

1. **TABLEAU A**

1. La durée mise par le signal pour aller de Curiosity directement vers le réseau DSN est environ égale à :	2 mois	1000 s	3 ms
2. La longueur d'onde des UHF est :	plus grande que celle des SHF	plus petite que celle des SHF	égale à celle des SHF
3. Lors d'un passage de MRO dans le ciel de Mars, Curiosity a le temps de lui transmettre :	10 images de la MASTCAM non compressées au format RAW	2 000 images de la MASTCAM non compressées au format RAW	2 millions d'images de la MASTCAM non compressées au format RAW
4. Le nombre de bits de codage d'une image au format RVB est :	3 fois plus grand que pour une image RAW	2 fois plus grand que pour une image RAW	256 fois plus grand que pour une image RAW
5. Les données manquantes dans le tableau de nombres du document 3 sont :	R : 198 V : 140 B : 001	R : 021 V : 255 B : 133	R : 050 V : 012 B : 251

JUSTIFICATIONS (non demandées ici) :

1) Le réseau DSN est le réseau terrestre d'antennes de réception. Un signal directement envoyé par Curiosity vers la Terre devra parcourir la distance Terre-Mars (entre 1000×10^5 km et 4000×10^5 km) à la vitesse de la lumière : $c = \frac{d}{\Delta t}$ donc $\Delta t = \frac{d}{c}$

Prenons $d = 3000 \times 10^5$ km pour faire un calcul (*calculatrice interdite*)

$$\Delta t = \frac{3000 \times 10^5}{3,00 \times 10^8} = 1000 \text{ s (c étant exprimée en km.s}^{-1}\text{, on garde d en km)}$$

2) La fréquence des UHF est 400 MHz tandis que la fréquence des SHF est 8,4 GHz.

Or la longueur d'onde λ et la fréquence ν d'une OEM sont liées par la relation : $\lambda = \frac{c}{\nu}$

λ et ν sont inversement proportionnelles : $\nu(\text{SHF}) > \nu(\text{UHF})$ donc $\lambda(\text{SHF}) < \lambda(\text{UHF})$

3) 250 Mbit sont transmis à chaque passage du satellite MRO (doc.1).

Or une image correspond à environ 2 millions de pixels codés en 12 bits (doc.2).

Le nombre d'images transmis est donc : $\frac{250 \times 10^6}{2 \times 10^6 \times 12} = \frac{250}{24} \approx 10$

4) Une image RAW est codée en 12 bits tandis qu'une image RVB est codée en 3×8 bits soit 24 bits. (doc.3)

5) Il suffit de faire le raisonnement pour une seule couleur car les valeurs proposées sont très différentes les unes des autres. Voici 3 propositions de réponse :

- Il s'agit d'un pixel bleu (B) donc on attribue à la couleur bleue le nombre

$$23 \times \frac{256}{4096} = 23 \times \frac{2^8}{2^{12}} = 23 \times \frac{1}{2^4} = \frac{23}{16} \approx 1,4 \text{ arrondi à } 1. \text{ (il y a très peu de bleu)}$$

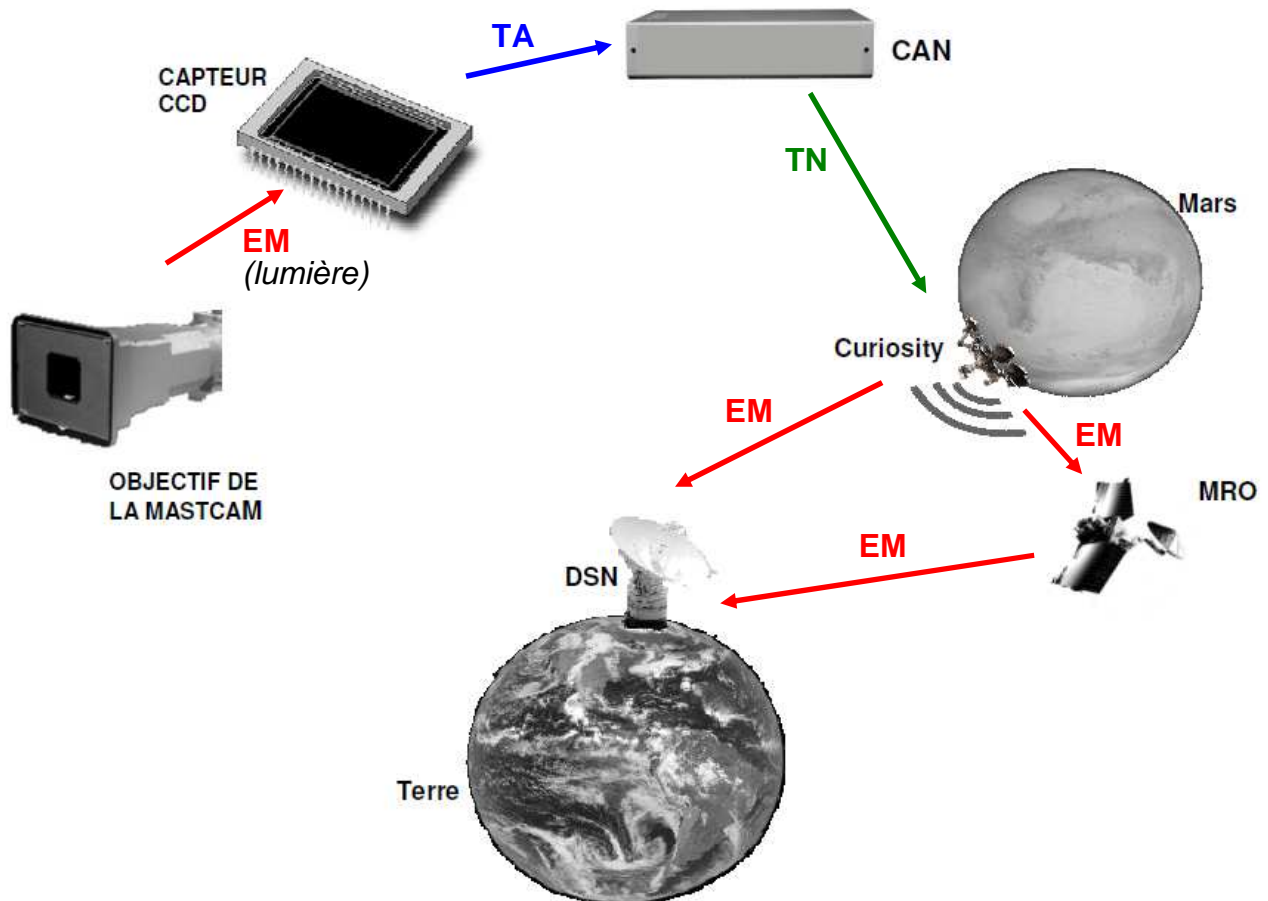
Cela est suffisant pour répondre car les autres valeurs proposées sont 133 et 251.

- Pour le vert, Il faut faire la moyenne des pixels voisins (2243 ; 2242 ; 2233 ; 2237) soit des valeurs très proches dont les valeurs RVB sont déjà données pour 2 d'entre elles (139 et 140) donc la valeur de 140 est cohérente (les autres valeurs proposées étant 255 ou 12)
- Pour le rouge, Il faut faire la moyenne des pixels voisins (3282 ; 3153 ; 3025 ; 3198) soit une moyenne d'environ 3100 soit une valeur RVB légèrement supérieure à 189 (correspondant à 3025 en RAW) : 198 convient (les autres valeurs proposées étant 21 ou 50)

2. Les cases du tableau numérique (doc. 3 RVB) montrent une faible valeur pour le bleu et des niveaux élevés pour le rouge et le vert (avec une valeur légèrement supérieure pour le rouge). La synthèse additive montre qu'un mélange de rouge et de vert donne du jaune qui sera ici orangé du fait de la dominance du rouge.

3. Le rapport $\frac{256}{4096}$ lors de la conversion RAW vers RVB provient du fait que le format RAW est codé en 12 bits soit $2^{12} = 4096$ valeurs possibles et que le format RVB est codé en 3×8 bits soit $2^8 = 256$ valeurs possibles pour chaque couleur.

4.



5. Le débit binaire étant la quantité de données numériques par unité de temps : $D = \frac{n}{\Delta t}$

Curiosity transmet, à MRO, 250 Mbit en environ 500 secondes donc : $D = \frac{250}{500} = 0,5 \text{ Mbit.s}^{-1}$

6. Les données recueillies par le Rover peuvent être transmises directement vers la Terre mais le débit est alors très faible ($3,5 \text{ kbit.s}^{-1}$) et la durée de transfert est donc très longue (*20 heures pour transmettre 10 images*).

Il faut donc privilégier le transfert des données par l'intermédiaire du satellite MRO dont le débit binaire est en effet plus élevé (2 Mbit.s^{-1}).

COMPLÉMENTS pour la question 6

À cause de la rotation de Mars sur son axe propre, Mars « tourne souvent le dos » à la Terre, entraînant le rover avec elle. Le rover quitte le champ de vue terrestre et **ne peut plus émettre directement vers la Terre**.

De plus, le rover ne peut transmettre directement vers la Terre que quelques heures par jour à cause **de limitations de puissance** et **de conflits avec d'autres activités planifiées**, même si la Terre est en vue.

Les satellites (MRO et Mars Odyssey éventuellement) peuvent envoyer plus d'informations vers la Terre, à la fois car **ils la « voient » plus longtemps** (environ 16 h/jour) mais aussi car ils disposent de **plus de puissance** et d'**antennes plus grandes** que le rover.

Comme les satellites sont juste entre 257 et 400 km au dessus de la surface Martienne, le rover n'a pas besoin de "crier" aussi fort (ou **utiliser autant d'énergie** pour envoyer un message) vers les satellites que vers les antennes terrestres.

D'après <http://mars.jpl.nasa.gov/msl/mission/communicationwithearth/>(en anglais)