3°	Mathématiques - Devoir à la maison	À rendre le vendredi 26/06/20

Problème

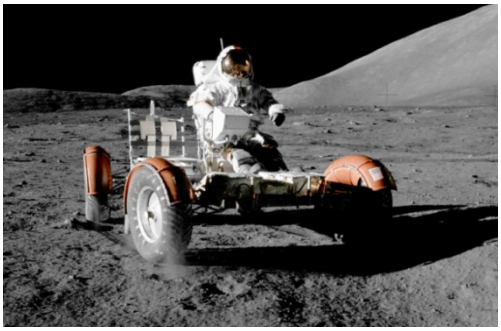
La mission Apollo 11 : le 21 juillet 1969, ils nous ont offert la Lune…

***Neuvième partie** : La base de la Tranquillité*

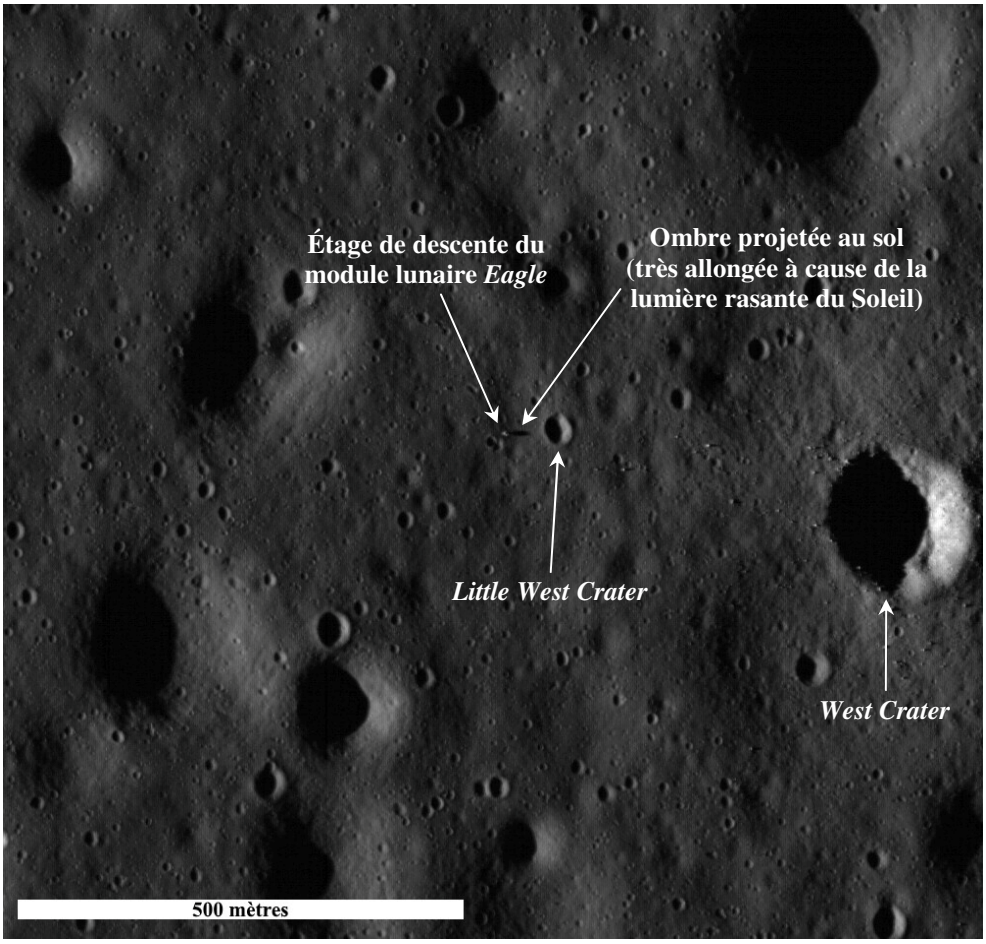
Lancée le 18 juin 2009 (pendant l'Année mondiale de l'astronomie) par un lanceur Atlas V depuis la base de Cap Canaveral, LRO (*Lunar Reconnaissance orbiter*) est une sonde approchant les deux tonnes qui a été placée sur une orbite particulièrement basse de 50 km autour de la Lune. Les sept instruments scientifiques dont est pourvue cette sonde ont pour but de réaliser une cartographie à haute résolution de la Lune, tenter de détecter la présence d'eau sous forme de glace au niveau des régions polaires, définir un système géodésique complet et évaluer l'intensité du rayonnement ionisant d'origine cosmique. En orbite lunaire depuis le 23 juin 2009 et en plus de ses principaux objectifs, LRO a photographié, moyennant sa caméra à haute résolution LROC (*Lunar Reconnaissance Orbiter Camera*), les sites d'alunissage des différentes missions Apollo à l'occasion du 40ème anniversaire des premiers pas de l'Homme sur la Lune. En 2011, l'orbite habituelle a été abaissée à une vingtaine de kilomètres d'altitude, permettant l'acquisition d'images encore plus précises avec des détails de seulement 25 cm, sur lesquelles il est possible d'identifier sans trop de difficultés les étages de descente des LEM, les appareils scientifiques déployés à la surface, les trajets des « jeeps » lunaires (pour les missions Apollo 15, 16 et 17) et même les traces de pas des astronautes…

À gauche : Vue d'artiste de la sonde LRO en orbite autour de la Lune.

À droite : « Gene » Cernan, commandant de la mission Apollo 17, conduisant une « jeep » lunaire (ou LRV d'après l'anglais Lunar Roving Vehicle) dans la vallée de Taurus-Littrow.



La vue ci-contre, prise par la sonde LRO entre les 11 et 15 juillet 2009, nous montre le site de la base de la Tranquillité (localisé sur le bord sud de la mer de la Tranquillité) où s'est posé, le 20 juillet 1969, le module lunaire *Eagle* de la mission Apollo 11. Au centre de cette image, on peut distinguer l'étage descente du LEM, reconnaissable par son ombre projetée au sol.

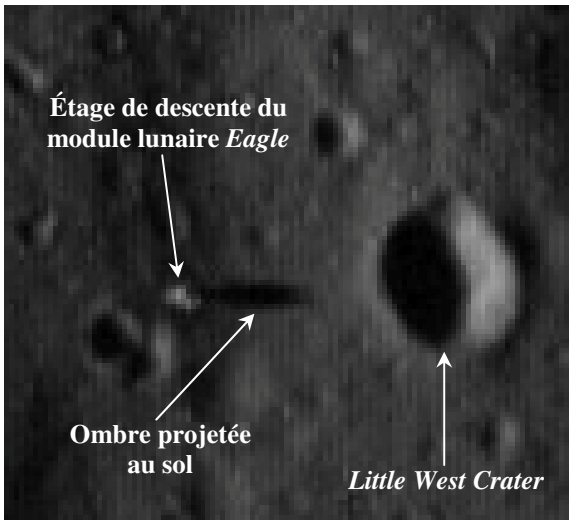


1) Quelle est l'échelle de cette photographie ? Donner la réponse sous la forme d'une fraction de numérateur 1 et dont le dénominateur a été arrondi à la centaine près.

2) En montrant les calculs, estimer les diamètres des cratères *Little West* et *West*.

3) Calculer l'aire de la surface lunaire ainsi photographiée. Donner la réponse en m^2 puis en km^2.

À partir du cliché précédent et en grossissant 5 fois la zone à proximité de l'étage de descente du module lunaire *Eagle*, on obtient l'image ci-contre sur laquelle il est plus facile d'évaluer la longueur de l'ombre projetée au sol.



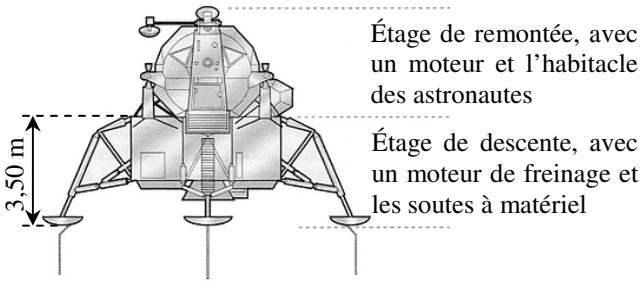
4) Montrer que l'échelle approximative de cette image est $\frac{1}{1\,700}$. Préciser la signification de cette échelle.

5) Grâce à cette échelle :

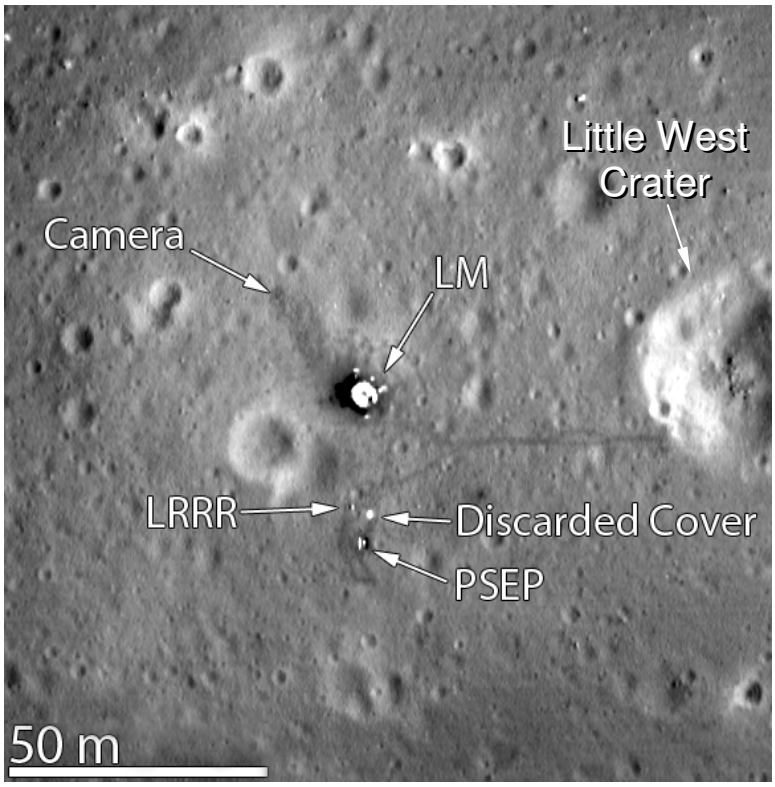
a) Retrouver le diamètre du cratère *Little West*, déjà obtenu à la question 2) ;

b) Estimer la longueur de l'ombre projetée au sol en montrant le calcul.

6) La hauteur de l'étage de descente du LEM avoisine les 3,50 m. En effectuant une figure soignée à l'échelle 1/200 puis à l'aide du rapporteur, ou bien en choisissant le rapport trigonométrique adéquat, déterminer la mesure de l'angle que font les rayons du Soleil avec la surface lunaire à l'instant où la photographie a été prise. Arrondir la réponse au degré près.



Sur la prise de vue ci-contre, capturée par la sonde LRO près de 43 ans après l'alunissage historique d'Apollo 11, on aperçoit les traces de pas de Neil Armstrong et « Buzz » Aldrin comme des lignes sombres autour de l'étage de descente du module lunaire (LM), de la caméra de télévision, du réflecteur laser (LRRR, *Lunar Ranging RetroReflector*) et du sismomètre passif (PSEP, *Passive Seismic Experiment Package*), ainsi que vers le cratère *Little West*.

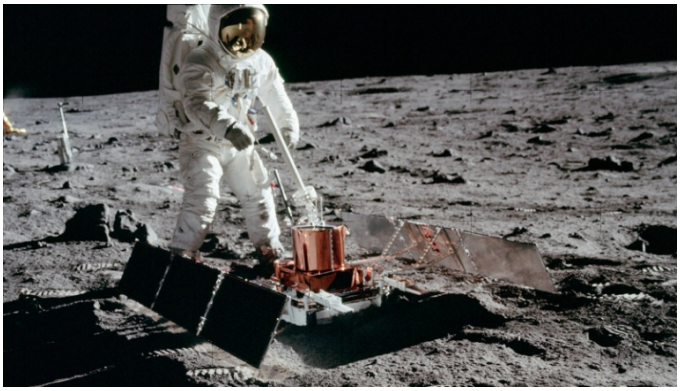


7) Quelle est l'échelle de cette photographie ? Donner la réponse en mètres par millimètre (m/mm) en arrondissant au centième près.

8) En utilisant cette échelle :

a) Estimer la distance entre la caméra de télévision et le sismomètre passif (PSEP) ;

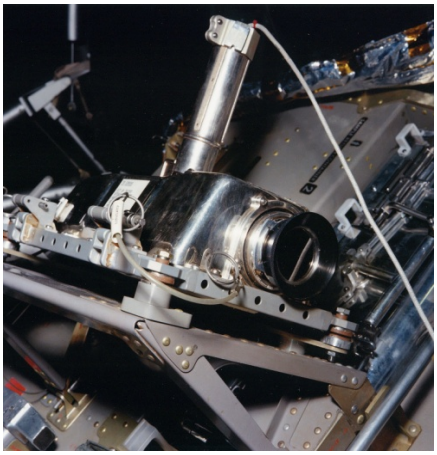
b) Calculer l'aire de la surface lunaire ainsi photographiée. Donner la réponse en m^2 puis en hm^2.



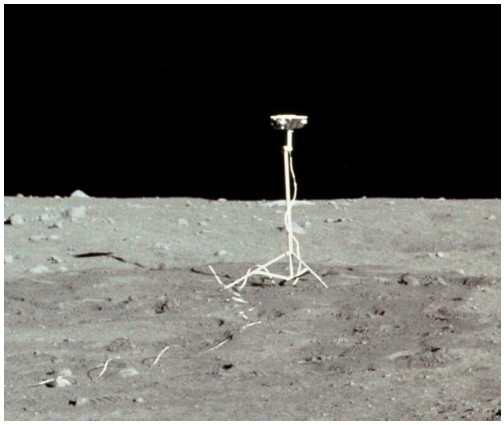
« Buzz » Aldrin en train de déployer le sismomètre passif.

Le réflecteur laser : le capuchon noir protégeant l'optique de la poussière n'a pas encore été enlevé.

La guerre froide battant son plein, l'importance stratégique de cette expédition lunaire rend cruciale la retransmission en direct du coup de maître d'Armstrong et de ses coéquipiers. La caméra de télévision initialement fixée dans le MESA (*Modularized Equipment Stowage Assembly*), une trappe d'instruments située sur l'étage de descente du module lunaire d'où elle a filmé les premiers pas de l'Homme sur la Lune, est ensuite installée sur son trépied à une vingtaine de mètres au nord-ouest du LEM. Elle immortalisera les activités des deux astronautes et notamment le planté de la bannière étoilée dans le sol lunaire, symbolisant la victoire américaine sur l'URSS dans la course vers la Lune.



La caméra de télévision logée dans le MESA.



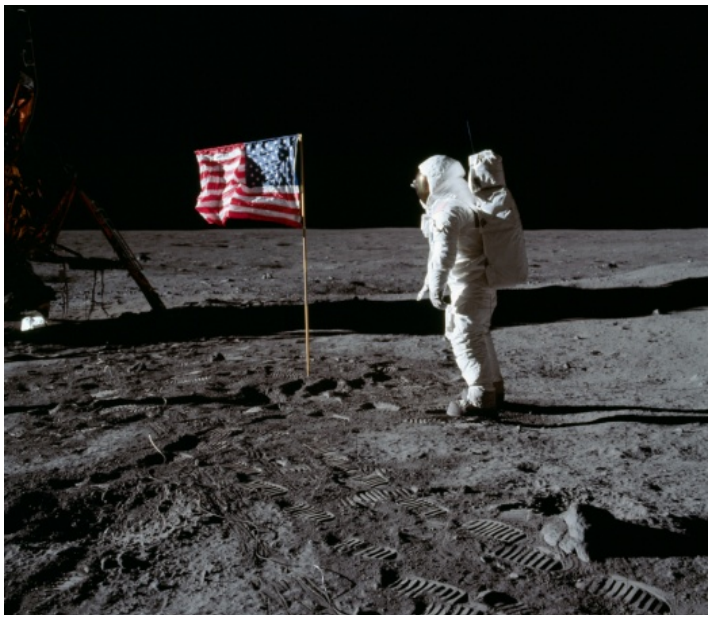
La caméra de télévision dressée sur son trépied à une vingtaine de mètres au nord-ouest du LEM.

Une caméra de télévision identique au modèle utilisé sur la Lune au cours de la mission Apollo 11.

Fin de cette fantastique épopée…

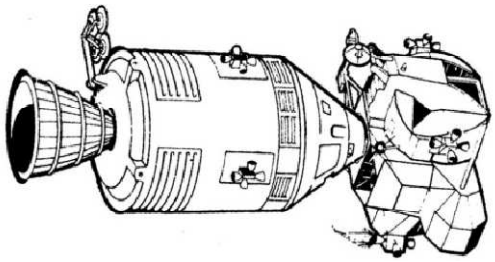
Une fois toutes les tâches exécutées, il est temps pour nos deux explorateurs de regagner le LEM. Mais, juste avant de gravir l'échelle, ils déposent à la surface de la Lune un petit rameau d'olivier en or, un écusson de la mission Apollo 1 en hommage aux astronautes Grissom, White et Chaffe, deux médailles commémoratives soviétiques à l'effigie des cosmonautes Youri Gagarine et Vladimir Komarov, tous deux décédés de manière tragique, ainsi qu'un minuscule mais ô combien symbolique disque de silicium sur lequel sont gravés, entre autres, les messages d'espoir et de paix des dirigeants de 73 pays.

Armstrong et Aldrin ont récolté en tout 22 kg d'échantillons de sol et la sortie extravéhiculaire, au cours de laquelle ils ont parcouru près de 1 km, a duré 2 h 31 min. Après avoir réintégré l'habitacle étroit du LEM, ils constatent que l'interrupteur d'armement du moteur de remontée a été cassé par inadvertance. Fort heureusement, s'agissant d'un bouton poussoir, « Buzz » pourra l'activer le moment venu grâce à la pointe d'un stylo…



« Buzz » Aldrin salue la bannière étoilée.

Quelques « agapes », un peu de repos, beaucoup de préparatifs et le décollage depuis notre satellite a lieu après 21 h 36 min passées à sa surface. Le drapeau américain, placé trop près du module lunaire, est couché par le souffle du moteur. L'étage supérieur du LEM effectue correctement la manœuvre de rendez-vous en orbite lunaire avec le module de commande et de service piloté par Collins, puis l'équipage abandonne *Eagle*, lequel continuera de tourner autour de la Lune plusieurs mois avant de s'écraser. S'ensuit l'injection trans-terrestre et deux jours et demi de trajet retour.



Le train spatial (CSM+étage supérieur du LEM) juste après la manœuvre de rendez-vous en orbite lunaire.

Un quart d'heure avant la rentrée atmosphérique, on procède au largage du module de service. Le module de commande, lui seul disposant d'un bouclier thermique capable de résister aux très hautes températures, plonge vers la Terre à 40 000 km/h,

violemment freiné dès les hautes couches de l'atmosphère. Une phase toujours critique. Il amerrit quelques minutes plus tard dans l'océan Pacifique au sud-ouest d'Hawaï, à 380 km au sud de l'atoll Johnston pour être plus précis. Ainsi, la mission Apollo 11 aura duré en tout 195 heures, 18 minutes et 35 secondes depuis le lancement de Cap Kennedy.

Revêtus d'une combinaison bactériologique, Armstrong, Aldrin et Collins sont hélitreuillés puis conduits sur le porte-avions USS *Hornet*. Aussitôt à bord, ils sont dirigés vers une caravane *Airstream* modifiée qui leur servira de logement de quarantaine pendant 21 jours, une procédure qui restera en vigueur jusqu'à la mission Apollo 15, avant que la Lune ne soit déclarée stérile et sans danger de contamination.

Les trois hommes arrivent ensuite à Hawaï et, à l'aéroport d'Honolulu, sont soumis au contrôle des douanes comme n'importe quel voyageur entrant sur le sol américain. Ils ont dû montrer leur passeport, indiquer leur numéro de vol (Apollo 11), leur itinéraire (départ : Lune / arrivée : Honolulu) et le contenu des bagages (pierres et poussière de Lune)…

Le module de commande amerrit dans l'océan Pacifique le 24 juillet 1969. Avant que les astronautes, affublés de leur combinaison bactériologique, ne quittent la capsule et rejoignent le canot, de la poudre anti-requins a été répandue à la surface de l'eau. Quelques jours auparavant, à l'occasion d'un exercice de récupération, des squales avaient dévoré une ceinture de flottaison !

Une dernière « épreuve » attend nos trois héros : une tournée mondiale pour assurer à tous les peuples que les États-Unis se sont posés sur la Lune au nom de toute l'humanité. Avec 24 pays visités, plus de 100 millions de personnes les ont vus. Un périple bien plus éreintant que la première mission habitée sur la surface de la Lune, de l'aveu même des trois astronautes.

La parade de l'équipage d'Apollo 11 dans les rues de New York, le 13 août 1969.

Acclamés par la foule dans les rues de Chicago.

Mais comment sortir indemne d'une telle expérience ? Comment retrouver une vie « normale » après pareille péripétie ? Ils seront absorbés, écrasés par leur propre légende. Aucun ne repartira dans l'espace. Neil Armstrong, devenu une icône planétaire contre son gré, se replie complètement sur lui-même. « Buzz » Aldrin, l'éternel second, met quinze ans à se défaire de son alcoolisme et de sa dépression post-voyage lunaire. Et Michael Collins, qui n'a jamais marché sur la Lune, écrit quant à lui des *best-sellers*…

En 1969, le voyage des premiers hommes sur la Lune jouit d'une immense ferveur populaire et cette entreprise restera à jamais comme l'une des aventures humaines les plus audacieuses et incroyables de tous les temps. Cependant, après l'euphorie liée au triomphe des missions Apollo, la conquête de l'espace a pris un autre visage à l'est comme à l'ouest. Les objectifs ont été moins ambitieux et plus lointains, car il n'y avait plus l'aiguillon de la compétition, ni la volonté politique de fixer de nouveaux objectifs. Le « business » spatial et les applications militaires ont dominé.

Les Russes se focaliseront sur les séjours de longue durée dans l'espace. Côté américain, le programme spatial perdra beaucoup de son « agressivité » : certes, la mise en service des navettes spatiales a conduit à des missions spectaculaires, comme la première sortie d'un astronaute totalement libre ou la récupération de satellites endommagés, mais l'accident de *Challenger*, en janvier 1986, a marqué le début d'un certain déclin.

De plus, d'aucuns pensent que la conquête spatiale n'a servi à rien, si ce n'est à dépenser des sommes colossales. Le programme Apollo, le plus ambitieux de l'Histoire, a coûté la bagatelle de 25 milliards de dollars (USD 1972), l'équivalent de 156 milliards de dollars actuels (USD 2019), et mobilisé jusqu'à 400 000 personnes ; il serait quasiment impossible à reproduire aujourd'hui.

Mais ceux qui décrient cette fantastique épopée oublient un peu vite ou tout simplement ne savent pas que leur quotidien s'est vu grandement amélioré par les innombrables trouvailles scientifiques préparées pour les astronautes. Rien que pour la NASA, les technologies spatiales ont donné lieu à plus de 1 600 innovations dans d'autres domaines !

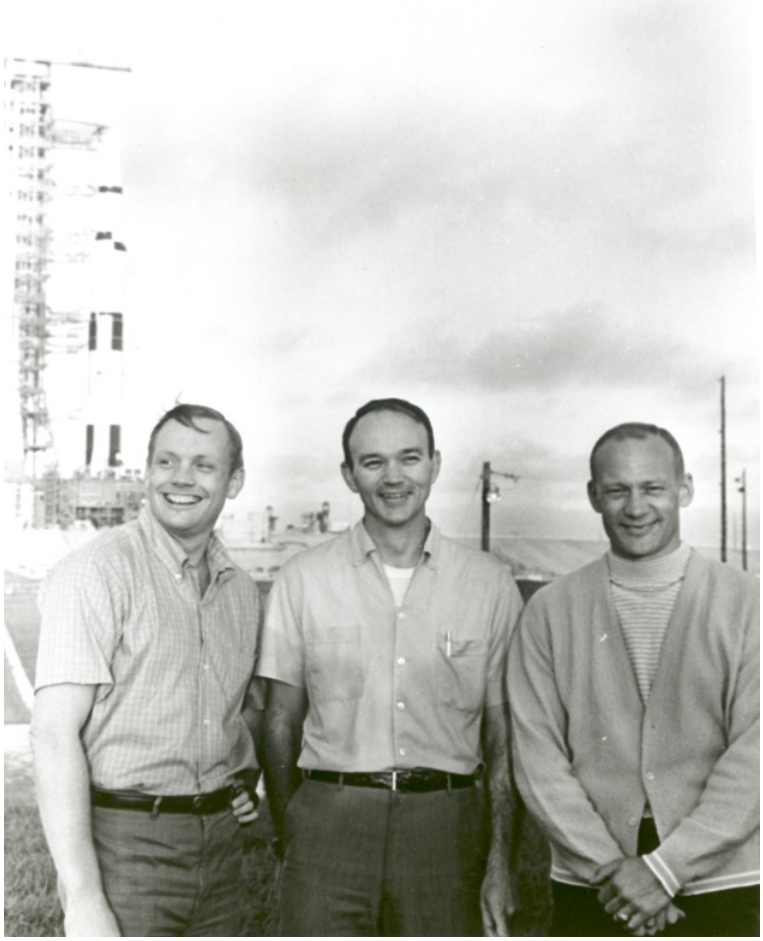


Photo prise le 20 mai 1969 : l'équipage d'Apollo 11 semble confiant et garde le sourire malgré la mission presque impossible qui l'attend…

Sans parler des fragments de Lune rapportés qui constituent un véritable trésor et vont permettre de sonder le mystère de la formation de l'Univers, de démontrer par exemple que l'astre sélène est né de l'impact d'un astéroïde géant avec ce qui allait devenir la Terre, il y 4,5 milliards d'années. Le programme Apollo, durant lequel douze hommes ont foulé la Lune, nous a appris davantage sur le Système solaire et notre planète que tout le savoir scientifique accumulé auparavant.

Les missions spatiales, et spécialement Apollo 11 dont la magie reste intacte après toutes ces années, ont aussi eu une conséquence plus indirecte dans le domaine scientifique : elles ont éveillé nombre de vocations chez des jeunes qui, fascinés par les prouesses des astronautes, ont embrassé une carrière scientifique. Car l'espace fait rêver.

Même si, aujourd'hui, il suscite moins d'enthousiasme qu'auparavant, même si l'envoi de robots sur Mars provoque moins d'excitation que les premiers pas de Neil Armstrong sur la Lune, la conquête spatiale nourrit toujours notre imaginaire. Ce n'est pas là la moindre de ses retombées…

Le 24 juillet 1969 dans l'unité mobile de quarantaine, la joie d'avoir accompli l'impensable !

Exercice 1

En utilisant les identités remarquables, développer, réduire et ordonner les trois expressions suivantes.

$A(x)=(4x-7)^2-(9x+8)^2$ $\quad B(x)=(8x-5)(8x+5)-(12x+9)(12x-9)$ $\quad C(x)=(4x-7)(8x-3)-(5x+4)^2$

Exercice 2 : Q.C.M. (Questionnaire à Choix Multiples)

Pour chaque ligne du tableau, **entourer la seule bonne réponse**.

	Réponse n° 1	**Réponse n° 2**	**Réponse n° 3**
L'expression $\left(3x-\frac{1}{8}\right)^2$ peut s'écrire :	$3x^2-\frac{3}{4}x+\frac{1}{64}$	$9x^2-\frac{3}{4}x-\frac{1}{64}$	$9x^2-\frac{3}{4}x+\frac{1}{64}$
L'expression $25x^2-16$ se factorise en :	$(5x-4)^2$	$(5x-8)(5x+8)$	$(5x+4)(5x-4)$
L'expression $121-49x^2$ se factorise en :	$(-7x+11)(7x+11)$	$(7x+11)(7x-11)$	$(11-7x)^2$
L'expression $9-(3x-2)^2$ se factorise en :	$(-3x+11)(3x+7)$	$(-3x+5)(3x+1)$	$(3x-5)(3x+1)$
Si $D(x)=7x^2-5x-12$, alors $D(-3)$ vaut :	66	–60	36

Exercice 3

On dispose de deux programmes de calcul :

Programme A	Programme B
• Choisir un nombre • Soustraire 3 • Calculer le carré du résultat obtenu	• Choisir un nombre • Calculer le carré de ce nombre • Ajouter le triple du nombre de départ • Ajouter 7

1) Doug choisit le nombre 1 et applique le programme A. Montrer, en détaillant les calculs, que le résultat obtenu est 4.

2) Bob choisit le nombre -5 et applique le programme B. Quel résultat obtient-il ?

3) Elon souhaite regrouper les résultats de chaque programme à l'aide d'un tableur. Il crée la feuille de calcul ci-dessous. Quelle formule, copiée ensuite à droite dans les cellules C3 à H3, a-t-il saisie dans la cellule B3 ?

B2 | fx | =(B1-3)^2

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Nombre de départ	-3	-2	-1	0	1	2	3
2	Résultat du programme A	36	25	16	9	4	1	0
3	Résultat du programme B	7	5	5	7	11	17	25

4) Christa cherche à trouver un nombre de départ pour lequel les deux programmes donnent le même résultat. Pour cela, elle appelle x le nombre choisi au départ et exprime le résultat de chaque programme de calcul en fonction de x.

a) Montrer que le résultat du programme A, en fonction de x, peut s'écrire x^2-6x+9.

b) Exprimer en fonction de x le résultat du programme B.

c) Trouver le seul nombre x pour lequel les deux programmes de calcul donnent le même résultat. Donner la réponse sous forme d'une fraction irréductible.

d) Quel est ce même résultat ? Donner la réponse sous forme d'une fraction irréductible.

DM11 – Fiche-réponses

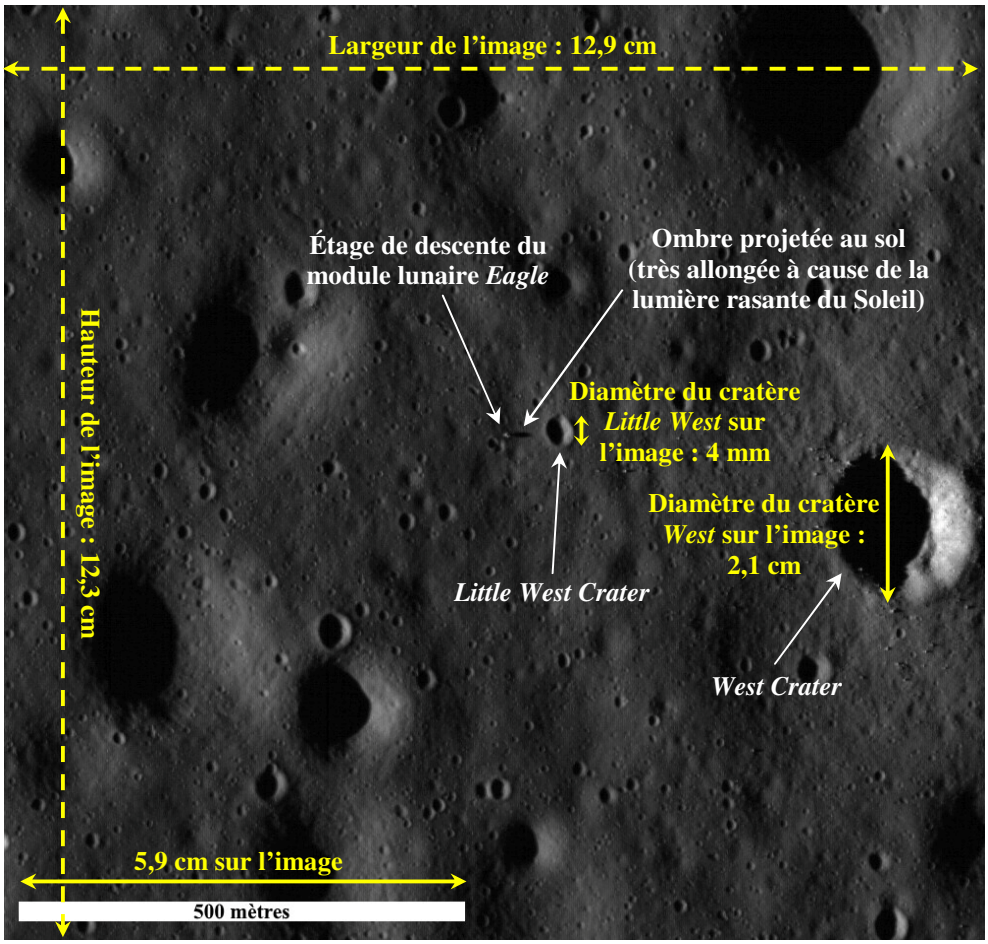
NOM : …… Prénom : …… 3e1

Problème

La mission Apollo 11 : le 21 juillet 1969, ils nous ont offert la Lune…

***Neuvième partie** : La base de la Tranquillité*

Il se peut que lors de l'impression du sujet, ou au cours de la conversion au format pdf, les dimensions de l'image ci-dessous soient quelque peu modifiées. Merci donc d'utiliser les dimensions indiquées en jaune même si elles ne sont pas tout à fait respectées sur votre imprimé.



1) Compléter le tableau de proportionnalité ci-dessous en montrant le produit en croix et en arrondissant à la centaine près.

Dimensions sur la photographie (en cm)	5,9	1
Dimensions réelles (en cm)	50 000	≈ ……

À calculer à l'aide d'un produit en croix. Arrondir le résultat à la centaine près.

Produit en croix : ……

L'échelle approximative de cette photographie est $\frac{1}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$.

2) *Calculs :* ……

……

Le diamètre du cratère *Little West* est d'environ …… m.

Calculs : ……...

……...

Le diamètre du cratère *West* est à peu près égal à …… m.

3) *Calculs :* ……

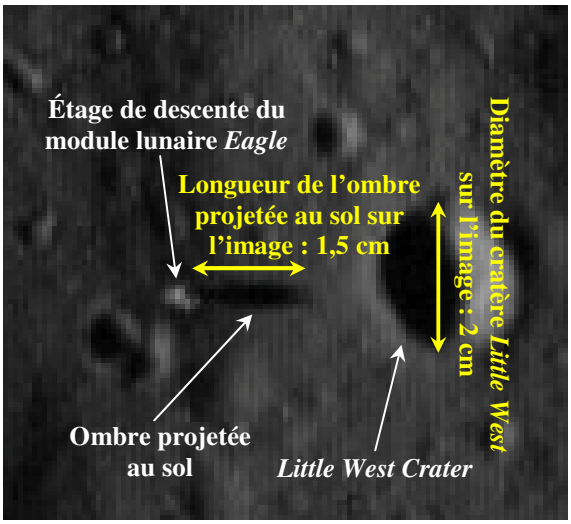
……...

……...

……...

L'aire de la surface lunaire ainsi photographiée est environ égale à …… $m^2 \approx$ …….. km^2.

Même principe que pour les questions 1), 2) et 3), merci d'utiliser les dimensions données en jaune même si elles ne sont pas tout à fait exactes sur votre sujet.



4) L'échelle approximative de cette image est $\frac{1}{1\,700}$ car ……(*calcul*)

Cela signifie que 1 cm sur l'image représente …… cm = …… m dans la réalité.

5) **a)** *Calcul :* ……

……...

Le diamètre du cratère *Little West* est d'environ …… m.

b) *Calcul :* ……

……...

La longueur de l'ombre projetée au sol est approximativement égale à …… m.

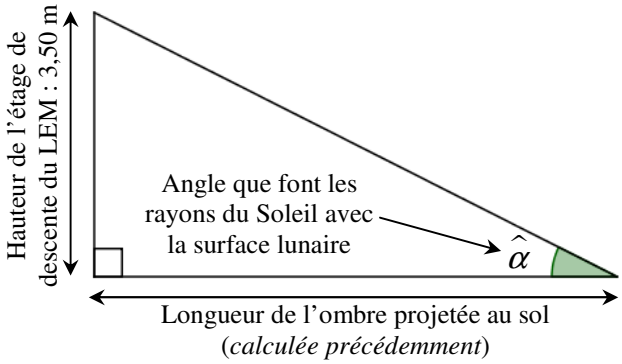
6) Voici ci-contre un schéma de la situation :

1ère méthode : Représenter dans le cadre ci-dessous ce triangle à l'échelle 1/200 (*la place est suffisante*).

Calculs : ……..

……

Mesurer ensuite l'angle $\widehat{\alpha}$ sur la figure tracée.
Les rayons du Soleil font un angle d'environ ……° avec la surface lunaire.



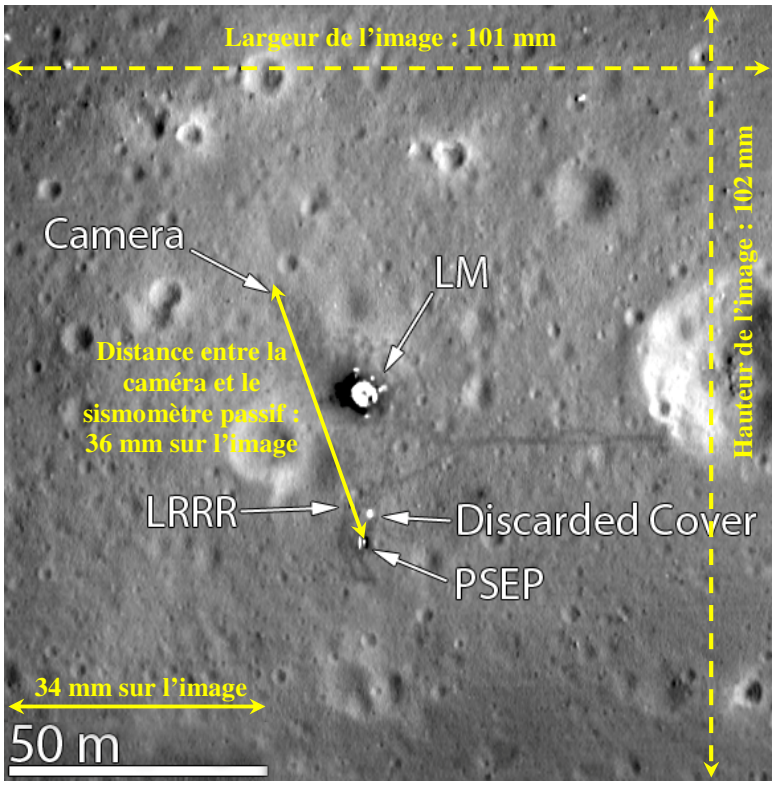
2ème méthode : utilisation de la trigonométrie.

Calculs : ……

……...

Les rayons du Soleil font un angle d'environ ……° avec la surface lunaire.

Une fois encore, utiliser les dimensions en jaune sans mesurer quoi que ce soit.



7) *Calcul :* ……

L'échelle de cette photographie est d'environ …… m/mm.

8) **a)** *Calcul :* ……

La distance entre la caméra de télévision et le sismomètre passif est à peu près égale à …… m.

b) *Calculs :* ……...

……...

……...

……...

L'aire de la surface lunaire ainsi photographiée est environ égale à …… $m^2 \approx$ …….. hm^2.

Exercice 1

Utiliser les identités remarquables.

$A(x)=(4x-7)^2-(9x+8)^2$ $=$ $=$ $=$	$B(x)=(8x-5)(8x+5)-(12x+9)(12x-9)$ $=$ $=$ $=$
$C(x)=(4x-7)(8x-3)-(5x+4)^2$ $=$ $=$ $=$	

Exercice 2 : Q.C.M. (Questionnaire à Choix Multiples)

Pour chaque ligne du tableau, **entourer la seule bonne réponse**.

	Réponse n° 1	**Réponse n° 2**	**Réponse n° 3**
L'expression $\left(3x-\frac{1}{8}\right)^2$ peut s'écrire :	$3x^2-\frac{3}{4}x+\frac{1}{64}$	$9x^2-\frac{3}{4}x-\frac{1}{64}$	$9x^2-\frac{3}{4}x+\frac{1}{64}$
L'expression $25x^2-16$ se factorise en :	$(5x-4)^2$	$(5x-8)(5x+8)$	$(5x+4)(5x-4)$
L'expression $121-49x^2$ se factorise en :	$(-7x+11)(7x+11)$	$(7x+11)(7x-11)$	$(11-7x)^2$
L'expression $9-(3x-2)^2$ se factorise en :	$(-3x+11)(3x+7)$	$(-3x+5)(3x+1)$	$(3x-5)(3x+1)$
Si $D(x)=7x^2-5x-12$, alors $D(-3)$ vaut :	66	-60	36

Exercice 3

1) *Calculs :* ……

2) *Calculs :* ……...

En appliquant le programme B au nombre -5, Bob obtient ……

3) Elon a saisi dans la cellule B3 la formule …….

4) **a)** *Calculs :* ……...

……...

b) *Calculs :* ……...

En fonction de x, le résultat du programme B est égal à …….

c) Résolution de l'équation :

……...

……...

……...

……...

……...

……...

Le seul nombre x pour lequel les 2 programmes de calcul donnent le même résultat est ……

d) *Calculs :* ……...

……...

……...

Le résultat identique donné par les 2 programmes de calcul pour la valeur de x obtenue au c) est ……