

# Liste des notations utilisées et ordres de grandeur

Dans le manuscrit, les vecteurs sont notés en caractères gras et la sommation sur les indices répétés est implicite. Sauf mention particulière, les valeurs sont données pour la photosphère du Soleil calme.

## Variables

$x, r$	Position	
$k, a$	Vecteur d'onde	
$\Omega_k$	Angle solide sur $k$	
$t$	Temps	Granulation solaire $t \simeq 10$ mn
$v$	Champ de vitesse	Granulation solaire $v \simeq 1 \text{ km s}^{-1}$
$B, b$	Champ magnétique	Réseau chromo. $B \simeq 100 \text{ G} \simeq 10^{-2} \text{ T}$
$j$	Densité de courant	
$T, \theta$	Température	À la surface solaire $T \simeq 5780 \text{ K}$
$P, p$	Pression	À la surface solaire $p \simeq 10^4 \text{ Pa}$
$\rho$	Densité	À la surface solaire $\rho \simeq 2 \cdot 10^{-4} \text{ kg m}^{-3}$
$e$ et $s$	Énergie interne et entropie	
$\omega$	Pulsation	Modes acoustiques du Soleil $P \simeq 5$ mn
$\Gamma, \tau$	Taux de croissance	
$\lambda$	Valeur propre	$\lambda = i\omega + \tau$

## Opérateurs, moyennes

$\nabla$ ou $\partial$	Gradient	
$\nabla \cdot$	Divergence	
$\nabla \times$	Rotationnel	
$\Delta$	Laplacien	
$\mathcal{P}$	Opérateur de projection	$\mathcal{P} \equiv \text{Id} - \nabla \Delta^{-1} \nabla \cdot$
$\Re$	Partie réelle	
$\bar{x}$	Moyenne de $x$ sur un plan	
$\langle x \rangle$	Moyenne d'ensemble ou moyenne temporelle	

### Paramètres physiques

$R_{\odot}$	Rayon solaire	$R_{\odot} = 700\,000\text{ km}$
$M_{\odot}$	Masse solaire	$M_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}\text{ kg}$
$g$	Gravité	À la surface solaire $g = 274\text{ m s}^{-2}$
$d$	Dimension verticale de l'atmosphère	Ionisation de l'hydrogène solaire $d \simeq 1\,000\text{ km}$
$A$	Rapport d'aspect	Dimension horizontale / Dimension verticale
$c_v$	Capacité calorifique à volume constant	
$c_p$	Capacité calorifique à pression constante	
$\gamma$	Index adiabatique	Gaz monoatomique $\gamma = 5/3$
$c_s$	Vitesse du son	$c_s^2 = \gamma p / \rho$ , quelques $\text{km s}^{-1}$ à la surface solaire
$\mathcal{R}$	Constante des gaz parfaits	
$\mu_o$	Perméabilité magnétique	$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7}\text{ S. I.}$
$V_A$	Vitesse d'Alfvén	$V_A = B / \sqrt{\rho \mu_o}$ , dans le réseau $V_A > 1\text{ km s}^{-1}$
$N$	Fréquence de Brünt-Vaisälä	
$\mu$	Viscosité dynamique	
$\nu$	Viscosité cinématique	$\nu = \mu / \rho$ , à la surface solaire $\nu \simeq 1\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$
$\chi$	Conductivité thermique	
$\kappa$	Diffusivité thermique	$\kappa = \chi / \rho c_p$ , à la surface solaire $\kappa \simeq 2 \cdot 10^8\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$
$\sigma_o$	Conductivité électrique	
$\eta$	Diffusivité magnétique	$\eta = 1 / \sigma_o \mu_o$ , à la surface solaire $\eta > 10^3\text{ m}^2\text{ s}^{-1}$
$m$	Indice polytropique	$m = gd / \mathcal{R}T$ , stratification adiabatique $m = 3/2$
$z_o$	Degré de stratification	Fluide incompressible $z_o \rightarrow +\infty$

### Nombres caractéristiques sans dimension

$\Lambda$	Gravité sans dimension	$\Lambda = gd^3 / \kappa^2$
$R$	Nombre de Rayleigh	$R = gd^4 \nabla s / \nu \kappa$ , à la surface solaire $R = 10^{20}$
$Re$	Nombre de Reynolds	$Re = d v / \nu$ , à la surface solaire $Re = 10^{10}$
$Pr$	Nombre de Prandtl	$Pr = \nu / \kappa$ , à la surface solaire $Pr \simeq 10^{-9}$
$Pr_m$	Nombre de Prandtl magnétique	$Pr_m = \nu / \eta$ , à la surface solaire $Pr_m < 10^{-3}$
$\zeta$	Rapport des Prandtl	$\zeta = \eta / \kappa$
$Q$	Nombre de Chandrasekhar	$Q = B^2 d^2 / \mu_o \mu \eta$
$Nu$	Nombre de Nusselt	défini par l'équation (2.17)
$M$	Nombre de Mach	$M = v / c_s$ , à la surface solaire $M \simeq 0.1$ à $1$
$C_k$	Nombre de Mach thermique	$C_k = \sqrt{\gamma} \kappa / d c_s$

## Turbulence

$\langle \varepsilon \rangle$	Taux de dissipation de l'énergie cinétique	$\langle \varepsilon \rangle = \sum_{i,j} \langle \nu (\partial_i v_j)^2 \rangle$
$\langle N \rangle$	Taux de dissipation des fluctuations de $\theta$	$\langle N \rangle = \sum_i \langle \kappa (\partial_i \theta)^2 \rangle$
$G$	Couplage par gravité	En Boussinesq $G = \alpha g$
$L_D$	Échelle de Kolmogorov	$L_D = (\nu^3 / \langle \varepsilon \rangle)^{1/4}$
$L_B$	Échelle de Bolgiano	$L_B = \langle \varepsilon \rangle^{5/4} / \langle N \rangle^{3/4} G^{3/2}$

## Dynamique à grande échelle

$\mathbf{X}$	Position	
$\mathbf{K}$	Vecteur d'onde	
$T$	Temps	
$\mathbf{v}, \mathbf{V}$	Champs de vitesse	
$\psi$	Fonction de courant	
$\Theta$	Phase	$\mathbf{V} = \mathbf{V}_0 \exp [i \Theta(\mathbf{X}, T)]$
$R_{ij}$	Tenseur de Reynolds	$R_{ij} = \langle v_i v_j \rangle$
$\alpha_{ijk}$	Tenseur AKA	
$N_{ijlm}, \nu_{ijlm}$	Viscosités turbulentes	

## Oscillations magnétiques

$R$	Rayon stellaire	Pour une roAp $R = 1.5 R_\odot$
$V_A$	Vitesse d'Alfvén	Pour une roAp $V_A \simeq 60 \text{ m s}^{-1}$
$\eta$	Rapport d'aspect	Rayon interne / Rayon stellaire
$E$	Viscosité	$E = \nu / R V_A$ , pour une roAp $E = 10^{-13}$
$E_m$	Diffusivité magnétique	$E_m = (\sigma_0 \mu_0 R V_A)^{-1}$ , pour une roAp $E_m = 10^{-8}$
$Y_\ell^m$	Harmonique sphérique de degré $\ell$ , de nombre d'onde azimuthal $m$	
$\mathbf{R}_\ell^m, \mathbf{S}_\ell^m, \mathbf{T}_\ell^m$	Vecteurs de la base harmonique	

