BTS SIO – 1

Chapitre VI

Calcul Matriciel – Généralités et calcul de base

Contenus

- Égalité de deux matrices.
- Matrice nulle, matrice identité.
- Calcul matriciel élémentaire :
    - addition ;
    - multiplication par un nombre réel ;
    - multiplication.

Capacités

- Effectuer des calculs matriciels à l'aide d'une calculatrice ou d'un logiciel, y compris le calcul d'une puissance d'une matrice.
- Représenter puis traiter une situation simple à l'aide d'une écriture matricielle.

Table des matières

I. Généralités

Une matrice A, à n lignes et p colonnes, est un tableau de la forme :

$$\begin{pmatrix} a_{1,1} & \cdots & a_{1,p} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n,1} & \cdots & a_{n,p} \end{pmatrix}$$

où $a_{i,j}$ désigne le nombre de la $i^{\text{ème}}$ ligne et $j^{\text{ème}}$ colonne. On peut noter plus simplement $A = (a_{i,j})$.

- Si n=p, on parle de matrice carrée d'ordre n.
- Si n=1, on parle de matrice ligne.
- Si p=1, on parle de matrice colonne.

Exemple :

On considère les matrices suivantes :

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 6 & 8 \\ 4 & 5 & 1 \\ 0 & 2 & 10 \end{pmatrix} \qquad B = \begin{pmatrix} 7 & 3 & 1 \end{pmatrix} \qquad C = \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix}$$

A est une matrice carrée d'ordre 3. Si on note A= $(a_{i,j})$, alors $a_{2,1} = 4, a_{1,2} = 6$.

B est une matrice ligne et C une matrice colonne.

Pour que 2 matrices $A = (a_{i,j})$ et $B = (b_{i,j})$ soient égales elles doivent être de même taille (même nombre de lignes et de colonnes) et avoir les mêmes éléments (i.e., pour tous i et j, $a_{i,j} = b_{i,j}$).

On appelle **matrice nulle** toute matrice dont les éléments sont **tous** nuls.

On appelle **matrice identité** d'ordre n, la matrice carrée d'ordre n, notée I_n et définie par :

$$I_n = \begin{pmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 \end{pmatrix}$$

Exemple :

$I_2 = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ et $I_3 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$.

II. Calcul matriciel élémentaire

II.1. Somme

Soient $A = (a_{i,j})$ et $B = (b_{i,j})$, deux matrices à n lignes et p colonnes. La somme des matrices A et B est la matrice $C = (c_{i,j})$, à n lignes et p colonnes telle que pour tous i et j, on ait : $c_{i,j} = a_{i,j} + b_{i,j}$.

On peut noter : $C = A + B$.

Exemple :

Si $A = \begin{pmatrix} 1 & -2 & 4 \\ 5 & 6 & -1 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 3 & 2 & -4 \\ -2 & 3 & 7 \end{pmatrix}$.

Alors $A + B = \begin{pmatrix} 1+3 & -2+2 & 4-4 \\ 5-2 & 6+3 & -1+7 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 4 & 0 & 0 \\ 3 & 9 & 6 \end{pmatrix}$.

Propriété :
Si A est une matrice et O une matrice nulle de même taille, alors : $A + O = O + A = A$ (on dit qu'une matrice nulle est élément neutre pour l'addition matricielle).
Pour toutes matrices A, B et C de même taille, on a :
$A + B = B + A$ (commutativité) et $A + (B + C) = (A + B) + C = A + B + C$ (associativité).

Exemple :

$$\begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0\\0\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}3\\-1\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}2 & 4\\1 & -3\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}-3 & 2\\3 & 7\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-3 & 2\\3 & 7\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}2 & 4\\1 & -3\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-1 & 6\\4 & 4\end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix}2 & 4\\1 & -3\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}-3 & 2\\3 & 7\end{pmatrix} + \begin{pmatrix}0 & -5\\8 & 1\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}-1 & 1\\12 & 5\end{pmatrix}$$

II.2. Produit

Le produit d'une matrice $A = (a_{i,j})$ à n lignes et p colonnes par un nombre réel k est la matrice $B = (b_{i,j})$ à deux matrices à n lignes et p colonnes telle que pour tous i et j on ait $b_{i,j} = k \times a_{i,j}$.
On note $B = kA$.
La matrice $-1A$ se note $-A$ et est appelée matrice opposée de A.

Exemple :
Si $A = \begin{pmatrix}1 & -2 & 4\\5 & 6 & -1\end{pmatrix}$ et $k = 2$,
alors $kA = 2A = \begin{pmatrix}2\times 1 & 2\times(-2) & 2\times 4\\2\times 5 & 2\times 6 & 2\times(-1)\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}2 & -4 & 8\\10 & 12 & -2\end{pmatrix}$.

Soient $A = (a_{i,j})$ une matrice à n lignes et p colonnes et $B = (b_{i,j})$, une matrice à p lignes et m colonnes. Le produit des matrices A et B est la matrice $C = (c_{i,j})$, à n lignes et m colonnes telle que pour tous i et j, on ait : $c_{i,j} = a_{i,1} \times b_{1,j} + a_{i,2} \times b_{2,j} \times \dots \times a_{i,p} \times b_{p,j}$.
On peut noter : $C = A \times B = AB$.

Attention !!!
Pour pouvoir effectuer le produit de 2 matrices, il faut que le nombre de colonnes de A soit égal au nombre de lignes de B.

Exemple :
$A = \begin{pmatrix}2 & 0\\5 & 3\\1 & 2\end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix}6 & 3\\2 & 4\end{pmatrix}$.

$$A \times B = \begin{pmatrix}2\times 6 + 0\times 2 & 2\times 3 + 0\times 4\\5\times 6 + 3\times 2 & 5\times 3 + 3\times 4\\1\times 6 + 2\times 2 & 1\times 3 + 2\times 4\end{pmatrix} = \begin{pmatrix}12 & 6\\36 & 27\\10 & 11\end{pmatrix}$$

$A = \begin{pmatrix}1 & -2\\4 & 3\end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix}3\\5\end{pmatrix}$, $A \times B =$

Propriétés :
Si A, B et C sont deux matrices et k un nombre réel, on a les propriétés suivantes :
$(A \times B) \times C = A \times (B \times C)$ que l'on peut noter $A \times B \times C$.
$A \times (B + C) = A \times B + A \times C$.
$A \times (kB) = kA \times B$.

Si A est une matrice carrée, on note $A^2, A^3, \ldots, A^n$ pour $n \geq 2$, les matrices définies par $A^2 = A \times A$, $A^3 = A \times A \times A = A^2 \times A$, …

Exemple :
Si $A = \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$ alors $A^2 = \begin{pmatrix} 8 & -5 \\ 5 & 3 \end{pmatrix}$ et $A^3 = A^2 \times A = \begin{pmatrix} 8 & -5 \\ 5 & 3 \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} 3 & -1 \\ 1 & 2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 19 & -18 \\ 18 & 1 \end{pmatrix}$.

II.3. Exercice d'application :
Une société informatique, ArthurInfo, possède deux magasins dont l'aménagement du parc informatique est le suivant :

- Magasin 1 : 12 PC, 5 tablettes, 10 mobiles.
- Magasin 2 : 17 PC, 6 tablettes, 14 mobiles.

On peut associer à cet équipement la matrice suivante :
$$\begin{pmatrix} 12 & 5 & 10 \\ 17 & 6 & 14 \end{pmatrix}$$
La société ArthurInfo souhaite améliorer son équipement de la façon suivante :

- Magasin 1 : +3 PC, +2 tablettes, +2 mobiles.
- Magasin 2 : +5 PC, +3 tablettes, +4 mobiles.

Ce nouvel équipement peut être associé à la matrice :
$$\begin{pmatrix} 3 & 2 & 2 \\ 5 & 3 & 4 \end{pmatrix}$$
1. Quelle opération matricielle faut-il effectuer pour déterminer le nouvel aménagement du parc informatique des 2 magasins ?
Effectuer cette opération.

2. Pour acheter le nouvel équipement, la société ArthurInfo a le choix entre 2 fournisseurs dont les prix sont donnés dans le tableau ci-dessous :

	Fournisseur 1	**Fournisseur 2**
PC	600,00€	550,00€
Tablette	180,00€	200,00€
Mobile	60,00€	50,00€

On peut associer ces prix à la matrice :
$$\begin{pmatrix} 600 & 550 \\ 180 & 200 \\ 60 & 50 \end{pmatrix}$$
Quelle opération matricielle faut-il effecteur pour déterminer le prix de l'aménagement du nouvel équipement selon le magasin et le fournisseur ?
Effectuer cette opération.

TD

Exercice 1 :

On considère les matrices $A = (a_{i,j})$ et $B = (b_{i,j})$, carrées d'ordre 3, définies par $a_{i,j} = i$ et $b_{i,j} = i - j$.

Écrire ces matrices sous formes de tableaux de nombres.

Exercice 2 :

On considère la matrices $A = (a_{i,j})$ à 3 lignes et 4 colonnes telle que $a_{i,j} = Max(i, j)$ et la matrice B à 2 lignes et 5 colonnes telle que $b_{i,j} = i \times j$.

Écrire ces matrices sous formes de tableaux de nombres.

Exercice 3 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ 5 & 10 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A + B$ et $A - B$.

b. Calculer $(A + B) + (A - B)$. Expliquer le résultat.

Exercice 4 :

On considère la matrice $A = \begin{pmatrix} 0{,}3 & 1 \\ 4 & -2 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A + A$, $3A$ et $-10A$.

b. Est-il possible de trouver un réel *k* tel que k$A = I_2$? (Justifier)

Exercice 5 :

Soit *A* la matrice définie par $A = \begin{pmatrix} 10 & 20 \\ 8 & 100 \end{pmatrix}$. Déterminer le plus petit entier naturel non nul n, tel que tous les éléments de $\frac{1}{n}A$ soient strictement inférieurs à 0,01.

Exercice 6 :

Soient $A = \begin{pmatrix} 7 & 0 & -1 \\ 4 & -2 & -2 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} -9 & 1 & 3 \\ 0 & -6 & -5 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $2A - B$ et $3A - 4B$.

b. Déterminer les deux matrices *C* et *D* telles que $C + D = A$ et $C - D = B$.

Exercice 7 :

Un groupe pharmaceutique produit 3 types de médicaments M1, M2 et M3 dans chacun de ses 2 laboratoires L1 et L2. On associe la matrice A suivante à la production mensuelle (en millier) de ces médicaments dans chaque laboratoire.

$$A = \begin{pmatrix} 54 & 27 & 31 \\ 12 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

Par exemple, le groupe produit chaque mois 12 000 médicaments du type M1 dans le laboratoire M2.

a. Combien le laboratoire L1 produit-il de médicaments du type M3 par mois ?

b. On peut obtenir, à partir d'une matrice colonne B, le nombre total de médicaments produits par chaque laboratoire en effectuant le calcul $A \times B$. De quelle matrice colonne s'agit-il ?

Exercice 8 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A \times B$ et $A \times (2B)$.

b. Vérifier que $A \times (2B) = 2(A \times B)$.

Exercice 9 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 5 & 1 \\ 3 & -6 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 5 & -5 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A \times B$ et $A \times C$.

b. Peut-on calculer $B \times A$ et $C \times A$? (Justifier)

c. Calculer $B + C$ puis $A \times (B + C)$.

d. Calculer $A \times (B + C) - A \times B - A \times C$. Expliquer le résultat.

Exercice 10 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ -3 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 5 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Faire tous les produits possibles de deux matrices.

Exercice 11 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \\ -2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -6 & 0 & 9 \\ 4 & 3 & -4 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 1 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$.

Faire tous les produits possibles de deux matrices.

Exercice 12 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & -5 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$.

Calculer $A \times B$ et $B \times A$ et $A \times C \times B$.

Exercice 13 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -2 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$.

a. Calculer A^2 puis A^3.

b. Calculer B^2 puis B^3.

Exercice 14 :

Soit $B = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

a. Calculer B^2 puis B^3.

b. Montrer que $B^4 = 0$ (matrice nulle) puis que, pour tout $n \geq 3, B^n = 0$.

Exercice 15 :

Une usine fabrique 3 types de matériel électronique M1, M2 et M3 en assemblant des composants C1, C2 et C3 suivant la répartition du tableau ci-dessous :

	M1	**M2**	**M3**
Nombre de composants C1	2	7	3
Nombre de composants C2	0	2	6
Nombre de composants C3	3	5	2

Les masses unitaires des composants sont donnés par le tableau ci-dessous :

	C1	**C2**	**C3**
Masse unitaire en g	2	1	3
Prix unitaire en €	15	6	4

On note $A = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 3 \\ 0 & 2 & 6 \\ 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 15 & 6 & 4 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $B \times A$ et interpréter ce que représente les lignes de la matrice obtenue.

b. Le directeur de l'usine souhaite fabriquer en une journée 50 matériels M1, 70 matériels M2 et 60 matériels M3.

On pose $D = \begin{pmatrix} 50 \\ 70 \\ 60 \end{pmatrix}$.

Quelle opération matricielle permet d'obtenir le nombre de composants de chaque sorte permettant de réaliser les assemblages ? Effectuer l'opération puis donner la décomposition.

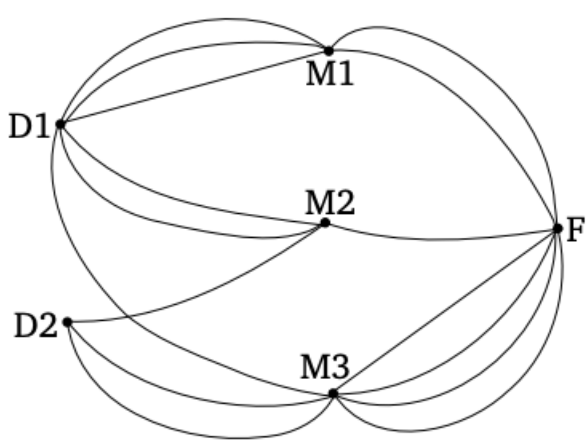
Exercice 16 :

On représente le nombre d'itinéraires reliant entre elles six grandes villes par le schéma ci-contre. De plus on reporte dans le tableau ci-dessous le nombre d'itinéraires des villes D1 et D2 vers les villes M1, M2 et M3 :

	M1	**M2**	**M3**
D1	3	2	1
D2	0	1	2

On associe ce tableau à la matrice $A = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 0 & 1 & 2 \end{pmatrix}$.

1. En mimant ce qui est fait pour la matrice A, donner la matrice B correspondant aux itinéraires reliant les villes M1, M2 et M3 à la ville F.



Le tableau aura cette forme :

	D1	D2
M1		
M2		
M3		

2. Compter le nombre d'itinéraires distincts reliant D1 à F. Expliquer comment obtenir ce nombre à partir des coefficients des matrices A et B.
3. Faire de même pour le nombre d'itinéraires reliant D2 à F.

Exercice 17 : (Vers l'an prochain…)

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$.

Calculer $A \times B$ et $B \times A$. Que remarquez-vous ?

Correction

Exercice 1 :

$A = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 0 & -1 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \\ 2 & 1 & 0 \end{pmatrix}$.

Exercice 2 :

$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 \\ 2 & 2 & 3 & 4 \\ 3 & 3 & 3 & 4 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 4 & 6 & 8 & 10 \end{pmatrix}$.

Exercice 3 :

Exercice 4 :

Exercice 5 :

$\frac{1}{n}A = \begin{pmatrix} \frac{10}{n} & \frac{20}{n} \\ \frac{8}{n} & \frac{100}{n} \end{pmatrix}$

Le plus grand terme est $\frac{100}{n}$.

On veut $\frac{100}{n} < 0{,}01 \iff 100 < 0{,}01n \iff \frac{100}{0{,}01} < n \iff 10\,000 < n$.

Exercice 6 :

Exercice 7 :

Un groupe pharmaceutique produit 3 types de médicaments M1, M2 et M3 dans chacun de ses 2 laboratoires L1 et L2. On associe la matrice A suivante à la production mensuelle (en millier) de ces médicaments dans chaque laboratoire.

$$A = \begin{pmatrix} 54 & 27 & 31 \\ 12 & 9 & 10 \end{pmatrix}$$

Par exemple, le groupe produit chaque mois 12 000 médicaments du type M1 dans le laboratoire M2.

a. Combien le laboratoire L1 produit-il de médicaments du type M3 par mois ?

b. On peut obtenir, à partir d'une matrice colonne B, le nombre total de médicaments produits par chaque laboratoire en effectuant le calcul $A \times B$. De quelle matrice colonne s'agit-il ?

Exercice 8 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 0 & 1 \\ 2 & 3 \\ 4 & 5 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A \times B$ et $A \times (2B)$.

b. Vérifier que $A \times (2B) = 2(A \times B)$.

Exercice 9 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 5 & 1 \\ 3 & -6 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 5 & -5 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ 1 & 1 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A \times B$ et $A \times C$.

b. Peut-on calculer $B \times A$ et $C \times A$? (Justifier)

c. Calculer $B + C$ puis $A \times (B + C)$.

d. Calculer $A \times (B + C) - A \times B - A \times C$. Expliquer le résultat.

Exercice 10 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 1 & 5 \\ -3 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} 4 \\ 1 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 5 & -2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$.

Faire tous les produits possibles de deux matrices.

Exercice 11 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 7 \\ 5 \\ -2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & -1 & 2 \\ -6 & 0 & 9 \\ 4 & 3 & -4 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 1 & -1 \\ 2 & 1 \\ 1 & 4 \end{pmatrix}$.

Faire tous les produits possibles de deux matrices.

Exercice 12 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -1 & 2 \\ 3 & -5 \end{pmatrix}$ et $C = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$.

Calculer $A \times B$ et $B \times A$ et $A \times C \times B$.

Exercice 13 :

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 5 & 2 \\ 1 & 2 \end{pmatrix}$, $B = \begin{pmatrix} -2 & 1 & 1 \\ 1 & -2 & 1 \\ 1 & 1 & -2 \end{pmatrix}$.

a. Calculer A^2 puis A^3.

b. Calculer B^2 puis B^3.

Exercice 14 :

Soit $B = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 5 \\ 0 & 0 & 6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$

a. Calculer B^2 puis B^3.

b. Montrer que $B^4 = 0$ (matrice nulle) puis que, pour tout $n \geq 3, B^n = 0$.

Exercice 15 :

Une usine fabrique 3 types de matériel électronique M1, M2 et M3 en assemblant des composants C1, C2 et C3 suivant la répartition du tableau ci-dessous :

	M1	**M2**	**M3**
Nombre de composants C1	2	7	3
Nombre de composants C2	0	2	6

Nombre de composants C3	3	5	2

Les masses unitaires des composants sont donnés par le tableau ci-dessous :

	C1	**C2**	**C3**
Masse unitaire en g	2	1	3
Prix unitaire en €	15	6	4

On note $A = \begin{pmatrix} 2 & 7 & 3 \\ 0 & 2 & 6 \\ 3 & 5 & 2 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 3 \\ 15 & 6 & 4 \end{pmatrix}$.

a. Calculer $A \times B$ et interpréter ce que représente les lignes de la matrice obtenue.

b. Le directeur de l'usine souhaite fabriquer en une journée 50 matériels M1, 70 matériels M2 et 60 matériels M3.

On pose $D = \begin{pmatrix} 50 \\ 70 \\ 60 \end{pmatrix}$.

Quelle opération matricielle permet d'obtenir le nombre de composants de chaque sorte permettant de réaliser les assemblages ? Effectuer l'opération puis donner la décomposition.

Exercice 16 : (Vers l'an prochain…)

On considère les matrices $A = \begin{pmatrix} 2 & 5 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$ et $B = \begin{pmatrix} 3 & -5 \\ -1 & 2 \end{pmatrix}$.

Calculer $A \times B$ et $B \times A$. Que remarquez-vous ?