Correction des exercices sur la géométrie dans l'espace

Exercice 1 **a.** $C(0;1;0)$; $M(0;0;2)$; $N(1;1;0)$; $P(1;1;2)$

b. $\overrightarrow{CP}\begin{pmatrix} x_P - x_C \\ y_P - y_C \\ z_P - z_C \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}$. De même, $\overrightarrow{MP}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{MN}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}$.

c. $I\left(\frac{x_D+x_P}{2};\frac{y_D+y_P}{2};\frac{z_D+z_P}{2}\right)$ donc $I(0{,}5;0{,}5;1{,}5)$.

d. $MN = \sqrt{(x_N - x_M)^2 + (y_N - y_M)^2 + (z_N - z_M)^2} = \sqrt{1^2 + 1^2 + (-2)^2} = \sqrt{1+1+4} = \sqrt{6}$

Exercice 2 **a.** La droite (AB) passe par le point $A(5;1;-2)$ et est dirigée par le vecteur $\overrightarrow{AB}\begin{pmatrix} -4 \\ -1 \\ 3 \end{pmatrix}$,

donc $(AB) : \begin{cases} x = 5 - 4t \\ y = 1 - t \\ z = -2 + 3t \end{cases}, t \in \mathbb{R}$.

b. La représentation paramétrique nous dit que (d) est dirigée par le vecteur $\vec{u}\begin{pmatrix} -2 \\ 1 \\ -1 \end{pmatrix}$.

On peut prendre ensuite n'importe quel vecteur colinéaire à $\vec{u}$, par exemple $-3\vec{u}\begin{pmatrix} 6 \\ -3 \\ 3 \end{pmatrix}$.

c. Dans la représentation paramétrique de (d), on remplace x, y et z par les coordonnées de C, puis on résout les trois équations d'inconnue t.

$$\begin{cases} 3 = 1 - 2t \\ 4 = 3 + t \\ 1 = -t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 2 = -2t \\ 1 = t \\ 1 = -t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = -1 \\ t = 1 \\ t = -1 \end{cases}$$

On ne trouve pas la même valeur de t dans les trois équations, c'est une contradition.
Donc le point C n'appartient pas à la droite (d).

Exercice 3 **a.** Les points A, B et C définissent un plan si et seulement s'ils ne sont pas alignés.

On calcule les coordonnées, par exemple, des vecteurs $\overrightarrow{AB}\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{AC}\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ -4 \end{pmatrix}$

Ces vecteurs ne sont pas colinéaires, par exemple $3 \times \frac{2}{3} = 2$ mais $1 \times \frac{2}{3} \neq 1$.

Donc les points A, B et C ne sont pas alignés : ils définissent bien un plan.

b. On calcule les coordonnées de $\overrightarrow{DE}\begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix}$.

$\overrightarrow{DE}$ est combinaison linéaire de $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{AC}$ ssi il existe a et b réels tels que $\overrightarrow{DE} = a\overrightarrow{AB} + b\overrightarrow{AC}$, c'est-à-dire :

$$\begin{pmatrix} -3 \\ 2 \\ 0 \end{pmatrix} = a\begin{pmatrix} 3 \\ 1 \\ -2 \end{pmatrix} + b\begin{pmatrix} 2 \\ 1 \\ -4 \end{pmatrix} \Leftrightarrow \begin{cases} -3 = 3a + 2b \\ 2 = a + b \\ 0 = -2a - 4b \end{cases}$$

Le but est maintenant de trouver a et b, ou d'aboutir à une contradiction.
Dans la deuxième ligne, on peut facilement isoler a pour trouver $\boldsymbol{a = 2 - b}$.
On remplace alors a par $(2 - b)$ dans les autres lignes, afin de trouver b.

$$\begin{cases} -3 = 3(2-b) + 2b \\ a = 2 - b \\ 0 = -2(2-b) - 4b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -3 = 6 - 3b + 2b \\ a = 2 - b \\ 0 = 2b - 4 - 4b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -9 = -b \\ a = 2 - b \\ 4 = -2b \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} b = 9 \\ a = 2 - b \\ b = -2 \end{cases}$$

On a trouvé $b = 9$ dans la première ligne, mais la dernière ligne est une contradiction.

Donc il n'existe pas de a et b réels tels que $\overrightarrow{DE} = a\overrightarrow{AB} + b\overrightarrow{AC}$.

c. Cela signifie que le vecteur $\overrightarrow{DE}$ n'est pas un vecteur du plan (ABC). La droite (DE) est donc sécante au plan (ABC).

Exercice 4 **a.** (d) est dirigée par le vecteur $\vec{u}\begin{pmatrix}1\\1\\-2\end{pmatrix}$ et (d') est dirigée par le vecteur $\vec{v}\begin{pmatrix}2\\0\\-3\end{pmatrix}$.

Ces deux vecteurs ne sont pas colinéaires, donc (d) et (d') ne sont pas parallèles.

Soit M un éventuel point d'intersection. M appartiendrait alors aux deux droites en même temps, donc il existe t et k réels tels que : $\begin{cases} 1+t=9+2k \\ -3+t=-1 \\ 2-2t=-11-3k \end{cases}$

La deuxième ligne permet d'isoler t facilement, et même de trouver sa valeur : $\boldsymbol{t=2}$.

On cherche maintenant k, en remplaçant t par 2 dans les autres lignes.

$$\begin{cases} 1+2=9+2k \\ t=2 \\ 2-2\times 2=-11-3k \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 1+2=9+2k \\ t=2 \\ 2-2\times 2=-11-3k \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} -6=2k \\ t=2 \\ 9=-3k \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} k=-3 \\ t=2 \\ k=-3 \end{cases}$$

On trouve $\boldsymbol{k=-3}$ sans contradiction.

Les droites (d) et (d') sont donc sécantes en M, qui est le point de (d) de paramètre $t=2$, ou le point de (d') de paramètre $k=-3$.

On trouve, en utilisant (d) et $t=2$: $\begin{cases} x=1+2=3 \\ y=-3+2=-1 \\ z=2-2\times 2=-2 \end{cases}$ soit $M(3;-1;-2)$.

b. (d) est dirigée par le vecteur $\vec{u}\begin{pmatrix}-1\\3\\2\end{pmatrix}$ et (d') est dirigée par le vecteur $\vec{v}\begin{pmatrix}2\\-6\\-4\end{pmatrix}$.

Ces deux vecteurs sont colinéaires avec $\vec{v}=-2\vec{u}$. (d) et (d') sont donc parallèles.

Vérifitons si elles sont confondues : d'après sa représentation paramétrique, (d) passe par le point $A(0;-1;2)$.

On injecte ses coordonnées dans la représentation de (d') : $\begin{cases} 0=1+2t \\ -1=-6t \\ 2=5-4t \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t=-\frac{1}{2} \\ t=\frac{1}{6} \\ t=\frac{3}{4} \end{cases}$

On ne trouve pas la même valeur de t dans les trois équations, donc A n'appartient pas à (d').

(d) et (d') ne sont donc pas confondues, elles sont strictement parallèles.

Exercice 5

1. (DK) et (SD) sont confondues, (AS) et (IC) sont sécantes en A, et (LM) et (AD) sont parallèles par le théorème de la droite des milieux. Ainsi, il ne reste que (AC) et (SB) qui ne sont pas coplanaires. **Réponse c.**

2. On peut commencer par trouver les coordonnées de K, milieu de $[SD]$.

Or S a pour coordonnées $(0;0;1)$ et D a pour coordonnées $(0;-1;0)$.

Ainsi, K a pour coordonnées $(0;-\frac{1}{2};\frac{1}{2})$ De même, on trouve les coordonnées de L, milieu de $[SC]$: $(\frac{1}{2};0;\frac{1}{2})$

Il ne reste plus qu'à en déduire les coordonnées de N, milieu de $[KL]$: $(\frac{1}{4};-\frac{1}{4};\frac{1}{2})$. **Réponse b.**

3. On soustrait les coordonnées de $A(-1;0;0)$ à celles de $S(0;0;1)$: $\begin{pmatrix}0-(-1)\\0-0\\1-0\end{pmatrix}=\begin{pmatrix}1\\0\\1\end{pmatrix}$. **Réponse b.**

4. Au vu du vecteur $\overrightarrow{AS}$, le seul système qui peut convenir est celui de la **Réponse c.**

Pour retrouver la réponse : soit $M(x;y;z)$ un point de (AS), il existe alors t réel tel que $\overrightarrow{AM}=t\overrightarrow{AS}$, c'est-à-dire : $\begin{cases} x-(-1)=t\times 1 \\ y-0=t\times 0 \\ z-0=t\times 1 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x=t-1 \\ y=0 \\ z=t \end{cases}$, mais en remplaçant t par $t'=t-1$, on trouve bien $\begin{cases} x=t' \\ y=0 \\ z=1+t' \end{cases}$

Exercice 6

1. On a $\overrightarrow{AM}=\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{BM}=\overrightarrow{AB}+\overrightarrow{AC}$, donc M a pour coordonnées $(1;1;0)$

De même, N a pour coordonnées $(1;0;1)$ et P a pour coordonnées $(0;1;1)$.

2. $\overrightarrow{DM}$ a pour coordonnées $(1;1;-1)$ et passe par $D(0;0;1)$,

donc une représentation paramétrique de (DM) est : $\begin{cases}x=t\\y=t\\z=1-t\end{cases}$

De même, une représentation paramétrique de (CN) est : $\begin{cases}x=t\\y=1-t\\z=t\end{cases}$

et une représentation paramétrique de (BP) est : $\begin{cases}x=1-t\\y=t\\z=t\end{cases}$

3. Déterminons l'intersection de (DM) et (CN) : soient t et t' deux réels.

On a : $\begin{cases}t=t'\\t=1-t'\\1-t'=t\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}t=t'\\2t=1\end{cases}\Leftrightarrow t=t'=\frac{1}{2}$

Les droites se coupent donc au point de (DM) de paramètre $t=\frac{1}{2}$, donc de coordonnées $(\frac{1}{2};\frac{1}{2};\frac{1}{2})$

La droite (BP) passe également par ce point avec le paramètre $t=\frac{1}{2}$.

Donc (DM) , (CN) et (BP) sont concourantes en $(\frac{1}{2};\frac{1}{2};\frac{1}{2})$.

Exercice 7 *Il est vivement recommandé de faire un schéma.*

1. On a $A(0;0;0)$ et $D(0;1;0)$ donc $\overrightarrow{AD}(0;1;0)$

et une représentation paramétrique de la droite (AD) est, pour t réel : $\begin{cases}x=0\\y=t\\z=0\end{cases}$

M est le milieu de $[BC]$ avec $B(1;0;0)$ et $C(1;1;0)$, donc M a pour coordonnées $(1;\frac{1}{2};0)$

$\overrightarrow{CN}=\frac{2}{3}\overrightarrow{CD}$ avec $C(1;1;0)$ et $D(0;1;0)$, donc $\overrightarrow{CD}(-1;0;0)$ et N a pour coordonnées $(\frac{1}{3};1;0)$

Le vecteur $\overrightarrow{MN}$ a pour coordonnées $(-\frac{2}{3};\frac{1}{2};0)$ et une représentation de (MN) est, pour t réel : $\begin{cases}x=1-\frac{2}{3}t\\y=\frac{1}{2}+\frac{t}{2}\\z=0\end{cases}$

2. Soient t et t' réels, on résout le système : $\begin{cases}0=1-\frac{2}{3}t'\\t=\frac{1}{2}+\frac{t'}{2}\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}t'=\frac{3}{2}\\t=\frac{1}{2}+\frac{3}{4}=\frac{5}{4}\end{cases}$

Le point d'intersection est donc le point de (AD) de paramètre $\frac{5}{4}$, soit le point $L(0;\frac{5}{4};0)$

3. On a $E(0;0;1)$ et $H(0;1;1)$ donc $P(0;\frac{1}{4};1)$. Le vecteur $\overrightarrow{PL}$ a pour coordonnées $(0;1;-1)$

et une représentation paramétrique de la droite (PL) est, pour t réel : $\begin{cases}x=0\\y=\frac{1}{4}+t\\z=1-t\end{cases}$

4. La droite (DH) a pour vecteur directeur $\overrightarrow{DH}(0;0;1)$ donc pour représentation paramétrique $\begin{cases}x=0\\y=1\\z=t\end{cases}$

Soient t et t' réels, on résout le système : $\begin{cases}\frac{1}{4}+t=1\\1-t=t'\end{cases}\Leftrightarrow\begin{cases}t=\frac{3}{4}\\t'=\frac{1}{4}\end{cases}$

Le point K a donc pour coordonnées $(0;1;\frac{1}{4})$.

Exercice 8

1. (JK) et (AB) sont non coplanaires.

2a. J et K sont les milieux respectifs des segments $[SB]$ et $[SC]$, donc d'après le théorème de la droite des milieux, (JK) et (BC) sont parallèles.

2b. (JK) est parallèle à (BC), qui est une droite du plan (ABC). Donc (JK) est parallèle au plan (ABC).

3a. (IJ) et (AB) font partie du plan (SAB), elles sont donc coplanaires.

Elles ne sont pas parallèles, car J est le milieu de $[SB]$ mais I n'est pas le milieu de $[SA]$. Elles sont donc sécantes.

3b. (IJ), droite du plan (IJK), est sécante à (AB), droite du plan (ABC).

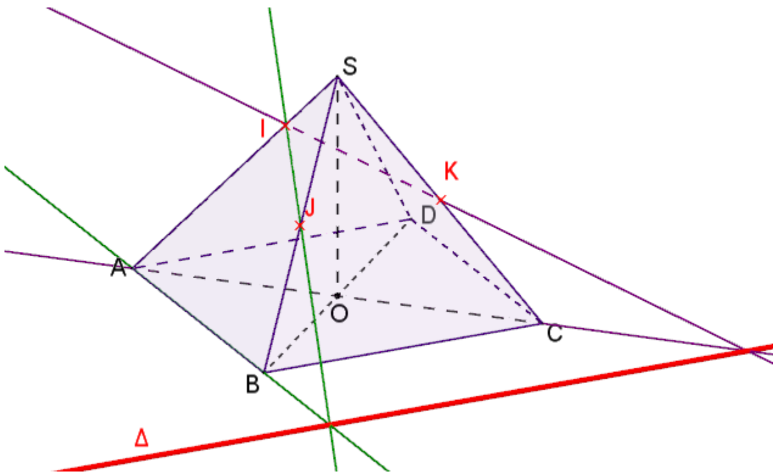
Donc (IJK) et (ABC) sont sécants.

4a. Il s'agit de placer deux points appartenant à (IJK) et (ABC).

On peut prolonger les droites (IJ) et (AB) et placer leur point d'intersection.

On peut faire de même avec (IK) et (AC), qui sont coplanaires et sécantes.

Enfin, on relie les deux points obtenus pour trouver Δ.



4b. Les droites (JK) et (BC) sont parallèles d'après **2a.**

Le plan (IJK) contenant (JK), est sécant au plan (ABC) contenant (BC).

Alors d'après le théorème du toit, la droite Δ, intersection de (IJK) et (ABC), est parallèle à (BC) et à (JK).

5. P est en fait le milieu de $[AS]$. Donc (PJ) est parallèle à (AB) et on sait que (JK) est parallèle à (BC).

De plus, (PJ) et (JK) sont deux droites sécantes en J du plan (PJK),

et (AB) et (BC) sont deux droites sécantes en B du plan (ABC).

Donc (PJK) et (ABC) sont parallèles.

Exercice 9

1. M_2 convient, avec $t = 5$. **Réponse a**.

2. Au vu des coefficients en t dans la représentation paramétrique, la bonne réponse est la **réponse C**.

3. La droite d a pour vecteur directeur $(-2; 2; 4)$, colinéaire au vecteur directeur de d'.

Les droites d et d' sont donc soit parallèles, soit confondues, et on peut montrer facilement avec la représentation paramétrique que A (ou B) appartient à d'. Elles sont donc confondues, **réponse d.**

Exercice 10

1. On a $F(1;0;1)$, $I(0;\frac{1}{2};\frac{1}{2})$ car c'est le centre de la face $ADHE$, et $J(1;1;\frac{2}{3})$ d'après sa définition.

2. La droite (d) a pour vecteur directeur $\overrightarrow{FJ}$, vecteur de coordonnées $(0;1;-\frac{1}{3})$. Elle passe par $I(0;\frac{1}{2};\frac{1}{2})$.

Soit $M(x;y;z)$ un point de (d), il existe alors t réel tel que $\overrightarrow{IM} = t\overrightarrow{FJ}$, c'est-à-dire :

$$\begin{cases} x - 0 = t \times 0 \\ y - \dfrac{1}{2} = t \times 1 \\ z - \dfrac{1}{2} = -t \times \dfrac{1}{3} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} x = 0 \\ y = t + \dfrac{1}{2} \\ z = \dfrac{1}{2} - \dfrac{t}{3} \end{cases}$$

3a. Soient $(x;y;z)$ les coordonnées du point K.
K appartient à la droite (AE), donc $x = y = 0$.
De plus, K appartient à la droite (d), ainsi il existe un t réel tel que : $y = t + \frac{1}{2}$, donc $t = -\frac{1}{2}$
On en déduit $z = \frac{1}{2} - \frac{t}{3} = \frac{2}{3}$, ainsi K est bien le point de coordonnées $(0;0;\frac{2}{3})$.
3b. Soient $(x;y;z)$ les coordonnées du point L.
L appartient à la droite (DH), donc $x = 0$ et $y = 1$.
De plus, L appartient à la droite (d), ainsi il existe un t réel tel que : $y = t + \frac{1}{2}$, donc $t = \frac{1}{2}$
On en déduit $z = \frac{1}{2} - \frac{t}{3} = \frac{1}{3}$, ainsi L a pour coordonnées $(0;1;\frac{1}{3})$.
4a. Le vecteur $\overrightarrow{FJ}$ a pour coordonnées $(0;1;-\frac{1}{3})$.

Calculons les coordonnées du vecteur $\overrightarrow{LK}\begin{pmatrix} 0-0 \\ 1-0 \\ \frac{1}{3}-\frac{2}{3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ -\frac{1}{3} \end{pmatrix}$

On a trouvé que $\overrightarrow{FJ} = \overrightarrow{LK}$, donc $FJLK$ est un parallélogramme.
4b. Si un parallélogramme a deux côtés consécutifs égaux, alors c'est un losange.

Démontrons par exemple, que $FJ = KF$. On a $FJ = \sqrt{0^2 + 1^2 + (-\frac{1}{3})^2} = \sqrt{\frac{10}{9}}$

Le vecteur $\overrightarrow{KF}$ a pour coordonnées : $\begin{pmatrix} 1-0 \\ 0-0 \\ 1-\frac{2}{3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ \frac{1}{3} \end{pmatrix}$ donc $KF = \sqrt{1^2 + 0^2 + (\frac{1}{3})^2} = \sqrt{\frac{10}{9}}$

Ainsi, $FJ = KF$ et $FJLK$ est bien un losange.
4c. On peut vérifier avec le théorème de Pythagore si, par exemple, le triangle FJK est rectangle en F.

Le vecteur $\overrightarrow{KJ}$ a pour coordonnées : $\begin{pmatrix} 1-0 \\ 1-0 \\ \frac{2}{3}-\frac{2}{3} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ donc $KJ = \sqrt{1^2 + 1^2 + 0^2} = \sqrt{2}$

Donc $KJ^2 = 2$ mais $FJ^2 + KF^2 = \frac{20}{9} \neq 2$, donc FJK n'est pas rectangle en F.
Ainsi, $FJLK$ n'est pas un losange.
5. On a $\overrightarrow{AJ} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} + \overrightarrow{CJ} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AD} + a\overrightarrow{CG} = \overrightarrow{AB} + \overrightarrow{AD} + a\overrightarrow{AE}$
donc J a pour coordonnées $(1;1;a)$
6. F a toujours pour coordonnées $(1;0;1)$, donc on a $\overrightarrow{FJ}\ (0;1;a-1)$.
D'après les indications de l'énoncé, on a $\overrightarrow{KL}\ (0;1;\frac{a}{2} - \left(1 - \frac{a}{2}\right)) = (0;1;a-1)$.
On a trouvé que $\overrightarrow{FJ} = \overrightarrow{LK}$, donc $FJLK$ est un parallélogramme.

Exercice 11 1. $B(0;0;0)$, c'est l'origine du repère. Ainsi, $A(1;0;0)$, $C(0;1;0)$ et $D(0;0;1)$.
I étant le milieu de $[BA]$, on a $I\left(\frac{1}{2};0;0\right)$. De même, $J\left(0;0;\frac{1}{2}\right)$. K étant le milieu de $[CJ]$, on a $K\left(0;\frac{1}{2};\frac{1}{4}\right)$.
Ensuite**,** $\overrightarrow{BG} = \overrightarrow{BA} + \overrightarrow{AG} = \overrightarrow{BA} + \frac{2}{3}\overrightarrow{AJ} = \overrightarrow{BA} + \frac{2}{3}\left(\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BJ}\right) = \overrightarrow{BA} + \frac{2}{3}\overrightarrow{AB} + \frac{2}{3} \times \frac{1}{2}\overrightarrow{BD} = \frac{1}{3}\overrightarrow{BA} + \frac{1}{3}\overrightarrow{BD}$.
On en déduit que $G\left(\frac{1}{3};0;\frac{1}{3}\right)$.
Plus simplement, $\overrightarrow{BH} = \frac{2}{3}\overrightarrow{BC}$ donc $H\left(0;\frac{2}{3};0\right)$.

2. a. On a $\overrightarrow{IK}\begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} \\ \frac{1}{4} \end{pmatrix}$, et $\overrightarrow{IG}\begin{pmatrix} -\frac{1}{6} \\ 0 \\ \frac{1}{3} \end{pmatrix}$ ainsi que $\overrightarrow{IH}\begin{pmatrix} -\frac{1}{2} \\ \frac{2}{3} \\ 0 \end{pmatrix}$.

Soient a et b deux réels qui conviennent, alors $\overrightarrow{IK} = a\overrightarrow{IG} + b\overrightarrow{IH}$ implique le système suivant :

$$\begin{cases} -\frac{1}{2} = -\frac{1}{6}a - \frac{1}{2}b \\ \frac{1}{2} = \frac{2}{3}b \\ \frac{1}{4} = \frac{1}{3}a \end{cases}$$

Les inconnues a et b étant déjà séparées dans la deuxième et la troisième ligne, on trouve $b = \frac{3}{4}$ et $a = \frac{3}{4}$
On vérifie bien, dans la première ligne, que $-\frac{1}{6}a - \frac{1}{2}b = -\frac{1}{6} \times \frac{3}{4} - \frac{1}{2} \times \frac{3}{4} = -\frac{3}{24} - \frac{3}{8} = -\frac{1}{8} - \frac{3}{8} = -\frac{4}{8} = -\frac{1}{2}$.
Donc il n'y a pas de contradiction, $a = \frac{3}{4}$ et $b = \frac{3}{4}$ conviennent.

2. b. Le vecteur $\overrightarrow{IK}$ est alors une combinaison linéaire des vecteurs $\overrightarrow{IG}$ et $\overrightarrow{IH}$.
On en déduit que $\overrightarrow{IK}$ est un vecteur du plan (IGH), autrement dir, les points G, H, I et K sont coplanaires.

3. a.

• On a le vecteur directeur $\overrightarrow{IG}\begin{pmatrix} -\frac{1}{6} \\ 0 \\ \frac{1}{3} \end{pmatrix}$, mais il est plus facile de multiplier ce vecteur par 6 pour trouver un autre vecteur directeur, sans les fractions : $\begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 2 \end{pmatrix}$. En utilisant ce vecteur directeur et le point I, on trouve (IG) : $\begin{cases} x = \frac{1}{2} - t \\ y = 0 \\ z = 2t \end{cases}, t \in \mathbb{R}$

• Les coordonnées de $\overrightarrow{HK}$ sont $\begin{pmatrix} 0 \\ -\frac{1}{6} \\ \frac{1}{4} \end{pmatrix}$. On multiplie ce vecteur directeur par 12 pour trouver $\begin{pmatrix} 0 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$.

En utilisant le point H, on a (HK) : $\begin{cases} x = 0 \\ y = \frac{1}{2} - 2t \\ z = 3t \end{cases}, t \in \mathbb{R}$

3. b. Les points G, H, I et K sont coplanaires, donc les droites (IG) et (HK) sont coplanaires : elles ne peuvent être que parallèles ou sécantes. Leurs vecteurs directeurs ne sont pas colinéaires, donc elles sont sécantes.