

## Programme de colle semaine 19 - du 01/02 au 05/02

**Présentation et conseils.** On peut voir la présentation et des conseils pour les colles dans les programmes des premières semaines, 4 e 5.

[http://thierry.limoges.free.fr/PTSI\\_2021/Prog\\_colle\\_semaine\\_04.pdf](http://thierry.limoges.free.fr/PTSI_2021/Prog_colle_semaine_04.pdf)

**Rappel.** L'interrogation peut porter sur l'ensemble des chapitres étudiés depuis le début de l'année. Ceux apparaissant ci-dessous n'en sont que le sommet de la pile.

### Exemples de questions de cours.

- Résoudre une relation de suite récurrente linéaire d'ordre 2 sur un exemple.
- Définir une rotation plane de centre  $\Omega$  et d'angle  $\theta$  :  $r(M) = M'$ , où  $M'$  est défini par  $\Omega M' = \Omega M$  et  $(\overrightarrow{\Omega M}, \overrightarrow{\Omega M'}) = \theta$  pour  $M \neq \Omega$ . Illustrer par un dessin.

Traduction avec les nombres complexes :

donner et expliquer les conditions à vérifier sur  $f: \begin{cases} \mathbb{C} \longrightarrow \mathbb{C} \\ z \longmapsto z' \end{cases}$  pour que cette application soit

la rotation de centre  $\Omega$  et d'angle  $\theta$  :  $\forall z \in \mathbb{C}, |z' - \omega| = |z - \omega|$  et si  $z \neq \omega$ ,  $\text{Arg} \left( \frac{z' - \omega}{z - \omega} \right) = \theta$ .

On obtient  $z' - \omega = e^{i\theta}(z - \omega)$ .

- Définir une homothétie de centre  $\Omega$  et de rapport  $\lambda \in \mathbb{R}^*$  :  $h(M) = M'$ , où  $M'$  est défini par  $\overrightarrow{\Omega M'} = \lambda \overrightarrow{\Omega M}$ . Illustrer par un dessin.

Traduction avec les nombres complexes :

donner et expliquer les conditions à vérifier sur  $f: \begin{cases} \mathbb{C} \longrightarrow \mathbb{C} \\ z \longmapsto z' \end{cases}$  pour que cette application soit

l'homothétie de centre  $\Omega$  et de rapport  $\lambda$  :  $\forall z \in \mathbb{C}, z' - \omega = \lambda(z - \omega)$ .

- Définir une matrice échelonnée, une matrice échelonnée réduite. Illustrer par un schéma.
- Donner les opérations élémentaires sur les lignes à effectuer pour passer d'une matrice échelonnée dont les pivots  $a_{i,j_i}$  sont égaux à 1, pour  $1 \leq i \leq r$ , à une matrice échelonnée réduite. On notera  $n$  le nombre de lignes et  $p$  le nombre de colonnes.
- Énoncer la définition : formule des coefficients d'un produit de matrices. Calcul sur des exemples.

## Chapitre 14. Nombres complexes (2).

- 1) Racines  $n^{\text{es}}$  de l'unité.
- 2) Racines  $n^{\text{es}}$  de  $A \in \mathbb{C}$ .
- 3) Applications géométriques des nombres complexes

Traduction de l'alignement et de l'orthogonalité au moyen d'affixes.

Transformation  $z \longmapsto z + b$  ; interprétation en termes de translation.

Transformation  $z \longmapsto e^{i\theta} z$  ; rotation plane de centre O et d'angle  $\theta$ .

Transformation  $z \longmapsto \lambda z$  où  $\lambda \in \mathbb{R}^*$  ; homothétie de centre O et de rapport  $\lambda$ .

Transformation  $z \longmapsto \bar{z}$  ; interprétation en termes de symétrie axiale.

Exemples de rotations et d'homothéties dont le centre n'est pas O.

Méthode : changer O en  $\Omega$  d'affixe  $\omega$  et considérer le vecteur  $\overrightarrow{\Omega M}$  d'affixe  $z - \omega$ .

## Chapitre 15. Systèmes linéaires.

### 1) Vocabulaire

Cadre :  $\mathbb{K} = \mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ , appelés scalaires.  $n, p \in \mathbb{N}$ .

Équation linéaire à  $p$  inconnues. Système linéaire de  $n$  équations à  $p$  inconnues. Interprétations géométriques dans le plan et dans l'espace. Système homogène associé à un système linéaire. Matrice  $A$  d'un système linéaire ; matrice augmentée  $(A|B)$  où  $B$  est la colonne des seconds membres. Les matrices sont des tableaux rectangulaires de nombres appartenant à  $\mathbb{K}$ . Expression des solutions d'un système linéaire. Description des solutions au moyen d'une solution particulière et des solutions du système homogène associé.

### 2) Opérations élémentaires sur les lignes

Opérations élémentaires sur les lignes d'un système ou d'une matrice.

Transposition : échange de deux lignes, notée  $L_i \longleftrightarrow L_k$ .

Dilatation : multiplication d'une ligne par un scalaire non nul, notée  $L_i \longleftarrow \lambda L_i$  où  $\lambda \neq 0$ .

Transvection : ajout à une ligne le produit d'une autre ligne par un scalaire, notée  $L_i \longleftarrow L_i + \lambda L_k$  où  $\lambda \in \mathbb{K}$  et  $k \neq i$ .

Deux systèmes  $(S)$  et  $(S')$ , ou deux matrices  $A$  et  $A'$ , sont dits équivalents par lignes si on peut passer de l'un à l'autre par une suite finie d'opérations élémentaires sur les lignes. On note  $A \sim_L A'$ .

Deux systèmes  $(S)$  et  $(S')$  sont équivalents par lignes si et seulement si leur matrice augmentée associée sont équivalentes par lignes.

Autrement dit, si l'on passe d'un système  $(S)$  à un autre système  $(S')$  par une suite finie d'opérations élémentaires sur les lignes, la matrice augmentée de  $(S')$  s'obtient en effectuant la même suite d'opérations élémentaires sur la matrice augmentée de  $(S)$ .

Deux systèmes sont équivalents par lignes sont équivalents (d'un point de vue logique), ils ont alors le même ensemble de solutions.

### 3) Échelonnement.

Une matrice est dite échelonnée par lignes si elle vérifie les deux propriétés suivantes :

(i). Si une ligne est nulle, toutes les lignes suivantes le sont aussi ;

(ii). À partir de la deuxième ligne, chaque ligne non nulle commence par strictement plus de zéros que la ligne précédente.

Autrement dit, dans chaque ligne non nulle, le premier coefficient non nul à partir de la gauche est situé plus à droite que le premier coefficient non nul de la ligne précédente.

Pour une ligne non nulle  $L_i = (a_{i,1}, \dots, a_{i,p})$ , on note  $j_i = \min \{j \in \llbracket 1 ; p \rrbracket \mid a_{i,j} \neq 0\}$  l'indice du premier élément non nul.

La deuxième condition s'écrit  $j_1 < j_2 < \dots < j_r$ , où  $L_1, \dots, L_r$  sont les  $r$  premières lignes, celles non nulles, et on a  $r \leq \min(n; p)$ .

Schéma « en escalier » pour illustrer la notion de matrice échelonnée.

On appelle pivot le premier coefficient non nul de chaque ligne non nulle.

Rang d'une matrice échelonnée par lignes. On a  $r \leq \min(n; p)$ .

Inconnues principales (en nombre  $r$ ), inconnues secondaires ou paramètres (en nombre  $p - r$ ). Relations de compatibilité (en nombre  $n - r$ ). Système compatible. Système incompatible.

Une matrice échelonnée en lignes est dite échelonnée réduite par lignes si elle est nulle ou si tous ses pivots sont égaux à 1 et sont les seuls éléments non nuls de leur colonne.

### 4) Algorithme du pivot de Gauss-Jordan.

Théorème. Toute matrice est équivalente par lignes à une matrice échelonnée par lignes.

Toute matrice est équivalente par lignes à une unique matrice échelonnée réduite par lignes.

(unicité non prouvée).

Le rang d'un système linéaire est le nombre de pivots de la matrice réduite échelonnée par lignes de la matrice du système homogène associé.

5) Nombre de solutions

Trois cas particuliers :  $r = n$  ;  $r = p$  ;  $r = n = p$  (système de Cramer).

## Chapitre 16. Calcul matriciel.

1) Ensembles de matrices :  $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$  des matrices à  $n$  lignes et  $p$  colonnes à coefficients dans  $\mathbb{K}$ .

2) Opérations sur  $\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K})$  : combinaisons linéaires.

Propriétés signifiant que  $(\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K}); +)$  est un groupe abélien, que  $(\mathcal{M}_{n,p}(\mathbb{K}); +; \cdot)$  est un  $\mathbb{K}$ -espace vectoriel.

3) Produit de matrices

Définitions, exemples. Attention à la compatibilité des tailles.  $AB$  et  $BA$  n'ont pas la même taille en général. On peut avoir  $AB \neq BA$ . On peut avoir  $AB = 0$  avec  $A \neq 0$  et  $B \neq 0$ .

Si  $X$  est une matrice colonne,  $AX$  est une combinaison linéaire des colonnes de  $A$ . Écriture matricielle  $AX = B$  d'un système linéaire de matrice augmentée  $(A|B)$ .

La  $j^{\text{e}}$  colonne de  $AB$  est le produit de  $A$  par la  $j^{\text{e}}$  colonne de  $B$ .

La  $i^{\text{e}}$  ligne de  $AB$  est le produit de la  $i^{\text{e}}$  ligne de  $A$  par  $B$ .

Propriétés.  $A \times 0 = 0$  ;  $0 \times A = 0$  ; associativité et bilinéarité du produit.