BACCALAURÉAT GÉNÉRAL

SESSION 2014

_____

PHYSIQUE-CHIMIE

Série S

_____

DURÉE DE L'ÉPREUVE : **3 h 30** – COEFFICIENT : **6**

_____

L'usage des calculatrices N'EST PAS autorisé

Ce sujet ne nécessite pas de feuille de papier millimétré

OBLIGATOIRE

Ce sujet comporte trois exercices présentés sur 14 pages numérotées de 1/14 à 14/14, y compris celle-ci.

Les feuilles annexes 1 et 2 (pages 13/14 et 14/14) **SONT À RENDRE OBLIGATOIREMENT AVEC LA COPIE.**

Le candidat doit traiter les trois exercices qui sont indépendants les uns des autres.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 1 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

EXERCICE I. LE MONDE SELON HUBBLE (7 points)

Cet exercice comporte deux parties A et B indépendantes.

Document 1 : **Le télescope spatial Hubble**

Le télescope spatial Hubble (HST pour Hubble Space Telescope) a été nommé en l'honneur d'Edwin Powell Hubble (1889-1953), l'un des grands pionniers de l'astronomie moderne.

Lancé dans l'espace le 24 Avril 1990 depuis Cap Canaveral et mis sur orbite par la navette spatiale Discovery (STS-31), le HST a été placé sur une orbite circulaire de type LEO (Low Earth Orbit) inclinée à 28,5 degrés à l'équateur. Hubble accomplit ainsi le tour de la Terre en environ 100 minutes (pratiquement 1,5 heure) à 600 km au-dessus de notre planète (soit environ 42 000 km de circonférence). Cette position dans l'espace permet au télescope d'effectuer des observations avec une très haute résolution, en infrarouge ou ultraviolet, sans les contraintes dues à l'atmosphère terrestre.



hubblesite.org



Edwin Powell Hubble

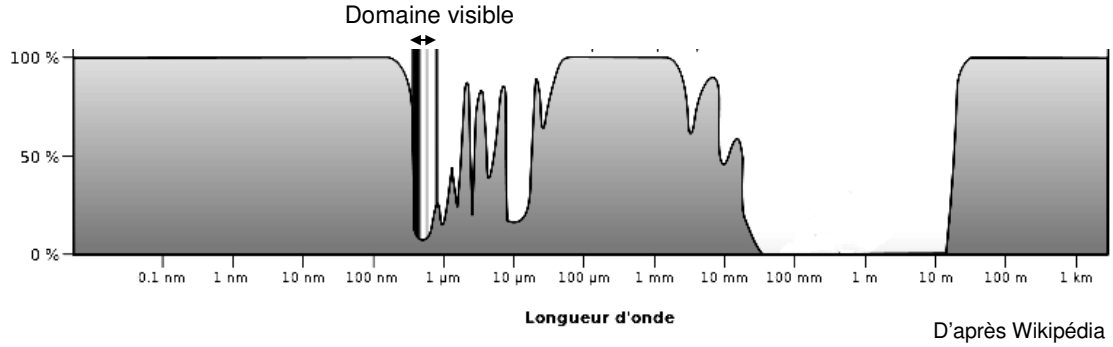
Encyclopaedia Britannica

Le HST a révolutionné l'astronomie moderne ; il est non seulement un outil extraordinaire pour explorer notre univers, mais il est également leader dans la recherche astronomique de précurseurs organiques (acides aminés dans des météorites, comètes, etc.).

L'œil rivé au plus profond de l'espace, le HST a collecté pour les scientifiques une immense quantité de données numériques, apportant par exemple la preuve de l'existence des trous noirs, ou validant la théorie de l'expansion de l'Univers émise en 1929 par Edwin Hubble.

D'après futura-sciences.com

Document 2 : **Absorption de l'atmosphère en fonction de la longueur d'onde**



D'après Wikipédia

Notations utilisées dans l'exercice :

- rayon de la Terre : R_T
- constante de gravitation universelle : G
- masse de la Terre : M

PARTIE A : Etude du satellite Hubble

1. Intérêt du satellite

1.1. Indiquer les limites en longueur d'onde de la partie visible du spectre électromagnétique.

1.2. Justifier précisément l'expression «…en infrarouge ou ultraviolet, sans les contraintes dues à l'atmosphère terrestre. ».

1.3. Citer une source de rayonnement ultraviolet extraterrestre détectable par le HST.

2. Mouvement du satellite

2.1. Représenter sans souci d'échelle sur la **figure 1 de l'*ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE*** la force d'interaction gravitationnelle $\overrightarrow{F_{T/H}}$ exercée par la Terre sur le satellite de masse m, supposé ponctuel et noté H.

2.2. On suppose que les durées de parcours du satellite sur sa trajectoire circulaire entre les points H_1 et H'_1 puis H_2 et H'_2 sont égales.

2.2.1. Énoncer la deuxième loi de Kepler et compléter la **figure 2 de l'*ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE*** pour illustrer cette loi.

2.2.2. En déduire que le mouvement du satellite est circulaire uniforme.

2.3. Établir à l'aide des lois de Newton l'expression de la valeur *a* de l'accélération du satellite dans le référentiel géocentrique, supposé galiléen, en fonction de *G*, *M*, de l'altitude *h* et de R_T.

2.4. Montrer que la vitesse du satellite peut se mettre sous la forme : $v = \sqrt{\frac{G.M}{R_T + h}}$

2.5. Le calcul de cette vitesse conduit à une valeur d'environ 7×10^3 m.s^{-1}.

Montrer que cette valeur est compatible avec les données.

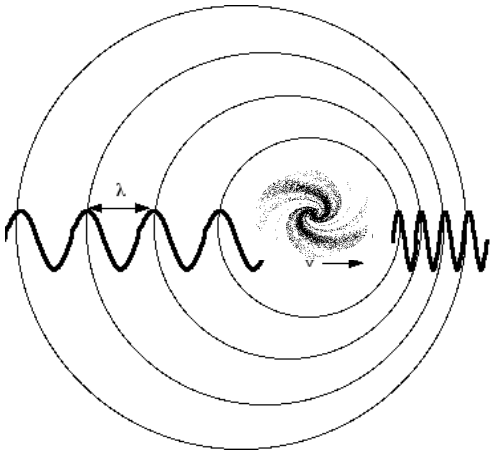
PARTIE B : Edwin Hubble et l'expansion de l'Univers

Document 3 : **L'effet Doppler**

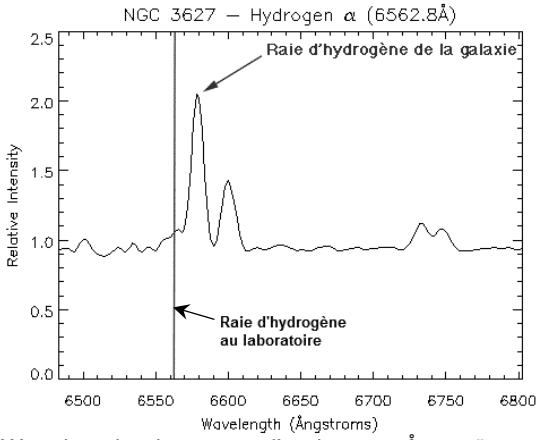
L'effet Doppler (ou Doppler-Fizeau) traduit le décalage de longueur d'onde (ou de fréquence) perçu par un observateur lorsque une onde est reçue en provenance d'un émetteur en mouvement par rapport à la situation où ce même corps est immobile.

Il peut être montré que ce décalage est proportionnel à la vitesse du corps et dépend du sens du mouvement. Si le corps s'éloigne, la longueur d'onde d'une lumière visible émise par ce corps est décalée vers le rouge (la fréquence diminue), s'il se rapproche, elle est décalée vers le bleu (la fréquence augmente).

Schéma général de l'effet Doppler



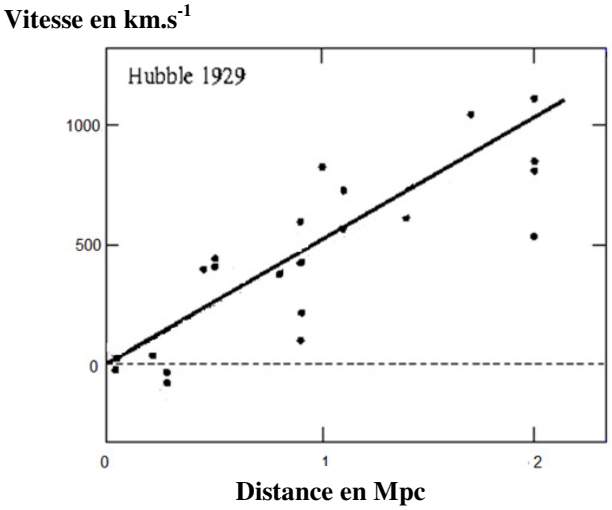
Extrait du spectre d'émission de la galaxie NGC 3627



Wavelength : longueur d'onde 1 Ångström = 0,1 nm

http://bonnetbidaud.free.fr/pedagogie/hubble_law/index.html

Document 4 : **Résultats historiques de Edwin Hubble**

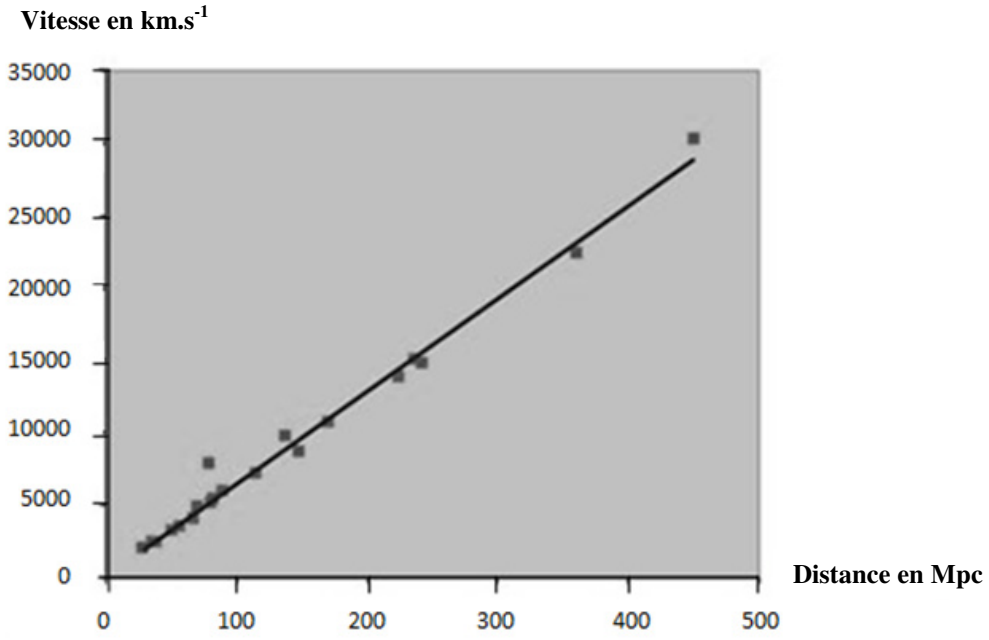


Dès 1929, Edwin Hubble a remarqué que la vitesse à laquelle semblaient s'éloigner les galaxies qu'il observait était proportionnelle à leur distance à la Terre. La constante de proportionnalité a ensuite été appelée "constante de Hubble". La figure ci-dessus indique les premiers résultats obtenus par Edwin Hubble en 1929, pour des galaxies très proches (distance inférieure à 2 Mpc*).

* Le mégaparsec noté Mpc est une unité de longueur utilisée couramment en astronomie

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 4 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Document 5 : **La loi de Hubble en 1996 (Vitesse des galaxies en fonction de leur distance à la Terre jusqu'à 500 Mpc).**



http://media4.obspm.fr/public/AMC/pages_redshift/bb-decalage-rouge.html
Crédit : Riess, Press & Kirshner (1996), Astrophysical Journal 473, 88

3.1. L'effet Doppler est observé dans le cas des ondes sonores (par exemple une sirène d'ambulance en mouvement).

Indiquer dans le cas d'une source sonore s'éloignant de l'observateur si le son perçu par celui-ci est plus aigu ou plus grave que le son perçu lorsque la source est immobile. Justifier la réponse.

3.2. La galaxie NGC 3627 s'éloigne-t-elle ou se rapproche-t-elle de la Terre ?

3.3. Commenter la phrase « Edwin Hubble a remarqué que la vitesse à laquelle semblaient s'éloigner les galaxies qu'il observait était proportionnelle à leur distance à la Terre ».

3.4. La constante de proportionnalité dite « constante de Hubble » est notée en général H_0.

3.4.1. À partir du graphique du document 4, estimer la valeur de H_0 proposée par Edwin Hubble. On précisera l'unité associée à cette valeur.

En réalité des mesures plus récentes réalisées en partie par le télescope Hubble ont permis d'obtenir des mesures plus précises sur des galaxies plus éloignées (voir document 5).

3.4.2. Discuter de la validité de la loi de Hubble et comparer la valeur actuelle de H_0 à celle proposée par Edwin Hubble.

3.5. Expliquer pourquoi l'application de cette loi pour une galaxie située à 10000 Mpc se heurterait à un principe fondamental de la physique.

EXERCICE II : A LA RECHERCHE DES MOLÉCULES DE LA VIE (8 points)

Document 1

L'origine des molécules prébiotiques dont l'évolution chimique aurait conduit aux polymères aujourd'hui caractéristiques de la vie, comme les polynucléotides et les protéines, n'est pas connue. Diverses hypothèses ont été formulées. Les premières molécules organiques auraient pu se former sur la Terre par réactions chimiques entre certains constituants de l'atmosphère primitive dissous dans l'eau. Diverses expériences ont en effet montré la possibilité de synthèse de constituants organiques à partir des composants de l'atmosphère primitive. Les premières molécules organiques auraient pu aussi se former au fond des océans au niveau des sources hydrothermales où on a en effet montré expérimentalement la possibilité de synthèse de substances organiques à partir de composés soufrés et d'oxydes de carbone. Enfin, elles auraient pu provenir de l'espace car on a identifié divers précurseurs organiques, notamment des acides aminés, dans des météorites, comètes, etc.

acces.ens-lyon.fr/biotic/evolut/orivie/html/syn-pre.htm

Document 2

Ce genre de molécules organiques avait été découvert dans la **météorite** tombée près de la petite ville de Murchison en Australie en 1969. Dans cette **chondrite** carbonée, les cosmochimistes de l'époque et leurs successeurs ont dénombré plus de 70 acides aminés.



Ils y ont ainsi découvert, sous forme de traces, l'alanine, la glycine, la valine, la leucine, l'isoleucine, la proline, l'acide aspartique et l'acide glutamique, molécules toutes précurseurs pour former les diverses protéines des êtres vivants terrestres. Bien mieux, des purines et des pyrimidines y ont également été trouvées. Or ces molécules sont les bases azotées précurseurs de l'ADN et de l'ARN qui constituent le matériel génétique de tous les êtres vivants que porte la Terre.

Grâce à la technique de spectrométrie de masse, Philippe Schmitt-Kopplin, du *Helmholtz Centre* de Munich, a détecté plus de 14 000 molécules organiques différentes au sein de la célèbre météorite. Selon les chercheurs, ces analyses impliqueraient que cette roche abriterait en réalité des millions de molécules organiques différentes.

d'après http://www.futura-sciences.com/

Document 3

Entre les étoiles, l'espace est extraordinairement froid. Pourtant, les scientifiques ont découvert il y a un demi-siècle que des réactions chimiques d'une étonnante complexité y ont cours : les briques élémentaires du vivant y sont façonnées. Comment est-ce possible? Louis d'Hendecourt, de *l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS)* explique comment les grains, sorte de paillettes faites de carbone et de silicate, jouent un rôle essentiel de catalyseur. Selon les résultats de ses dernières recherches, l'une des conditions sine qua non au développement de la vie, la chiralité, résulte aussi de processus à l'œuvre entre les étoiles. Ce n'est pas pour autant que la vie est banale dans l'Univers : les planètes sont loin de toujours offrir le nid douillet requis pour qu'elle émerge...

Résumé de l'entretien de Louis D'Hendecourt astrophysicien à l'IAS, au magazine Ciel et Espace

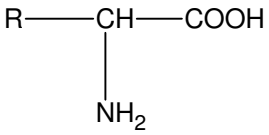
1. En 1953, Stanley Miller a enfermé dans un ballon des gaz (méthane, ammoniac (NH_3), dihydrogène et eau) et soumis le mélange à des décharges électriques pendant sept jours.

Il a obtenu des molécules organiques, les briques du vivant, et notamment de l'urée (CON_2H_4), du formaldéhyde (H_2CO), de l'acide cyanhydrique (HCN) et des acides aminés.

1.1. Quel scénario des origines de la vie voulait ainsi mettre en évidence Miller ?

1.2. Miller recherchant à fabriquer des briques du vivant, justifier le choix des réactifs fait dans son expérience.

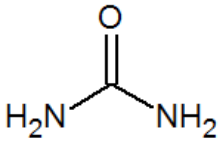
1.3. La formule générale des acides aminés est donnée ci-dessous :



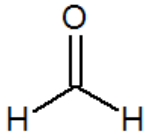
R est un radical variable qui diffère d'un acide aminé à l'autre ; il peut être soit un atome H, soit un groupe alkyl, soit une chaîne comportant des groupes caractéristiques divers.

Justifier le nom d'acide aminé attribué à cette molécule.

1.4. Parmi les produits obtenus dans cette expérience se trouvent l'urée et le formaldéhyde dont les formules sont données ci-dessous :



urée

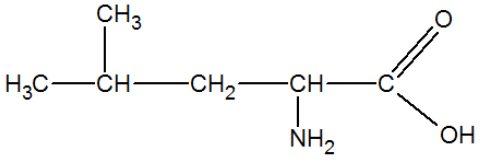


formaldéhyde

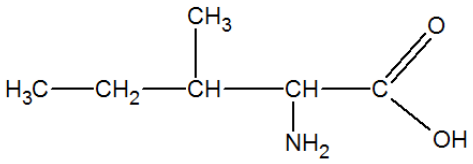
1.4.1. Reproduire le schéma de la molécule d'urée et représenter, en le justifiant, l'ensemble de doublets libres présents dans cette molécule.

1.4.2. Quel est le nom officiel du formaldéhyde ?

Parmi les acides aminés identifiés dans la météorite de Murchison se trouvent la leucine (abréviation Leu) et l'isoleucine (abréviation Ile) dont les formules semi-développées sont données ci-dessous :



Leucine



Isoleucine

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 7 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

2. Identification des molécules

2.1. On veut différencier la leucine de l'isoleucine par une technique d'identification appropriée.

2.1.1. Écrire la formule topologique de la leucine.

2.1.2. Quelle relation lie ces deux molécules ?

2.2. Trois techniques simples d'identification de molécules peuvent être envisagées en chimie organique :

- la spectroscopie de masse citée dans le document 2 qui sépare les entités chimiques en fonction de leur masse et qui identifie ces masses,

- la spectroscopie infrarouge,

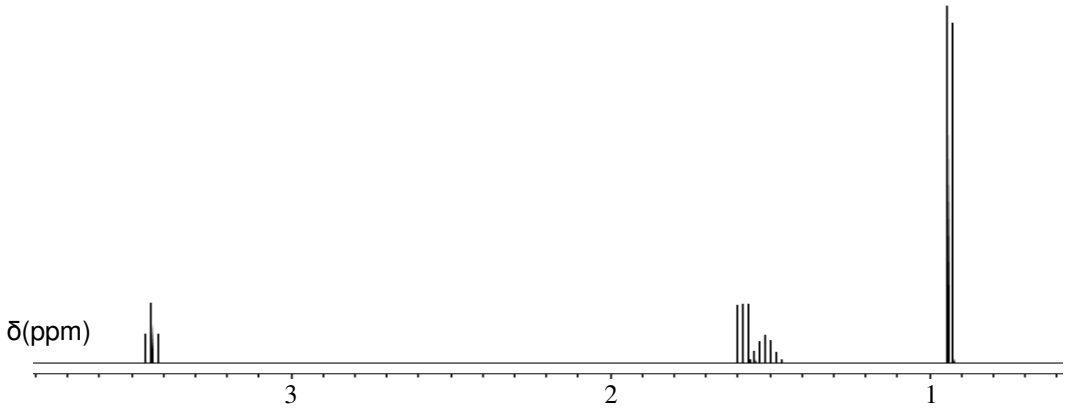
- la spectroscopie de résonance magnétique nucléaire.

Laquelle (ou lesquelles) de ces trois techniques peut (peuvent) être choisie(s) pour différencier les molécules de leucine et d'isoleucine ? On expliquera pourquoi l' (ou les) autre(s) technique(s) n'est (ne sont pas) adaptée(s) à cette différenciation.

2.3. Les spectres de RMN des deux molécules sont réalisés en ajoutant un peu d' « eau lourde » à l'échantillon. On appelle « eau lourde » l'eau deutérée D_2O. L'objectif de cet ajout est de permettre le remplacement des protons acides par des atomes de deutérium, c'est-à-dire les protons des groupes COOH et NH_2. Le deutérium ne provoquant aucun signal en RMN du proton, **la conséquence de cet ajout est de faire disparaître les signaux dus aux protons des groupes COOH et NH_2.**

L'un de ces deux spectres est donné ci-dessous et comporte :

- un doublet de déplacement chimique δ = 0,9 ppm intégrant pour 6H ;
- un multiplet (non résolu) de déplacement chimique δ = 1,5 ppm intégrant pour 1H ;
- un triplet de déplacement chimique δ = 1,6 ppm intégrant pour 2H ;
- un triplet de déplacement chimique δ = 3,4 ppm intégrant pour 1H.



Ce spectre est-il celui de la leucine ou de l'isoleucine ? Justifier la réponse par au moins deux arguments.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 8 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé
scanner ou cliquer

3. On envisage que la synthèse des acides aminés puisse s'opérer dans l'espace.

3.1. Quel(s) paramètre(s) identifié(s) dans le document 3 semble(nt) pouvoir avoir un effet favorable ou défavorable à la réalisation de synthèses dans l'espace ?

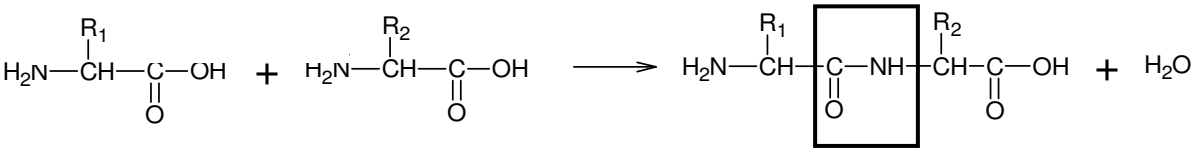
3.2. Le document 3 fait allusion à la chiralité des molécules produites et utilisées par tous les êtres vivants de la Terre, alors que les réactions de synthèses chimiques produisent en général des mélanges dits « racémiques ».

3.2.1. Que signifient les termes « racémique » et « chirale » ?

3.2.2. Illustrer ces deux termes à l'aide de la leucine.

4. Les chimistes se sont efforcés de reconstituer en laboratoire les familles de longues chaînes biologiques indispensables au fonctionnement de la cellule.

Il faut pour cela réaliser des enchaînements d'acides aminés à l'aide d'une réaction nommée synthèse peptidique dont l'équation générale est donnée ci-dessous :



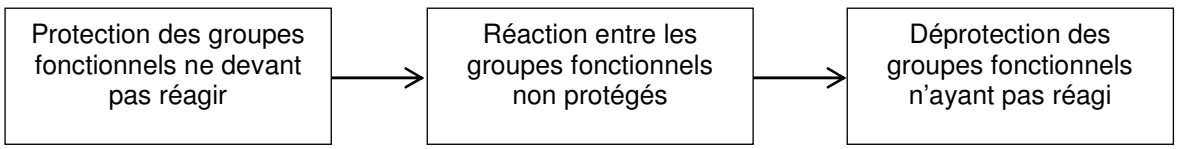
liaison peptidique

4.1. À partir d'un mélange initial de leucine et d'isoleucine, combien de dipeptides différents peut-on a priori obtenir ? Justifier.

4.2. Un dipeptide obtenu est nommé à partir de l'abréviation des deux acides aminés ayant permis de l'obtenir.

Écrire l'équation de la synthèse du dipeptide Leu-Ile en indiquant en rouge les groupes qui doivent être protégés pour obtenir ce seul dipeptide.

4.3. La synthèse d'un dipeptide donné demande ainsi plusieurs étapes schématisées ci-dessous :



Expliquer en quelques lignes pourquoi réaliser chimiquement la synthèse d'une protéine donnée (de plus de 50 acides aminés) reste un défi industriel.

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 9 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

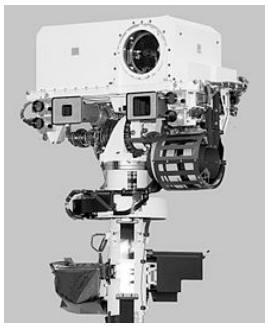
EXERCICE III : DES IMAGES VENUES DE MARS (5 points)

Mars Sciences Laboratory (MSL) est une mission d'exploration de la planète Mars développée par l'Agence Spatiale Américaine (NASA) qui a entre autre pour but de déterminer si la vie a pu exister sur cette planète. Une sonde spatiale a été lancée le 26 Septembre 2011 et s'est posée sur Mars le 6 Août 2012. Elle transportait un module d'exploration ou rover (appelé « Curiosity »). Le rover Curiosity transporte 75 kg de matériel scientifique, dont plusieurs caméras.

Les meilleures images réalisées par Curiosity proviennent de deux caméras numériques MASTCAM (*Mast Camera*) fixées au sommet du mât du rover, et pouvant fournir des images en couleurs, en lumière visible et en proche infrarouge.

.



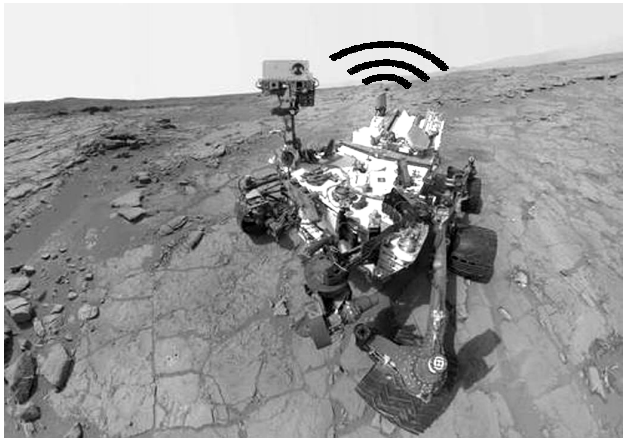


04.23.2013 **Mars View from 'John Klein' to Mount Sharp, Left Eye** (Courtesy NASA/JPL-Caltech.)

Document 1 : Transfert des données vers la Terre.

Pour transmettre les informations vers la Terre ou pour recevoir les instructions, le rover Curiosity dispose de plusieurs antennes.

L'une de ces antennes, fonctionnant en bande UHF (Ultra haute Fréquence : 400 MHz) est utilisée pour les communications à courte portée avec le satellite Mars Reconnaissance Orbiter (MRO) en orbite autour de Mars. Lorsque le satellite passe à proximité dans le ciel de Mars, Curiosity dispose de 500 s de communication (soit environ 8 minutes) pendant lesquelles 250 Mbit de données peuvent être transmises.



Curiosity Self-Portrait at 'John Klein' (Courtesy NASA/JPL-Caltech.05.21.2013)

Le satellite retransmet ces données vers la Terre avec un débit de 2 Mbit.s^{-1} vers le réseau terrestre d'antennes de réception (Deep Space Network ou DSN).

Ces mêmes données sont transmises avec un débit de 3500 bit.s^{-1}, par l'intermédiaire des autres antennes du rover en bande SHF (Supra haute Fréquence : 8,4 GHz) qui sont utilisées pour les communications à longue distance directement avec la Terre.

Données : Distance Terre Mars : entre 1000×10^5 km et 4000×10^5 km.
Célérité de la lumière dans le vide : $3{,}00\times10^5$ km.s^{-1}
1 Mbit = 10^6 bits

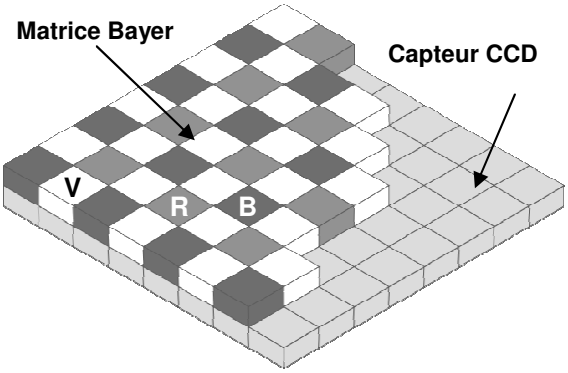
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 10 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Document 2 : Codage numérique des images.

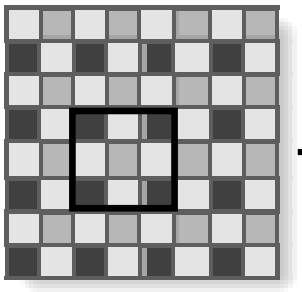
La lumière entrant par l'objectif de la caméra MASTCAM arrive sur un capteur CCD d'environ 2 millions de pixels (1200 × 1600 pixels) qui transforme l'énergie lumineuse reçue sur chaque pixel en une tension qui sera ensuite numérisée à l'aide d'un convertisseur analogique numérique (CAN).

Pour éviter trois prises de vues successives avec trois filtres colorés différents, le capteur CCD est muni d'une matrice de Bayer qui sélectionne une seule bande de longueur d'onde pour un pixel à l'aide d'un filtre rouge, vert ou bleu.

On obtient une image **monochrome** (Noir et Blanc) car chaque pixel a **un niveau de gris codé sur 12 bits** correspondant à l'intensité lumineuse de sa couleur. C'est le format RAW.



Codage de l'image au format RAW par un tableau de nombres (échantillon de 9 pixels)



B 0023	V 2242	B 0154
V 2233	R 3025	V 2836
B 0865	V 2620	B 0205

<u>Passage de l'image RAW à l'image RVB</u> :

Pour reconstituer l'image en couleur (RVB) on associe à chaque pixel **trois nombres binaires codés sur 8 bits** correspondant aux niveaux d'intensité lumineuse de chaque couleur (Rouge, Vert et Bleu). Ces niveaux sont obtenus à partir de l'image au format RAW de la manière suivante :

- On garde la valeur du pixel pour sa propre couleur en passant d'un codage sur 12 bits à un codage sur 8 bits.

Exemple : Un pixel muni d'un filtre rouge est associé au nombre 3025 dans le format RAW.

On attribue à la couleur rouge le nombre $3025 \times \frac{256}{4096} = 189$ dans le format RVB.

- Pour les deux autres couleurs, on fait la moyenne des pixels voisins correspondant à cette couleur.

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

Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 11 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

Document 3 : Exemple de codage extrait d'une photo prise sur Mars.

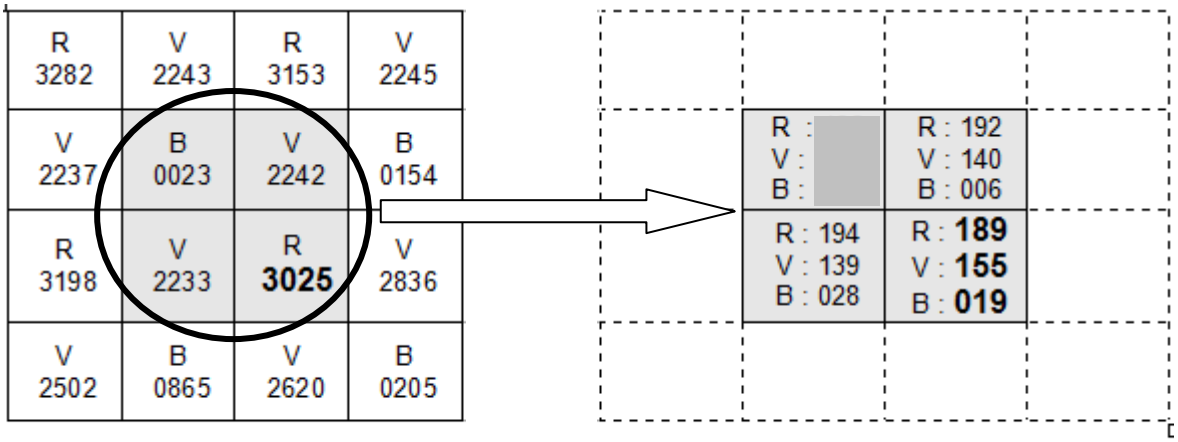
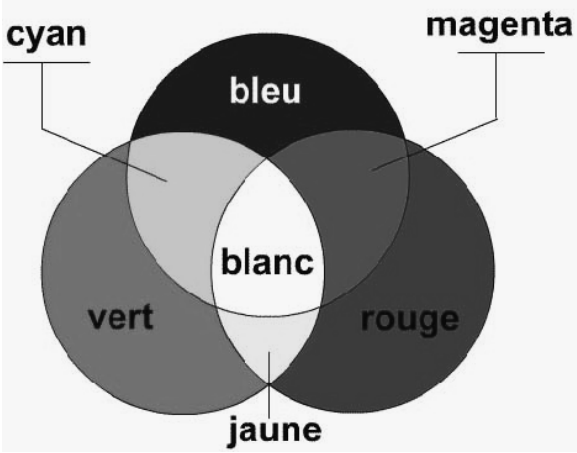


Image au format RAW (Codage sur 12 bits)

Image au format RVB (Codage sur 3 × 8 bits)

1. Dans le **tableau A de l'*ANNEXE 2 À RENDRE AVEC LA COPIE***, entourer pour chaque ligne la bonne réponse.

2. Les photos en couleurs de la planète Mars montrent une dominante de jaune orangé à l'origine de son appellation « planète rouge ». Vérifier cette constatation à partir du document 3 et de la synthèse additive des couleurs dont le principe est rappelé ci-dessous. On rappelle que pour une couleur donnée, plus le nombre codé est grand, plus l'intensité associée est grande.



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

4. Sur le **schéma B de l'*ANNEXE 2 A RENDRE AVEC LA COPIE***, représenter par des flèches les parcours possibles de transmission de l'information. Placer à coté de chaque flèche l'une des 3 expressions ci-dessous caractérisant l'état sous lequel est transmise l'information :

« Onde électromagnétique (EM) », « tension analogique (TA) », « tension numérique (TN)»,

5. Calculer le débit de transmission entre Curiosity et MRO.

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

ANNEXE 1, À RENDRE AVEC LA COPIE

PARTIE A :

Figure 1 :

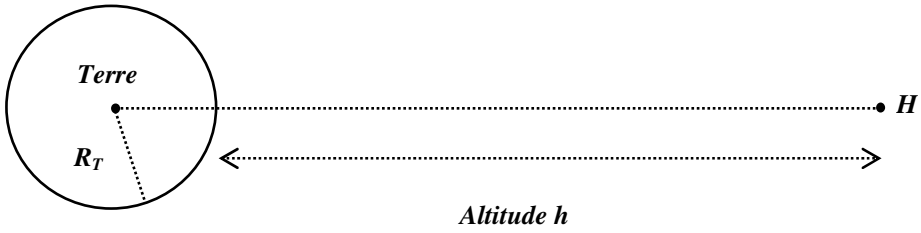
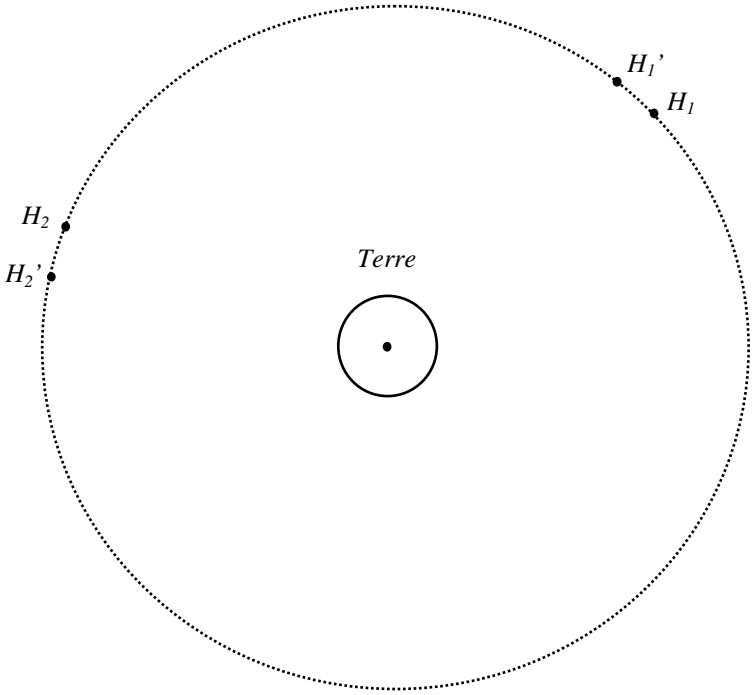


Figure 2 :



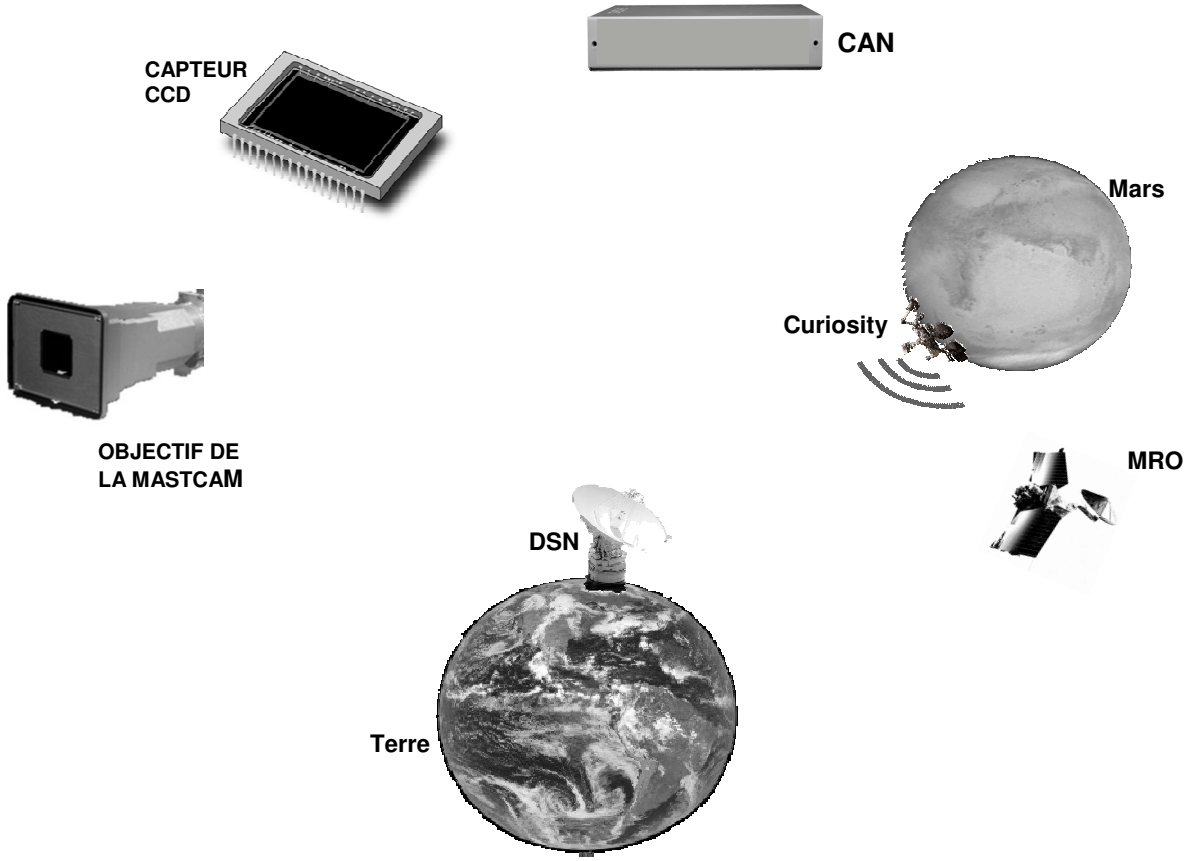
Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 13 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer

ANNEXE 2, À RENDRE AVEC LA COPIE

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**

SCHEMA B



Le corrigé détaillé est sur galilee.ac
Page 14 / 14
Sujet officiel du baccalauréat · Ministère de l'Éducation nationale
Voir le corrigé scanner ou cliquer