à Boca Chica (Texas). Image : Tim Dodd.

Le premier test orbital de Starship serait pour la mi-avril...

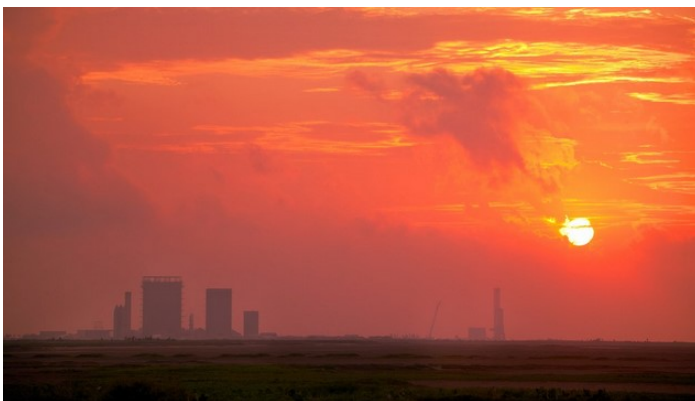
- **Heure de décollage** (sujet à changement) : mi-avril
- **Nom de la mission** : vol d'essai orbital du vaisseau spatial.
- **Fournisseur du lancement** : SpaceX.
- **Client** (Qui paie pour ça ?) : SpaceX.
- **Fusée** : Starship et SuperHeavy.
- **Lieu de lancement** : Starbase, Orbital Launch Pad, Texas, États-Unis.
- **Masse de la charge utile** : pas de charge utile.
- **Où va le vaisseau spatial ?** Espérons dans l'espace.
- **Tenteront-ils de récupérer le premier étage ?** Non.
- **Où atterrira la première étage ?** Il s'écrasera dans le golfe du Mexique.
- **Où atterrira Starship ?** : au large des îles hawaïennes dans l'océan Pacifique (si tout va bien)..
- **Tenteront-ils de récupérer les coiffes ?** Il n'y en a pas sur Starship.
- **Quel temps fera-il ?** La météo devra être favorable.

Ce sera :

- Le 1er vol de l'ensemble Starship/SuperHeavy,
- la 1^{ère} tentative de lancement orbital depuis le Texas,
- le 49^{ème} vol d'une fusée à carburant liquide depuis le Texas.

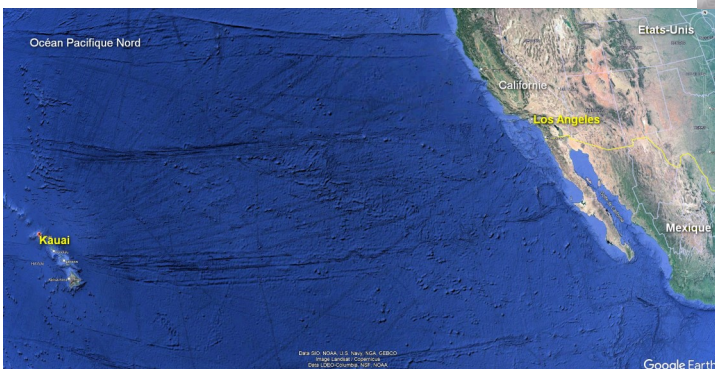
Après quelques années de tests de prototypes, des atterrissages forcés et des explosions, le booster Super Heavy et le deuxième étage Starship sont prêts pour le vol inaugural.

En raison de la nature de ce vol d'essai, la date et l'heure de lancement sont encore inconnues et sujettes à de grands changements car SpaceX prendra toutes les précautions nécessaires pour s'assurer que Starship/SuperHeavy collecte autant de données que possible pendant son vol. Mais tout semble indiquer que l'heure approche.



Lever de Soleil sur le site de production de Boca Chica. Image : Austin DeSisto .

Les véhicules prévus pour effectuer ce vol d'essai inaugural sont le Booster 7 et le Starship SN 24. Le dernier SN à avoir effectué un vol d'essai était le SN15, qui a survécu à son court saut d'essai suborbital. Le premier vol d'un ensemble Starship/Super Heavy entièrement empilé s'accompagne de divers objectifs et défis. Et l'objectif final de cette mission est que SN 24, également connu sous le nom de "Starship" ou encore l'étage supérieur, réussisse à rentrer dans l'atmosphère et à atterrir à environ 100 km au large de Kauai. Kauai est une île de la chaîne des îles hawaïennes située dans l'océan Pacifique, à un peu plus de 4 000 km de la côte californienne. Actuellement, il n'y a pas de charge utile connue qui serait emportée par SN 24. La porte de la soute a été soudée.



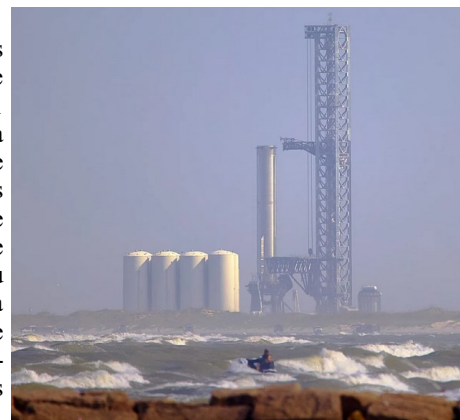
Si tout va bien, Starship pourrait faire presque un tour de la Terre, en vol orbital, ce qui serait tout de même une prouesse pour un premier essai. Les zones d'exclusion récemment publiées et d'autres avis donnent une meilleure indication de la trajectoire que Starship prendra. Il volera légèrement au sud-est, juste au-dessus de la pointe nord de Cuba. Le vaisseau traversera ensuite l'océan Atlantique sud et passera au-dessus de la Namibie avant de traverser l'océan Indien. Le dernier morceau de terre que Starship devrait traverser est l'Indonésie avant de se diriger vers l'océan Indien et de rentrer près d'Hawaï.

Dans les jours qui vont précéder le lancement, Starship (SN 24) sera placé au-dessus de Booster 7 (B7) via les bras ou "baguettes", également connus sous le nom de "Mechazilla". Une fois en haut, les bras se relâcheront et s'ouvriront largement près du sommet de la tour afin de s'éloigner le plus pos-

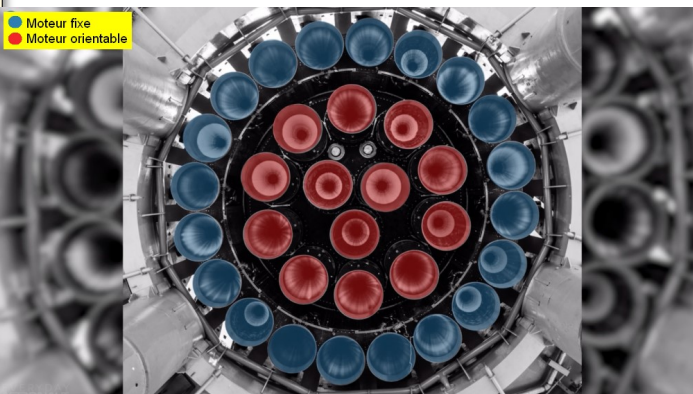
sible de la pile SN24/B7. Ces baguettes sont conçues pour attraper à la fois le booster et le starship lors des futures missions.

Dans les semaines qui ont suivi la mise à feu statique de 31 moteurs, SpaceX a installé un blindage amélioré sur le pas de tir orbital afin de fournir une meilleure protection lors du lancement. Il n'y a pas de déflecteur de flamme, contrairement aux autres rampes de lancement, de sorte que les gaz

d'échappement des 33 moteurs pourront se propager dans toutes les directions : un beau chalumeau en perspective !

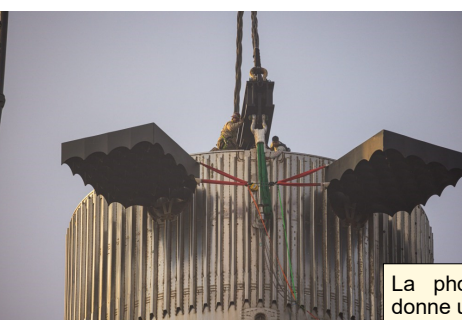


B7 sur le pas de tir vu du golfe du Mexique. (Image : DeSisto)



Booster : disposition des 33 moteurs Raptor en anneaux. (Image : SpaceX)

Pour alimenter les 33 moteurs, il y a un réservoir d'oxygène liquide (LOx) et un réservoir de méthane liquide (LCH4). Le booster est alimenté par le Booster Quick Disconnect (BQD) qui est situé sur la table de lancement orbitale et se connecte au booster près du bas. Peu de temps avant que le propulseur ne bouge, le BQD se rétracte et une porte de protection se ferme rapidement afin d'empêcher les connexions d'être détruites par l'échappement brûlant des moteurs. Près du bas du booster se trouvent quatre bouchains triangulaires allongés. Chacun d'entre eux contient des récipients sous pression en composite doublé (COPV). Les COPV fournissent de l'hélium et d'autres gaz pour le démarrage des moteurs et d'autres fonctions. Les pyramides trapézoïdales carrées contiennent principalement des unités électroniques (voir photos pages suivantes). Sur le dessus du propulseur se trouvent quatre ailerons "grille" qui assurent le contrôle d'attitude pendant la descente du propulseur dans l'atmosphère.



La photo de B4 ci-contre donne une idée de la taille...

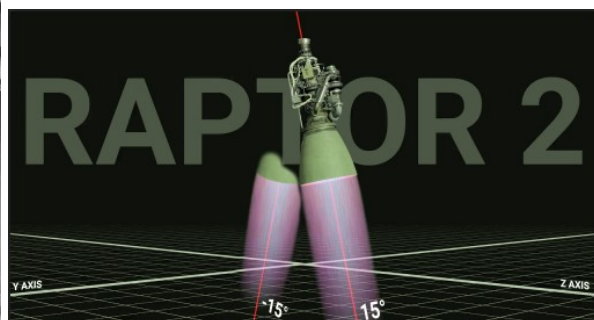
Ceux-ci fonctionnent de la même manière sur la Falcon 9, mais sont beaucoup plus grands sur Super Heavy.

Le starship, ou l'étage supérieur de la fusée, est propulsé par trois moteurs Raptor 2 (pression atmosphérique), et trois moteurs Raptor 1 optimisés pour le vide (vacuum) et mesure 50 m. Les trois moteurs optimisés pour le vide ont des buses de tuyère allongées pour s'adapter à l'absence de pression d'air



dans l'espace. Le moteur utilise le cycle de combustion à plein débit, ce qui signifie que les deux fluides (méthane : carburant, et oxygène : comburant), traversent un pré-brûleur, qui alimente ensuite les turbines, qui font ensuite tourner les pompes. Cela a le potentiel de libérer la quantité maximale absolue de puissance possible du propulseur. Mais il pourrait être réglé pour fonctionner réellement à des températures plus basses à l'intérieur des pré-brûleurs ou un heureux compromis des deux. Aerojet et Rocketdyne n'ont développé que le bloc d'alimentation d'un moteur à plein débit, appelé "démonstrateur de tête motrice intégrée", dans les années 90.

La plupart des fusées se dirigent en faisant pivoter les moteurs sur deux axes afin de pointer et de guider la fusée, ce que les ingénieurs appellent en bon français, le « gimbaling ». En fait, ils sont orientables, tout simplement, mais ce qui caractérise le moteur Raptor, c'est de pouvoir le faire sur ± 15 degrés, ce qui est grand, et cela de manière très réactive, associée aux variations rapides de la puissance du moteur :



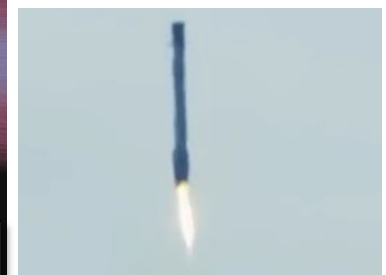
Sur cette photo ci-dessous, on se rend compte que le flux de poussée des moteurs

encore en marche vient de corriger l'attitude du Starship lors de l'arrêt du 1er moteur (essai du 9 décembre 2020 à Boca Chica).



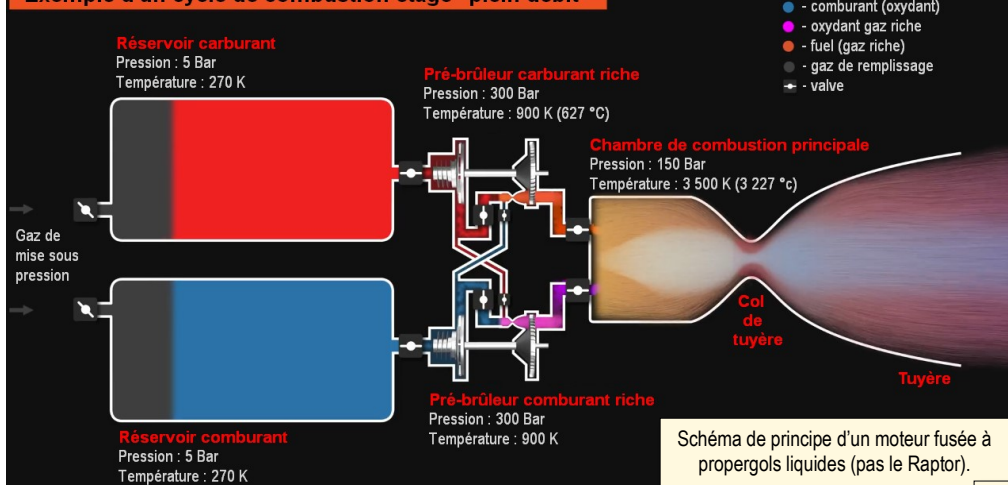
SpaceX a utilisé cela de manière intentionnelle lors des vols d'essai à haute altitude de Starship afin de maintenir continuellement l'accélération aussi faible que possible lors de la montée à 10 km ; une fois que les moteurs atteignaient leur point

d'accélération le plus bas, l'arrêt d'un moteur impliquait un positionnement rapide des autres pour rattraper le décrochage et garder le contrôle ; ces cas extrêmes déterminent les limites d'orientation possibles et les exigences de couple globales des actionneurs



Le booster de la Falcon 9 maintient son attitude grâce aux moteurs Merlin qui sont aussi orientables.

Exemple d'un cycle de combustion étagé "plein débit"



Raptor est composé de nombreux métaux différents, des alliages d'inconel au propre alliage SX500 de SpaceX, dont nous ne connaissons pas vraiment la composition exacte (sans doute un alliage de cuivre, d'aluminium et d'acier et autres choses). Pour autant que nous sachions, les matériaux n'ont pas beaucoup changé entre Raptor 1 et 2, bien qu'ils modifient constamment les formules exactes pour des performances et une durabilité élevées ; certaines parties du moteur sont imprimées en 3D, ce qui est excellent pour le prototypage et certaines pièces continueront probablement à être imprimées en 3D. Bien que la production continue à accélérer, ils commencent à se débarrasser de certaines de ces pièces imprimées en 3D pour une fabrication plus rapide et potentiellement moins chère.

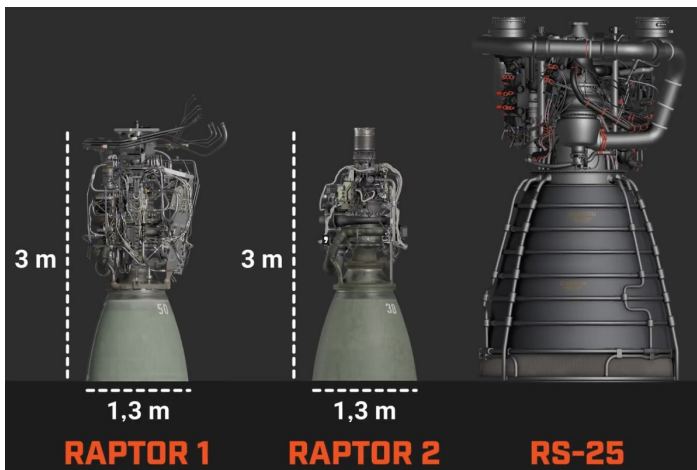
qui orientent les moteurs. Raptor n'a cessé d'évoluer depuis sa toute première sortie de la ligne de fabrication, mais même avant la refonte majeure en Raptor 2, il a eu quelques versions simplifiées de Raptor 1 parfois appelées Raptor version 1.5. Le premier a volé sur SN15 et c'était aussi le genre de moteurs qu'ils ont installé sur Super Heavy Booster 4 et Starship 20. Ces moteurs se distinguaient par leurs cloches (buses des tuyères) de moteur vertes, auxquelles nous nous sommes maintenant habitués car c'est devenu la norme. Cela est dû à de nouveaux matériaux et à un nouveau procédé de fabrication. Au début de 2022, nous avons vu le premier Raptor 2 publiquement, ce qui a marqué la fin de Raptor 1.

Raptor 2 est utilisé sur tout nouveau véhicule, mais il fera ses débuts en vol lors du premier test orbital de Starship.



Une belle collection de Raptor 1 en bas de ce Super Heavy Booster en préparation à Boca Chica. Notez les réservoirs CO2V (ici cerclés en jaune).

De Raptor 1 à Raptor 2

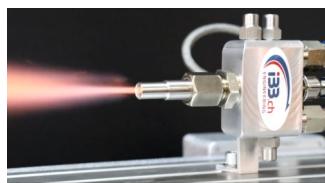


Raptor 2 semble bien dépouillé par rapport à son prédécesseur... et bien maigre vis-à-vis du RS-25 d'Aerojet Rocketdyne utilisé sur le 1er étage de SLS (NASA).

Ce comparatif en dit long sur la manière dont SpaceX, plutôt Elon Musk, voit les évolutions matérielles : mieux et moins cher. Raptor 2 a l'air de ne pas être terminé... Il lui manque ce nid de rat de fils, qui débordent de tous les côtés du moteur et qui était très évident sur Raptor 1. Tout cela avait été nécessaire lors du développement du moteur. Chaque fil ou tube était relié à une sorte de capteur, comme un capteur de pression ou de température, ce qui a aidé les équipes à régler et à apprivoiser ce moteur extrêmement compliqué. Les vannes ont été également unifiées dans quelques petites boîtes.

Cela rend également les moteurs plus résistants aux flammes et à la chaleur. SpaceX tente de supprimer entièrement les carénages de protection thermique pour alléger le moteur et le simplifier encore. SpaceX a également supprimé les allumeurs de moteur dans la mesure du possible.

Habituellement, lorsque votre carburant et votre comburant entrent en contact, ils ont toujours besoin d'une source d'allumage pour assurer une combustion initiale stable et efficace. SpaceX a utilisé ce que l'on appelle des "allumeurs de torche" à l'intérieur des pré-brûleurs et à l'intérieur de la chambre de combustion principale. SpaceX a pu simplifier et vraisemblablement rendre les allumeurs de torche dans les pré-brûleurs plus fiables, mais Elon a mentionné qu'ils étaient en mesure de retirer les allumeurs de torche de la chambre de combustion principale. Cela serait possible puisque le carburant et l'oxydant entrent dans la chambre de combustion principale en étant extrêmement chauds. Cela nécessite cependant un timing extrêmement précis. Ainsi, la séquence de démarrage du moteur Raptor est incroyablement compliquée par rapport à la séquence de démarrage du moteur Merlin.



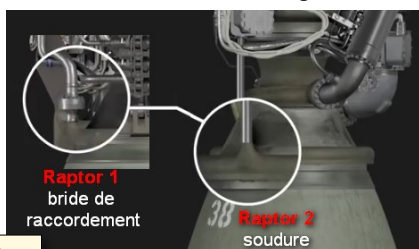
Allumeur de moteur de fusée.

« C'est une danse délicate entre la tête motrice carburant et la tête motrice oxygène... et qui peut faire fondre ou exploser les pré-brûleurs » dit Elon Musk.



Elon Musk (sur le site de production)

Les 20 moteurs Raptor situés dans l'anneau extérieur de Super Heavy booster ne sont pas orientables et cela les simplifie aussi tout en réduisant la masse. Le maintien d'attitude du vaisseau spatial sera prise en charge par les moteurs intérieurs et les différentiels de poussée des moteurs.



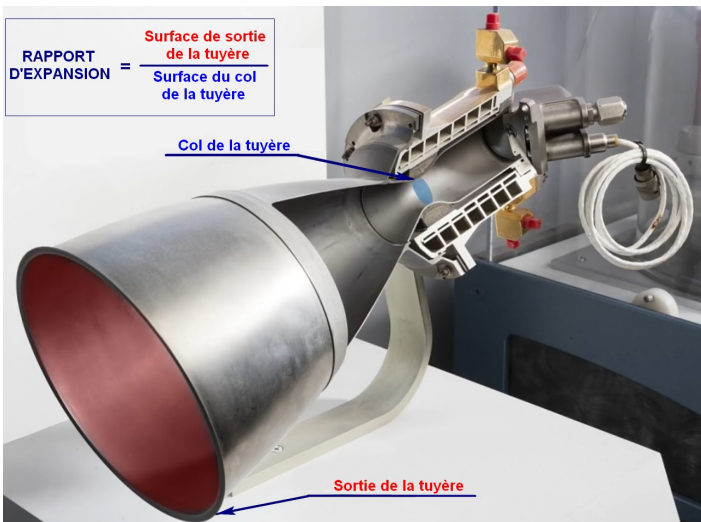
Simplification de 1 vers 2...

Toute simplification ou suppression va dans le bon sens dans une conception qui devient de plus en plus mature. Si l'accès à tout n'est plus nécessaire et si supprimer les brides est facile, cela peut également rendre l'ensemble du moteur plus fiable et plus léger.

Enfin, peut-être que l'un des plus grands changements fondamentaux apportés à Raptor 2 a été la décision d'ouvrir un peu le col de la tuyère.



Plus ce col est large, plus il y a de potentiel pour faire circuler le maximum de propulseur dans le système. Mais cela réduit en fait l'efficacité en réduisant le taux d'expansion, ou le rapport entre l'aire de la sortie de la buse et l'aire du col. Plus le taux d'expansion est élevé, plus la tuyère travaille pour convertir la



haute pression en haute vitesse. Généralement, les ingénieurs veulent un taux d'expansion aussi élevé que possible, en particulier lorsqu'ils fonctionnent dans le vide de l'espace, mais ils sont souvent limités aux considérations de pression d'air ambiant pour les moteurs au niveau de la mer.

Sur Raptor 2, cette ouverture du col a eu le potentiel d'augmenter la poussée du moteur malgré sa légère baisse d'efficacité.

Chaque moteur, Raptor 1 et Raptor 2, mesure environ trois mètres de haut et environ 1,3 mètre de large à la sortie de la cloche. Et ce sont en fait de très petits moteurs par rapport au RS-25 qui propulsait la navette spatiale et qui propulse maintenant l'étage central de la fusée SLS.

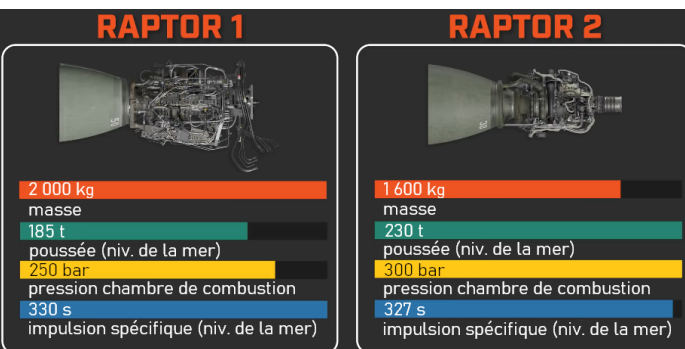
En fait, **Raptor est beaucoup plus petit, mais plus puissant.**

De plus, Raptor est extrêmement léger. Nous ne connaissons pas la masse exacte de l'un ou l'autre moteur, mais nous savons que le Raptor 1 pesait environ 2000 kg et Elon Musk avait déclaré que le Raptor 2 était environ 20 % plus léger. Soit donc, environ 1 600 kg. Ensuite, leur poussée : Raptor 1 fonctionnait à environ 185 tonnes de poussée, ce qui se trouve être presque exactement la même valeur de poussée que le RS-25 et Raptor 2 fonctionne déjà à 230 tonnes de poussée. Cette augmentation de poussée provient principalement de l'augmentation de la pression de la chambre de combustion du Raptor 2. Le Raptor 1 fonctionnait à environ 250 bars, ce qui, pour être clair, était déjà à peu près la pression de fonctionnement la plus élevée de presque tous les moteurs, mais ce n'était encore que le début. Raptor 2 fonctionne actuellement à 300 bars et les ingénieurs de SpaceX pensent qu'ils peuvent encore monter un peu plus haut. C'est un nombre absolument étonnant. Le RD-180 russe était le précédent détenteur du record à 267 bars... et il équipait la fusée Delta V de ULA. Raptor 1 a environ 330 secondes d'impulsion spécifique au niveau de la mer, tandis que Raptor 2 n'a que quelques secondes de moins, environ 327 s d'impulsion spécifique mais le Raptor 2 a une augmentation de poussée d'environ 24 %, ce qui qui compense largement quelques « % » en moins d'impulsion spécifique lors du décollage.



SpaceX va continuer d'essayer de rendre Raptor de plus en plus pratique et moins cher. Elon Musk est obsédé par la réduction du coût unitaire, mais, *a priori*, le prix ne semble pas vraiment important lorsque la fusée est entièrement réutilisable, car ils peuvent simplement la réutiliser encore et encore. Mais SpaceX rêve grand et imagine que ses véhicules seront à peu près aussi courants dans le futur que les avions de ligne le sont aujourd'hui...

Dans une tentative de simplifier le moteur, SpaceX tente également de supprimer le film de refroidissement du col de la tuyère ; il est courant d'injecter du propergol supplémentaire à très basse température directement dans le col du moteur pour aider à le refroidir. SpaceX étudie et évalue actuellement si cela vaut la peine ou non de simplifier le moteur, une chose qui pourrait entraîner des complications par ailleurs. Cependant, SpaceX vise environ 250 t de poussée, ce qui ferait probablement pas loin de 330 bar dans la chambre principale. SpaceX a déjà atteint 330 bar lors d'un test, mais le maintien de cela nécessitera des améliorations supplémentaires. L'une des choses les plus importantes à retenir est que Raptor en est encore à ses balbutiements. Elon a mentionné comment le moteur Merlin a évolué pour être plus de deux fois plus puissant qu'à sa sortie, et ce moteur a pratiquement atteint son plein potentiel. Donc, dans ce cas, Raptor n'en est encore qu'au tout début. On s'attend à ce qu'il continue à devenir plus puissant, plus léger, plus fiable et moins cher... SpaceX a les moyens de le faire.



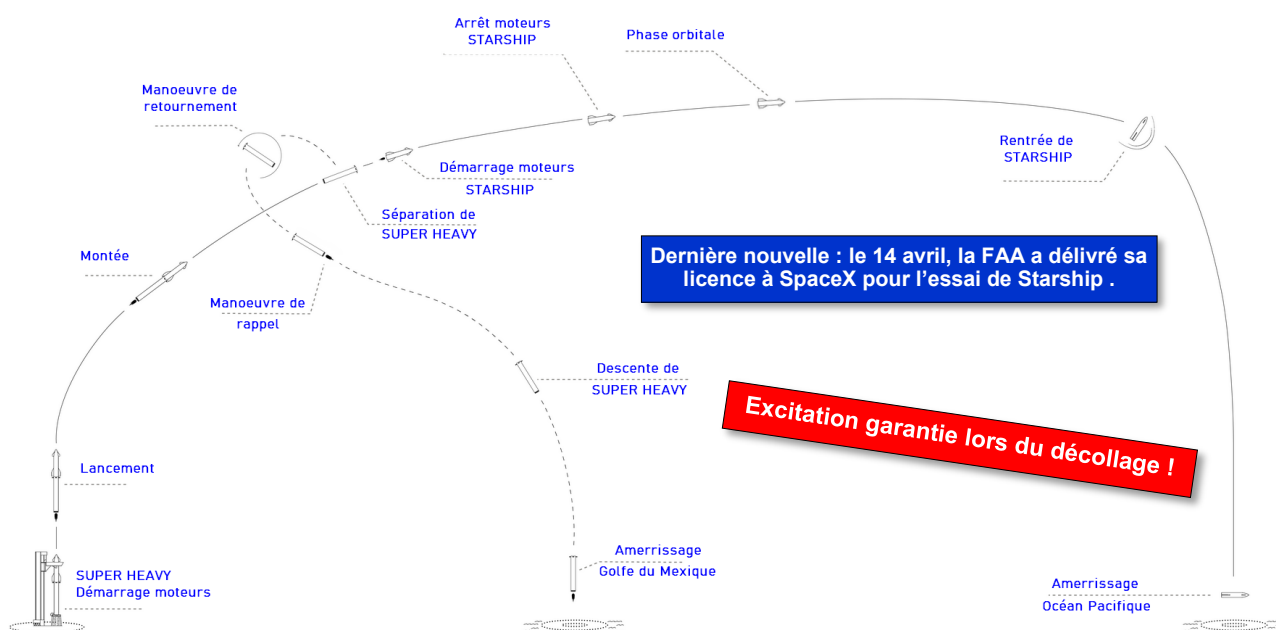
L'impulsion spécifique (I_{sp}) mesure l'efficacité des moteurs de fusées et des moteurs à réaction (avions). C'est la force (poussée d'un propulseur) exercée en fonction de la quantité de carburant consommé par unité de temps (débit-poids du propergol éjecté). Plus elle grande, plus le système est efficace. Pour un moteur de fusée, l'impulsion spécifique ne dépasse guère 500 s et la vitesse d'éjection des gaz vaut $v_e = 9,81 \times I_{sp}$. Cette valeur s'intègre facilement dans la célèbre Equation de Tsiolkovski pour connaître la variation de vitesse d'un astronef :

$$\Delta v = v_e \times \ln(m_i/m_f) \text{ avec masses initiale } m_i \text{ et finale } m_f$$



Annonce de SpaceX : le premier test en vol intégré de Starship se déroulera vers la troisième semaine d'avril, en attendant l'approbation réglementaire [de la FAA].

SpaceX : à ce jour, l'équipe de SpaceX a effectué plusieurs essais en vol sous-orbitaux de l'étage supérieur de STARSHIP depuis STARBASE, démontrant avec succès une approche sans précédent du vol contrôlé. Ces essais en vol ont permis de valider la conception du véhicule, prouvant que STARSHIP peut voler à travers la phase subsonique d'entrée avant de rallumer ses moteurs et de se retourner en configuration verticale pour l'atterrissage. Il s'agira ici du premier essai en vol d'un STARSHIP et d'une fusée SUPER HEAVY entièrement intégrés, un système de transport entièrement réutilisable conçu pour transporter à la fois l'équipage et sa cargaison en orbite terrestre, aider l'humanité à retourner sur la Lune et à voyager vers Mars et au-delà. Avec un test comme celui-ci, le succès est mesuré par ce que nous pouvons apprendre, ce qui informera et améliorera la probabilité de succès à l'avenir alors que SpaceX fait progresser rapidement le développement de Starship... Ainsi, nous nous aventurons dans de nouveaux territoires, mais nous continuons d'apprécier tout le soutien et les encouragements que nous avons reçus de ceux qui partagent notre vision d'un avenir où l'humanité explore parmi les étoiles !



Ce schéma illustre les phases de déroulement prévisionnel du test qui doit être effectué bientôt.



Image : Thomas Levinson

Les rêves spatiaux de Richard Branson s'effondrent de façon spectaculaire

L'effondrement de Virgin Orbit sonne probablement le glas de sa société sœur, Virgin Galactic... pour une très grande raison.

ECHEC de la MISSION

Peu avant minuit, le 9 janvier dernier, une caméra des îles Canaries exploitée par le réseau météorologique espagnol a capturé une spectaculaire boule de feu plongeant dans l'océan Atlantique. Même si cela ressemblait beaucoup à un météore, ce n'était pas le cas. C'était une fusée, avec une charge utile de neuf satellites, qui rentrait dans l'atmosphère en se consumant, après avoir échoué à atteindre son orbite.

En fait, bien plus brûlait que la fusée et sa coûteuse cargaison.

La fusée n'avait pas été lancée depuis le sol, mais à partir d'un Boeing 747 converti portant le surnom quelque peu exagéré de "Cosmic Girl", et cela en altitude au-dessus de l'Atlantique. L'ensemble était exploité par la société Virgin Orbit de Richard Branson.

Il n'a suffi que de quelques minutes après la diffusion en direct de cet échec dans le monde pour que les actions de la société perdent près d'un quart de leur valeur. Tout va vite aujourd'hui...

Résultat direct : Virgin Orbit a déclaré faillite, cessé ses activités et licencié la plupart de son personnel.

L'échec de la mission du 9 janvier a également créé un certain embarras pour l'agence spatiale britannique. Le pays n'a jamais eu son propre programme de lanceurs. Il a attelé ses perspectives d'avenir à Virgin Orbit : pour une « porte d'entrée vers les étoiles », il approuvait cette mission, nommée « *Start Me Up* » (littéralement : "démarré-moi"), depuis un nouveau port spatial à Cornwall, la péninsule occidentale considérée comme idéale pour les lancements britanniques au-dessus de l'Atlantique. Les neuf satellites perdus en comprenaient quatre qui faisaient partie de programmes avancés gérés par des laboratoires militaires américains et britanniques ainsi que le premier

satellite construit par l'État du Golfe d'Oman.



Launcher One
Réplique installée à l'aéroport de Newquay.

Virgin Orbit a été l'un des premiers entrants sur le marché des micro-lanceurs, des fusées beaucoup plus petites que celles nécessaires pour les charges utiles plus grandes et plus lourdes requises par les réseaux de satellites militaires et commerciaux. La société a été séparée de Virgin Galactic en 2017 (le projet de tourisme spatial pionnier mais coûteux de Branson), à l'initiative d'ingénieurs qui voyaient dans le nouveau marché une voie beaucoup plus rapide vers les bénéfices.

Et c'est cette provenance qui, avec l'effondrement de Virgin Orbit, renouvelle la question qui couvait depuis longtemps de savoir si Virgin Galactic, un leader mondial des délais manqués, des budgets éclatés et une série de promesses jamais tenues, s'approchera jamais de livrer le nirvana du voyage dans l'espace pour les riches que Branson a implacablement médiatisé (Galactic revendique un arriéré de 800 "astronautes" attendant de grimper là-haut à 450 000 \$ la place).

Le problème sous-jacent, c'est que Virgin Galactic et Virgin Orbit partageaient le même concept fondamental pour le lancement de fusées : le lancement aérien. Au lieu de lancer à partir d'un pas de tir au sol, les lancements se faisaient à partir de vaisseaux porteurs à des hauteurs de 12 000 m, ou plus. Cela supprimait le besoin d'énormes fusées d'appoint nécessaires pour accélérer du niveau du sol à la stratosphère. Dans le cas de Galactic, cela a permis des vols en équipage dans l'espace suborbital, et pour Orbit, la mise en orbite de petites charges utiles de satellites.



La fusée Launcher One se libère de Cosmic Girl pour s'élancer dans l'espace.

Le lancement aérien a été le fruit d'un génie aéronautique non-conformiste, Burt Rutan.



Burt Rutan
en compagnie de Richard Branson

Burt Rutan a conçu et construit le premier véhicule habité financé par des fonds privés à atteindre l'espace, SpaceShipOne, en 2004, pour un coût de 25 millions de dollars, fournis par le cofondateur de Microsoft, Paul Allen.

SpaceShipOne a été lancé à partir d'un vaisseau-mère, propulsé aux confins de l'espace, puis est retourné vers la Terre. Ensuite, vint le boucanier Branson, avec beaucoup moins d'argent et de maîtrise technique qu'Allen mais avec beaucoup plus d'orgueil et de sens du spectacle. En partenariat avec Rutan, SpaceShipOne est devenu la genèse de Virgin Galactic.



SpaceShipTwo (centre) accroché sous le porteur WhiteKnightTwo.

Branson et la société ont promis que le premier vol de passagers décollerait en 2007 ; une étape qui n'a finalement été franchie qu'en juillet 2021, lorsque Branson lui-même s'est envolé dans l'espace avec deux pilotes et trois cadres de chez Galactic. Mais ensuite, comme pour tant de vols galactiques précédents, il s'est avéré qu'il y avait eu un grave problème. Les pilotes avaient évité de justesse un atterrissage d'urgence après que l'engin ait dévié de sa trajectoire désignée.

Il y a eu une enquête de la FAA (Administration Fédérale de l'Aviation Américaine) sur ce qui s'est passé pendant la

mission et, un peu plus de deux mois plus tard, elle a anéanti Virgin Galactic. En plus du pépin sur le vaisseau spatial, une faiblesse structurelle a été découverte à l'endroit de l'aile du vaisseau-mère où SpaceShipTwo était ancré avant d'être libéré.

Ce vol "historique" de Branson, qui a été couvert dans le monde entier par des médias largement crédules, n'a eu lieu que neuf jours avant que son rival Jeff Bezos ne se rende dans l'espace à bord de la fusée New Shepard de sa société Blue Origin.

Après le vol de Branson, son directeur de vol a déclaré « *tout était parfait en temps réel... il n'y avait aucun problème* ». Non seulement ce n'était pas vrai, mais lorsque la FAA a immobilisé Galactic, l'impression a été laissée que Branson avait fait pression sur ses ingénieurs pour qu'ils autorisent le vol afin de battre Bezos (NB : Galactic a publié une déclaration niant cela).

Il s'est donc avéré que de graves défauts ont été découverts. Galactic a été cloué au sol pour une durée de 18 mois. Le vaisseau-mère, Eve (du nom de la mère de Branson), avait besoin de nouveaux stabilisateurs horizontaux ainsi que d'une nouvelle fixation du point d'ancrage. Maintenant, Eve est de retour à Spaceport America au Nouveau-Mexique, se préparant pour une série de vols d'essai transportant l'un des deux navires SpaceShipTwo encore disponibles.



Imagine : la version III de SpaceShip (livrée « chrome »).

D'autre part, le travail sur le projet « Imagine » (le successeur de SpaceShipTwo) se fait lentement. **Imaginer** est le mot juste. Tout cela reflète une grave déconnexion entre les annonces fréquentes et médiatisées d'une future flotte de "navires" plus avancés transportant régulièrement des « *touristes de l'espace* »... au bord de l'espace seulement, et la dure réalité de ce qui reste une expérience prolongée pour prouver le concept.

Les prochains vols d'essai commenceront prudemment, avec Unity (aéronef de la classe SpaceShipTwo) libéré de son porteur pour un vol sans moteur vers la Terre. Après cela, un tour propulsé par un moteur fusée à une hauteur d'environ 85 km au-dessus de la planète avec des pilotes et des techniciens devra convaincre la FAA que tous les systèmes sont sûrs pour les passagers. En attendant que cela se produise, une équipe de l'armée de l'air italienne, qui devait initialement voler en octobre 2021, espère voler au début de cet été. Virgin Galactic vante cela pour promouvoir un autre rôle pour ses avions qui est d'en faire des laboratoires supersoniques pour des expériences scientifiques. Mais les chances de lever de nouveaux fonds pour la nouvelle génération de vaisseau spatial promise, connue sous le nom de Delta, diminuent de semaine en semaine.



Cosmic Girl

En 2021, la valeur de Virgin Galactic, en capitalisation boursière, était de 13,9 milliards de dollars. Elle est maintenant tombée à 969,7 millions de dollars et toujours en baisse. La société a brûlé 400 millions de dollars au cours de la dernière année. Il en a probablement assez pour fonctionner encore deux ans avec les véhicules existants. Même dans ce cas, il faudrait qu'il atteigne un rythme d'un vol par mois juste pour effacer les pertes, et cela semble très long.

Trouver de nouveaux bailleurs de fonds a été difficile. Galactic et Orbit ont tous deux levé des fonds en se rendant sur le marché en utilisant le dispositif à la mode mais éphémère d'une acquisition à des fins spéciales, SPAC (Special Purpose Acquisition Corporation - société d'acquisition à vocation spécifique), également connue sous le nom d'offre de chèque en blanc, où l'examen boursier normal d'une offre publique indépendante a été éludé et les investisseurs ont été invités à accepter de bonne foi des prévisions de bénéfices extrêmement optimistes. Les débuts de Galactic à la Bourse de New York en octobre 2019 ont produit une cascade de Branson BS (Bons de Souscription) typiques. Peu de temps après, lui et son partenaire, Chamath Palihapitiya, disciple de SPAC, se sont débarrassés des actions, et Palihapitiya a déclaré au Financial Times : « *Avec le recul, je n'avais probablement pas besoin de le faire, mais pour le moment, cela semblait être la bonne chose à faire* ». Au lancement, le cours de l'action a atteint près de 60 \$. Il est maintenant à 3,12 \$ au 6 avril. L'offre SPAC d'Orbit visait à lever 500 millions de dollars. Elle s'est soldée par moins de la moitié.

Orbit, dès le départ, était sous-capitalisé pour le pari qu'il prenait, non seulement en choisissant le lancement aérien mais, pour la première fois, en utilisant un jumbo jet (retraité de Virgin Atlantic) comme plateforme (auparavant, le seul vaisseau spatial spécialement construit pour envoyer des satellites en orbite via des lancements aériens était le plus grand avion du monde, imaginé par le susmentionné Paul Allen : le Stratolaunch ; mais il est décédé en 2018, un an avant son premier vol. Jusqu'à présent, ce mammoth a volé seulement trois fois et son sort est incertain). Depuis 2020, Orbit n'a effectué que six missions, dont deux ont échoué et dont le reste n'a livré que 33 satellites en orbite.



Paul Allen



Stratolaunch
117 m d'envergure,
6 réacteurs

Mais l'argent n'était pas le seul problème. Trois des plus hauts dirigeants, dont le PDG, Dan Hart, ont été recrutés chez Boeing, où la gestion des projets spatiaux a été la pire de l'industrie (la moins innovante et ne respectant jamais un budget ou un délai), permettant à SpaceX d'Elon Musk de devenir le chef de file de l'industrie.

Lorsque Orbit a été fermé, CNBC a cité plusieurs ingénieurs qui se sont plaints d'une gestion et d'un leadership médiocres et, en particulier, que lorsque Hart a annoncé la mauvaise nouvelle, il l'a fait virtuellement, pas en face à face, ce qui fait écho au style des hauts dirigeants de Boeing.

Quoi qu'il en soit, Orbit pourrait bien être un autre cas où les premiers finiront derniers car le marché du lancement de grappes de petits satellites en orbite terrestre basse s'est développé si rapidement qu'au moins huit startups européennes développent des micro-lanceurs spécifiquement à cet effet. Les nouvelles technologies ont réduit le prix d'entrée et la miniaturisation des satellites se marie avec le rétrécissement des lanceurs conventionnels pour répondre à une demande qui ne peut pas être satisfaite par les énormes lanceurs des fabricants de fusées traditionnels comme Arianespace en Europe et ULA aux États-Unis.



Stratolaunch LLC est une société aérospatiale américaine fournissant des services d'essais en vol à grande vitesse ; elle a été initialement formée en 2011 pour développer un nouveau système de transport spatial à lancement aérien (siège social à Seattle, Washington). La société et le projet de développement ont été officiellement annoncés en décembre 2011 par le co-fondateur de Microsoft, Paul Allen, et le fondateur de Scaled Composites, Burt Rutan, qui avait précédemment collaboré à la création de l'aéronef SpaceShipOne. Le projet comportait à l'origine trois éléments principaux : un avion porteur construit par Scaled Composites (modèle Stratolaunch), un lanceur à charge utile à plusieurs étages qui devait être lancé à haute altitude dans l'espace sous l'avion porteur, ainsi qu'un système d'accouplement et d'intégration par Dynetics. En fin de compte, seul l'avion porteur était entièrement développé au moment de la mort de Paul Allen fin 2018. Au départ, SpaceX avait été retenu comme fournisseur de lanceur. L'ancien président Chuck Beames a expliqué : « *SpaceX était un partenaire, et comme beaucoup de partenariats, il a simplement été déterminé qu'il valait mieux que nous nous séparions : des ambitions différentes. Nous étions intéressés par leurs moteurs, mais Elon et son équipe... ils sont sur le point d'aller sur Mars, et nous sommes juste dans un endroit différent, et donc je pense que c'était une séparation des chemins qui s'est fait à l'amiable* ».



Stratolaunch, propulsé par six réacteurs Pratt & Whitney PW4000 nécessite une piste de 3 700 m et peut emporter 230 t de charge utile.

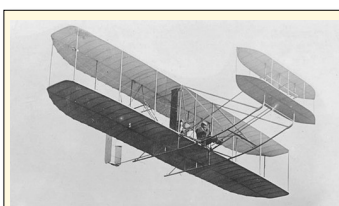
Le troisième vol de Stratolaunch a eu lieu le 16 janvier 2022 depuis Mojave Air and Space Port ; le vol a duré 4 heures 23 minutes et a atteint une altitude de plus de 7 160 mètres avec une vitesse de pointe de 330 km/h.

Aussi intelligents que soient les ingénieurs et les gestionnaires des projets Virgin, ils semblent avoir été incapables de surmonter le formidable et persistant obstacle au succès présenté par le lancement aérien qui multiplie les problèmes techniques car il combine deux environnements aérodynamiques hostiles : le subsonique et le supersonique. Une seule fusée d'appoint (le descendant direct du missile balistique d'Hitler, le V2, et des lanceurs de la NASA qui ont suivi) est un travail d'ingénierie extrêmement difficile en soi, avec une myriade de petits composants qui pourraient tomber en panne. Les sociétés Virgin ont tenté de marier cette technologie avec ce qui est essentiellement, dans le cas de Galactic, un petit avion d'affaires.

Le SpaceShipOne de Rutan était une bien belle machine. Mais c'était beaucoup plus proche de l'audace à haut risque des missions lunaires Apollo de la NASA, toujours essentiellement analogiques, que de la technologie beaucoup plus sophistiquée de ce siècle. De la même manière, la partie beauté du « concept galactique » réside dans ses trois étapes d'expérience pour les passagers : ascension subsonique pour monter en altitude, puis vol en fusée se terminant par quelques minutes ravissantes d'apesanteur et retour sur Terre en silence, avec le temps de contempler la vue et le sens de la vie... Tout ce vol dure environ une heure et 10 minutes. Un tour dans la capsule spatiale du New Shepard de Bezos ne dure que 10 minutes, y compris une descente de type NASA avec la capsule suspendue à des parachutes et, au lieu d'amerrir, une dernière bouffée de puissance pour freiner et obtenir un atterrissage en douceur dans le désert texan. C'est un vol purement balistique, sans l'élégance du vol subsonique pour l'encadrer. Mais ce sera sûrement le gagnant sur le marché des balades suborbitales, car il s'est déjà avéré beaucoup plus fiable.

NB : voyager en tant que passager dans une capsule SpaceX en orbite autour de la Terre pendant quelques jours bat tout le reste, mais ne sera jamais que pour un pour cent de gens... riches, tout de même.

La pensée magique de Branson était qu'il ouvrirait la voie aux voyages spatiaux suborbitaux avec la régularité et la fiabilité d'un horaire de compagnie aérienne. Le problème était que, dans le lancement aérien, il a choisi une impasse technologique. Et, d'une manière étrange, cet orgueil fait écho à l'histoire des visionnaires fondateurs du vol : les frères Wright.



obsolète, le biplan, avec un stabilisateur horizontal devant les ailes, appelé canard, au lieu d'être monté derrière à l'extrémité d'un fuselage...

Les Wright ont également volé dans une impasse, avec la configuration de leurs machines volantes basée sur le cerf-volant. Ils n'ont pas réussi à voir et à développer tout le potentiel de leur étonnante invention en s'en tenant obstinément à une forme d'avion devenue rapidement

L'armée américaine a été le premier client des machines Wright et est restée avec elles pendant des années, jusqu'à ce que les généraux se plaignent qu'ils avaient une "détermination cachée de s'en tenir à leur forme d'origine". En conséquence, les États-Unis sont entrés dans la Première Guerre mondiale avec moins de 200 machines primitives tandis que les Européens, qui avaient suivi leur propre voie innovante, dominaient les cieux. En 1916, l'entreprise Wright a fusionné avec la société Glenn L. Martin, formant la Wright-Martin Aircraft Company, précurseur de l'actuelle Lockheed Martin. Ainsi, au moins une impasse s'est finalement ouverte sur l'avenir.

Space Pioneer

devient
la première
entreprise
de lancement
privée chinoise
à atteindre
l'orbite avec
une fusée à
propergol
liquide



Image : Space Pioneer

La fusée Tianlong - 2 (Dragon des cieux - 2)

La fusée Tianlong-2 s'élève dans le ciel au-dessus du port spatial de Jiuquan le 2 avril 2023. Tianlong-2 a été lancée au centre de lancement de satellite de Jiuquan à 4 h 48. Est, le 2 avril, envoyant un petit satellite expérimental de télédétection en orbite.

Space Pioneer, dont le nom complet est **Beijing Tianbing Technology Co., Ltd.**, devient la première société privée à atteindre l'orbite avec son premier lancement, de plus avec une fusée à propergol liquide. La Tianlong-2 est une fusée à 3 étages, capable de transporter 2 000 kilogrammes en orbite terrestre basse (LEO) ou 1 500 kg vers une orbite synchrone solaire de 500 kilomètres d'altitude (OSS). Ses moteurs générateurs de gaz YF-102 à poussée à 85 tonnes intègrent l'impression 3D développée par CASC.

La force spatiale de poursuite des États-Unis a enregistré le satellite Ai Taikong Kexue (science spatiale de l'amour) sur une orbite synchrone de 478 par 496 kilomètres avec une inclinaison de 97,4 degrés. Le satellite a été développé par Hunan Hangsheng Satellite Technology Co., Ltd.

La fusée utilisait du kérosène dérivé du charbon au lieu du combustible raffiné à partir du pétrole, selon Space Pioneer. La China Aerospace Science and Technology Corporation (CASC), la principale entreprise spatiale publique chinoise, a récemment approuvé le kérosène dérivé du charbon pour une utilisation dans les lancements. Ce lancement réussi avec ce propergol liquide (kerolox) marque une étape importante dans le développement du secteur spatial commercial chinois, qui a pris son envol fin 2014 avec un changement de politique du gouvernement.

2023 pourrait voir plus de 20 lancements de fusées privées et commerciales. De nouveaux lanceurs commerciaux prévus pourraient aider la Chine à accroître sa capacité de lancement avec une plus grande flexibilité et à participer à des projets nationaux, notamment la station spatiale Tiangong et le déploiement d'une méga constellation nationale haut débit. Space Pioneer annonçait en février avoir reçu des cycles de financement stratégique. La société affirme avoir collecté près de 3 milliards de yuan (438 millions de dollars) de financement depuis sa fondation en 2018. Un certain nombre d'investisseurs sont liés à l'État.

La société a remercié l'Administration d'État de la science, de la technologie et de l'industrie pour la défense nationale (SASTIND), l'organe gouvernemental chargé de superviser le secteur spatial, le CASC et le géant de la défense CASIC dans un communiqué de presse.

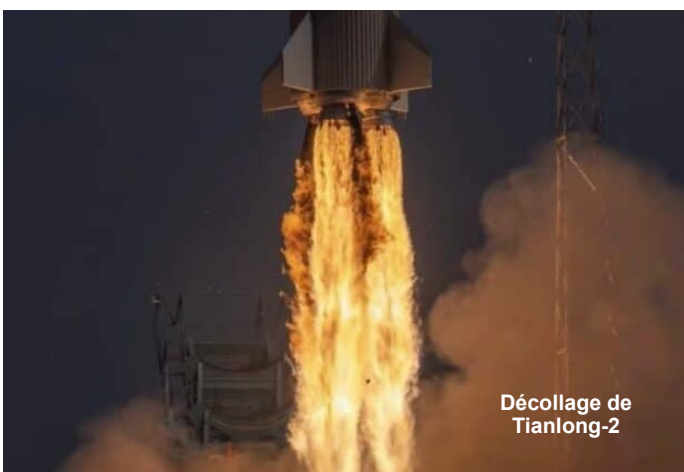
Parmi les principaux investisseurs, on peut citer la China International Capital Corporation (CICC), un véhicule d'investisse-

ment partiellement public, CCB International, appartenant à la China Construction Bank Corporation, et CITIC Construction, le bras de l'ingénierie et de la construction du groupe d'État chinois de CITIC, Lianchuang de l'Université du Zhejiang, ainsi que des investissements de capital-risque.

L'entreprise a également reçu un parrainage et des investissements de la part de la ville de la province du Jiangsu sur le fleuve Yangtze. Space Pioneer construit des installations de fabrication de fusées dans la ville et le lancement de Tianlong-2 portait également le nom de « zhangjiagang ». Les fonds recueillis doivent être utilisés pour le développement du grand lanceur Tianlong-3 et de ses moteurs, la construction des installations de lancement nécessaires et la recherche de compétences. Space Pioneer dit qu'il développe ses propres moteurs kerolox à combustion étagée car Tianlong-3 sera une fusée kerolox à deux étages avec un premier étage réutilisable. Un communiqué de presse de Space Pioneer indique que la fusée sera capable de soulever 15 tonnes de charge utile vers l'orbite terrestre haute et vise des lots allant jusqu'à 60 satellites par lancement pour la mégakonstellation chinoise des communications LEO Guowang. La fusée Long March 5B de la CASC est actuellement considéré comme le principal lanceur du projet. La société cible un premier lancement de Tianlong-3 au début de 2024 et prévoit d'augmenter la cadence prévue à plus de 12 lancements par an à partir de 2025. L'entreprise semble également avoir abandonné l'étude de sa fusée Tianlong-1.

Space Pioneer est en concurrence avec un certain nombre d'autres sociétés chinoises de lancement privées et commerciales. Mais Space Pioneer et une autre société récemment émergente, Orienspace, se dirigent directement vers des classes de lanceurs de moyenne et grande capacité. Les entreprises commerciales chinoises établies plus tôt ont cherché à développer d'abord des fusées à propergol solides et liquides plus « légères ».

Ces tendances semblent refléter les premiers entrants qui cherchent dans un premier temps à lancer de petits satellites pour les clients privés (cela étant le marché apparent), alors que la Chine a récemment indiqué que les entreprises privées peuvent participer au lancement du projet national « satellite Internet » et à l'envoi de fret à la station spatiale Tiangong.



Décollage de Tianlong-2

La Chine, désormais très active dans le domaine spatial, dispose d'une agence spatiale nationale : l'Administration spatiale nationale chinoise (CNSA). Cette agence a réalisé plusieurs missions notables au cours de ces dernières années, notamment la mission Chang'e 4, qui a atterri sur la face cachée de la Lune en 2019, ou encore Chang'e 5, qui a rapporté sur Terre les premiers échantillons lunaires depuis plus de quarante ans, en 2020.

La chine veut aussi récupérer ses fusées



15 mars 2023 : la fusée Longue Marche-11 transportant le satellite Shiyao-19 s'élève dans le ciel du centre de lancement de satellite de Jiuquan dans le nord-ouest de la Chine.

Les ingénieurs chinois travaillent sur un système de parachute pour récupérer les propulseurs d'appoint et les carénages après le lancement de leurs fusées.

Développé par l'Académie chinoise de technologie spatiale, le système sera utilisé pour rendre la récupération des pièces de fusées réutilisables plus précise et plus contrôlable.

Selon l'équipe de recherche, le système, qui utilise la technologie de contrôle du vol plané, peut réduire la portée d'atterrissage à une zone plus petite que la plage habituelle de 30 à 90 kilomètres. Associé à une technologie de tampon lors de l'atterrissage, il permettra aux propulseurs et aux carénages de rester intacts après l'atterrissage au sol.

Les principaux sites de lancement de la Chine sont situés profondément à l'intérieur des terres, ce qui signifie que la prévention de l'atterrissage imprévisible de pièces de fusées éjectées, en particulier dans les zones d'activité humaine, est devenue une tâche clé pour les scientifiques.

Teng Haishan, un ingénieur en chef adjoint du projet, a déclaré que le système de récupération peut également contribuer à réduire le prix des lancements de fusées, en fournissant des services plus économiques.

« Au cours des deux dernières années, la Chine a mené des lancements de fusées porteuses plus de 50 fois par an. Une fois qu'un tel système de récupération est en place, plus d'un milliard de yuans (environ 145 millions de dollars des États-Unis) des coûts de lancement peuvent être économisés chaque année », a déclaré Teng.

Le système de parachute a été dévoilé lors d'une récente convention nationale en matière d'innovation. Selon ses fabricants, le système est actuellement en phase finale de développement.

Reste à savoir si ce système, *a priori* rudimentaire, sera capable de rivaliser avec les exploits de SpaceX dans le domaine de la récupération maîtrisée de ses boosters de fusée Falcon 9...

Sauf que la Chine ne s'arrête pas là... Passée maître dans l'art de la copie depuis belle lurette, les ingénieurs chinois travaillent sur une réplique chinoise de SpaceX.

La Chine a testé avec succès l'atterrissage vertical d'une fusée dans l'océan, et jette ainsi les bases de sa prochaine technologie de voyage dans l'espace... et de recyclage.

L'Académie chinoise des sciences (CAS) a confirmé que sa société commerciale de vols spatiaux, CAS Space, avait effectué les tests avec succès à Haiyang, dans la province du Shandong (Est de la Chine), selon le média d'État : Global Times.

D'après Lian Jie, ingénieur au CAS, le prototype de fusée de 2,1 mètres de long et 0,5 mètre de diamètre pesait 93 kilogrammes au lancement et était propulsé par deux moteurs, chacun avec une poussée de 550 newtons. Et c'est un turboréacteur qui a été utilisé pendant le test pour simuler un moteur de fusée à liquide et à poussée variable lors d'un atterrissage vertical. Le prototype de fusée CAS a grimpé de plus de 1 000 mètres, puis a chuté en douceur et ralenti grâce à l'inversion de poussée du moteur pour atterrir fermement avec une précision de moins de 10 mètres et à une vitesse inférieure à deux mètres par seconde.

Lian Jie revendique une « *technologie nationale, à la fois logicielle et matérielle* » et qui diffère donc de ce que SpaceX réalise.

Lian Jie : « *Nous explorons nous-mêmes des seuils technologiques tels que la gestion de la poussée variable, le positionnement de précision et la technologie de stabilisation* ». Le test a validé la communication et le suivi des engins spatiaux et a également confirmé la récupération de l'étage de la fusée en mer.

Le test d'atterrissage est la preuve que la Chine accélère ses capacités pour égaler SpaceX. Cependant, l'essai réalisé n'est pas à l'échelle du constructeur américain, mais les chinois progressent vite, surtout si le gouvernement chinois est d'accord sur l'objectif : « faire la nique aux américains ».



Prototype de fusée à atterrissage vertical de CAS Space dans les airs.



Une image de l'anomalie Centaur V qui s'est produite le 29 mars lors des essais de l'étage supérieur de la fusée Vulcan au Marshall Space Flight Center.

Une boule de feu d'hydrogène qui s'enflamme à gauche du banc d'essai du moteur-fusée de Blue Origin. Le directeur général de United Launch Alliance, Tory Bruno, donne cette explication : « *Tout ce que vous voyez est de l'isolation et des morceaux plus petits du banc d'essai. Un morceau du dôme du réservoir d'hydrogène, d'environ un pied carré, s'est retrouvé à quelques mètres. L'objet du test est toujours à l'intérieur du banc d'essai et en grande partie intact, ce qui aidera considérablement l'enquête* ».

Message original de ULA : le soir du 29 mars, au Marshall Space Flight Center en Alabama, United Launch Alliance a commencé à pressuriser l'étage supérieur de sa nouvelle fusée Vulcan. Mais soudain, quelque chose s'est mal passé avec cet étage supérieur Centaur.

L'anomalie a été capturée sur des caméras vidéo exploitées par Blue Origin, qui restaure un banc d'essai à proximité. Situé à environ 100 mètres des installations de United Launch Alliance, Blue Origin a investi plus de 100 millions de dollars dans l'ancien banc d'essai 4670 de la NASA pour les tests d'acceptation de ses moteurs de fusée BE-4 et BE-3U. ULA aurait demandé à Blue Origin de "sécuriser" la vidéo. pour son enquête. Blue Origin l'a fait, mais a également supprimé la vidéo de ses propres serveurs internes, réservant l'accès uniquement à quelques responsables de l'entreprise.

La perte de l'étage supérieur Centaur soulève des questions sur le calendrier de ULA pour le premier lancement de sa fusée Vulcan très attendue. Bien que cet étage supérieur Centaur V soit basé sur un design "patrimonial", la nouvelle version bénéficie néanmoins d'importantes évolutions. Auparavant, Bruno a déclaré que Centaur V serait capable de fonctionner 40 % plus longtemps en vol et disposerait de deux fois et demie plus d'énergie que l'étage supérieur Centaur qui vole actuellement.

ULA a fixé la date cible du 4 mai pour le premier lancement de la fusée Vulcan mais déjà, avant cet incident, cette date était déjà susceptible de glisser dans l'été en fonction des délais internes de l'entreprise. ULA a demandé au principal client de la mission Cert-1, Astrobotic, de s'abstenir d'expédier son atterrisseur Peregrine sur le site de lancement. L'atterrisseur lunaire reste dans les installations de la société à Pittsburgh, attendant le feu vert de la société United Launch Alliance.

ULA avait espéré effectuer sa première mission de sécurité nationale en 2023, mais maintenant cela semble pratiquement impossible.



Ariane V a propulsé JUICE vers Jupiter



Ariane V a décollé de Kourou le 14 avril 2023 à 14 h 15 (heure de Paris) avec la sonde spatiale JUICE.

Après un report d'une journée pour cause de météo défavorable, l'emblématique fusée européenne vient d'accomplir un vol historique avec la sonde **JUPITER ICy moon Explorer** dans sa coiffe. Un voyage qui va durer 8 ans pour aller explorer la banlieue de la plus grosse planète du Système Solaire : **JUPITER**.

La mission européenne vers les lunes glacées de Jupiter s'est éloignée de la Terre en ce vendredi 14 avril 2023. La sonde spatiale JUICE a été envoyée dans l'espace, embarquée sur une fusée Ariane-5 depuis le port spatial de Kourou en Guyane française.



Du monde à Kourou pour assister en direct à l'événement.



T0 + 27 minutes : Jean-Luc Mestre, Directeur des Opérations (CNES) annonce la séparation de JUICE.

Il y a eu de la joie, du soulagement et beaucoup d'embrassades lorsque les scientifiques, les officiels et les personnalités qui regardaient ce lancement ont appris que la mise en orbite était une réussite.

« Nous avons une mission : nous



volons vers Jupiter ; nous partons avec plein de questions. Mais JUICE arrive, Jupiter ! Préparez-vous pour cela », a annoncé Andrea Accomazzo, Directeur des Opérations au centre de contrôle des missions de l'ESA à Darmstadt, en Allemagne.

Le Directeur général de l'Agence Spatiale, Josef Aschbacher, a également exprimé sa fierté que cette mission à 1,6 milliard d'euros soit en bonne voie (au fait, combien nous coûte la guerre en Ukraine ?).



Josef Aschbacher



JUICE est équipée de gigantesques panneaux solaires dont la surface avoisine les 90 m². De quoi satisfaire ses besoins en énergie à bonne distance du Soleil.



27 minutes après le lancement, c'est la séparation et la sonde s'échappe seule dans l'espace... Altitude : 1 517 km, distance parcourue : 10 677 km, vitesse : 9,83 km/s.

« Mais je dois rappeler à tout le monde qu'il reste encore un long chemin à parcourir », a déclaré Aschbacher ; « Nous devons tester tous les instruments pour nous assurer qu'ils fonctionnent comme prévu, puis, bien sûr, arriver jusque Jupiter. Mais nous avons fait un très grand pas vers notre objectif ».

C'est parti pour un voyage de 6,6 milliards de km qui va durer 8,5 ans. L'arrivée dans le système jovien est prévue en juillet 2031. Le vaisseau spatial Juice transporte 10 instruments pour étudier les lunes de Jupiter.

Emma Bunce : « Le premier vaisseau spatial à se mettre en orbite autour d'une lune extérieure du système solaire... Dans le cas d'Europe, on pense qu'il y a un océan profond, peut-être 100 km de profondeur, sous sa croûte de glace ».

Emma Bunce est professeur à l'Université de Leicester (physique du plasma planétaire).



Emma Bunce

JUICE étudiera les lunes glacées de Jupiter à distance.

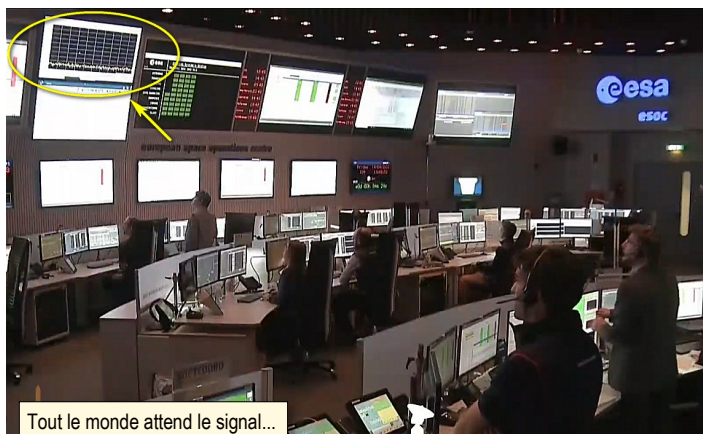
C'est-à-dire qu'il survolera leurs surfaces... pas d'atterrissage prévu. Ganymède, la plus grande lune du système solaire (Ø 5 270 km alors que Mercure, 1ère planète, en fait moins de 5 000) est la cible ultime de la sonde, qui terminera sa tournée en se mettant en orbite autour de ce monde lointain en 2034.



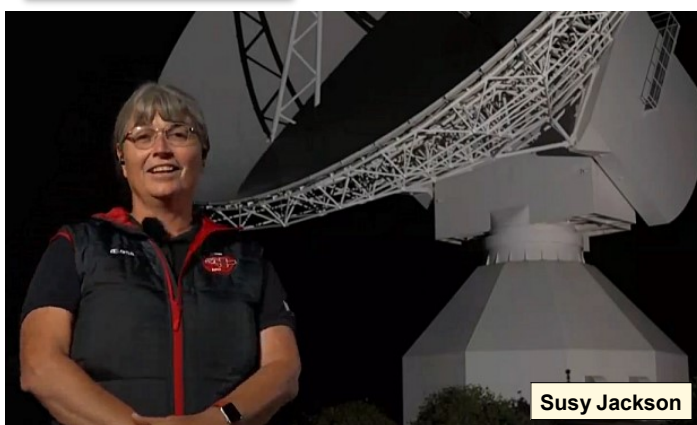
Stéphane Israël

Stéphane Israël, Le Président exécutif d'Arianespace, était heureux pour ce magnifique succès de la fusée Ariane V, et a tenu à remercier tout ceux qui ont contribué à cette mission : personnel, techniciens, ingénieurs, Airbus, l'ESA et le CNES bien évidemment. « *Aujourd'hui, c'est un formidable succès pour cette mission... un grand merci à tous ceux qui ont contribué pour rendre cela possible, Arianespace et ArianGroupTeam, bien sûr toute la chaîne des fournisseurs, l'ESA notre client, Airbus Recherche, développement et constructeur de JUICE, et bien entendu le CNES ici, à la base spatiale, et père d'Ariane V. Un lancement totalement parfait... aujourd'hui. C'est le départ pour le grand voyage de Juice... un voyage qui va durer huit années* ».

Après s'être échappée seule dans l'espace, tous les scientifiques attendaient le déploiement des panneaux solaires, indispensables pour la suite de la mission, et la station de suivi en Australie (New Norcia, au Nord-Est de Perth) était prête pour recevoir les premiers signes de vie de la sonde. Mais après la séparation, il est possible que la sonde commence à tourner sur elle-même et que la période d'attente de stabilisation soit plus ou moins longue, et la sonde est encore alimentée par sa batterie, puisque les panneaux solaires ne sont pas déployés. Au centre de contrôle, de l'ESA, tout le personnel observait un écran particulier, celui de l'analyseur de spectre, pour voir apparaître la porteuse de l'émetteur de la sonde spatiale. L'attente s'est d'ailleurs faite plus longue que prévue.



Tout le monde attend le signal...



Susy Jackson

C'est cette antenne qui va capter le premier signal radio de JUICE. Elle est située dans le Sud Ouest de l'Australie, pas loin de Perth : **New Norcia Deep Space Station**.

Susy Jackson est la responsable de la station de suivi New Norcia de l'ESA, qui est donc située en Australie (il fait déjà nuit là-bas...). Les conditions météorologiques étaient nominales pour recevoir un signe de vie de la sonde spatiale. Et à T0 + 48 minutes : toujours rien... 10 minutes après la séparation. L'anxiété commence à se faire sentir à Darmstadt. Une antenne comme celle vue sur la photo a un grand gain mais un « champ de vision » faible : le faisceau du récepteur ne fait qu'un demi degré et rechercher la sonde avec cette antenne n'est pas possible car elle ne peut pas se mouvoir rapidement. Mais, comme l'explique Susy, une antenne de 50 cm sur la colline d'à côté permet de scruter le ciel sur 10 degrés, et comme les viseurs associés à nos lunettes astronomiques nous aident à pointer les cibles dans le ciel, elle fait de même. « *Mais, cette grande antenne pourrait capter l'émission d'un téléphone portable sur Mars. Le signal reçu est très faible mais côté émission, cela se chiffre en centaine de kW de puissance ; ici, la place est disponible pour de gros émetteurs, et qui sont refroidis. Pour dialoguer avec Juice du côté de Jupiter, il faudra compter sur une latence d'eau moins 50 minutes entre appel et réponse, plus que pour Mars, car c'est plus loin* » nous dit Susy.



La porteuse se distingue nettement au dessus du bruit.

À T0 + 50 minutes et quelques secondes, le signal se manifeste sur l'écran de la salle de contrôle... ouf ! Tout va bien. Tout le monde est ravi, tout le monde respire...

La sonde a même de l'avance sur l'horaire pour le déploiement de ses panneaux solaires ; les automatismes intégrés ont pris des décisions plus rapidement que prévu. Avoir un surplus d'énergie inattendu est toujours le bienvenu. Et donc, à peine plus d'une heure après que la sonde soit lancée, la totalité des panneaux solaires va être déployée et le vaisseau spatial est en « pleine forme ».

À T0 + 1 h 18 : la moitié des panneaux solaires est en place, fonctionnelle. Le panneau gauche sur l'écran de contrôle montre l'évolution de la distribution électrique de la sonde spatiale :

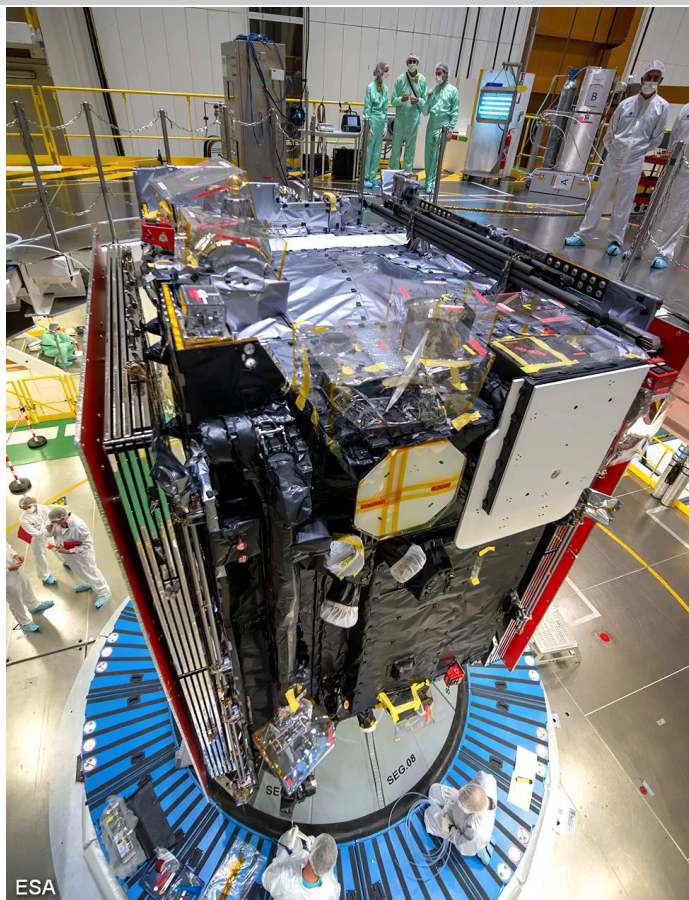
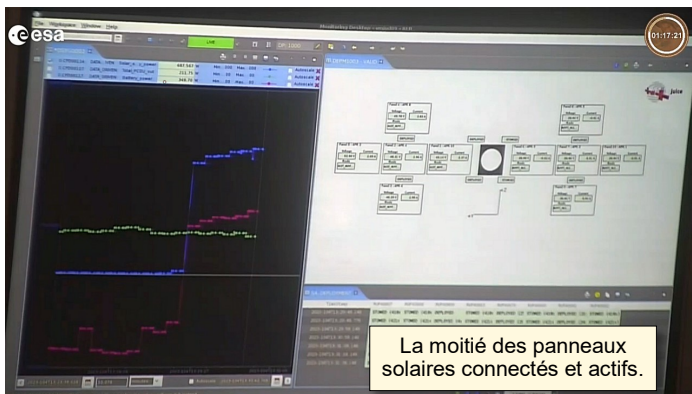
Bruno Sousa

Directeur de vol adjoint pour JUICE (ESA).

Les panneaux solaires de JUICE sont presque tous déployés mais ils ne servent qu'à recharger la batterie interne de la sonde alimentant celle-ci, nous explique Bruno.

Les panneaux solaires font 20 m d'envergure pour une surface de 85 m².





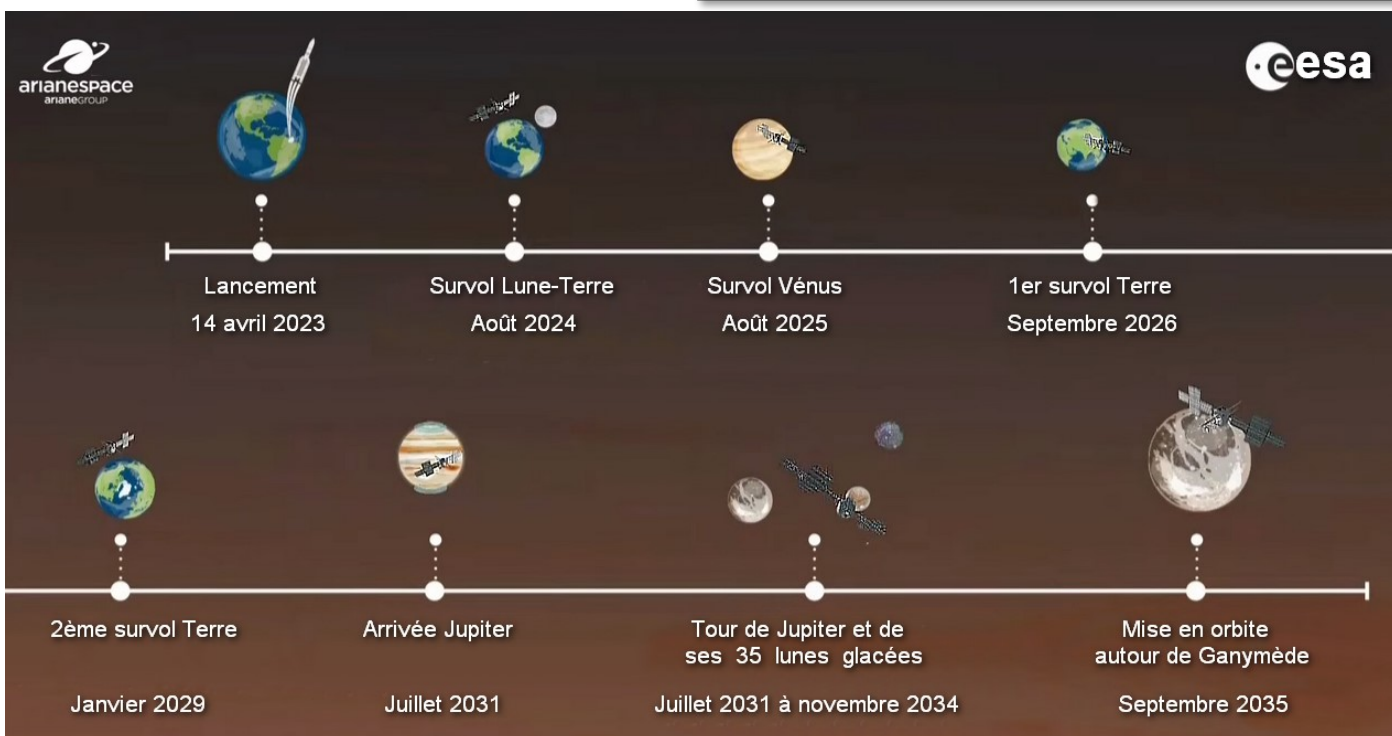
La sonde est donc en bonne voie et en pleine forme pour partir conquérir l'espace et nous la retrouverons en 2031 près de Jupiter où ses panneaux solaires continueront à lui fournir quelques centaines de watts d'électricité pour maintenir sa batterie bien chargée et apte à délivrer toute sa puissance pour faire fonctionner les équipements de mesure à bord.

Callisto, Ganymède et Europe, lunes recouvertes de glace, ont été découvertes par l'astronome italien Galilée. Le radar sera utilisé pour "voir" dans les lunes ; le lidar, un appareil de mesure laser, sera utilisé pour créer des cartes 3D de leurs surfaces ; des magnétomètres exploreront leurs environnements électriques et magnétiques complexes ; et d'autres capteurs recueilleront des données sur les particules tourbillonnantes qui entourent les lunes. Les caméras, bien sûr, renverront d'innombrables et belles images.

L'objectif est de recueillir plus d'informations sur l'habitabilité potentielle afin que des missions ultérieures puissent aborder plus directement la *question de la vie*. Les scientifiques réfléchissent déjà à la manière dont ils pourraient placer des atterrisseurs sur l'une des lunes gelées de Jupiter pour percer sa croûte jusqu'à l'eau en dessous...

JUICE : sonde de l'Agence Spatiale Européenne. Constructeur : Airbus DS. Lancée par une fusée Ariane V. Masse au lancement : 5,1 t. Instruments : 285 kg. Propulsion chimique avec 2,9 t d'ergols. Puissance électrique près de Jupiter : 725 W.
Instruments : UVS spectromètre imageur UV, J-MAG magnétomètre, JANUS caméra, MAJIS : spectromètre imageur IR et visible, GALA altimètre laser, PEP analyseur particules et plasma, PRIDE interféromètre radio, RIME radar sondeur, RPWI analyseur ondes radio & plasma, SWI spectrographe submillimétrique.

BON VOYAGE, JUICE !



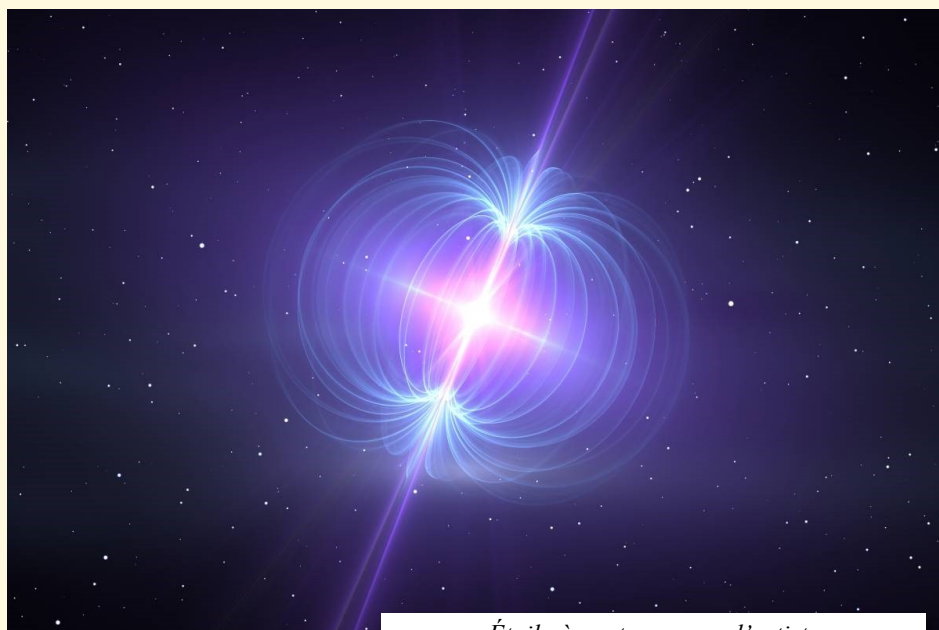
C'est arrivé ce jour-là...

Mars 1893, il y a 130 ans

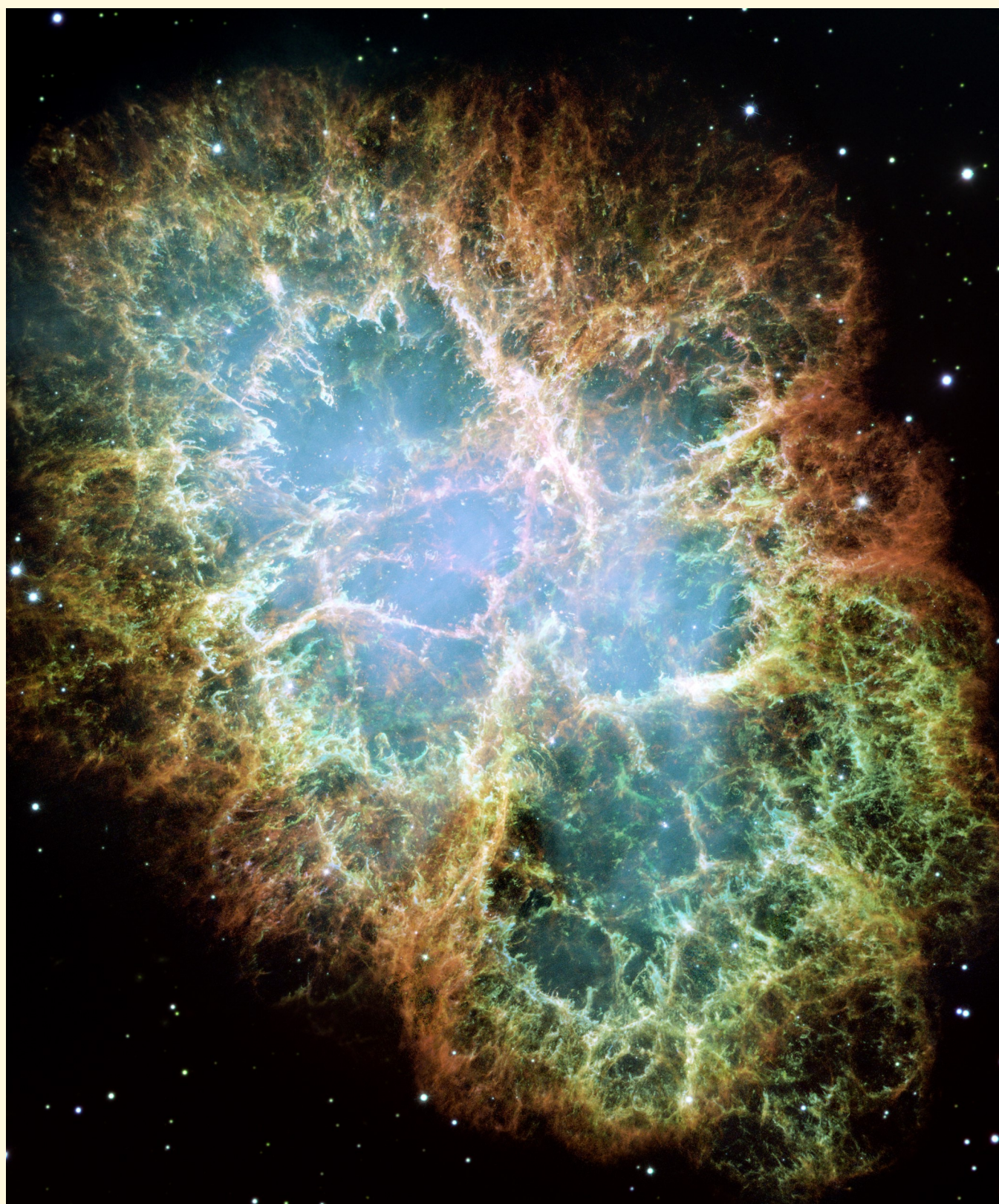
Walter Baade est né en Allemagne le 24 mars 1893, mais c'est aux Etats-Unis qu'il a fait sa carrière d'astronome. Il fait partie des astronomes les plus importants du XXe siècle. En 1934 il cosigne un article avec Fritz Zwicky sur l'existence d'étoiles singulières : ce qui doit rester des étoiles massives après avoir explosé en supernova : les étoiles à neutrons. Elles ne seront découvertes qu'en 1967. Dès 1944, durant le blackout de la 2nd guerre mondiale qui réduisait la pollution lumineuse, il parvient à résoudre en étoiles la galaxie d'Andromède. On y observe des étoiles variables très lumineuses : les céphéides. Il les classe en deux familles et recalcule la distance de la galaxie d'Andromède à 2 millions d'années-lumière, le double de ce qu'avait obtenu Edwin Hubble en 1929. Ses résultats donnent une nouvelle estimation pour la taille de l'Univers observable. Walter Baade identifie la nébuleuse du Crabe, dans la constellation du Taureau, comme les restes de la supernova de 1054 grâce aux rayonnements optiques mais aussi radio. On lui doit aussi la découverte de 10 astéroïdes dont (1566) Icare, un astéroïde à l'orbite très excentrique. Au périhélie il se trouve à 28 millions de km du Soleil, mais à l'aphélie il s'éloigne à près de 300 millions de km. Avec une telle excentricité, Walter Baade parvient à mettre en évidence le phénomène de précession de l'orbite prédit par Albert Einstein dans sa théorie de la Relativité générale. C'est ce phénomène qui avait conduit les astronomes à partir à la recherche de la planète Vulcain, entre Mercure et le Soleil à cause d'irrégularités inexplicables dans l'orbite de Mercure. Mais là où la théorie de la gravité de Newton échouait à expliquer l'évolution de l'orbite de Mercure, si ce n'est pas la présence d'une autre planète perturbatrice, la théorie de la gravitation d'Einstein explique parfaitement les observations, les recherches de Vulcain sont immédiatement abandonnées. Walter Baade meurt le 25 juin 1960 à Göttingen.



Walter Baade (1893 - 1960)



Étoile à neutrons, vue d'artiste

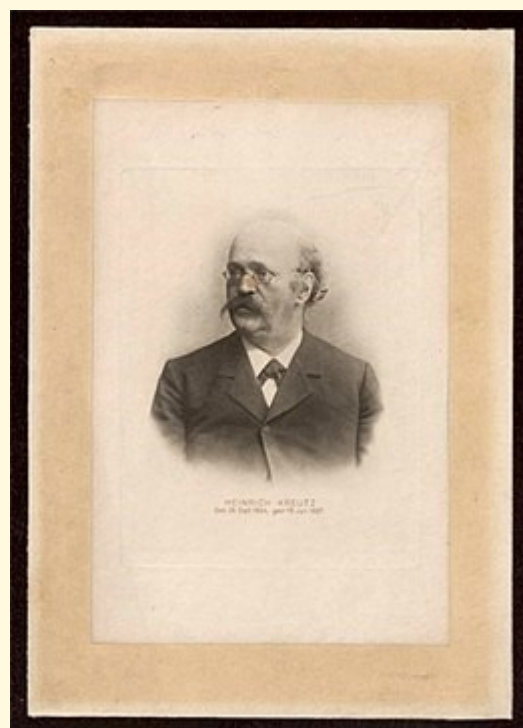


La nébuleuse du Crabe prise par le télescope spatial Hubble

C'est arrivé ce jour-là...

Mars 1843, il y a 180 ans

La grande comète de 1843, C/1843 D1 a été observée pour la première fois le 5 février 1843. Elle rase le soleil le 27 février 1843 avec un périhélie de seulement 825 000 km. Elle survit à son passage rapproché du Soleil et passe au plus près de la Terre le 6 mars 1843 à 126 millions de km. Son éclat est tel qu'elle devient visible à l'œil nu, même en plein jour. Elle laisse apparaître une double queue qui s'étend sur 2 ua (2 fois la distance Terre-Soleil). A ce moment-là c'est la comète qui présente la queue la plus longue jamais observée. Elle ne sera détrônée de son record qu'en 1996 avec la comète Hyakutake qui avait une queue encore deux fois plus longue. C/1843 D1 sera observée pour la dernière fois le 19 avril 1843. Elle fait partie de ce que les astronomes appellent le groupe de Kreutz : c'est une famille de comètes dont le périhélie est très proche du Soleil. Ce groupe de comètes rasantes



Heinrich Kreutz (1854 - 1907)



COMET OF MARCH 1843.
Seen from Alabridge Lodge V.D. Lanã.

pourraient être issu de la comète X/1106 C1, observée en 1106 en Europe, en Chine, au Japon et en Corée. C'est à l'astronome allemand Heinrich Kreutz qu'on doit la mise en évidence de ressemblances dans les paramètres orbitaux de certaines comètes qui sont, pour certaines devenues des « Grandes Comètes » visibles près du Soleil en plein jour. La plus récente est la comète Ikeya-Seki en 1965, peut-être la plus brillante comète du dernier millénaire mais elle se brisa après son passage rasant au périhélie.



La comète C/1965 S1 (Ikeya-Seki) photographiée par Maynard Pittendreigh

Décrypter le cosmos...

NGC 2359

Télescope : Planewave CDK 17'', 42 cm

Filtres : SHO (66, 104, 97 x 5 minutes)

RVB (20, 20, 30 x 1 minute)

Total : 23h 25

Traitement Arnaud PEEL : Atria team



Arnaud PEEL

NGC2359 : la nébuleuse du Casque de Thor.

Elle est située à 15 000 al dans la constellation du Grand Chien. Cette nébuleuse est une nurserie qui est rendue lumineuse par l'étoile en son centre : une étoile de type Wolf-Rayet, WR7. Les étoiles Wolf-Rayet sont des étoiles déjà arrivées en fin de vie, seulement quelques millions d'années après leur naissance. Ces étoiles massives et très chaudes ont déjà épuisé leurs réserves d'hydrogène et fusionnent l'hélium et les autres éléments plus lourds que l'hydrogène. WR7 est 230 000 fois plus brillante que le Soleil avec une température de surface estimée à 112 000°C. C'est une étoile 13 fois plus massive que le Soleil, elle est arrivée dans une phase déjà proche de la supernova. Même avec ces paramètres, WR7 est classée avant

dernière en taille, la plus petite étant WR2 dans la constellation de Cassiopée. Le Casque est une bulle cosmique de 13 al qui enflé grâce au vent stellaire de WR7. La vitesse du vent stellaire est de l'ordre de 1 500 km/s. Il balaie le nuage moléculaire en créant une onde de choc. La masse du gaz neutre situé en périphérie de la bulle est estimée à 320 masses solaires alors que le Casque renferme une masse de gaz ionisé estimée à 70 masses solaires. Elle s'étend à une vitesse comprise entre 10 et 30 km/s selon les endroits. Son âge, estimé selon les différentes vitesses d'expansion, est compris entre 78 500 et 236 000 années. Les interactions avec le nuage moléculaire environnant rendent sa structure complexe. La masse de l'ensemble du complexe est estimée à 2 200 masses solaires.



Le Casque de Thor réalisé avec le VLT à l'occasion du 50^e anniversaire de l'ESO (Observatoire Européen Austral) le 5 octobre 2012.

18h de poses en HOO Emmanuel, Pascal et Loïck
Lunette 127 (Sadr Chili)



SHO, 1h de pose
Télescope Ritchey-Chrétien 1 m
(8, 8, 3 x 3 min en H, O, S)
Christian





Galerie

NGC5465, Paul-Henri



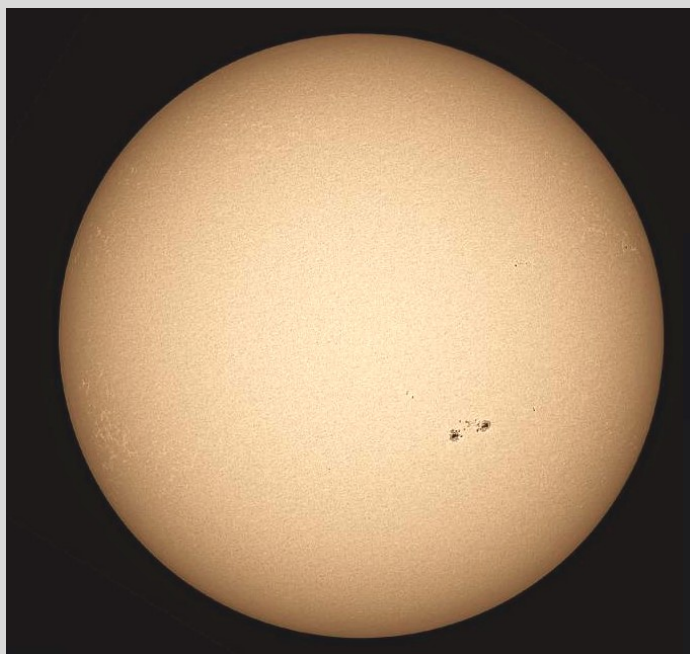
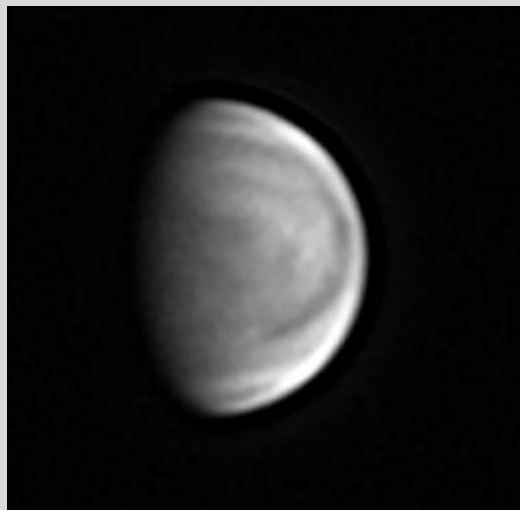
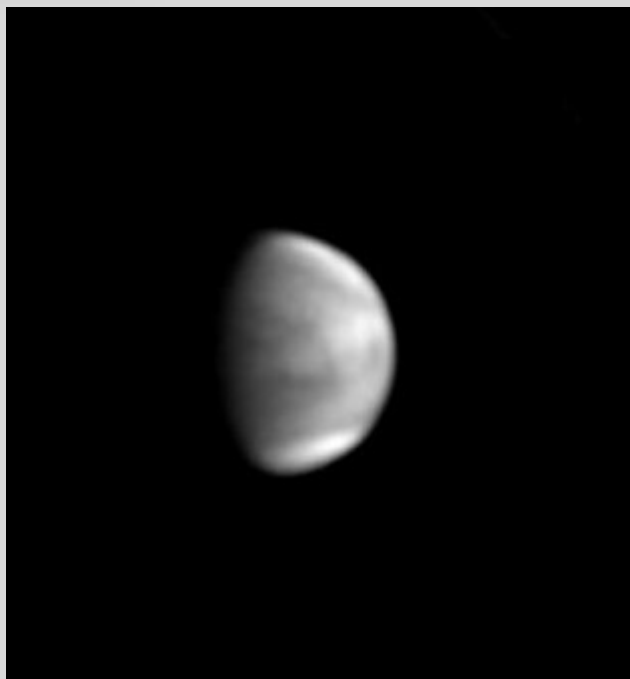
GUM37, Christian



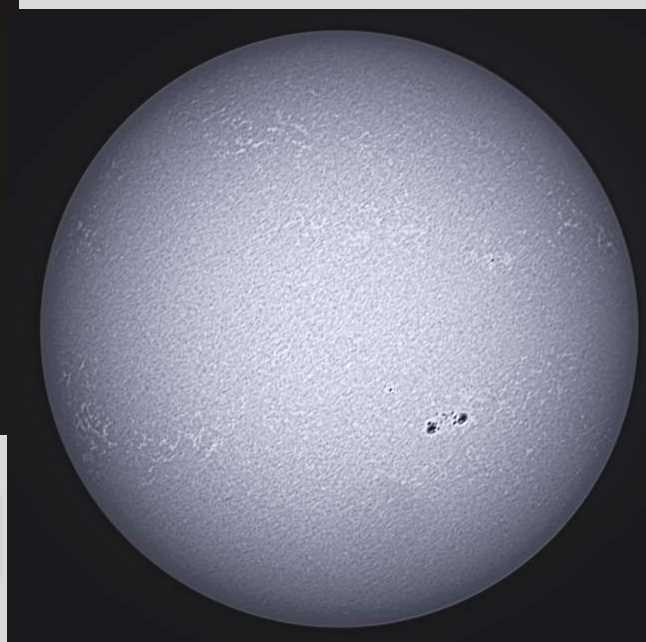


Galerie

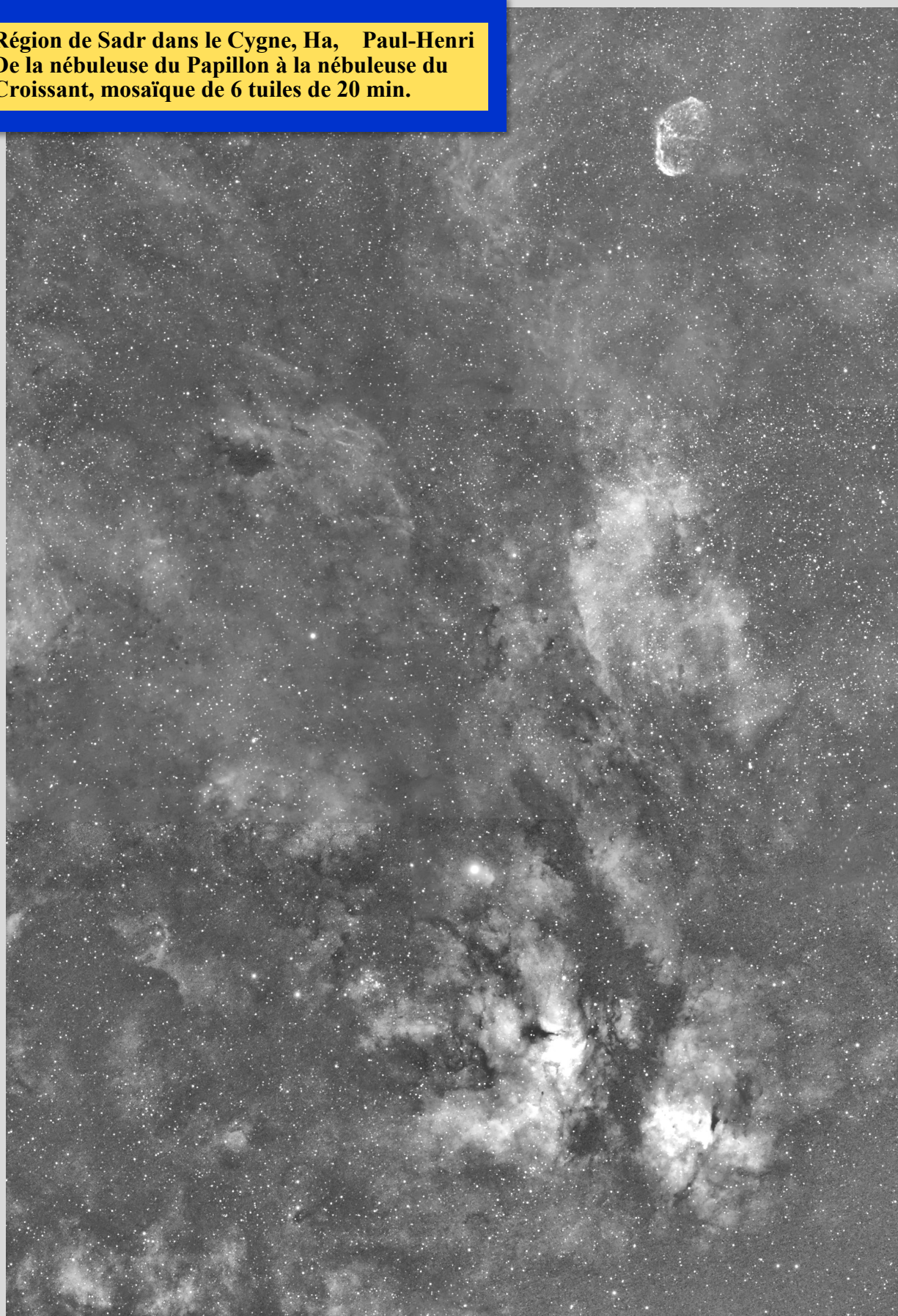
Vénus en UV, 6 et 8 avril Philippe



Le Soleil en visible et en calcium Jean-Paul



Région de Sadr dans le Cygne, Ha, Paul-Henri
De la nébuleuse du Papillon à la nébuleuse du
Croissant, mosaïque de 6 tuiles de 20 min.



Albireo78
saison 2022-2023



www.albreo78.com

2 réunions par mois

Des présentations
Des actus astro
Des exposés

Des ateliers astro
Niveau 1 pour utiliser et maîtriser son instrument
Niveau 2 pour se lancer en astrophotographie
Niveau 3 pour faire de la « science »

Débutants ou plus confirmés pour 35 € / an

61 membres

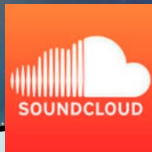


Observations
Gratuites et pour tous :
Emancé / Mesnil St Denis



SADR
Notre observatoire en remote
www.sadr.fr

Newsletter
191 abonnés



« En route vers les étoiles »
Notre émission radio
18 saisons, 188 émissions,
796 chroniques scientifiques

Facebook
637 abonnés

Soundcloud
298 abonnés



L'Albireoscope
46 abonnés