Exercice 1 : (8,5 points)

1. **(0,5 point)** La lumière émise par le Soleil est une lumière blanche / polychromatique, car elle est composée de tous les rayonnements monochromatiques visibles par l'Homme.
2. **(0,5 point)** D'après le document 2, l'eau est un milieu dispersif, car son indice de réfraction dépend de la longueur d'onde dans le vide du rayonnement qui le traverse. L'eau permet donc la dispersion de la lumière ce qui peut produire un arc-en-ciel.
3.
   a) **(0,5 point)** Lorsque le rayon arrive au point A, il se produit une réfraction et une réflexion.
   b) **(0,5 point)** Une partie du rayon repart dans le même milieu (rayon réfléchi),et l'autre poursuit son trajet dans l'eau tout en étant dévié (rayon réfracté).
   c) **(0,5 point)** Ces 2 phénomènes se produisent, car la lumière passe d'un 1^er milieu (l'air) à un milieu d'indice de réfraction différent (l'eau).
   d) **(1 point -0,25 par erreur)** Voir en classe
   e) **(0,5 point)** Par estimation graphique : n_r = 1,330
   f) **(1 point)** Calculons l'angle de réfraction r_1. D'après la 2^e loi de Snell-Descartes pour la réfraction :

$n_{air} \times \sin i_1 = n_r \times \sin r_1$ avec i_1 et r_1 en °, n_{air} et n_r sans unité.

$\sin r_1 = \frac{n_{air} \times \sin i_1}{n_r}$; $r_1 = \arcsin(\frac{n_{air} \times \sin i_1}{n_r}) = \arcsin(\frac{1{,}000 \times \sin 63{,}0}{1{,}330}) = 42{,}1°$

4.
   a) **(0,5 point)** On suppose que la goutte a une forme de sphère, donc $AO = OB$. Le triangle AOB est par conséquent isocèle en O, ce qui implique que les angles de sa base sont égaux : $i_2 = r_1$.
   b) **(0,5 point)** Le rayon subit une réflexion en B. D'après la loi de Snell-Descartes pour la réflexion : $i_2' = i_2$. Ainsi $i_2' = i_2 = r_1$ = 42,1 °.
5. **(1 point)** D'après la 2^e loi de Snell-Descartes pour la réfraction appliquée au changement de milieu en C :

$n_{air} \times \sin r_3 = n_r \times \sin i_3$ avec i_3 et r_3 en °, n_{air} et n_r sans unité.

Or $i_3 = i_2' = i_2 = r_1$ donc $n_{air} \times \sin r_3 = n_r \times \sin r_1$ soit, d'après la question 3. f., $n_{air} \times \sin r_3 = n_{air} \times \sin i_1$ ce qui donne $r_3 = i_1 = 63{,}0°$.

Remarque : on pouvait également calculer la valeur de r_3 et vérifier qu'elle était égale à i_1.

6.
   a) **(0,5 point)** Calculons la valeur de α pour le rayonnement monochromatique rouge.

$\alpha = 4r_1 - 2i_1$ Tous les angles sont en °.

$\alpha = 4 \times 42{,}1 - 2 \times 63{,}0 = 42{,}4°$

   b) **(1 point)** Les angles de déviation ne sont pas égaux pour les 2 rayonnements monochromatiques issus d'un même rayon du Soleil, car la goutte est un milieu dispersif dont l'indice de réfraction varie avec la longueur d'onde du rayonnement monochromatique. Les rayons bleu et rouge repartiront donc de la goutte dans des directions différentes, et l'œil ne pourra les voir simultanément. L'œil peut en revanche voir le rayon bleu issu d'une autre goutte par exemple : c'est une explication sommaire de la formation d'un arc-en-ciel.

Exercice 2 : (3 points)

1.
   a) **(0,25 point)** Cette solution est préparée par dissolution.
   b) **(0,5 point)** Pour préparer cette solution en laboratoire, il faut une fiole jaugée de 250 mL et une coupelle de pesée (également appelé verre de montre) Remarque : (Seule la mention de la fiole jaugée est attendue).
   c) **(1 point)** Calculons la masse de sulfate de fer nécessaire à la préparation de cette solution.

$C_{m0} = \frac{m_{soluté}}{V}$ C_{m0} en g.L^{-1}, $m_{soluté}$ en g et V en L

$$C_{m0} \times V = \frac{m_{soluté}}{\cancel{V}} \times \cancel{V}$$

$$m_{soluté} = C_{m0} \times V =$$

$$m_{soluté} = 4{,}50 \times 0{,}250$$

$$m_{soluté} = 1{,}13 g$$

2. **(1 point)** Calculons le volume V_0 de solution à prélever :

$$F = \frac{V_1}{V_0}$$

$V_0 = \frac{V_1}{F}$ F sans unité, V_1 et V_0 en L

$$V_0 = \frac{500}{20}$$

$$V_0 = 25{,}0 mL$$

3. **(0,25 point)** La solution mère S_0 doit être prélevée à l'aide d'une pipette jaugée.

Exercice 3 : (8,5 points)

1.
   a) **(0,25 point)** Le diamètre d'un atome est de l'ordre de 10^{-10} m.
   b) **(0,25 point)** Le diamètre de son noyau est de l'ordre de 10^{-15} m.
2. **(0,5 point)** $\frac{D_{atome}}{D_{noyau}} \approx \frac{10^{-10}}{10^{-15}} \approx 10^5$. Le diamètre du noyau est **négligeable** devant celui de l'atome. L'espace à l'extérieur du noyau n'est occupé que par quelques électrons. Ainsi l'atome est donc essentiellement constitué de vide : il a une **structure lacunaire**.
3. **(1 point)** D'après l'écriture conventionnelle de l'atome de carbone 12 : A = 12 et Z = 6.

Cet atome possède donc 6 protons. Par ailleurs, un atome est électriquement neutre, donc il possède autant d'électrons chargés négativement que de protons chargés positivement. Cet atome possède ainsi 6 électrons.
Calculons le nombre N de neutrons :

$N = A - Z$ Toutes les grandeurs sont sans unité ; $N = 12 - 6 = 6$

4. **(0,5 point)** La configuration électronique de l'atome de carbone 12 dans son état fondamental est $1s^2 2s^2 2p^2$
5. **(0,5 point)** Sa couche de valence est la numéro 2, il appartient donc à la 2e période. Il possède par ailleurs 4 électrons de valence (électrons de la dernière couche) et se trouve alors dans la 14e colonne.
6. **(1 point)** Calculons la charge électrique du noyau de cet atome :

$Q_{noyau} = Z \times e$ Q_{noyau} et e en C, Z sans unité.

$Q_{noyau} = 6 \times 1{,}60 \times 10^{-19} = 9{,}60 \times 10^{-19}\text{C}$

7. **(1 point)** Calculons la masse de l'atome de carbone 12 :

$m_{atome} \approx m_{noyau}$ car la masse des électrons est négligeable devant la masse des nucléons.

$m_{atome} \approx A \times m_n = 12 \times 1{,}67 \times 10^{-27} = 2{,}00 \times 10^{-26}\text{kg}$

8.
   a) **(0,5 point)** Les atomes de carbone 12 et de carbone 14 ne possèdent pas le même nombre de nucléons. Leurs masses sont donc différentes.
   b) **(0,5 point)** Ces atomes correspondent tous les 2 à l'élément carbone, et possèdent donc le même numéro atomique. Ils ont alors le même nombre de protons (6) et le même nombre d'électrons (6). Leur configuration électronique à l'état fondamental est identique.
9. On estime graphiquement :
   a) **(0,25 point)** $\Delta p = p_{max} - p_{min}$ Δp, p_{max} et p_{min} en ppmv

$\Delta p_1 = 280 - 225 = 55\text{ppmv}$

   b) **(0,25 point)** $\Delta p_2 = 420 - 270 = 150\text{ppmv}$

10. **(0,5 point)** Comparons à l'aide d'un rapport :

$\frac{\Delta p_2}{\Delta p_1} = \frac{150}{55} = 2{,}7$ La variation de CO_2 de 1 500 à nos jours est 2,7 fois plus importante que cette même variation entre - 13 000 av. J. C. et 1 500, alors même que Δp_1 est estimée sur une période bien plus longue que Δp_2.
La combustion d'énergies fossiles entraîne une augmentation nette et soudaine de la proportion de CO_2 dans l'atmosphère (bonus + 0.25)

11. **(1 point+0,5 de bonus)** Calculons la concentration en masse de dioxyde de carbone dans l'atmosphère.

$c_m = \frac{m_{soluté}}{V_{total}} = \frac{\rho_{CO2} \times V_{CO2}}{V_{total}} = \frac{\rho_{CO2} \times p_{CO2}}{10^6}$ c_m en kg.m^{-3} , ρ_{CO2} en kg.m^{-3}, et p_{CO2} en ppmv ; $c_m = \frac{1{,}87 \times 420}{10^6} = 7{,}9 \times 10^{-4}\text{kg.m}^{-3}$

12. **(0,5 point)** Calculons la masse de dioxyde de carbone dans l'air d'une classe.

$c_m = \frac{m_{CO2}}{V_{total}}$ soit $m_{CO2} = c_m \times V_{total}$ avec c_m en kg.m^{-3} , V_{CO2} en m^3, et m_{CO2} en kg.

$m_{CO2} = 7{,}9 \times 10^{-4} \times 125 = 9{,}9 \times 10^{-2}\text{kg} = 99\text{g}$