Mathématiques appliquée à l'informatique

Bertieaux Jordan

Août 2020

Enseignant : Mr Lerat Sébastien

Table de Matières

1 Mathématiques Théorie **3**
1.1 Matrices Théories 4
1.1.1 Les propriétés 4
1.1.2 Calcul du déterminants 2*2 5
1.1.3 Calcul du déterminants 4*4 ou n*n 5
1.2 Nombres Complexes 7

2 Mathématiques Exercices **8**
2.1 Exercice Matrices 9
2.1.1 Enoncés des exercices 9
2.1.2 Résolution des exercices 10

3 Exemple d'examen **14**
3.1 Q1 : Calcul du déterminant de la matrice 14
3.2 Q2 : Calcul nombre complex 17
3.3 Q3 : Transformer en forme conjonctive 20
3.4 Q4 : Théorie des ensembles naïfs 20
3.5 Q5 : Induction forte/faibles 21
3.6 Q6 : Nombre entiers 21
3.7 Q7 : Déterminer les complexités de l'algorithme suivant avec n la taille du tableau 22
3.8 Q8 : Ensemble Naturels 23

Chapitre 1

Mathématiques Théorie

1.1 Matrices Théories

1.1.1 Les propriétés

A) Linéarité

si on multiplie une matrice par λ, le déterminant est multiplié par λ^n et toutes les lignes et colonnes sont multiplié par $\lambda = det(A) * \lambda^n$

$det(A + B) \neq det(A) + det(B)$?

Exemple :

$A = \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & b \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} c & 0 \\ 0 & d \end{pmatrix}$

det(A)=ab et det(B)=cd

Conclusion :

$C = \begin{pmatrix} a+c & 0 \\ 0 & b+d \end{pmatrix}$

$det(C) = (a + c) * (b + d)$

$\lambda^n \neq$ linéaire
λ^n est exponentielle

B) Déterminant et transposée

Det(A) = det(A), les déterminants sont égaux, il y a juste la signature (le signe) qui est modifiée.

Démonstration :

$det(A) = \sum_{o\varepsilon s} \varepsilon(o^{-1}), ...$

$det(T_a) = \sum_{o\varepsilon s} \varepsilon(o^{1}), ...$

C) Déterminant et produit

les déterminants sont compatible avec le produit det(AB) = det(A) * det(B)

$\varphi_a(x_1, ..., x_n) = det(\varphi_c)(A * 1, ..., A * N))$

D) Déterminant et matrice inversible

Une matrice est inversible uniquement si le déterminant est différents de 0.

$det(A^{-1}) = \frac{1}{det(A)}$

1.1.2 Calcul du déterminants 2*2

Le calcul du déterminants d'une matrice 2*2 est le résultat d'une soustraction entre la multiplications croisée des 2 ensembles
Il faut utiliser la ligne avec le plus de 0.

$A = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$

det(A) = (1*3) - (2*4)

det(A) = (3-8)

det(A) = (-5)

S = -5

1.1.3 Calcul du déterminants 4*4 ou n*n

Le calcul du déterminants d'une matrice n*n est le résultat d'une série d'opération entre les sous matrices.

$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

Extraction des sous matrices

Matrices de signes

$\begin{pmatrix} + & - & + & - \\ - & + & - & + \\ + & - & + & - \\ - & + & - & + \end{pmatrix}$

Extraction des matrices 3*3

$1 * (+1 * \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} +3 * \begin{pmatrix} 0 & 1 & 1 \\ 3 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 3 \end{pmatrix} -4 * \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 \\ 3 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix})$

Extraction des matrices 2*2

$1 * (1 * (+1 * \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 3 \end{pmatrix} -2 * \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix} +1 * \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}) +3 * (-1 * \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} +1 * \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}) -4 * (-1 * \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$
$+2 * \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}))$

Calcul du déterminants des matrices 2*2

1*(
1*(
$+1 * ((0 * 3) - (1 * 2))$
$- 2 * ((0 * 3) - (1 * 1))$
$+ 1 * ((0 * 2) - (0 * 1))$
)
3*(
$-1((3 * 3) - (0 * 1))$
$+ 1((3 * 1) - (0 * 0))$
)
-4*(
$-1((3 * 2) - (0 * 0))$
$+ 2((3 * 1) - (0 * 0))$
)
)

Simplification de l'équation

$1 * ($
$1 * (+1 * (0 - 2) - 2 * (0 - 1) + 1 * (0 - 0))$
$3 * (-1(9 - 0) + 1(3 - 0))$
$- 4 * (-1(6 - 0) + 2(3 - 0))$
$)$

Mise en équations et résolution

$1 * ($
$1 * ((-2) - (-2))$
$3 * (-9 + 3)$
$- 4 * (-6 + 6)$
$)$

1*(3*(-9 + 3)) = -27+9 = -18

det(A) = -18

1.2 Nombres Complexes

SubSection Section

Chapitre 2

Mathématiques Exercices

2.1 Exercice Matrices

2.1.1 Enoncés des exercices

$$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix} \; B = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \\ 3 & 2 \\ 4 & 1 \end{pmatrix} \; C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

A) Calculer B*C

B) Calculer la trace de A

C) Calculer la transposée de B

D) Calculer 2,5*C

E) Calculer $B^t + C$

F) Calculer le déterminants de A

G) Exercices d'examens

H) Exercices supplémentaire (Déplacement 3D)

2.1.2 Résolution des exercices

A) Calculer B*C

$$B * C = \begin{pmatrix} 1*1+4*4 & 1*2+4*3 & 1*3+4*2 & 1*4+4*1 \\ 2*1+3*4 & 2*2+3*3 & 2*3+3*2 & 2*4+3*1 \\ 3*1+2*4 & 3*2+2*3 & 3*3+2*2 & 3*4+2*1 \\ 4*1+1*4 & 4*2+1*3 & 4*3+1*2 & 4*4+1*1 \end{pmatrix}$$

$$S = B * C = \begin{pmatrix} 17 & 14 & 11 & 8 \\ 14 & 13 & 12 & 10 \\ 11 & 12 & 13 & 15 \\ 8 & 11 & 14 & 17 \end{pmatrix}$$

B) Calculer la trace de A

La trace d'une matrices est la somme de chaque éléments de sa diagonale

$$A = \begin{pmatrix} \mathbf{0} & 1 & 2 & 3 \\ 1 & \mathbf{2} & 3 & 0 \\ 2 & 3 & \mathbf{0} & 1 \\ 3 & 0 & 1 & \mathbf{2} \end{pmatrix}$$

La trace de la matrice A = 0+2+0+2 = 4
S = 4

C) Calculer la transposée de la matrice B

La transposée de la matrice est d'intervertir les lignes/colonnes de la matrice originale.

$$B = \begin{pmatrix} 1 & 4 \\ 2 & 3 \\ 3 & 2 \\ 4 & 1 \end{pmatrix} \quad B^t = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Notes : B^t est égale à C

$$B^t = C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

S = B^t ou C

D) Calculer 2,5*C

$$2,5 * C = \begin{pmatrix} 1*2,5 & 2*2,5 & 3*2,5 & 4*2,5 \\ 4*2,5 & 3*2,5 & 2*2,5 & 1*2,5 \end{pmatrix}$$

$$S = 2,5 * C = \begin{pmatrix} 2,5 & 5 & 7,5 & 10 \\ 10 & 7,5 & 5 & 2,5 \end{pmatrix}$$

E) Calculer $B^t + C$

$B^t = C = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 4 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$

Notes : $B^t = C =$ C+C ou 2*C

$S = 2 * C = \begin{pmatrix} 1*2 & 2*2 & 3*2 & 4*2 \\ 4*2 & 3*2 & 2*2 & 1*2 \end{pmatrix}$

S = B^t +C = 2*C = C+C =

$\begin{pmatrix} 2 & 4 & 6 & 8 \\ 8 & 6 & 4 & 2 \end{pmatrix}$

F) Calcul du déterminant

$A = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 & 0 \\ 2 & 3 & 0 & 1 \\ 3 & 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$

Extraction des sous matrices

Matrices de signes

$\begin{pmatrix} + & + & - & + \\ - & - & + & - \\ + & + & - & + \\ - & + & + & - \end{pmatrix}$

Extraction des matrices

$-1 * (1 * \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ $-3 * \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 4 & 2 \end{pmatrix}$) -2*($1 * \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}$ $-2 * \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 4 & 2 \end{pmatrix}$) +3*($1 * \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ $-2 * \begin{pmatrix} 3 & 0 \\ 4 & 1 \end{pmatrix}$ $+3 * \begin{pmatrix} 3 & 3 \\ 4 & 0 \end{pmatrix}$)

$-1 * (1 * ((0 * 2) - (1 * 1)) - 3 * ((2 * 2) - (4 * 1))) - 2 * (1 * ((3 * 2) - (0 * 1)) - 2 * ((3 * 2) - (1 * 4)))3 * (1 * ((3 * 1) - (0 * 0)) - 2 * ((3 * 1) - (4 * 0))3 * ((3 * 0) - (3 * 4)))$

$-1 * (1 * ((0 * 2) - (1 * 1)) - 3 * ((2 * 2) - (4 * 1))) - 2 * (1 * ((3 * 2) - (0 * 1)) - 2 * ((3 * 2) - (1 * 4)))3 * (1 * ((3 * 1) - (0 * 0)) - 2 * ((3 * 1) - (4 * 0))3 * ((3 * 0) - (3 * 4)))$

$-1 * (1 * (-1) - 3 * (2)) - 2 * (1 * (6) - 2 * (2))3 * (1 * (3) - 2 * (3)3 * (-12))$

$-1 * (-1 - 6) - 2 * (6 - 4)3 * (3 - 6 - 12 - 36)$

$-1 * (-7) - 2 * (2)3 * (-39)$

$-7 - 4 - 117 = -128 - *(-1) = 128$

H) Déplacement 3D

R=10u
H=300l où L=40cm + hauteur du casier
P=$((\frac{3}{5}) * R < R)$
$\theta = 0$
Z= $R + (\frac{B}{100} * R) = R + (\frac{2}{100}) * R = 20cm$

Etape 0 : Coordonnées de la pince :

$$\begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{3}{5}R \\ 0 \\ 5l \end{pmatrix}$$

Etape 1 : Allongement de la pince :

$$\begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_0 \\ Y_0 \\ Z_0 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (\frac{3}{5}R + \frac{13}{110}) * R \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Etape 2 : Rétraction de la pince + marge :

$$\begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} (\frac{R}{2} + \frac{B}{100}) * R \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Etape 3 : Bras monté à 15l :

$$\begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 15l \end{pmatrix}$$

Etape 4 : Mouvement à 45°

$$\begin{pmatrix} X_4 \\ Y_4 \\ Z_4 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_3 \\ Y_3 \\ Z_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (cos(45) - sin(45) & 0 \\ sin(45) - cos(45) & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Etape 5 : Allongement

$$\begin{pmatrix} X_5 \\ Y_5 \\ Z_5 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_4 \\ Y_4 \\ Z_4 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (\frac{3}{5}R + \frac{13}{110}) * R \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Etape 6 : Rétraction + marge :

$$\begin{pmatrix} X_6 \\ Y_6 \\ Z_6 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_5 \\ Y_5 \\ Z_5 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (\frac{R}{2} + \frac{B}{100}) * R \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

Etape 7 : Rotation -45° :

$$\begin{pmatrix} X_7 \\ Y_7 \\ Z_7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_6 \\ Y_6 \\ Z_6 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} Cos(45) - sin(45) & 0 \\ +Sin(45)Cos(45) & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

Etape 8 : Retour à 0 :

$$\begin{pmatrix} X_8 \\ Y_8 \\ Z_8 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} X_7 \\ Y_7 \\ Z_7 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -15l \end{pmatrix}$$

Chapitre 3

Exemple d'examen

3.1 Q1 : Calcul du déterminant de la matrice

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 2^0 - 1 & 1 - 2^3 2^{-3} & 8 \\ 9 & 9,5 & -9,5 & b \\ 4 & 8 & 16 & 32 \end{pmatrix}$$

A) Simplification de la matrice

$2^0 - 1 = 1 - 1 = 0$

$1 - 2^3 2^{-3} = 1 - 2^{3-3} = 1 - 2^0 = 1 - 1 = 0$

$$\begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 & 7 \\ 0 & 0 & 0 & 8 \\ 9 & 9,5 & -9,5 & b \\ 4 & 8 & 16 & 32 \end{pmatrix}$$

B) Swap des zeros

$$8 * \begin{pmatrix} 1 & 5 & 6 \\ 9 & 9,5 & -9,5 \\ 4 & 8 & 16 \end{pmatrix}$$

C) Extraction des sous matrices

Matrices de signes

$$\begin{pmatrix} + & + & - \\ - & - & + \\ + & + & - \end{pmatrix}$$

Extraction des matrices

$$8 * (1 * \begin{pmatrix} 9,5 & -9.5 \\ 8 & 16 \end{pmatrix} -5 * \begin{pmatrix} 9,5 & -9.5 \\ 4 & 16 \end{pmatrix} +6 * \begin{pmatrix} 9 & 9.5 \\ 4 & 8 \end{pmatrix})$$

D) Calcul des déterminants 2*2

8*(

1*((9,5*16)-(8*-9,5))

-5*((9*16)-(4*-9,5))

+6*((9*8)-(4*9,5))

)

E) Simplification des calculs

8*(

1*(152 – (-76))

-5*(144 – (-38))

+6*(72 – 38)

)

F) Mise en équation et résolution

8*(228 -5*(182) + 6*(34))

8*(228 - 910 + 204)

8*(228 + 204 - 910)

8*(432 - 910)

8*(-478) = -3824

det(A) = -3824

3.2 Q2 : Calcul nombre complex

Que doit valoir a pour que l'argument soit 135° quand b=-5, c=4 et d=11

$\frac{a+bi}{c+di}$

A) Utilisation des Binomes conjugués

$\frac{c}{b+i} * \frac{b-i}{b-i}$

Notes : le binomes conjugués est toujours utilisé par le dénominateur.

$\frac{(a-5i)*(4-11i)}{4+11i*(4-11i)} = \frac{4a-11ai-20i+55i^2}{16-121i^2}$

B) Simplifications de la fraction

Notes : par définition i^2 = -1

$\frac{4a-11ai-20i+(55*(-1))}{16-(121*(-1))}$

$\frac{4a-11ai-20i+(-55)}{16-(-121)}$

$\frac{4a-11ai-20i-55}{16+121}$

$\frac{4a+(-11a-20)i-55}{137}$

$\frac{4a-55+(11a-20)i}{137}$

$\frac{4a-55}{137} + \frac{55+(11a-20)}{137} * i$

C) On calcule a par rapport à θ

Notes : Nous avons découvert la valeur de X et de Y :

$\theta = arctg\frac{Y}{X}$

$X = \frac{4a-55}{137}$

$Y = \frac{55+(11a-20)i}{137}$

Remplacement de X et Y

$\theta = arctg(\frac{\frac{55+(11a-20)i}{137}}{\frac{4a-55}{137}})$

Notes : Diviser une fraction par une fraction c'est égale à la muiltiplier par l'inverse

Ex : $\frac{\frac{a}{b}}{\frac{c}{d}} = \frac{a}{b} * \frac{d}{c}$

$\theta = arctg((\frac{55+(11a-20)}{137}) * (\frac{137}{4a-55}))$

$tg(\theta) = (\frac{55+(11a-20)}{137}) * (\frac{137}{4a-55})$

$tg(\theta) = (\frac{55+(11a-20)*137}{137*4a-55})$

$tg(135) = (\frac{55+(11a-20)*137}{137*4a-55})$

$-1 = (\frac{-2685+1507a}{548a-55})$

D) Déterminer l'intervale définis

$-1 = (\frac{-2685+1507a}{548a-55})$, $a \neq \frac{55}{548}$

E) Simplifier l'équation

$(-1) * (548a - 55) = (548a - 55) * (\frac{-2685+1507a}{548a-55})$

$-(548a - 55) = -2685 + 1507a$

Notes : lorsqu'il y a un un - devant l'expression entre parenthèse, changer le signe de chaque terme de l'expression.

$-548a + 55 = -2685 + 1507a$

$-548a + 55 - 1507a = -2685 + 1507a - 1507a$

$-548a - 1507a + 55 - 55 = -2685 + 1507a - 55$

$-548a - 1507a = -2685 - 55$

$-2055a = -2740$

$-\frac{2055a}{2055} = -\frac{2740}{2055}$

$\frac{2055a}{2055} = \frac{2740}{2055}$

$a = \frac{4}{3}, a \neq \frac{55}{548}$

F) Vérifier si la solution est dans l'intervale définis

$a = \frac{4}{3}, a \neq \frac{55}{548}$

G) Solution

$S = \frac{4}{3}$

H) Restituer a=$\frac{4}{3}$

$\theta = arctg(\frac{Y}{X})$

$tg(\theta) = \frac{Y}{X}$

$tg(\theta) = \frac{Y}{X}$

$X = \frac{4a-55}{137}$
$X = -0,362$

$Y = \frac{55+(11a-20)i}{137}$
$Y = 0,362$

$tg(\theta) = -\frac{0,362}{0,362}$

$tg(\theta) = -1$

H) Démontrer que $tg(\theta)$ = -1

$tg(\theta) = -1$

$tg(135) = -1$

$135° - 180° = -45°$

$tg(-45) = -1$

I) Conclusion :

tg(-45) = -1 et - $\frac{0,362}{0,362}$ = -1

et a = $\frac{4}{3}$

S = $\frac{4}{3}$

3.3 Q3 : Transformer en forme conjonctive

(A ∧¬ B) V ($C \implies a$)

A) Simplifier l'implications

(A ∧¬ B) V (¬ A V (C ∧ A))

B) Utilisation du théorème De Morgan

$a + b = \neg a * \neg b$

¬ (A ∧¬ B) ∧ ¬ (¬ A V (C ∧ A))

S= NEG(A ET NEG(B))ETNEG(NEG(A)OU(C OU A))

3.4 Q4 : Théorie des ensembles naïfs

A) Soit A={pi,2,e} et B={-1, 5} Calculer $|A \times B|$

1) Calculer $A \times B$

A*B = { (pi,-1),(pi,5), (2,-1),(2,5), (e,-1),(e,5) }

2) Calculer la cardinalité de $|A \times B|$

$|A| = 3$ $|B| = 2$

$|A \times B| = |A| * |B| =$ 2*3 = 6

S = la cardinalité est le nombre de sous-ensembles (6)

B) Soit P | A U B | A ={3,4,5} B={1,2,3}

1) Union des 2 ensembles

P(A) = {{}, {3}, {4}, {5}, {3,4}, {4,5}, {3,5}, {3,4,5}}

2) Calcul de la cardinalité des ensembles

$|P| = 8$

3.5 Q5 : Induction forte/faibles

Notez que l'induction faible est égale à l'induction forte. Néanmoins il est plus naturel de démontrer les propriétés soit avec de l'induction simple,soit avec la forte comme réalisé durant le cours. Il vous est demandé de choisir entre les deux fonction de l'énoncé.

Soit n un nombre naturel, que faut-il pour démontrer que 10^{n-1} est un multiple de 9 ?

Veuillez choisir au moins une réponse : (Cochez ce qui est vrai)

- ☐ On peut utiliser l'induction faible ou forte
- ☐ Il faut au moins 3 cas de base
- ☐ il faut utiliser l'induction forte
- ☐ il faut au moins un unique cas de base
- ☐ il faut au moins 2 cas de base

3.6 Q6 : Nombre entiers

Soient a,b et m des nombre naturels. Est-ce que

(a+b) mod m = ((a mod m)+(b mod m)) mod m

a) Développement de l'égalité

(a+b) mod m = ((a+b) mod m) mod m
(8+10) mod 2 = ((8 mod 2)+(10 mod 2)) mod 2
(18) mod 2 = (0+0) mod 2
0 = (0) mod 2
0 = 0

Sélectionnez une réponse :

- ☐ Vrai
- ☐ Faux

3.7 Q7 : Déterminer les complexités de l'algorithme suivant avec n la taille du tableau

Listing 3.1 – Python algorithme

```
def Apply(array, value, start=None, res=0):

        if(start is None):
            start = len(array)-1

        if(start <0):
            return res

        if(array[start] == value):
            return Apply(array, value, start-1, res+1)

return Apply(array, value, start-1, res)
```

cochez ce qui est vrai concernant la complexités (au moins une réponse)

- ☐ a. $\theta(1)$
- ☐ b. $o(n^2)$
- ☐ c. $O(log(n))$
- ☐ d. $o(log(n))$
- ☐ e. $\theta(log(n))$
- ☐ f. $o(n)$
- ☐ g. $o(1)$
- ☐ h. $O(1)$
- ☐ i. $o(nlog(n))$
- ☐ j. $O(nlog(n))$
- ☐ k. $\theta(n)$
- ☐ l. $\theta(n^2)$
- ☐ m. $O(n^2)$
- ☐ n. $O(n)$
- ☐ o. $\theta(nlog(n))$

3.8 Q8 : Ensemble Naturels

Soit N est l'esemble des naturels sauf 0
R=(a,b), a $\in$ N, b $\in$ N et a est un multiple de b

cochez ce qui est vrai concernant R. (au moins une réponse)

- ☐ R est transitif
- ☐ Aucune réponse
- ☐ R est réflexif
- ☐ R est anti-symètrique
- ☐ R est symètrique