

# Fiche de révision DS1

Fiche de révision DS1 de maths

- [1. Rappel primitive et dérivé](#)
- [2. Identités trigonométrique:](#)
- [3. Rappel mathématique](#)
  - [IPP](#)
  - [Fréquence](#)
- [4. Espaces de Hilbert](#)
  - [Définitions](#)
  - [Propriétés](#)
- [5. Décomposition en Séries de Fourier](#)
  - [Définition](#)
  - [Coefficients de Fourier](#)
  - [Propriétés](#)
- [6. Convolution](#)
  - [Définition](#)
  - [Propriétés](#)
- [7. Distribution de Dirac](#)
  - [Définition](#)
  - [Propriétés](#)
- [8. Distribution de 2 variables](#)
  - [Définition](#)
  - [Gradient d'une fonction à 2 variables](#)
  - [Dérivée partielle selon x](#)
  - [Dérivée partielle selon y](#)
  - [Rotationnel en 2D](#)
  - [Théorème de Schwarz](#)
- [9. Matrice hessienne](#)
  - [Définition](#)
  - [Propriétés](#)
  - [Exemple:  \$f\(x,y\) = x^2 + xy + y^2\$](#)
  - [Calcul des dérivées partielles](#)
  - [Matrice hessienne](#)
  - [Analyse](#)

# 1. Rappel primitive et dérivé

Fonction $f(x)$	Dérivée $f'(x)$	Primitive $F(x)$
$x^n (n \neq -1)$	$nx^{n-1}$	$\frac{x^{n+1}}{n+1}$
$x^{-1}$	$-x^{-2}$	$\ln   x  $
$\ln(x)$	$\frac{1}{x}$	$x \ln(x) - x$
$e^x$	$e^x$	$e^x$
$a^x$	$a^x \ln(a)$	$\frac{a^x}{\ln(a)}$
$\sin(x)$	$\cos(x)$	$-\cos(x)$
$\sin(ax)$	$a \cos(x)$	$-\frac{1}{a} \cos(x)$
$\cos(x)$	$-\sin(x)$	$\sin(x)$
$\cos(ax)$	$-a \sin(x)$	$\frac{1}{a} \sin(x)$
$\tan(x)$	$1 + \tan^2(x) = \frac{1}{\cos^2(x)}$	

# 2. Identités trigonométrique:

$\cos(a + b) = \cos(a) \cos(b) - \sin(a) \sin(b)$
$\sin(a + b) = \sin(a) \cos(b) + \sin(b) \cos(a)$
$\cos(a - b) = \cos(a) \cos(b) + \sin(a) \sin(b)$
$\sin(a - b) = \sin(a) \cos(b) - \sin(b) \cos(a)$

# 3. Rappel mathématique

## IPP

$$\int u v' dx = uv - \int u' v dx$$

## Fréquence

$$\omega = 2\pi * F \text{ ou } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

$$F = \frac{1}{T}$$

## 4. Espaces de Hilbert

Un **espace de Hilbert** est un espace vectoriel normé complet muni d'un produit scalaire.

### Définitions

- **Produit scalaire :**

$$\langle u, v \rangle = \sum_{i=1}^n u_i \overline{v_i} \quad (\text{ou une intégrale si l'espace est infini-dimensionnel}).$$

- **Norme induite :**

$$\|u\| = \sqrt{\langle u, u \rangle}$$

### Propriétés

1. **Orthogonalité :** Deux vecteurs  $u$  et  $v$  sont orthogonaux si :

$$\langle u, v \rangle = 0$$

2. **Inégalité de Cauchy-Schwarz :**

$$|\langle u, v \rangle| \leq \|u\| \|v\|.$$

3. **Théorème de projection orthogonale :**

Si  $H$  est un sous-espace fermé, tout vecteur  $x$  se décompose en :

$$x = x_H + x_H^\perp, \quad x_H \in H, \quad x_H^\perp \in H^\perp.$$

## 5. Décomposition en Séries de Fourier

### Définition

Une fonction périodique  $f(x)$  de période  $2\pi$  peut être décomposée en une série de Fourier :

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} [a_n \cos(nx) + b_n \sin(nx)].$$

# Coefficients de Fourier

- $a_0$  : (tous le temps)

$$a_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx$$

- $a_n$  : (si paire)

$$a_n = \frac{1}{T} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos(nx) dx$$

- $b_n$  : (si impaire)

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin(nx) dx$$

## Propriétés

- **Convergence** : La série converge en moyenne quadratique dans  $L^2([-\pi, \pi])$ .  
(Pas vu en cours mais je le note la quand même au cas ou)
- **Parseval** :

$$\frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} |f(x)|^2 dx = \frac{a_0^2}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n^2 + b_n^2}{2}$$

## 6. Convolution

### Définition

La convolution de deux fonctions  $f$  et  $g$  est définie par :

$$(f * g)(t) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\tau)g(t - \tau) d\tau$$

### Propriétés

1. **Commutativité** :

$$f * g = g * f$$

2. **Associativité** :

$$f * (g * h) = (f * g) * h$$

### 3. Distributivité :

$$f * (g + h) = (f * g) + (f * h)$$

### 4. Lien avec la transformée de Fourier :

$$\mathcal{F}(f * g) = \mathcal{F}(f) \cdot \mathcal{F}(g)$$

## 7. Distribution de Dirac

### Définition

La distribution de Dirac  $\delta(x)$  est définie par :

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) f(x) dx = f(0)$$

pour toute fonction  $f$  continue au voisinage de 0.

### Propriétés

#### 1. Support ponctuel :

$$\delta(x) = 0 \quad \text{pour } x \neq 0$$

#### 2. Translation :

$$\delta(x - a) \quad \text{est centrée en } x = a$$

#### 3. Propriété de filtrage :

$$\int_{-\infty}^{\infty} \delta(x - a) f(x) dx = f(a)$$

#### 4. Lien avec la transformée de Fourier :

$$\mathcal{F}(\delta(x)) = 1$$

## 8. Distribution de 2 variables

### Définition

Une **distribution de deux variables** est une généralisation des fonctions classiques permettant de modéliser des phénomènes singuliers ou localisés, comme les impulsions ou les discontinuités. Elle agit sur des fonctions tests  $\phi(x, y)$  lisses et à support compact par une intégrale généralisée.

# Gradient d'une fonction à 2 variables

$$\nabla f(x, y) = \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial x} \\ \frac{\partial f}{\partial y} \end{bmatrix}$$

## Dérivée partielle selon x

$$\frac{\partial f}{\partial x} = \lim_{\Delta x \rightarrow 0} \frac{f(x + \Delta x, y) - f(x, y)}{\Delta x}$$

## Dérivée partielle selon y

$$\frac{\partial f}{\partial y} = \lim_{\Delta y \rightarrow 0} \frac{f(x, y + \Delta y) - f(x, y)}{\Delta y}$$

## Rotationnel en 2D

$$\nabla \times f = \frac{\partial f_y}{\partial x} - \frac{\partial f_x}{\partial y}$$

## Théorème de Schwarz

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x}, \quad \text{si } f_{xy} \text{ et } f_{yx} \text{ sont continues.}$$

# 9. Matrice hessienne

## Définition

La matrice hessienne d'une fonction  $f : R^n \rightarrow R$  est une matrice carrée composée des dérivées partielles secondes de  $f$ . Si  $f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$  est deux fois continûment différentiable, alors :

$$H_f(x) = \begin{bmatrix} \frac{\partial^2 f}{\partial x_1^2} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_1 \partial x_n} \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2^2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_2 \partial x_n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_1} & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n \partial x_2} & \cdots & \frac{\partial^2 f}{\partial x_n^2} \end{bmatrix}$$

# Propriétés

1. La matrice hessienne est **symétrique** si  $f$  est de classe  $C^2$

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x_i \partial x_j} = \frac{\partial^2 f}{\partial x_j \partial x_i}.$$

2. La hessienne permet de déterminer la **convexité** ou la **concavité** de  $f$  :

- Si  $H_f(x)$  (x) est définie positive ( $\forall v, v^T H_f(x) v > 0$ ) alors  $f$  est **strictement convexe**.
- Si  $H_f(x)$  (x) est définie négative ( $\forall v, v^T H_f(x) v < 0$ ) alors  $f$  est **strictement concave**.

**Exemple:  $f(x, y) = x^2 + xy + y^2$**

## Calcul des dérivées partielles

1. Les dérivées partielles premières :

$$\frac{\partial f}{\partial x} = 2x + y, \quad \frac{\partial f}{\partial y} = x + 2y.$$

2. Les dérivées partielles secondes :

$$\frac{\partial^2 f}{\partial x^2} = 2, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial y^2} = 2, \quad \frac{\partial^2 f}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 f}{\partial y \partial x} = 1$$

## Matrice hessienne

$$H_f(x, y) = \begin{bmatrix} 2 & 1 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

## Analyse

La matrice hessienne  $H_f(x, y)$  est définie positive (ses valeurs propres sont toutes positives). Cela signifie que la fonction  $f(x, y) = x^2 + xy + y^2$  est strictement convexe.