



Comment la sonde « Mars Insight » réalise des photographies et comment les ingénieurs pourraient lui enlever d'éventuelles poussières ?

page 1 / 6

Source : Lycée Xavier Marmier

Notre mission consiste à comprendre comment est construite une image afin d'en enlever des poussières collées sur l'objectif.

1 MISE EN SITUATION :



Image source Nasa JPL

La première image de Mars datant du 26 novembre montre une grande quantité de poussière collée sur le hublot entourant la caméra. Cette poussière a été soulevée lors de l'atterrissage de la sonde. Dès le hublot enlevé, les images envoyées sont de qualité. Cependant, on peut se poser la question de savoir si, lors d'une tempête de sable, des poussières de régolite ne pourraient pas venir se coller sur l'objectif de la caméra et si des traitements informatiques existent pour les enlever.

Problème : Comment est réalisée une image et comment pourrait-on améliorer sa qualité ?

2 INFORMATIONS : LES CAMERAS MARS INSIGHT

Insight dispose de 2 caméras :

IDC est une caméra couleur 1024x1024 pixels portée par le bras robotique de la sonde. Elle permet de visualiser le déploiement du matériel et également d'imager l'environnement de la sonde du fait de sa mobilité.

ICC est une caméra noir et blanc de même résolution qu'IDC mais avec un grand champ de vision ; elle est fixée sous le pont de l'atterrisseur et sert de surveillance pour le déploiement des différents capteurs. La réalisation d'image N&B étant plus simple, on travaillera sur cette caméra pour cette activité. (source <https://www.seis-insight.eu>)

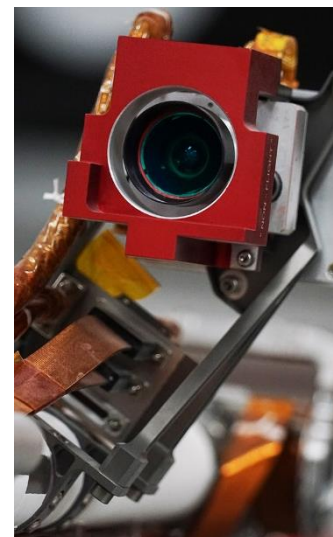
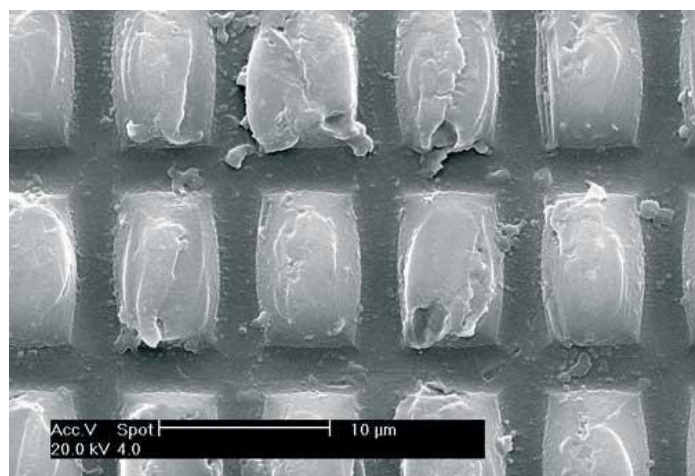


Image NASA/JPL-Caltech/IPGP/Philippe Labrot



Source : Lycée Xavier Marmier

3 . PRINCIPE DU FONCTIONNEMENT D'UNE CAMERA CCD :



Source photo : <http://www.lesia.obspm.fr>

Un capteur CCD est un ensemble de minuscules photodiodes appelées aussi photosites de forme rectangulaire ou carrée selon les modèles.

Au niveau de chacun d'eux, les photons sont transformés en charge électrique (électrons) **proportionnelle à la quantité de lumière reçue**. Ces électrons génèrent une tension. Ce signal est récupéré et ensuite numérisé à l'aide d'un convertisseur analogique numérique (CAN). A chaque photosite correspondra finalement un pixel sur l'image. *Dans le cas d'une camera couleur, des filtres sont posés sur les photosites les rendant sensibles soit au bleu, au vert ou au rouge.*



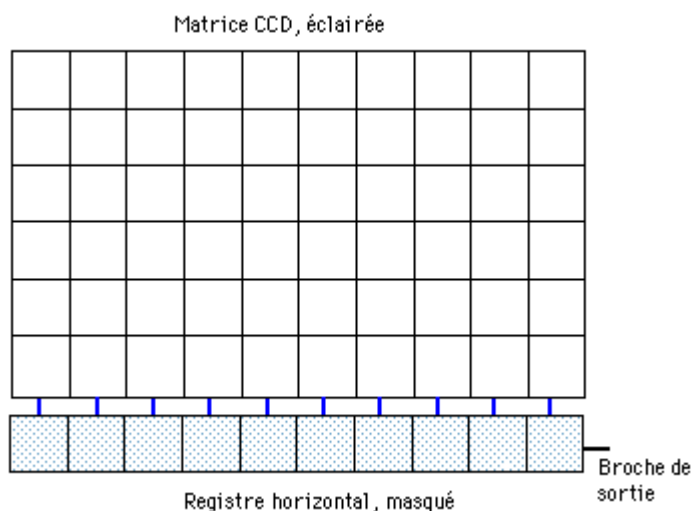
Activité 1 : Visualisation d'une image. Mise en évidence des pixels. Initiation à l'utilisation d'Iris.

Iris est un logiciel de traitement d'images astronomiques. Utiliser les fonctionnalités du logiciel pour mettre en évidence les pixels images sur une photographie réalisée avec un smartphone. Trouver le nombre de pixels sur votre image. Comparer la résolution image de votre smartphone à celle de la camera ICC. Zoomer au maximum de façon à voir les pixels de l'image.

Consignes : Images disponibles dans le dossier « activité 1 »

Aide : Iris. Menu « photo numérique » puis « voir exif » ; Vous aurez alors toutes les informations utiles sur l'image.

4. CODAGE DE L'INFORMATION



La tension électrique est mesurée pour chaque photosite (elle est proportionnelle à la quantité de lumière reçue) et cette tension est envoyée ligne par ligne par la broche de sortie vers le CAN où elle est convertie en signal numérique. Le codage de l'information se fait en mode binaire (base 2) sur 8, 10, 12 bits ou plus ce qui permet d'avoir plus ou moins de valeurs à disposition.



Comment la sonde « Mars Insight » réalise des photographies et comment les ingénieurs pourraient lui enlever d'éventuelles poussières ?

page 3 / 6

Source : Lycée Xavier Marmier

Pour stocker et envoyer une information ou pour l'envoyer, on utilise le système binaire. Un bit (de l'anglais *binary digit*, soit « chiffre binaire ») peut prendre deux valeurs, notées par convention 0 et 1. Arrivée sur terre, le message binaire est reconverti en valeur décimale pour être interprétée par le logiciel de visualisation.

Un exemple simple pour comprendre :

10	12	12	10
10	120	120	10
8	120	160	14
10	10	12	10

Image de départ : 5 valeurs de tensions mesurées (8, 10, 12, 14, 120 et 130 ua) par les photosites indiquant 5 nuances de gris sur cette image.

Les unités de tensions mesurées sont en unités arbitraires (ua).

00	00	00	00
00	10	10	00
00	10	11	00
00	00	00	00

Image convertie : Le CAN convertit ces données (ici en 2 bits c'est-à-dire 4 valeurs possibles). Le code de conversion (dépendant du CAN) est par exemple le suivant :

Entre 0 et 50 ua de tension la valeur choisie est 0 codé **00** en binaire

Entre 51 et 100 → 1 → **01**

Entre 101 et 150 → 2 → **10**

Entre 150 et 200 ou plus → 3 → **11**

0	0	0	0
0	1	1	0
0	1	3	0
0	0	0	0

Image affichée : Après réception, la carte graphique de l'ordinateur recompose le signal en mode décimal et attribue à chaque valeur une nuance de gris ce qui permet d'obtenir une image finale.

A chaque valeur correspond une nuance de gris définie par l'utilisateur.

On voit nettement que le codage en 2 bits a perdu des informations par rapport à l'image initiale.



Activité 2 : Coder une image en binaire pour qu'elle soit compréhensible dans le langage informatique. A vous de jouer. Coder cette information sur 3 bits (8 valeurs) et indiquer au final sur ce mode de conversion perd ou non des informations.

10	11	13	18
345	46	280	90
35	45	48	115
100	200	300	400

Exemple de code de conversion :

0 à 50 valeur décimale 0

51 à 100 valeur décimale 1

101 à 150 valeur décimale 2

151 à 200 valeur décimale 3

201 à 250 valeur décimale 4

251 à 300 valeur décimale 5

301 à 350 valeur décimale 6

351 à 400 valeur décimale 7

Aide : Utiliser SITE INTERNET suivant pour convertir les décimales et mode binaire.

<https://www.ma-calculatrice.fr/convertir-binaire-hexadecimal.php>

Source : Lycée Xavier Marmier



Activité 3 : Comprendre le code binaire (suite)

A partir de 2 images retrouver le nombre de bits dans lequel elles ont été codées. Utiliser les fonctionnalités du logiciel Iris pour répondre à cette question. Attention : Iris indique un codage en bits qui est faux (car on travaille sur des images simulant le codage). C'est à vous de retrouver en combien de Bits l'image proposée a été codée.

Images à utiliser : Rocher mars-codage1/ rocher-mars-codage2

Dossier des images : activité 3

Aide : Charger l'image avec iris ; zoomer de façon à voir des pixels. Passer votre souris dessus et lire en bas de l'écran la valeur attribuée à chaque nuance de gris. En déduire le nombre de bits utilisés pour coder cette image.

Bilan : Une image arrivée sur terre est donc une matrice de chiffres codés sur différents bits. On considère pour la suite que le codage a été effectué sur 8 bits (256 valeurs). La valeur 0 correspond au noir absolu et la valeur 255 au blanc absolu.

5. Prétraitement des images afin d'enlever d'éventuelles poussières :

Lors de la lecture des photosites, plusieurs défauts doivent être pris en compte pour obtenir une image propre. Dans le cas qui nous intéresse on réfléchit sur la possibilité d'enlever une poussière qui rendrait l'image peu esthétique.

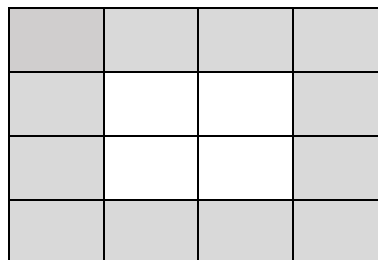
51 La théorie :

Imaginons une image simple de la surface de mars, une tache claire sur fond sombre.

L'image parfaite serait donc codée de la façon suivante :

10	10	10	10
10	120	120	10
10	120	120	10
10	10	10	10

Codage de l'image en 8 bits



Aspect initial de l'image (un point blanc sur fond noir) C'est l'image parfaite.



Comment la sonde « Mars Insight » réalise des photographies et comment les ingénieurs pourraient lui enlever d'éventuelles poussières ?

page 5 / 6

Source : Lycée Xavier Marmier

Supposons qu'une poussière (rectangle rouge) se colle sur 4 pixels. Cette poussière absorbe 10% du flux lumineux. L'image codée sera donc la suivante :

10	10	9	9
10	120	108	9
10	120	120	10
10	10	10	10

On obtient ainsi **l'image 1**

Pour enlever cette poussière il suffit au préalable de photographier un fond uniformément blanc (valeur de 200 par exemple). Concrètement on peut le faire en pointant une surface blanche ou en visant un endroit du ciel...ou encore on peut, par le calcul, créer une telle image.

200	200	180	180
200	200	180	180
200	200	200	200
200	200	200	200

On obtient ainsi **l'image de correction**.

L'astuce consiste alors à diviser pixel par pixel **l'image 1** par **l'image de correction**.

On obtient l'image corrigée.

10/200	10/200	9/180	9/180
10/200	120/200	108/180	9/180
10/200	120/200	120/200	10/200
10/200	10/200	10/200	10/200

Ensuite, on multiplie chaque valeur de pixel par une constante (200 dans cet exemple) et on obtient l'image souhaitée débarrassée de sa poussière.

10	10	10	10
10	120	120	10
10	120	120	10
10	10	10	10



Comment la sonde « Mars Insight » réalise des photographies et comment les ingénieurs pourraient lui enlever d'éventuelles poussières ?

page 6 / 6

Source : Lycée Xavier Marmier

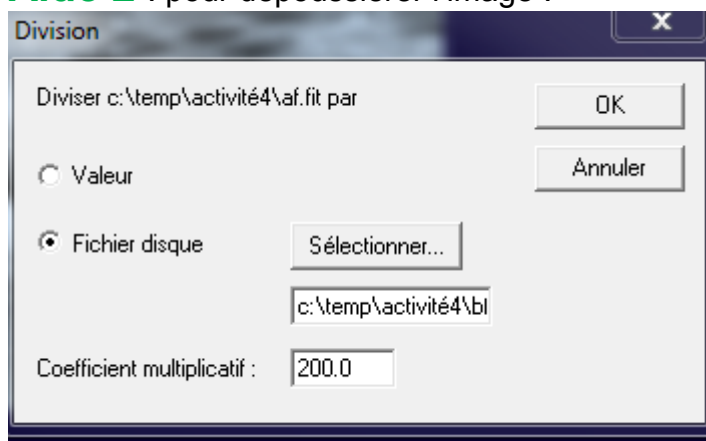


Activité 4 : En utilisant les fonctionnalités du logiciel iris enlever numériquement les poussières sur l'image proposée.

Les images de travail sont dans le dossier « activité 4 »

Aide 1 Au préalable avec le logiciel Iris, il faut indiquer ce répertoire au logiciel Iris dans le menu « fichier » puis « réglage » puis « chemin du répertoire de travail »

Aide 2 : pour dépoussiérer l'image :



Ouvrir l'image à dépoussiérer (nommée : a)
Aller dans le menu « traitement » puis « division »
L'image de correction (le fichier disque) se nomme b
Le nombre et le facteur multiplicatif (mettre 200).

6. CONCLUSION

En ayant compris comment se construit une image numérique, on constate que l'on peut éliminer des défauts de l'image. Bien entendu, si la poussière enlève 100% de la lumière, il nous sera alors impossible d'appliquer notre correction ; **pouvez vous dire mathématiquement pourquoi cela est impossible ?**

Ce traitement est couramment utilisé pour les images réalisées par les télescopes.