

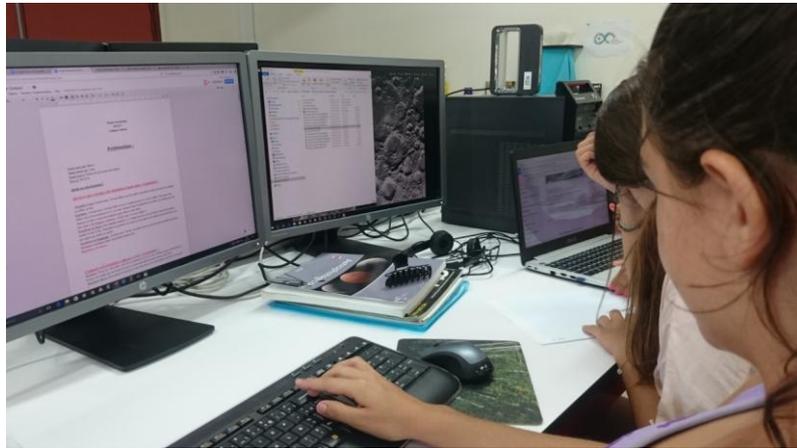
La lune en 3D



Léna B, Fransheska C, Maëva L, Satyan B, Duneshwar B
Collège Auxence Contout – Cayenne, Avril 2017.

Sommaire

Sommaire	2
Introduction.....	3
Formation de la Lune.....	4
Une épée sur la Lune ?	6
Comment faire des images en trois dimensions ?	8
La 3D avec un logiciel de cartographie.....	10
Le mur droit en détail.....	15
Conclusion	19
Annexe.....	20



La rédaction du projet



Les premières images 3D apparaissent à l'ordinateur

Introduction

Nous sommes un groupe de 9 élèves inscrits à l'atelier d'astronomie du collège. On se retrouve une heure par semaine le vendredi midi, ainsi que certains vendredis soirs en fonction de la météo pour les observations.

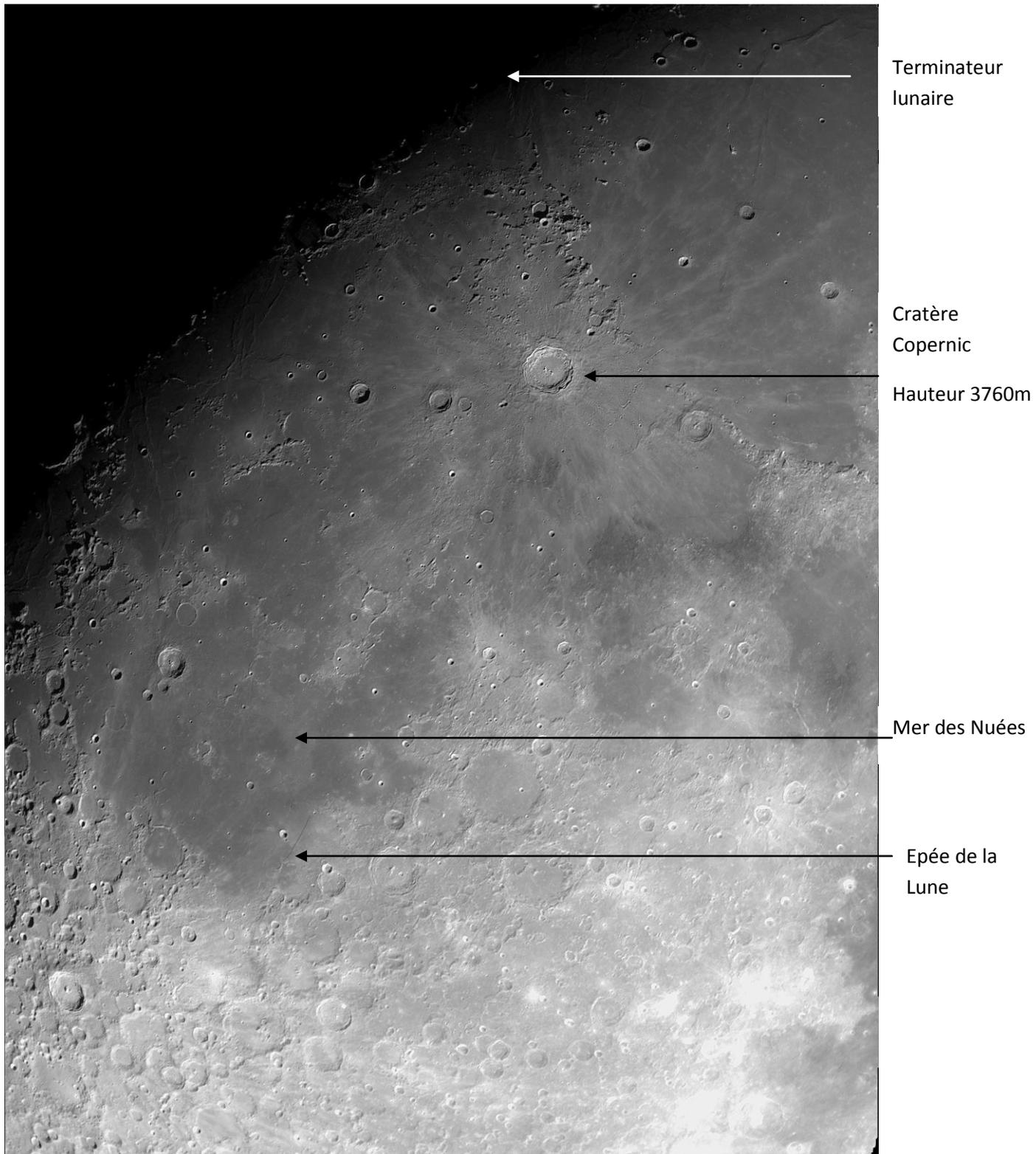
C'est la deuxième année que nous observons le ciel au sein de cet atelier d'astronomie. Nous avons appris à utiliser un télescope motorisé ainsi qu'un télescope non motorisé de type Dobson. Nous avons donc participé à la nuit des étoiles en Guyane lors de la fête de la science en octobre 2016 où nous avons apporté nos télescopes pour montrer le ciel au public présent.

Lors de la soirée d'observation au village de Cacao, nous avons installé notre petite caméra pour faire des images de la Lune. Quelques jours plus tard, nous avons traité ces images et nous avons découvert une forme inhabituelle, cela ne ressemblait à aucun cratère vu jusqu'à maintenant.

Nous avons imaginé ce que cette formation pouvait être, puis nous avons cherché à mettre en relief (en 3D) cette image pour comprendre ce qu'était cette formation. Notez bien que pour l'ensemble de ces images, c'est nous (élèves) qui avons entièrement réglé le télescope, fait l'image puis utilisé l'ordinateur pour les divers traitements.



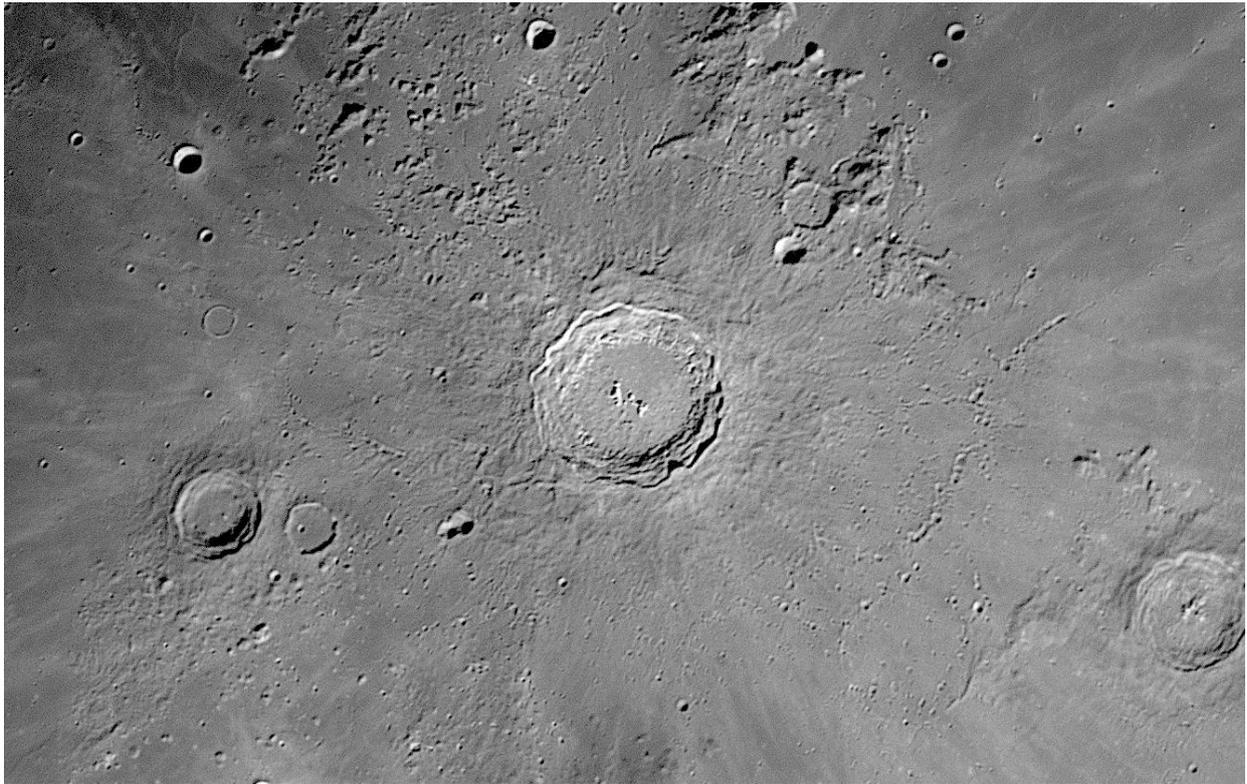
Formation de la Lune



Cette image a été réalisée le 9 décembre 2016 au collège à l'aide d'un télescope de 180mm de diamètre.

Cette image que nous avons réalisée un peu après le premier quartier montre le terminateur de la Lune qui est la limite entre la partie éclairée et la partie sombre de la Lune.

Nous pouvons aussi voir la **mer des Nuées** qui a été formé par une coulée de lave fluide (Futura Sciences)¹. Dans cette mer, on peut voir une petite formation qui s'appelle **l'épée de la Lune**, nous reviendrons sur cette formation....



Le célèbre cratère Copernic résultant d'un impact de météorite et visible sur le haut de la première photo.

La Lune s'est formée grâce à la Terre

Selon les planétologues, très tôt dans l'histoire du système solaire, une collision se serait produite entre la Terre et un autre objet de la taille de Mars. Cette collision aurait entraîné l'éjection d'une énorme quantité de matière qui se serait agglomérée pour donner naissance à la Lune. La similarité dans la proportion de différents noyaux atomiques est due au fait que la Terre et la Lune ont une origine commune.²³

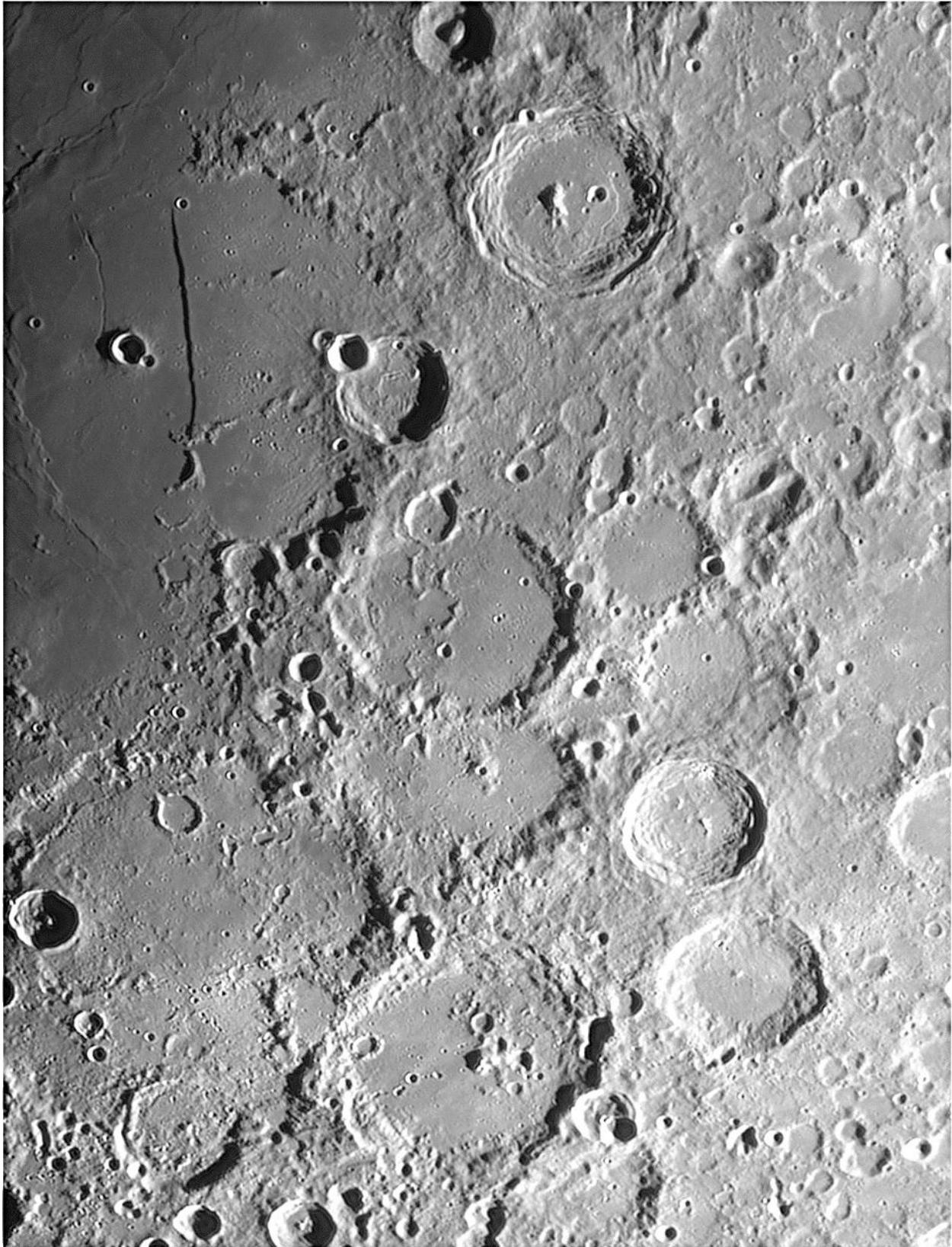
¹ <http://www.futura-sciences.com/sciences/actualites/astronomie-origine-mers-lunaires-precise-22854/>

² https://www.sciencesetavenir.fr/espace/astrophysique/un-nouveau-scenario-de-la-formation-de-la-lune_109597.amp

³ <https://www.astronomes.com/le-systeme-solaire-interne/lorigine-de-la-lune/>

Une épée sur la Lune ?

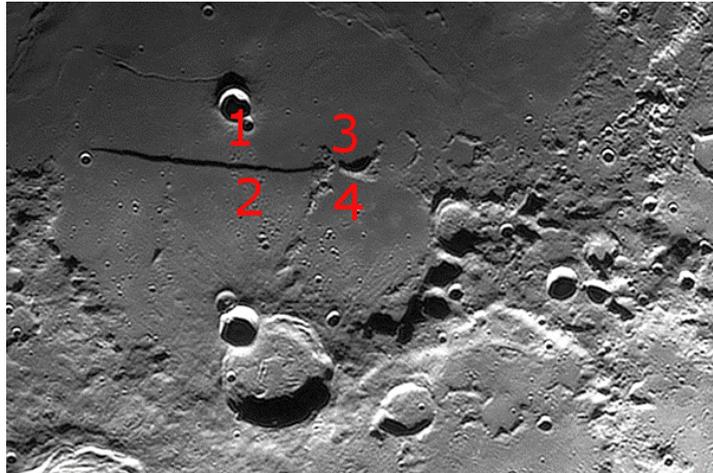
Voici une autre image que nous avons réalisée au village de Cacao avec notre télescope de 180mm équipé d'une petite caméra. Lors de la prise de vue, nous avons réalisé un film de 500 images : nous en avons conservées puis additionnées 200 afin de produire cette image.



Après le traitement de cette image, on découvre une formation inhabituelle, elle ne ressemble ni a une montagne ni à un cratère. Après une rapide recherche, on découvre que cette formation se nomme l'épée de la Lune, mais pas d'explication sur ce qu'elle est exactement.

Léna: Je pense que c'est une falaise car les ombres des petits cratères au bord de la falaise se reflètent en bas. On a l'impression qu'il y a de l'ombre. Pour moi, celle-ci a été créée par une coulée de lave qui aurait refroidi pour former cette falaise.

Maéva : En regardant la photo, j'ai l'impression de voir un fossé à cause de la partie sombre à côté d'elle. Cependant on pourrait voir aussi un mur grâce à un cratère qui est tout près avec son ombre qui reflète sa surface. Je suppose que la partie 1 est inférieure à la partie 2, car si on regarde bien la partie 3 et la partie 4 on peut voir qu'elles sont décalées. Pour la formation, je pense que deux plaques de la lune se sont rencontrées et se sont enfouies sous terre pour former ce fossé. Puisque le terre à des séismes avec la lithosphère et l'asthénosphère, je pense qu'il se serait peut être passé la même chose sur la lune.



Fransheska : Je pense que c'est un creux parce qu'on voit une sorte d'ombre qui nous fait penser à quelque chose de profond comme un trou. Je ne pense que la partie 1 est plus haute que la partie 2 alors que la partie 3 est moins haute que la partie 4. J'ai l'impression qu'il y a des parties plus hautes que d'autres.

Stayan : Je pense que le 1 et le 2 sont un petit mont composé de roche, le 3 est l'ombre du massif montagneux du 4. Je pense que c'est une météorite qui a frôlé la Lune.



Pour comprendre cette formation nous avons fait une expérience afin de vérifier nos hypothèses. Nous avons pris de l'argile pour représenter la lune, la farine pour représenter la fine poussière du sol lunaire puis une pierre pour la météorite.

Cette expérience ne nous a rien montré car lorsque que nous lâchions la pierre, il n'y avait que des trous et non une faille ou une falaise ressemblant à la forme aperçue sur la photo. Donc nous pourrions envisager de faire une autre expérience à partir de quelque chose qui pourrait mieux se rapprocher de la texture du sol lunaire ; ou alors essayer de voir cette formation en 3D.

Comment faire des images en trois dimensions ?

Certains d'entre nous pensent que grâce à une image 3D nous pourrions voir le profil de cette formation et il serait plus facile pour nous d'identifier sa nature car nous verrions mieux les formes.

Nous avons alors trouvé sur internet une vidéo en trois dimensions du cratère Posidonius, elle a été faite par un astronome amateur, Luc Cathala.⁴

L'idée serait d'avoir plusieurs points de vue, en changeant l'angle de vue, c'est-à-dire la position de l'observateur, pour voir ce qu'il y a dans la partie sombre.

Pour la projection en trois dimensions, nous avons trouvé 3 techniques :

La projection stéréoscopique.

A la prise de vue, une image doit être prise avec un filtre cyan et une autre avec un filtre rouge. Ensuite il faut superposer les deux images puis regarder l'ensemble avec des lunettes vert et rouge.



La projection polarisante

Pour cette projection il nous faut deux projecteurs polarisants.

Ce sont des projecteurs qui détectent les ondes lumineuses : par exemple, le projecteur droit, qui représente l'œil droit, va détecter les ondes à la verticale ; le projecteur gauche, qui lui représente l'œil gauche, va détecter les ondes à l'horizontale. Puis on regarde les deux images avec des lunettes polarisantes.

Projection alternée

Les deux images sont projetées par une télévision par exemple. C'est aux lunettes actives de faire le reste du travail. Chaque verre a un liquide qui noircit les verres l'un après l'autre à une grande vitesse que l'on ne peut voir.



⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=DXG9XatNsJI>

Casque de réalité virtuelle simple

Le principe est un casque comprenant deux lentilles en plastique qui permettent à chaque œil de regarder la moitié de l'écran du smartphone. Chaque moitié de l'écran projette la même image mais très légèrement décalée, d'où la vision en 3d.



Léna et Maéva au Numlab testent les outils 3d et cherchent une solution pour leur image ...

Un problème important, la prise de vue des images 3D en astronomie....

Pour la prise de vue, c'est toujours la même technique, il faut prendre deux images en décalant l'appareil photo de 6.5 cm. Cet écartement correspond à l'écartement de nos yeux.

Le problème c'est que l'écartement pour faire les deux images doit être de 6.5 cm lorsque l'objet est proche. Lorsque la distance entre le photographe et l'objet est grande, il faut selon l'astronome amateur Sylvain Rondi⁵, écarter les deux prises de vue d'environ $1/100^{\text{ième}}$ de cette distance.

Donc pour la Lune 350 000 km / 100 **soit 3500 km !**

→ La première solution que nous avons trouvée dans nos recherches consiste à prendre les deux images de la Lune avec 27 jours d'écart, c'est-à-dire le temps d'une lunaison.⁶

Le problème c'est qu'il faut pouvoir prendre la deuxième image exactement 27 jours après. Ce qui pour nous n'était pas possible.

→ Une autre solution que nous avons trouvée consiste à utiliser un **fichier altimétrique** de la Lune et de le superposer avec notre image à l'aide d'un logiciel de cartographie. C'est une technique qui a été utilisée très récemment par des astronomes amateurs, c'est celle que nous avons essayée.

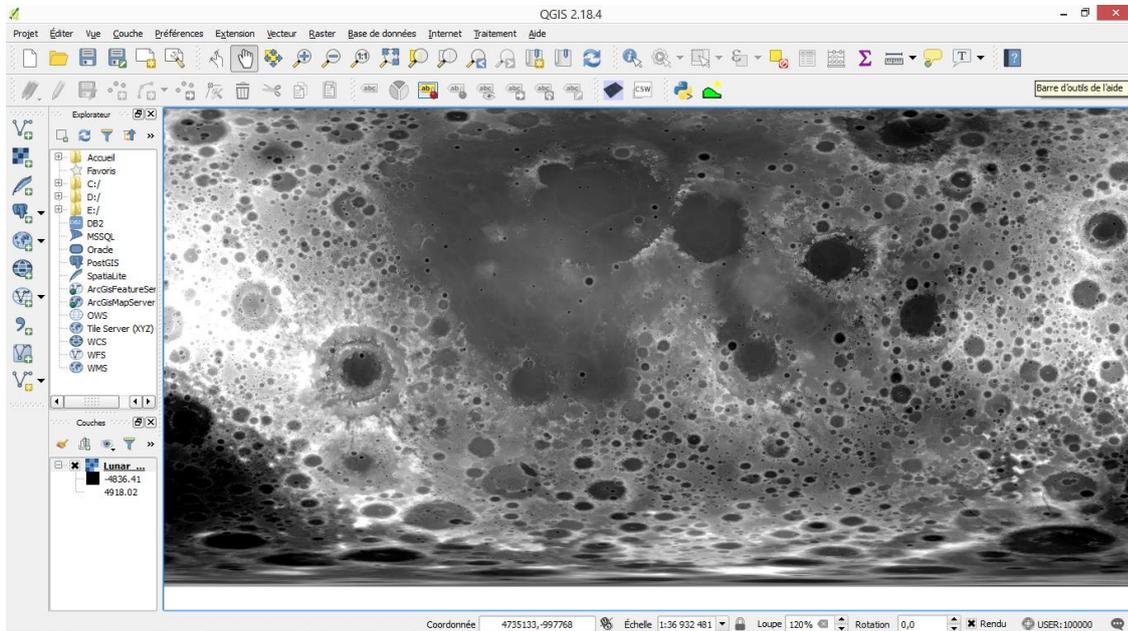
⁵ <http://www.astrosurf.com/rondi/tridim.htm>

⁶ www.astroplanetes.net/wa_files/v_3_astronomie3d.ppt

La 3D avec un logiciel de cartographie.

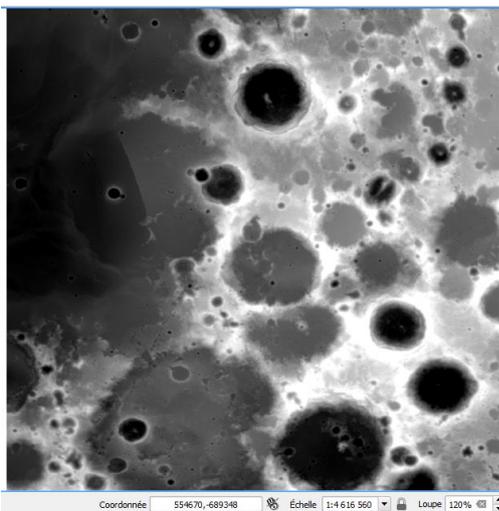
Cette technique utilise un fichier altimétrique de la Lune que l'on appelle un MNT (modèle numérique de Terrain). Nous avons utilisé un fichier MNT de la Lune créé par la NASA grâce à la sonde LRO.

Le logiciel utilisé s'appelle QGIS, c'est un logiciel qui permet de traiter et analyser les données de cartographie.

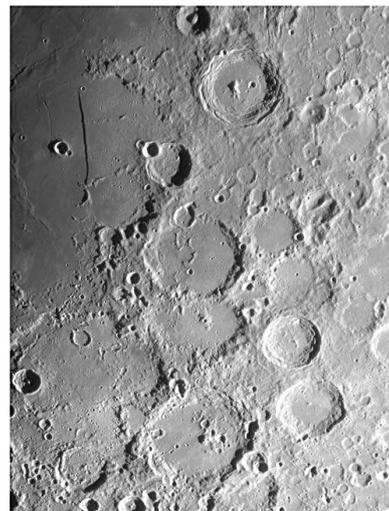


Fichier altimétrique de la NASA

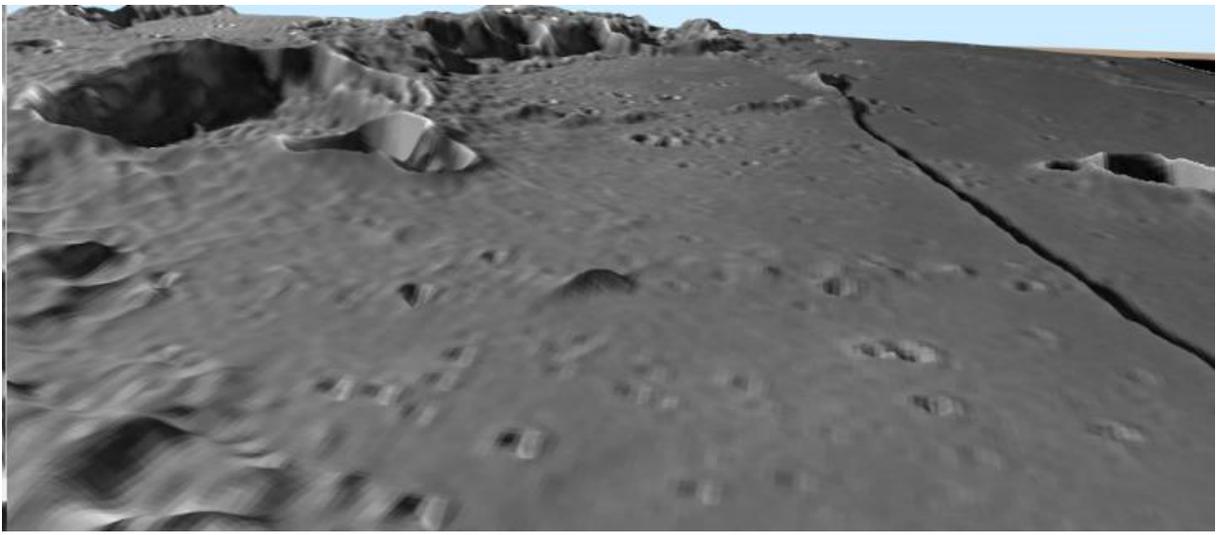
Nous avons donc recherché dans le MNT de la NASA où se trouvait notre image, puis nous avons découpé cette image altimétrique à la taille de notre image de l'épée. Sur l'image, les parties plus sombres sont les plus basses et les plus claires sont les plus hautes.



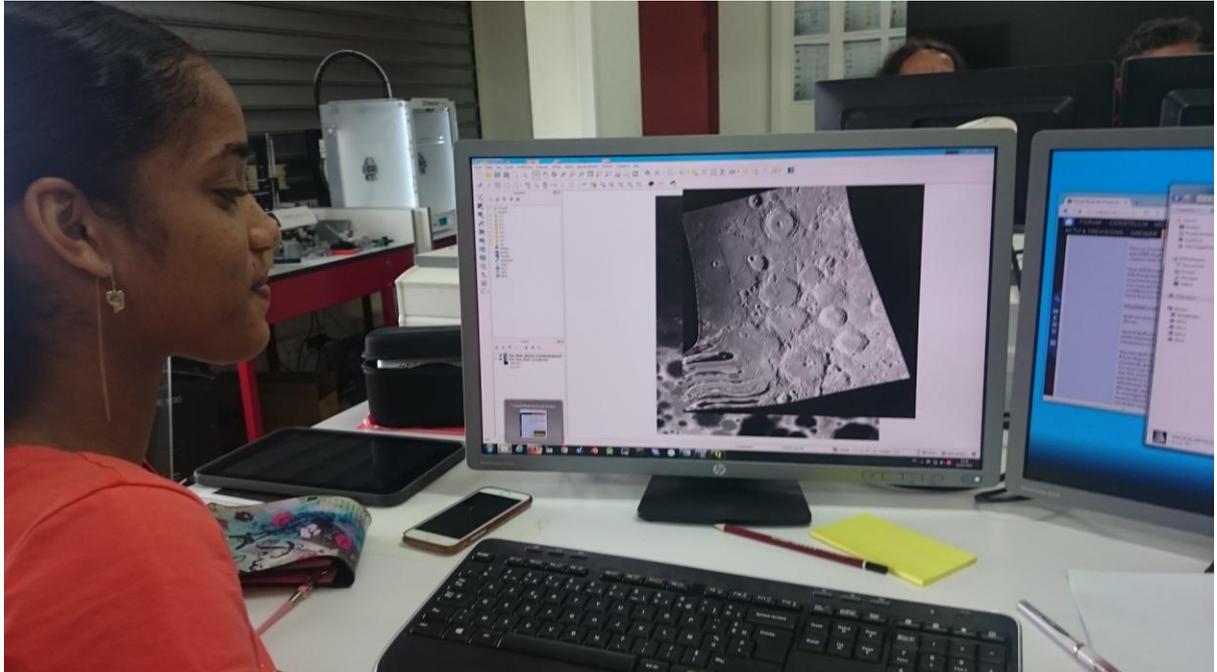
Fichier altimétrique découpé



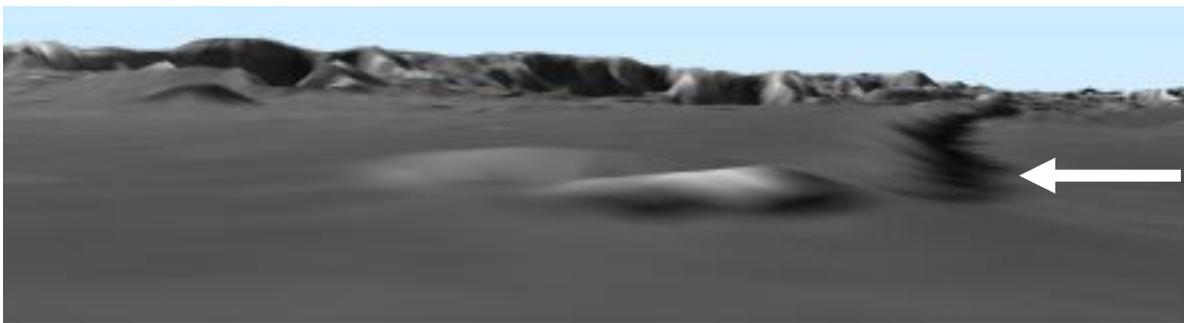
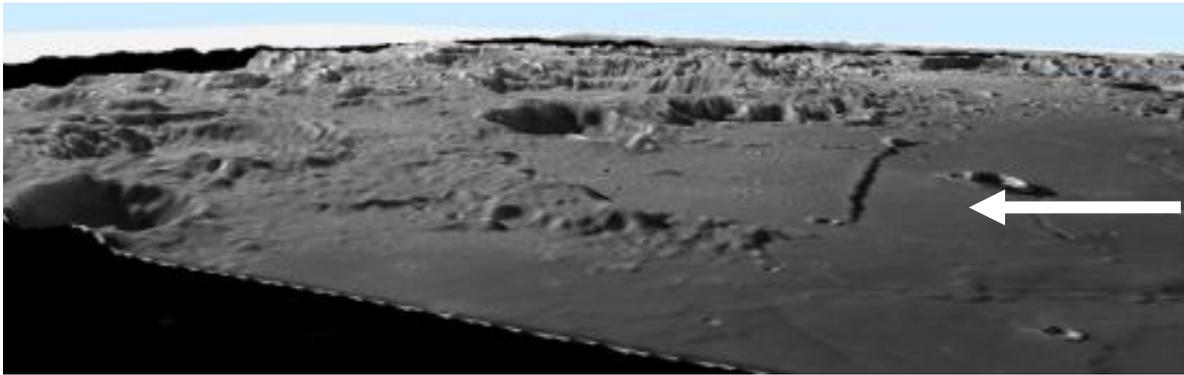
Notre image de l'épée



Le Numlab, un fab lab récemment ouvert, nous a soutenus pendant tout notre projet, en nous accueillant très souvent. Nous avons pu profiter du matériel performant mais surtout de l'expertise de Marc et Manu pour nos recherches.



Une erreur de placement des points d'alignement a bien déformé l'image de Fransheska

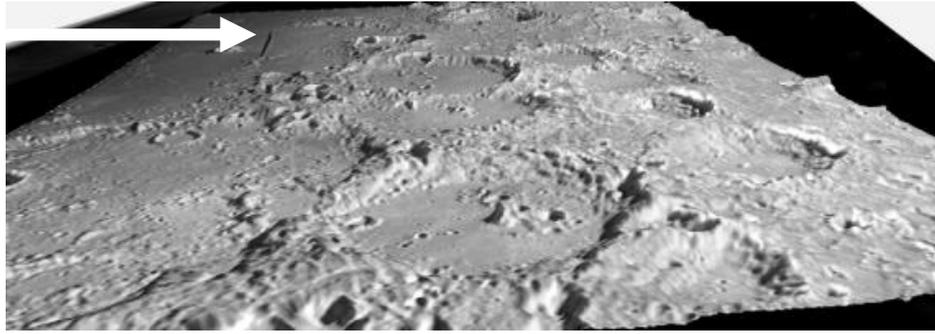


Grâce au résultat obtenu par l'image 3D, nous sommes maintenant certains que c'est une falaise (un mur). C'est donc Léna et Maéva qui avaient fait les bonnes hypothèses.

Maintenant, nous savons que l'épée de la Lune est une falaise, d'ailleurs après avoir continué nos recherches, nous avons découvert que l'épée s'appelle communément **le MUR DROIT**.



Notre image en 3d sur l'écran du Numlab avec les lunettes à cristaux liquides, une impression formidable



Calcul de la hauteur du mur droit

Pour cela, nous allons compter le nombre de pixels qui composent l'ombre de la falaise. Pour convertir les pixels en mètre nous allons nous servir du cratère Thebit et de son ombre. Nous savons que le cratère Thébit fait 3270 m de haut.

Sur nos photos, son ombre fait 30 pixels donc un pixel représente 109 m : $3270 / 30 = 109$.
Sur nos photos, l'ombre de la falaise fait un peu moins de 3 pixels.

Donc la falaise mesurerait 327 m de haut : $109 * 3 = 327$.

Nous avons donc pu visionner nos images avec les lunettes à cristaux liquides et le casque simple de réalité virtuelle. Maintenant, le rêve serait de pouvoir mettre nos images dans un casque de réalité virtuelle type Oculus ou Htc. C'est à priori possible, nous avons commencé à travailler dessus avec Manu (ci-dessous), puis il y a eu la grève qui continue au jour d'aujourd'hui. On n'a donc pas pu revoir Manu qui est bloqué sur le Fleuve Maroni.



Manu, Maéva et Léna à l'exportation de nos images 3d dans un format utilisable par un casque type Htc

Le mur droit en détail

Emplacement et origine

Le Mur Droit apparaît au terminateur (limite entre la partie éclairée et la partie sombre de la Lune) aux alentours du Premier Quartier.

L'origine de cette faille de compression est encore inconnue, mais elle est probablement liée à des tensions de surface accumulées au moment du refroidissement de la mer des Nuées.⁷⁸



La mer des Nuées avec le mur Droit en bas de l'image.

Le Mur Droit est haut de 280 m à 300 m et long de 120 km, d'après un site internet.⁹ Sur l'atlas de la Lune¹⁰, nous avons trouvé que l'épée de la Lune s'appelle aussi le mur droit et se serait formé de -3.85 milliards d'années à -3.2 milliards d'années. La longueur du mur

⁷ <https://www.groupeastronomiespa.be/cormur.htm>

⁸ <https://amp.science-et-vie.com/article/la-plus-precise-image-de-la-lune-jamais-realisee-4560>

⁹ <https://www.groupeastronomiespa.be/cormur.htm>

¹⁰ <https://www.ap-i.net/avl/fr/start>

droit serait de 110 km, sa hauteur de 300m, donc une longueur un peu différente du site précédent.

Ces hauteurs correspondent à peu près à celle que l'on a estimé (327m) en calculant le nombre de pixel correspondant à l'ombre du mur Droit et le nombre de pixel correspondant au cratère Thébit.

Mais nous avons voulu vérifier ces mesures d'une autre manière...

Mesure du mur droit avec l'aide d'un géologue et d'un ingénieur.

Le 7 avril 2017, nous sommes allés à la Chambre de commerce et de l'industrie de Guyane pour rencontrer le **géologue** Thibaut Brouard et l'**ingénieur minier** Mathieu Champion. Nous sommes allés les rencontrer afin de vérifier la hauteur et la forme du mur droit que nous avons trouvé dans nos recherches.

Thibaut et Mathieu nous ont présenté leur travail, ils utilisent le logiciel Qgis¹¹ pour mesurer l'altitude du terrain à travers la forêt Guyanaise. Leur travail consiste à aider les miniers dans leur recherche de site d'orpaillage.

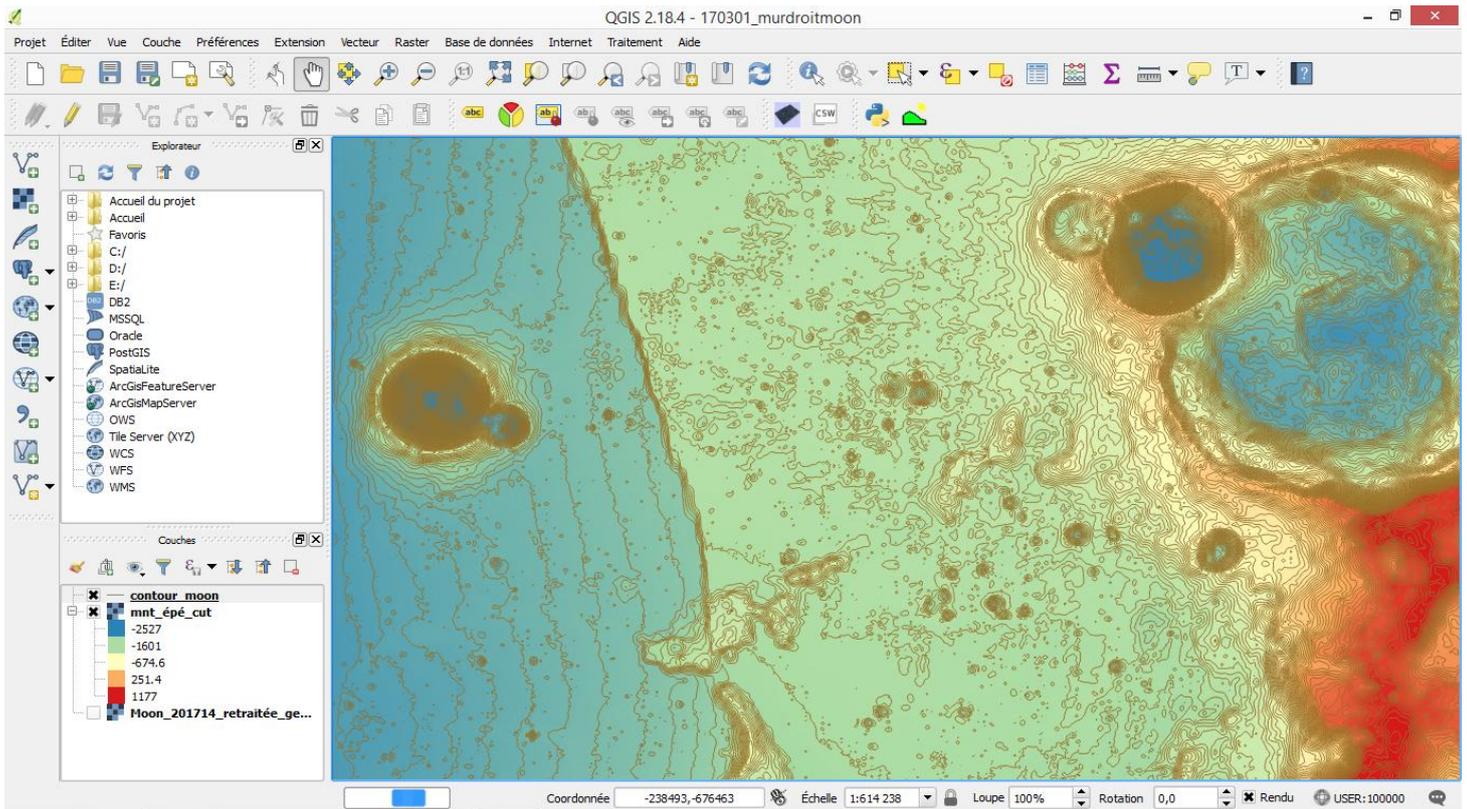
C'est le même logiciel que celui que l'on utilise pour créer nos images en 3d.



Ils nous ont donc aidés grâce à ce logiciel à mesurer la hauteur du mur droit. Nous avons tracé des courbes de niveau avec une échelle de 100m/ ligne puis 200m/ligne.

¹¹ <http://qgis.org/fr/site/>

Les courbes de niveau du mur droit



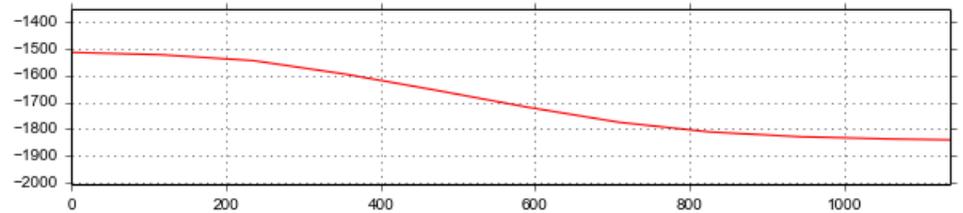
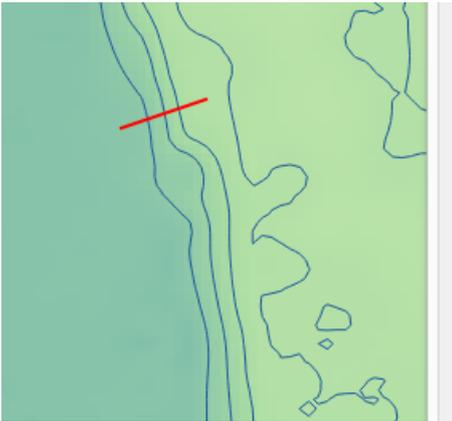
Chaque courbe de niveau représente une altitude. Deux courbes de niveau proches sont espacées de 100 m d'altitude.



Avec ces courbes de niveau, nous trouvons une hauteur correspondant à 6 courbes de niveau soit 600 m pour le mur droit, ce qui nous a posé problème car c'est le double des résultats de nos recherches et premières mesures.

Par contre nous **avons pu mesurer une longueur de 120 km**, ce qui correspond à nos recherches.

Pour résoudre ce problème de hauteur, Thibaut et Mathieu nous ont montré **une coupe (profil) du mur droit**.



Grace à cette mesure, nous trouvons cette fois ci **un peu plus de 300 m de hauteur**, ce qui correspond à nos mesures et nos recherches.

On en conclut que la première fonction du logiciel utilisant les courbes de niveau ne fonctionnait pas bien avec le fichier altimétrique de la Nasa.

La précision de nos mesures doit être **au mieux de 100 m**, car cela correspond à la longueur d'un pixel du fichier MNT.

De plus cette mesure nous montre que ce **Mur Droit** n'est pas vraiment un mur, c'est **plutôt une pente**, comme on peut le voir sur le **profil** (rouge). On a pu faire une seule mesure.

A la fin de notre visite, Thibaut et Mathieu nous ont présentés de l'or dans du quartz et du sable noir qui était aimanté.



Conclusion

Ce projet nous a permis de mieux comprendre comment on peut créer une image en 3D. Le laboratoire du NUMLAB nous a aidé à effectuer l'imagerie, la 3D et a utiliser le télescope à distance IRIS en mettant à notre disposition de puissants ordinateurs. Nous avons aussi pu rencontrer un ingénieur et un géologue de la CCIG. Nous savons aussi maintenant utiliser seul un télescope, mise en place, pointage et réglage sur la Lune, les planètes et nébuleuses.

Dans ce projet nous avons pu découvrir une autre façon de voir la Lune grâce aux différents points de vue que nous permet la 3D.

Aujourd'hui nous avons l'intention de mettre nos images dans un casque de réalité virtuelle de type HTC pour avoir l'impression d'être sur la Lune, de marcher sur la Lune, mais avec nos images. D'ailleurs ce type de projet pourrait peut-être servir à de futurs astronautes pour leurs entraînements. Nous venons de découvrir que cette technique a été expérimentée par l'astronaute français Jean François Clervoy en octobre 2016 lors d'un vol en micropesanteur avec un airbus A310 Zéro G.¹²

Nous souhaitons aussi mettre en relief les images de nébuleuses que nous avons commencé à prendre avec notre petite lunette et ainsi qu'avec le télescope pilotable à distance Iris.

Lorsque nous aurons réussi à intégrer nos images (qui sont bien réelles !) dans le casque de réalité virtuelle, ces images vont servir à d'autres élèves. En effet le Numlab, qui nous a soutenu dans notre projet, travaille en partenariat avec la canopée des sciences qui développe actuellement des outils pédagogiques sur le système solaire à partir d'un casque de réalité virtuelle.

Nous remercions monsieur Recalde pour nous avoir appuyés et consacré son temps, ainsi que Marc et Manu du NUMLAB pour nous avoir reçus, guidés et conseillés de nombreux après midi. On remercie aussi M. Champion et M.Brouard de la CCIG pour nous avoir aidés et conseillés.

Merci aussi à nos parents de nous avoir soutenus et transportés à de nombreuses reprises, ainsi que pendant la grève en Guyane, lorsque nous devons passer les barrages pour aller observer et se retrouver lors de la rédaction du projet.



¹² <http://www.air-cosmos.com/un-astronaute-francais-realise-une-marche-lunaire-virtuelle-lors-d-un-vol-parabolique-84429>

Annexe

Nos dernières images (avril), mais sans Lune ! Peut être un jour en 3D ...



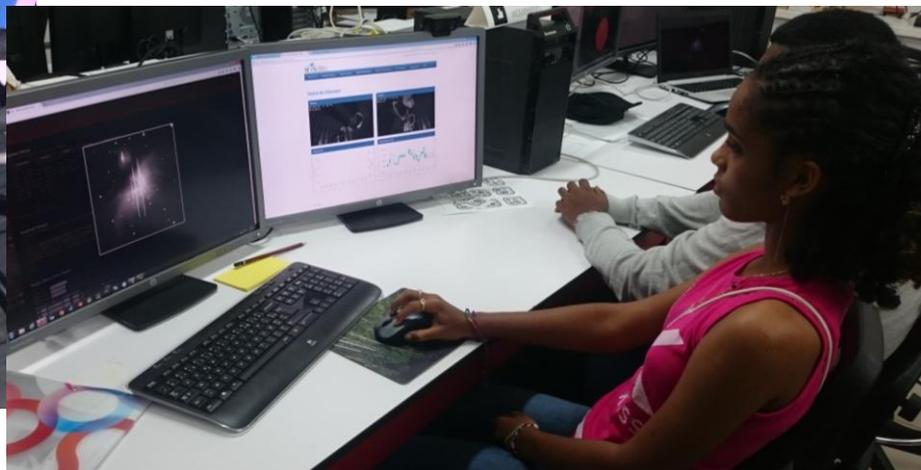
Nébuleuse d'orion le 4 avril 2017, Lunette 80mm..



Aux commandes de la petite lunette



Comète 41P/ Tuttle le 4 avril 2017, Télescope Iris (OHP).



Aux commandes du télescope IRIS de 500mm
situé à l'observatoire de Haute Provence