

## Topologie des espaces vectoriels normés

*Ce chapitre prolonge les notions de limites de suites et de fonctions étudiées en première année, et introduit la topologie des espaces vectoriels normés. Son objectif est triple :*

- introduire, dans le cadre des espaces vectoriels normés, le vocabulaire de la topologie ;
- introduire la notion de compacité dans un espace vectoriel normé ;
- donner, à travers l'étude des espaces vectoriels normés de dimension finie, un cadre commode pour traiter diverses applications à l'analyse (fonctions vectorielles, équations différentielles linéaires, suites et séries de fonctions).

*Il convient de souligner le contenu géométrique des notions abordées, notamment à l'aide de nombreuses figures.*

*Les notions d'espace métrique et, a fortiori, d'espace topologique, sont hors programme.*

*Les notions de suite de Cauchy et d'espace de Banach sont hors programme.*

*Dans tout ce chapitre,  $\mathbb{K}$  désigne  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{C}$ .*

### CONTENUS

### CAPACITÉS & COMMENTAIRES

#### a) Normes et espaces vectoriels normés

Norme sur un espace vectoriel réel ou complexe. Structure d'espace vectoriel normé.	Vecteurs unitaires.
Distance associée à une norme.	Inégalité triangulaire.
Boules fermées, boules ouvertes, sphères. Convexité des boules.	
Parties, suites, fonctions bornées.	
Norme associée à un produit scalaire sur un espace préhilbertien réel.	
Normes $\ \cdot\ _1$ , $\ \cdot\ _2$ , $\ \cdot\ _\infty$ sur $\mathbb{K}^n$ .	
Norme de la convergence uniforme sur l'espace des fonctions bornées à valeurs dans $\mathbb{K}$ .	
Normes de la convergence en moyenne et de la convergence en moyenne quadratique sur l'espace des fonctions continues sur un segment à valeurs réelles ou complexes.	
Produit fini d'espaces vectoriels normés.	

#### b) Suites d'éléments d'un espace vectoriel normé

Suite convergente, divergente. Unicité de la limite.	
Caractère borné d'une suite convergente. Opérations algébriques sur les suites convergentes. Convergence d'une suite à valeurs dans un produit fini d'espaces vectoriels normés.	
Suites extraites, valeurs d'adhérence.	Une suite ayant au moins deux valeurs d'adhérence diverge.

#### c) Comparaison des normes

Normes équivalentes.	Invariance du caractère borné, de la convergence d'une suite. Utilisation des suites pour établir que deux normes ne sont pas équivalentes. La comparaison de normes définies sur des espaces fonctionnels fait partie des capacités attendues des étudiants.
----------------------	--

#### d) Topologie d'un espace normé

Ouvert d'un espace normé. Stabilité par réunion quelconque, par intersection d'une famille finie.	Une boule ouverte est un ouvert.
---	----------------------------------

Voisinage d'un point.

Fermé d'un espace normé. Stabilité par intersection quelconque, par réunion finie.

Point intérieur, point adhérent.

Intérieur, adhérence, frontière d'une partie.

Caractérisation séquentielle des points adhérents, des fermés.

Partie dense.

Invariance des notions topologiques par passage à une norme équivalente.

Si  $A$  est une partie d'un espace normé, ouvert et fermé relatifs de  $A$ . Voisinage relatif.

Une boule fermée, une sphère, sont fermées.

Caractérisation séquentielle des fermés de  $A$ .

**Pour cette colle :**

Trois étudiants pendant une heure