# Le produit scalaire

Le produit scalaire est une opération qui, à deux vecteurs, associe un nombre (un scalaire). Il sert à mesurer des angles et, surtout, à reconnaître quand deux directions sont perpendiculaires : deux vecteurs sont orthogonaux exactement lorsque leur produit scalaire est nul. On dispose de deux formules selon les données : l'une avec les coordonnées, l'autre avec les normes et l'angle. La difficulté est de choisir la bonne formule et de ne pas oublier que le résultat est un nombre, pas un vecteur.

**Prérequis :** Repérage, Trigonométrie. **Pour s'entraîner :** Exercices : produit scalaire.

**Définition 1 (Définition avec les coordonnées, 1re)**

Dans un repère orthonormé, si $\vec{u}\begin{pmatrix}x\\y\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}x'\\y'\end{pmatrix}$, alors le **produit scalaire** de $\vec{u}$ et $\vec{v}$ est le nombre

$$\boxed{\vec{u}\cdot\vec{v} = xx' + yy'}$$

**Exemple.** Avec $\vec{u}\begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}2\\5\end{pmatrix}$ : $\vec{u}\cdot\vec{v} = 3\times 2 + (-1)\times 5 = 6 - 5 = 1$. Le résultat est un nombre.

**Exercice 1** *Calculer avec les coordonnées, étape par étape (1re)* Le repère est orthonormé.

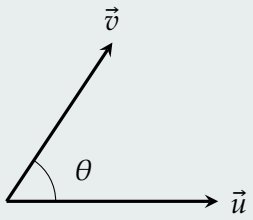
1. On donne $\vec{u}\begin{pmatrix}3\\5\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}-2\\4\end{pmatrix}$. Compléter : $\vec{u}\cdot\vec{v} = xx' + yy' = 3\times(\ldots) + \ldots\times\ldots = \ldots + \ldots = \ldots$
2. Calculer les produits scalaires suivants :
   a) $\vec{a}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}\cdot\vec{b}\begin{pmatrix}4\\-1\end{pmatrix}$ b) $\vec{c}\begin{pmatrix}-3\\2\end{pmatrix}\cdot\vec{d}\begin{pmatrix}2\\3\end{pmatrix}$
   c) $\vec{e}\begin{pmatrix}5\\0\end{pmatrix}\cdot\vec{f}\begin{pmatrix}0\\7\end{pmatrix}$ d) $\vec{g}\begin{pmatrix}2\\-3\end{pmatrix}\cdot\vec{g}\begin{pmatrix}2\\-3\end{pmatrix}$
3. On donne A(2 ; 1), B(5 ; 3) et $\vec{w}\begin{pmatrix}1\\-1\end{pmatrix}$. Calculer les coordonnées de $\overrightarrow{AB}$, puis $\overrightarrow{AB}\cdot\vec{w}$.

**Définition 2 (Définition avec les normes et l'angle, 1re)**

Si $\vec{u}$ et $\vec{v}$ sont non nuls et $\theta$ est l'angle qu'ils forment, alors

$$\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\theta).$$

La norme d'un vecteur $\vec{u}\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$ est $\|\vec{u}\| = \sqrt{x^2 + y^2}$.




**Exemple.** Si $\|\vec{u}\| = 4$, $\|\vec{v}\| = 3$ et $\theta = 60°$, alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = 4 \times 3 \times \cos(60°) = 12 \times \dfrac{1}{2} = 6$.

**Exercice 2** *Calculer avec les normes et l'angle (1re)*

1. Calculer $\vec{u} \cdot \vec{v}$ dans chaque cas :
   a) $\|\vec{u}\| = 5$, $\|\vec{v}\| = 2$ et $\theta = 60°$
   b) $\|\vec{u}\| = 3$, $\|\vec{v}\| = 4$ et $\theta = 90°$
   c) $\|\vec{u}\| = 2$, $\|\vec{v}\| = 6$ et $\theta = 120°$
   d) $\|\vec{u}\| = \sqrt{2}$, $\|\vec{v}\| = 3$ et $\theta = 45°$
2. Calculer la norme de chaque vecteur : $\vec{a}\begin{pmatrix} 3 \\ -4 \end{pmatrix}$, $\vec{b}\begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ et $\vec{c}\begin{pmatrix} -2 \\ 0 \end{pmatrix}$.

**Propriété 1 (Carré scalaire, 1re)**

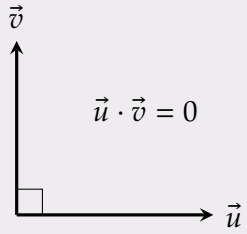
Le produit scalaire d'un vecteur par lui-même est le carré de sa norme : $\vec{u} \cdot \vec{u} = \|\vec{u}\|^2$. En effet, l'angle est nul et $\cos(0) = 1$.

**Exercice 3** *Norme et carré scalaire (1re)*

1. On donne $\vec{u}\begin{pmatrix} 4 \\ -3 \end{pmatrix}$. Calculer $\vec{u} \cdot \vec{u}$ de deux façons : avec les coordonnées, puis avec la norme.
2. Expliquer pourquoi $\vec{u} \cdot \vec{u} \geqslant 0$ pour tout vecteur $\vec{u}$, et dans quel cas $\vec{u} \cdot \vec{u} = 0$.
3. Un vecteur $\vec{w}$ vérifie $\vec{w} \cdot \vec{w} = 49$. Que vaut $\|\vec{w}\|$ ?

**Propriété 2 (Orthogonalité, 1re)**

Deux vecteurs non nuls sont **orthogonaux** (perpendiculaires) si et seulement si leur produit scalaire est nul : $\vec{u} \perp \vec{v} \iff \vec{u} \cdot \vec{v} = 0$. C'est l'outil de référence pour démontrer un angle droit.




**Méthode : calculer un produit scalaire ou un angle**

1. Si l'on connaît les coordonnées, utiliser $\vec{u} \cdot \vec{v} = xx' + yy'$.
2. Si l'on connaît les normes et l'angle, utiliser $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\theta)$.
3. Pour trouver un angle, calculer le produit scalaire et les normes, puis isoler $\cos(\theta) = \dfrac{\vec{u} \cdot \vec{v}}{\|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\|}$.

**Exemple.** Angle entre $\vec{u}\begin{pmatrix}2\\2\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}0\\3\end{pmatrix}$. On calcule $\vec{u} \cdot \vec{v} = 2\times 0 + 2\times 3 = 6$, $\|\vec{u}\| = \sqrt{2^2+2^2} = 2\sqrt{2}$ et $\|\vec{v}\| = 3$. Donc

$$\cos(\theta) = \frac{6}{2\sqrt{2}\times 3} = \frac{6}{6\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \qquad \text{d'où} \quad \theta = 45°.$$

**Exercice 4** *Orthogonalité (1re)* Le repère est orthonormé.

1. Les vecteurs $\vec{a}\begin{pmatrix}6\\-3\end{pmatrix}$ et $\vec{b}\begin{pmatrix}2\\4\end{pmatrix}$ sont-ils orthogonaux ?
2. Même question pour $\vec{c}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}$ et $\vec{d}\begin{pmatrix}4\\-2\end{pmatrix}$, puis pour $\vec{e}\begin{pmatrix}3\\1\end{pmatrix}$ et $\vec{f}\begin{pmatrix}1\\3\end{pmatrix}$.
3. Déterminer le réel $t$ pour que $\vec{u}\begin{pmatrix}2\\t\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix}$ soient orthogonaux.
4. Donner les coordonnées d'un vecteur non nul orthogonal à $\vec{n}\begin{pmatrix}5\\2\end{pmatrix}$, et vérifier.

**Exercice 5** *Calculer un angle (1re)* Le repère est orthonormé. Déterminer, au degré près, l'angle $\theta$ formé par les vecteurs $\vec{u}$ et $\vec{v}$.

1. $\vec{u}\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}1\\1\end{pmatrix}$. Compléter : $\vec{u}\cdot\vec{v} = \ldots$ ; $\|\vec{u}\| = \ldots$ ; $\|\vec{v}\| = \ldots$ ; $\cos(\theta) = \dfrac{\ldots}{\ldots \times \ldots} = \ldots$ ; donc $\theta = \ldots$
2. $\vec{u}\begin{pmatrix}3\\4\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}4\\3\end{pmatrix}$.
3. $\vec{u}\begin{pmatrix}1\\2\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}-2\\1\end{pmatrix}$.
4. $\vec{u}\begin{pmatrix}2\\1\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}-1\\3\end{pmatrix}$.

**Exercice 6** *Problème en contexte : nature d'un triangle (1re)* Dans un repère orthonormé, on donne A(1 ; 2), B(5 ; 3) et C(0 ; 6).

1. Calculer les coordonnées de $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{AC}$.
2. Calculer $\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC}$.
3. En déduire la nature du triangle ABC.
4. Calculer les longueurs AB et AC. Préciser la nature du triangle.
5. En déduire, sans calcul, la mesure de l'angle $\widehat{ABC}$, puis la retrouver à l'aide du produit scalaire $\overrightarrow{BA}\cdot\overrightarrow{BC}$.

### ⚠ Erreurs classiques à éviter

| Erreur | Exemple faux | Correction |
|---|---|---|
| Croire que $\vec{u}\cdot\vec{v}$ est un vecteur | « $\vec{u}\cdot\vec{v}$ a des coordonnées » | c'est un nombre (un scalaire) |
| Multiplier les coordonnées en croix | $\vec{u}\cdot\vec{v} = xy' + yx'$ | $\vec{u}\cdot\vec{v} = xx' + yy'$ |
| Oublier le cosinus | $\vec{u}\cdot\vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\|$ | $\times\cos(\theta)$ en plus |
| Mal interpréter $\vec{u}\cdot\vec{v} = 0$ | « un des vecteurs est nul » | les vecteurs sont orthogonaux |

**Exercice 7** *QCM ($1^{re}$)* Le repère est orthonormé. Pour chaque question, une seule réponse est correcte.

1. Le produit scalaire $\vec{u}\begin{pmatrix}2\\3\end{pmatrix} \cdot \vec{v}\begin{pmatrix}1\\-4\end{pmatrix}$ vaut :

   **A.** 14 **B.** $-10$ **C.** $\begin{pmatrix}2\\-12\end{pmatrix}$ **D.** 10

2. Si $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$ avec $\vec{u}$ et $\vec{v}$ non nuls, alors :

   **A.** $\vec{u} = \vec{v}$ **B.** $\vec{u}$ et $\vec{v}$ sont colinéaires
   **C.** l'un des deux vecteurs est nul **D.** $\vec{u}$ et $\vec{v}$ sont orthogonaux

3. Si $\|\vec{u}\| = 2$, $\|\vec{v}\| = 3$ et si l'angle entre $\vec{u}$ et $\vec{v}$ mesure 60°, alors $\vec{u} \cdot \vec{v}$ vaut :

   **A.** 3 **B.** 6 **C.** 5 **D.** $3\sqrt{3}$

4. La norme du vecteur $\vec{u}\begin{pmatrix}6\\-8\end{pmatrix}$ vaut :

   **A.** $-2$ **B.** 14 **C.** 10 **D.** 100

**Exercice 8** *Vrai ou faux ?* Le repère est orthonormé. Pour chaque affirmation, dire si elle est vraie ou fausse et justifier :

**A.** Le produit scalaire de deux vecteurs est un vecteur.

**B.** Pour tous vecteurs $\vec{u}$ et $\vec{v}$, $\vec{u} \cdot \vec{v} = \vec{v} \cdot \vec{u}$.

**C.** Si $\vec{u} \cdot \vec{v} > 0$, alors l'angle entre $\vec{u}$ et $\vec{v}$ est aigu.

**D.** $\vec{u} \cdot \vec{u} = \|\vec{u}\|$.

**E.** Deux vecteurs orthogonaux ont un produit scalaire nul.

**F.** Si $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$, alors $\vec{u} = \vec{0}$ ou $\vec{v} = \vec{0}$.

**G.** La norme du vecteur $\vec{u}\begin{pmatrix}1\\1\end{pmatrix}$ vaut 2.

**H.** $\vec{u}\begin{pmatrix}3\\0\end{pmatrix} \cdot \vec{v}\begin{pmatrix}0\\5\end{pmatrix} = 0$.

*Tu bloques sur un exercice ? Consulte la fiche **Que faire quand je bloque ?***
*Tu veux retenir durablement ces méthodes ? Consulte la fiche **Mémorisation et sciences cognitives**.*
*Tu fais souvent les mêmes erreurs ? Remplis ton **Carnet d'erreurs**.*

# Solutions des exercices

### Corrigé de l'exercice 1.

1. $\vec{u} \cdot \vec{v} = xx' + yy' = 3 \times (-2) + 5 \times 4 = -6 + 20 = 14$.
2. 
   a) $\vec{a} \cdot \vec{b} = 1 \times 4 + 2 \times (-1) = 4 - 2 = 2$.
   b) $\vec{c} \cdot \vec{d} = (-3) \times 2 + 2 \times 3 = -6 + 6 = 0$.
   c) $\vec{e} \cdot \vec{f} = 5 \times 0 + 0 \times 7 = 0$.
   d) $\vec{g} \cdot \vec{g} = 2 \times 2 + (-3) \times (-3) = 4 + 9 = 13$. Le produit scalaire d'un vecteur par lui-même est toujours positif : c'est le carré de sa norme.
3. $\overrightarrow{AB}$ a pour coordonnées $\begin{pmatrix} 5-2 \\ 3-1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 3 \\ 2 \end{pmatrix}$, donc $\overrightarrow{AB} \cdot \vec{w} = 3 \times 1 + 2 \times (-1) = 3 - 2 = 1$.

### Corrigé de l'exercice 2.

1. 
   a) $\vec{u} \cdot \vec{v} = 5 \times 2 \times \cos(60°) = 10 \times \dfrac{1}{2} = 5$.
   b) $\vec{u} \cdot \vec{v} = 3 \times 4 \times \cos(90°) = 12 \times 0 = 0$ : des vecteurs perpendiculaires ont un produit scalaire nul.
   c) $\vec{u} \cdot \vec{v} = 2 \times 6 \times \cos(120°) = 12 \times \left(-\dfrac{1}{2}\right) = -6$ : le produit scalaire est négatif lorsque l'angle est obtus.
   d) $\vec{u} \cdot \vec{v} = \sqrt{2} \times 3 \times \cos(45°) = 3\sqrt{2} \times \dfrac{\sqrt{2}}{2} = \dfrac{3 \times 2}{2} = 3$.
2. $\|\vec{a}\| = \sqrt{3^2 + (-4)^2} = \sqrt{9 + 16} = \sqrt{25} = 5$ ; $\|\vec{b}\| = \sqrt{1^2 + 1^2} = \sqrt{2}$ ; $\|\vec{c}\| = \sqrt{(-2)^2 + 0^2} = \sqrt{4} = 2$.

### Corrigé de l'exercice 3.

1. Avec les coordonnées : $\vec{u} \cdot \vec{u} = 4 \times 4 + (-3) \times (-3) = 16 + 9 = 25$. Avec la norme : $\|\vec{u}\| = \sqrt{16 + 9} = 5$, donc $\vec{u} \cdot \vec{u} = \|\vec{u}\|^2 = 25$. Les deux calculs concordent.
2. $\vec{u} \cdot \vec{u} = x^2 + y^2$ est une somme de deux carrés, donc toujours positive ou nulle. Elle est nulle seulement si $x = 0$ et $y = 0$, c'est-à-dire si $\vec{u}$ est le vecteur nul.
3. $\vec{w} \cdot \vec{w} = \|\vec{w}\|^2 = 49$, donc $\|\vec{w}\| = \sqrt{49} = 7$ (une norme est toujours positive).

### Corrigé de l'exercice 4.

1. $\vec{a} \cdot \vec{b} = 6 \times 2 + (-3) \times 4 = 12 - 12 = 0$. Le produit scalaire est nul, donc $\vec{a}$ et $\vec{b}$ sont orthogonaux.

2. $\vec{c}\cdot\vec{d} = 1\times 4 + 2\times(-2) = 4-4 = 0$ : orthogonaux. $\vec{e}\cdot\vec{f} = 3\times 1 + 1\times 3 = 6 \neq 0$ : non orthogonaux.
3. $\vec{u}\cdot\vec{v} = 2\times 3 + t\times(-1) = 6 - t$. Les vecteurs sont orthogonaux lorsque $6 - t = 0$, soit $t = 6$.
4. On échange les coordonnées et on change le signe de l'une d'elles : $\vec{m}\begin{pmatrix}-2\\5\end{pmatrix}$ convient.

   Vérification : $\vec{n}\cdot\vec{m} = 5\times(-2) + 2\times 5 = -10 + 10 = 0$. ✓ Le vecteur $\begin{pmatrix}2\\-5\end{pmatrix}$ convient aussi, ainsi que tous leurs multiples non nuls.

**Corrigé de l'exercice 5.**

1. $\vec{u}\cdot\vec{v} = 1\times 1 + 0\times 1 = 1$ ; $\|\vec{u}\| = 1$ ; $\|\vec{v}\| = \sqrt{1+1} = \sqrt{2}$ ; $\cos(\theta) = \dfrac{1}{1\times\sqrt{2}} = \dfrac{1}{\sqrt{2}} \approx 0{,}707$ ; donc $\theta = 45°$.
2. $\vec{u}\cdot\vec{v} = 3\times 4 + 4\times 3 = 24$ ; $\|\vec{u}\| = \sqrt{9+16} = 5$ et $\|\vec{v}\| = \sqrt{16+9} = 5$. Donc $\cos(\theta) = \dfrac{24}{5\times 5} = \dfrac{24}{25} = 0{,}96$, d'où $\theta \approx 16°$.
3. $\vec{u}\cdot\vec{v} = 1\times(-2) + 2\times 1 = 0$ : les vecteurs sont orthogonaux, donc $\theta = 90°$, sans calcul de normes.
4. $\vec{u}\cdot\vec{v} = 2\times(-1) + 1\times 3 = 1$ ; $\|\vec{u}\| = \sqrt{4+1} = \sqrt{5}$ et $\|\vec{v}\| = \sqrt{1+9} = \sqrt{10}$. Donc $\cos(\theta) = \dfrac{1}{\sqrt{5}\times\sqrt{10}} = \dfrac{1}{\sqrt{50}} \approx 0{,}141$, d'où $\theta \approx 82°$. Le produit scalaire est positif mais petit devant les normes : l'angle est aigu et proche de 90°.

**Corrigé de l'exercice 6.**

1. $\overrightarrow{AB}$ a pour coordonnées $\begin{pmatrix}5-1\\3-2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}4\\1\end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{AC}$ a pour coordonnées $\begin{pmatrix}0-1\\6-2\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-1\\4\end{pmatrix}$.
2. $\overrightarrow{AB}\cdot\overrightarrow{AC} = 4\times(-1) + 1\times 4 = -4 + 4 = 0$.
3. Le produit scalaire est nul, donc $\overrightarrow{AB}$ et $\overrightarrow{AC}$ sont orthogonaux : le triangle ABC est **rectangle en** A.
4. $AB = \sqrt{4^2+1^2} = \sqrt{17}$ et $AC = \sqrt{(-1)^2+4^2} = \sqrt{17}$. Les deux côtés de l'angle droit ont la même longueur : le triangle est **rectangle et isocèle en** A.
5. Dans un triangle rectangle isocèle, les deux angles aigus sont égaux et leur somme vaut 90° : $\widehat{ABC} = 45°$. Vérification : $\overrightarrow{BA}\begin{pmatrix}-4\\-1\end{pmatrix}$ et $\overrightarrow{BC}\begin{pmatrix}-5\\3\end{pmatrix}$, donc $\overrightarrow{BA}\cdot\overrightarrow{BC} = 20 - 3 = 17$, $\|\overrightarrow{BA}\| = \sqrt{17}$ et $\|\overrightarrow{BC}\| = \sqrt{25+9} = \sqrt{34}$. Ainsi

$$\cos\left(\widehat{ABC}\right) = \frac{17}{\sqrt{17}\times\sqrt{34}} = \frac{17}{\sqrt{578}} = \frac{17}{17\sqrt{2}} = \frac{1}{\sqrt{2}}, \qquad \text{d'où} \quad \widehat{ABC} = 45°.\checkmark$$

**Corrigé de l'exercice 7.**

1. **Réponse B.** $\vec{u} \cdot \vec{v} = 2 \times 1 + 3 \times (-4) = 2 - 12 = -10$.
   - A (14) : le signe de $-4$ a été oublié $(2 + 12)$.
   - C : les coordonnées ont été multipliées deux à deux sans être additionnées ; un produit scalaire est un nombre, pas un vecteur.
   - D (10) : erreur de signe dans la somme, $12 - 2$ au lieu de $2 - 12$.
2. **Réponse D.** Pour deux vecteurs non nuls, $\vec{u} \cdot \vec{v} = 0$ signifie $\cos(\theta) = 0$, c'est-à-dire $\theta = 90°$ : les vecteurs sont orthogonaux.
   - A : si $\vec{u} = \vec{v}$ (non nul), alors $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\|^2 > 0$.
   - B : des vecteurs colinéaires non nuls ont un produit scalaire égal à $\pm\|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\|$, jamais nul.
   - C : l'énoncé précise que les vecteurs sont non nuls ; un produit scalaire nul ne vient pas forcément d'un vecteur nul.
3. **Réponse A.** $\vec{u} \cdot \vec{v} = 2 \times 3 \times \cos(60°) = 6 \times \dfrac{1}{2} = 3$.
   - B (6) : le cosinus a été oublié.
   - C (5) : les normes ont été additionnées.
   - D $(3\sqrt{3})$ : le sinus a été utilisé à la place du cosinus $(6 \times \frac{\sqrt{3}}{2})$.
4. **Réponse C.** $\|\vec{u}\| = \sqrt{6^2 + (-8)^2} = \sqrt{36 + 64} = \sqrt{100} = 10$.
   - A $(-2)$ : les coordonnées ont été additionnées $(6 - 8)$ ; une norme est toujours positive.
   - B (14) : somme des valeurs absolues des coordonnées.
   - D (100) : la racine carrée a été oubliée, $100 = \|\vec{u}\|^2$.

**Corrigé de l'exercice 8.**

**A. Faux.** Le produit scalaire est un nombre réel (un scalaire), par exemple $xx' + yy'$. C'est ce qui le distingue de la somme de deux vecteurs, qui est un vecteur.

**B. Vrai.** $xx' + yy' = x'x + y'y$ : l'ordre des facteurs ne change pas le résultat.

**C. Vrai.** $\vec{u} \cdot \vec{v} = \|\vec{u}\| \times \|\vec{v}\| \times \cos(\theta)$ avec des normes positives : le produit scalaire a le signe de $\cos(\theta)$, positif exactement lorsque $\theta$ est aigu.

**D. Faux.** $\vec{u} \cdot \vec{u} = \|\vec{u}\|^2$, c'est le carré de la norme. Par exemple, pour $\vec{u}\begin{pmatrix}3\\4\end{pmatrix}$, $\vec{u} \cdot \vec{u} = 25$ alors que $\|\vec{u}\| = 5$.

**E. Vrai.** Pour deux vecteurs orthogonaux, $\cos(90°) = 0$, donc le produit scalaire est nul. (Le vecteur nul est orthogonal à tout vecteur, et son produit scalaire avec tout vecteur est nul aussi.)

**F.** **Faux.** Contre-exemple : $\vec{u}\begin{pmatrix}1\\0\end{pmatrix}$ et $\vec{v}\begin{pmatrix}0\\1\end{pmatrix}$ sont non nuls et $\vec{u}\cdot\vec{v}=0$. Un produit scalaire nul signifie que les vecteurs sont orthogonaux.

**G.** **Faux.** $\|\vec{u}\|=\sqrt{1^2+1^2}=\sqrt{2}\approx 1{,}41$. On additionne les carrés des coordonnées sous la racine, pas les coordonnées elles-mêmes.

**H.** **Vrai.** $3\times 0+0\times 5=0$. Les deux vecteurs sont portés par les axes du repère, qui sont perpendiculaires : ils sont orthogonaux.