Des images venues de Mars

Bac S 2014 Asie (ancien programme) · Exercice 3 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1 Dans le tableau A de l'annexe 2, entourer pour chaque ligne la bonne réponse.

Données utiles distance Terre-Mars entre 1000×10^5 km et 4000×10^5 km ; $c = 3{,}00 \times 10^5 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1}$; UHF : 400 MHz ; SHF : 8,4 GHz ; 250 Mbit par passage ; capteur de 1200×1600 pixels

Les réponses sont entourées sur le tableau A ci-dessous. Vérifications :

Ligne 1. $\Delta t = \dfrac{d}{c}$ est compris entre $\dfrac{1000 \times 10^5}{3{,}00 \times 10^5} \approx 3{,}3 \times 10^2$ s et $\dfrac{4000 \times 10^5}{3{,}00 \times 10^5} \approx 1{,}3 \times 10^3$ s : l'ordre de grandeur est **1000 s**.

Ligne 2. $\lambda = \dfrac{c}{f}$: la fréquence des UHF (400 MHz) est inférieure à celle des SHF (8,4 GHz), donc leur longueur d'onde est **plus grande**.

Ligne 3. Une image RAW occupe $1200 \times 1600 \times 12 \approx 2{,}3 \times 10^7$ bits, soit 23 Mbit. Avec 250 Mbit : $\dfrac{250}{23} \approx 11$, donc environ **10 images**.

Ligne 4. En RVB, un pixel est codé sur $3 \times 8 = 24$ bits contre 12 bits en RAW : **2 fois plus**.

Ligne 5. Le pixel manquant est le pixel bleu 0023. Bleu : $23 \times \dfrac{256}{4096} = \dfrac{23}{16} \approx 1$. Vert : moyenne des quatre voisins verts, $\dfrac{2243 + 2237 + 2242 + 2233}{4} \approx 2239$, puis $\dfrac{2239}{16} \approx 140$. Rouge : moyenne des quatre voisins rouges, $\dfrac{3282 + 3153 + 3198 + 3025}{4} \approx 3165$, puis $\dfrac{3165}{16} \approx 198$.

Ligne 1 : 1000 s ; ligne 2 : plus grande que celle des SHF ; ligne 3 : 10 images ; ligne 4 : 2 fois plus grand ; ligne 5 : R 198, V 140, B 001.

1. Durée du trajet du signal de Curiosity directement vers le réseau DSN	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. Pendant un passage de MRO, Curiosity peut lui transmettre	**10 images RAW non compressées**	2 000 images RAW non compressées	2 millions d'images RAW non compressées
4. Le nombre de bits de codage d'une image RVB est	3 fois celui d'une image RAW	**2 fois celui d'une image RAW**	256 fois celui d'une image RAW
5. Données manquantes du tableau de nombres du document 3	**R : 198 V : 140 B : 001**	R : 021 V : 255 B : 133	R : 050 V : 012 B : 251

1 · Tableau A de l'annexe 2 : la bonne réponse de chaque ligne est entourée en orange

PIÈGE

Ligne 3 : une image compte 1,92 million de pixels, mais chacun occupe 12 bits. Diviser 250 Mbit par le seul nombre de pixels donne un résultat faux.

MÉTHODE

Pour la ligne 5, une seule couleur suffit à trancher : le bleu vaut environ 1, et les deux autres propositions donnent 133 et 251.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$1200 \times 1600 \times 12$ = 23 040 000

$\dfrac{250 \times 10^6}{23\,040\,000} \approx 10.85069$

$\dfrac{\frac{2243 + 2237 + 2242 + 2233}{4} \times 256}{4096} \approx 139.9219$

$\dfrac{\frac{3282 + 3153 + 3198 + 3025}{4} \times 256}{4096} \approx 197.7812$

2 Vérifier, à partir du document 3 et de la synthèse additive des couleurs, la dominante jaune orangé des photos de Mars.

Données utiles document 3, format RVB : R entre 189 et 198 ; V entre 139 et 155 ; B entre 1 et 28 (échelle de 0 à 255)

Pour les quatre pixels du document 3, le rouge est intense (189 à 198 sur 255), le vert est moyen à fort (139 à 155) et le bleu est presque absent (1 à 28).

En synthèse additive, la superposition de lumières rouge et verte donne du jaune. Ici le rouge est plus intense que le vert : le jaune est tiré vers le rouge, donc vers l'orangé.

Rouge fort, vert un peu plus faible, bleu négligeable : la couleur des pixels est un **jaune orangé**, ce qui confirme la dominante observée.

COMPRENDRE
Si les trois nombres étaient égaux, le pixel serait gris (blanc à 255, noir à 0). C'est le déséquilibre entre les trois valeurs qui crée la teinte.

3 Expliquer le choix du rapport $\frac{256}{4096}$ dans la conversion du format RAW vers le format RVB.

Données utiles $2^8 = 256$; $2^{12} = 4096$

En RAW, chaque pixel est codé sur 12 bits : il peut prendre $2^{12} = 4096$ valeurs (de 0 à 4095).

En RVB, chaque couleur est codée sur 8 bits : elle peut prendre $2^8 = 256$ valeurs (de 0 à 255).

Multiplier par $\frac{256}{4096}$ ramène proportionnellement l'échelle de 4096 niveaux à une échelle de 256 niveaux : un pixel garde la même intensité relative dans les deux formats.

$\frac{256}{4096} = \frac{2^8}{2^{12}}$: rapport du nombre de niveaux sur 8 bits au nombre de niveaux sur 12 bits.

COMPRENDRE
Ce rapport vaut $\frac{1}{16}$: seize niveaux RAW voisins donnent le même niveau RVB. La conversion fait perdre de la finesse dans les nuances.

4 Sur le schéma B de l'annexe 2, représenter par des flèches les parcours possibles de l'information et indiquer pour chacune : onde électromagnétique (EM), tension analogique (TA) ou tension numérique (TN).

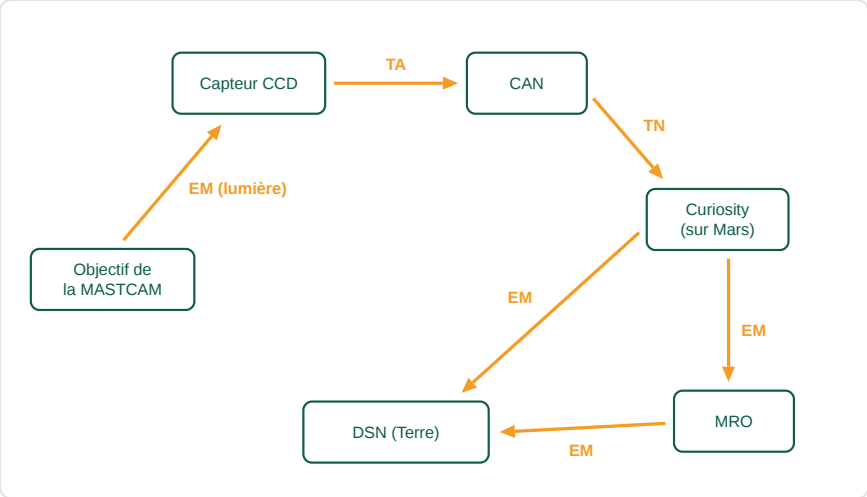
La lumière (onde électromagnétique) traverse l'objectif et arrive sur le capteur CCD, qui la transforme en tension analogique. Le CAN numérise cette tension : il fournit une tension numérique aux antennes de Curiosity.

Curiosity émet ensuite des ondes électromagnétiques, selon deux parcours : vers le satellite MRO (bande UHF), qui retransmet vers le réseau DSN sur Terre, ou directement vers le DSN (bande SHF).

Objectif → CCD : EM ; CCD → CAN : TA ; CAN → Curiosity : TN ; Curiosity → MRO → DSN : EM ; Curiosity → DSN : EM.

PIÈGE
Oublier la flèche directe Curiosity → DSN : le sujet demande les parcours « possibles », et le document 1 en décrit deux.

COMPRENDRE
Dans l'espace, il n'y a aucun support matériel : seule une onde électromagnétique peut transporter l'information entre Mars, le satellite et la Terre.



4 · Schéma B de l'annexe 2 complété : trajets de l'information et état sous lequel elle est transmise

5 Calculer le débit de transmission entre Curiosity et MRO.

Données utiles $N = 250$ Mbit transmis en $\Delta t = 500$ s

Le débit binaire est le nombre de bits transmis par unité de temps :

$$D = \frac{N}{\Delta t}$$

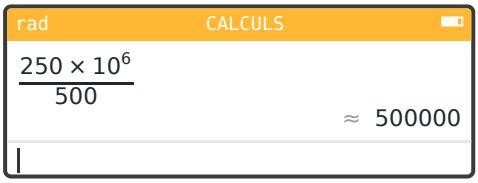
$$D = \frac{250}{500} = 0{,}50 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\boxed{D = 0{,}50 \text{ Mbit} \cdot \text{s}^{-1} = 5{,}0 \times 10^{5} \text{ bit} \cdot \text{s}^{-1}}$$

COMPRENDRE

Le débit binaire ne figure plus au programme actuel de spécialité. Le raisonnement reste celui d'une grandeur divisée par une durée, comme pour une vitesse ou un débit volumique.

À LA CALCULATRICE



6 Justifier le choix de la NASA de transmettre l'information vers la Terre en passant par le satellite MRO.

Données utiles liaison directe Curiosity-Terre : $3500\ \text{bit} \cdot \text{s}^{-1}$; Curiosity-MRO : $0{,}50\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$ (Q5) ; MRO-Terre : $2\ \text{Mbit} \cdot \text{s}^{-1}$; $N = 250$ Mbit

En liaison directe, le débit n'est que de $3500\ \text{bit} \cdot \text{s}^{-1}$. Envoyer les 250 Mbit durerait :

$$\Delta t_{\text{direct}} = \frac{250 \times 10^6}{3500} \approx 7{,}1 \times 10^4\ \text{s} \approx 20\ \text{h}$$

En passant par MRO, les données montent vers le satellite en 500 s, puis celui-ci les envoie vers la Terre en $\frac{250}{2} = 125$ s environ.

La durée de propagation des ondes entre Mars et la Terre (de l'ordre de 1000 s) est la même dans les deux cas : c'est le débit qui fait la différence.

Par MRO, les 250 Mbit sont transmis en une dizaine de minutes, contre environ 20 h en liaison directe : le relais par le satellite offre un débit bien plus élevé.

PIÈGE
Répondre « le signal va plus vite par le satellite ». La célérité des ondes est la même sur les deux parcours ; seul le nombre de bits transmis par seconde change.

MÉTHODE
Une justification attendue à partir de documents s'appuie sur un calcul comparatif : ici deux durées pour la même quantité de données.

À LA CALCULATRICE

