

France métropolitaine 2016. Enseignement de spécialité

EXERCICE 3 (5 points) (candidats ayant suivi l'enseignement de spécialité)

Pour tout couple d'entiers relatifs non nuls (a, b) , on note $\text{pgcd}(a, b)$ le plus grand diviseur commun de a et b . Le plan est muni d'un repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

1) Exemple. Soit Δ_1 la droite d'équation $y = \frac{5}{4}x - \frac{2}{3}$.

- a) Montrer que si (x, y) est un couple d'entiers relatifs alors l'entier $15x - 12y$ est divisible par 3.
- b) Existe-il au moins un point de la droite Δ_1 dont les coordonnées sont deux entiers relatifs ? Justifier.

Généralisation

On considère désormais une droite Δ d'équation $(E) : y = \frac{m}{n}x - \frac{p}{q}$ où m, n, p et q sont des entiers relatifs non nuls tels que $\text{pgcd}(m, n) = \text{pgcd}(p, q) = 1$.

Ainsi, les coefficients de l'équation (E) sont des fractions irréductibles et on dit que Δ est une droite rationnelle.

Le but de l'exercice est de déterminer une condition nécessaire et suffisante sur m, n, p et q pour qu'une droite rationnelle Δ comporte au moins un point dont les coordonnées sont deux entiers relatifs.

2) On suppose ici que la droite Δ comporte un point de coordonnées (x_0, y_0) où x_0 et y_0 sont des entiers relatifs.

- a) En remarquant que le nombre $ny_0 - mx_0$ est un entier relatif, démontrer que q divise le produit np .
- b) En déduire que q divise n .

3) Réciproquement, on suppose que q divise n , et on souhaite trouver un couple (x_0, y_0) d'entiers relatifs tels que $y_0 = \frac{m}{n}x_0 - \frac{p}{q}$.

- a) On pose $n = qr$, où r est un entier relatif non nul. Démontrer qu'on peut trouver deux entiers relatifs u et v tels que $qr u - mv = 1$.

- b) En déduire qu'il existe un couple (x_0, y_0) d'entiers relatifs tels que $y_0 = \frac{m}{n}x_0 - \frac{p}{q}$.

4) Soit Δ la droite d'équation $y = \frac{3}{8}x - \frac{7}{4}$. Cette droite possède-t-elle un point dont les coordonnées sont des entiers relatifs ? Justifier.

5) On donne l'algorithme suivant :

Variables :	M, N, P, Q : entiers relatifs non nuls, tels que $\text{pgcd}(M, N) = \text{pgcd}(P, Q) = 1$ X : entier naturel
Entrées :	Saisir les valeurs de M, N, P, Q
Traitement et sorties :	<pre> Si Q divise N alors X prend la valeur 0 Tant que ((M/N)X - P/Q n'est pas entier) et (-(M/N)X - P/Q n'est pas entier) faire X prend la valeur X + 1 Fin tant que Si (M/N)X - P/Q est entier alors Afficher X, (M/N)X - P/Q Sinon Afficher -X, -(M/N)X - P/Q Fin Si Sinon Afficher « Pas de solution » Fin Si </pre>

- a) Justifier que cet algorithme se termine pour toute entrée de M, N, P, Q , entiers relatifs non nuls tels que $\text{pgcd}(M, N) = \text{pgcd}(P, Q) = 1$.
- b) Que permet-il d'obtenir ?