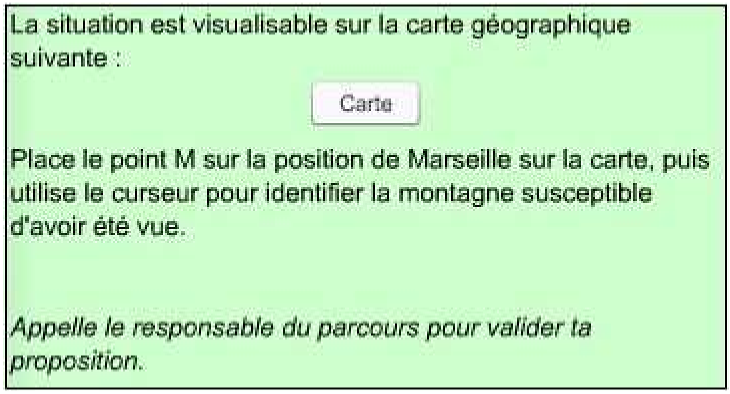
Singularité sur l'horizon

Ce livre est le cœur de l'intrigue.

Au cours de leur lecture, les élèves sont invités à interagir ou à répondre à des questions. Ces actions sont clairement identifiées dans un cadre vert :



Le *survol* des permet de faire apparaître quelques éclaircissements sur le texte.

Pour la quasi-totalité des questions de ce livre, une réponse ***écrite et rédigée*** est attendue. Certaines questions sont difficiles. Les élèves pourront, en cas de besoin, trouver une aide et des indices disséminés dans le deuxième livre.

Éléments de réponses

Chapitre I

Q1.

La carte se révèle être un fichier Géogébra.
Il s'agit dans un premier temps de positionner le point M sur Marseille dont le centre n'est repéré que par un point.
L'utilisation, par la suite, du curseur permet de visualiser la direction de l'azimut.
Le candidat le plus probant est **le mont Canigou**.

Chapitre II

Q2.

Le rayon de la Terre choisit tout au long du travail est **6 370 km**.
Cette valeur est précisée dans le chapitre I. du L2.
Par ailleurs, pour cette question, il est possible de s'aider du chapitre II du L2.
Par application du théorème de Pythagore :

$$d=\sqrt{(R+h)^2-R^2}=\sqrt{6370{,}0025^2-6370^2}\approx \underline{\mathbf{5{,}644\ km}}.$$

Q3.

La hauteur de Notre-Dame de la Garde est donnée p. 5 du L1 :
149 + 13 = 162 mètres. La distance visible de son sommet est donc :

$$\sqrt{6370{,}162^2-6370^2}\approx \underline{\mathbf{45{,}430\ km}}.$$

Celle correspondante à h = 2 784 m (la hauteur du mont Canigou) est :

$$\sqrt{6372{,}784^2-6370^2}\approx \underline{\mathbf{188{,}350\ km}}.$$

Q4.

Le premier lien (ou un des premiers liens) obtenu par la requête « commune proche mont Canigou » sur un moteur de recherche (google par exemple) permet d'apprendre que **Vernet-les-bains** (VB) et **Prades** (P) sont les communes les plus proches du mont Canigou.
Sur Mappy, le départ : Notre Dame de la Garde Marseille est corrigé par « Basilique Notre-Dame de la Garde, 13006, Marseille, Provence-Alpes- Côte d'Azur, France ».
Il ne faut pas oublier d'activer l'option de chemin le plus court.
On obtient les résultats suivants :

	Mappy	Viamichelin
ND – VB	363 km	363 km
ND – P	**352 km**	**350 km**

$\boxed{\textbf{Q5.}}$

La distance « à vol d'oiseau » est étudiée dans le chapitre IV du L2 concernant l'orthodromie (plus court chemin entre deux points sur une sphère) et la loxodromie (distance à cap constant entre deux points).
L'idée consiste à utiliser la feuille de calcul accessible p. 26 du L2, après avoir déterminé les coordonnées géographiques du mont Canigou (celles de Notre-Dame de la Garde sont données p. 11 du L1).
Les coordonnées géographiques du mont Canigou sont obtenues, par exemple, à l'aide de Wikipedia :
Latitude : 42,519 ; longitude : 2,457.
On obtient : Orthodromie ≈ **252,080 km** et Loxodromie ≈ **252,093 km**.

$\boxed{\textbf{Q6.}}$

D'après le **Q3.**, la somme des distances visibles de chaque sommet est : 45,430 + 188,350 = **233,780 km**.
Or, d'après le **Q5.**, la distance entre Notre Dame de la Garde et le mont Canigou est **252,093 km**.
Il ne devrait donc pas être possible, de voir le mont Canigou à partir de Notre-Dame de la Garde.

$\boxed{\textbf{Q7.}}$

Cette question est résolue chapitre I p. 9 du L2 : $\alpha \approx$ **2,2666 °**.
(pour une distance de 252,093 km, on obtient $\alpha \approx 2{,}2675°$)

$\boxed{\textbf{Q8.}}$

D'après le chapitre III p. 20 du L2 :
p = 6370 – 6369,882 = 0,118 km = **118 m**.

$\boxed{\textbf{Chapitre III}}$

$\boxed{\textbf{Q9.}}$

L'expérience de la pièce, par exemple (p. 30 du L2).

$\boxed{\textbf{Q10.}}$

L'indice d'un milieu transparent caractérise la vitesse de propagation de la lumière dans ce milieu. Il est définit par : n = c/v. (p. 34 du L2).

$\boxed{\textbf{Q11.}}$

L'air chaud se situe en haut.

$\boxed{\textbf{Q12.}}$

L'air froid se situe près de l'eau froide, et l'air plus chaud au dessus...

$\boxed{\textbf{Q13.}}$
Dans notre cas, l'indice de l'air augmente lorsque l'altitude augmente (car la température diminue).
Voir p. 38 du L2...

$\boxed{\textbf{Q14.}}$
Sur la feuille de calcul, la température décroit avec l'altitude, et cela correspond à notre cas concret...

$\boxed{\textbf{Q15.}}$
On obtient un rayon courbé vers le bas...

$\boxed{\textbf{Chapitre IV}}$

$\boxed{\textbf{Q16.}}$
Cette question est résolue chapitre I p. 18 du L2 : $\beta \approx$ **<u>0,3093 °</u>**.

$$\cos(\beta) = \frac{38220^2 + 31850^2 - 6372,784^2}{2 \times 38220 \times 31850}.$$

La distance visible de ce sommet est :

$$\overset{\frown}{MH'} = 2 \times \pi \times 6 \times 6370 \times \frac{\beta}{360} \approx \textbf{\underline{206,323 km}}.$$

$\boxed{\textbf{Q17.}}$
Dans ce cas, $\cos(\beta) = \dfrac{38220^2 + 31850^2 - 6370,162^2}{2 \times 38220 \times 31850}$, d'où : $\beta \approx$ **<u>0,0746 °</u>**.
La distance visible de Notre-Dame de la Garde est donc : **<u>49,763 km</u>**.

$\boxed{\textbf{Q18.}}$
La distance réellement visible entre ces deux sommets est donc :
$206,323 + 49,763 =$ **<u>256, 086 km</u>** > 252, 093 km.
L'énigme est donc résolue !

$\boxed{\textbf{Q19.}}$
Le rayon se courbe cette fois-ci vers le haut, et par conséquent, le phénomène n'est plus visible...

$\boxed{\textbf{Q20.}}$
L'adresse d'un site très complet est :
http://canigou.allauch.free.fr/index.html

Le livre des indices

Comme son nom l'indique, ce livre est un livre d'indices, de ressources. Il propose de venir en aide aux élèves, selon leur besoin et/ou leur niveau.
Il est conçu pour être totalement interactif même si l'intervention du responsable est évidemment fondamentale dans la dynamique du travail.

Des résultats numériques sont régulièrement demandés. Attention, il faut veiller à utiliser « . » à la place de « , » dans les écritures décimales.

Chaque chapitre est indépendant. L'élève s'y voit proposer des défis pour lesquels sont attribués des points ainsi qu'un certain nombre de tentatives de réponses.
En cas de validations de propositions erronées, les réponses peuvent être visualisées.
Des scores par exercice ainsi que des scores cumulés par chapitre sont également accessibles.

Le livre contient des liens externes, des vidéos, propose d'utiliser des applets ou des feuilles de calcul et permet l'étude approfondie d'éléments intervenant dans le livre principal.

Éléments de réponses

Chapitre I

p. 7

Pour cette question, il est possible de s'aider du début du chapitre II du L2.

Dans le triangle SAB rectangle en A, $\tan\theta = \dfrac{AB}{SA} = \dfrac{830}{150\ 000\ 000}$.

D'où $\theta \approx \underline{\mathbf{0{,}000\ 317°}}$.

p. 8

1. La formule a insérer en C3 est : C3 = (C2*B3/B2)/(2*PI()).
   On obtient R ≈ **6 605 km**.
2. L'erreur relative commise est : $e = \dfrac{6\ 605 - 6\ 370}{6\ 370} \approx \underline{\mathbf{3{,}7\ \%}}$.

   La qualité de l'approximation, pour l'époque, est bluffante !

p. 9

$\alpha = \dfrac{\overset{\frown}{AB}}{2\pi R} \times 360 = \dfrac{252}{2\pi \times 6370} \times 360 \approx \underline{\mathbf{2{,}2666°}}$.

Ce résultat est utilisé dans le chapitre II p. 17 du L1.

Chapitre II

p. 12

1. $AC = \sqrt{12^2 + 28{,}8^2} = \underline{\mathbf{31{,}2\ cm}}$.
2. $RT = \sqrt{28{,}9^2 - 13{,}6^2} = \underline{\mathbf{25{,}5\ cm}}$.
3. $HN = \sqrt{6370{,}162^2 - 6370^2} \approx \underline{\mathbf{45{,}4\ km}}$.

Ce dernier résultat est utilisé dans le chapitre II p. 14 du L1.

Chapitre III

p. 15

1. $BC = 15\sin(20) \approx \underline{\mathbf{5{,}1\ cm}}$.
2. $\cos\hat{A} = \dfrac{3}{10}$, donc $\hat{A} \approx \underline{\mathbf{73°}}$.
3. $AB = \dfrac{8}{\tan(25)} \approx \underline{\mathbf{17{,}2\ cm}}$.

$\boxed{\textbf{p. 16}}$

$R = \dfrac{h\cos\hat{O}}{1-\cos\hat{O}} \approx$ **<u>6 376 km</u>**.

$\boxed{\textbf{p. 18}}$

1. $BC = \sqrt{2^2+5^2-2\times2\times5\times\cos(70)} \approx$ **<u>4,7 cm</u>**.

2. $\cos(\hat{A}) = \dfrac{31850^2+38220^2-6372{,}784^2}{2\times31850\times38220}$, donc $\hat{A} \approx$ **<u>0,3093°</u>**.

$\boxed{\textbf{p. 19}}$

$BC = \dfrac{5\times\sin(20)}{\sin(30)} \approx$ **<u>3,4 cm</u>**.

$\boxed{\textbf{p. 20}}$

$CD = \sqrt{6372{,}784^2+6370{,}162^2-2\times6372{,}784\times6370{,}162\times\cos(2{,}2666)}$.

$S = \dfrac{1}{2}\times6372{,}784\times6370{,}162\times\sin(2{,}666)$.

$OH = \dfrac{2S}{CD} \approx$ **<u>6 369,882 km</u>**.

Ce dernier résultat est utilisé dans le chapitre II p. 17 du L1.

Chapitre IV

$\boxed{\textbf{p. 25}}$

Il faut être précis.
Trajet 1 : **<u>9 059 km</u>**.
Trajet 2 : **<u>19 134 km</u>**.
Trajet 3 : **<u>7 268 km</u>**.

$\boxed{\textbf{p. 26}}$

Attention, les données doivent être renseignées dans « l'ordre inverse » de celles de la p.25. Il faut donc rester vigilant et comprendre ce qu'est une latitude et ce qu'est une longitude.

	Orthodromie	Loxodromie
Trajet 1	9 044 km	10 065 km
Trajet 2	19 104 km	19 634 km
Trajet 3	7 249 km	10 308 km

p. 27

1. $\cos\left(\frac{d}{R}\times\frac{180}{\pi}\right)\approx$ **<u>0,1442</u>**.
2. $\frac{d}{R}\times\frac{180}{\pi}\approx 81{,}71$, d'où $d\approx$ **<u>9 084 km</u>**.
3. On vient de calculer la distance Paris - Los Angeles (trajet évoqué au début du chapitre).

Chapitre V

p. 33

Les réponses sont données dans le livre.

p. 34

1. $v=\frac{300\ 000}{2{,}42}\approx$ **<u>123 967 km/h</u>**.
2. Plus l'indice d'un matériau est important, plus la vitesse de la lumière dans ce matériau est faible

p. 35

1. Elle se rapproche de la normale.
2. Elle s'éloigne de la normale.
3. Elle n'est pas déviée.

p. 36

1. $22.1°$.
2. $41.7°$.
3. $0°$.

p. 37

Sur le premier graphique la bonne réponse est : celui du milieu.
Sur le deuxième graphique la bonne réponse est : celui de droite.

p. 38

C'est le dessin de gauche qui est juste, et donc la deuxième affirmation !