B- Mouvement d'un point matériel (dans $\mathcal{R}$ fixé)

1- Trajectoire

Soit un point **M** en mouvement dans le référentiel $\mathcal{R}$. L'ensemble des points **M(t)** constitue sa trajectoire. C'est une courbe orientée selon **t** croissant.

Cas particuliers :

- Si la trajectoire est portée par une droite, le mouvement est rectiligne.
- Si la trajectoire est portée par un cercle, le mouvement est circulaire.
- Si la trajectoire est portée par une parabole, le mouvement est parabolique.

2- Vitesse (dans un référentiel fixé !)

❑ **Vecteur vitesse, vitesse instantanée**

Sur un déplacement, on connait la **vitesse moyenne** $\underline{v}$:

$$\underline{v} = \frac{\text{longueur parcourue} \to \text{m}}{\text{temps de parcours} \to \text{s}} \qquad (\text{USI : m.s}^{-1})$$

En chaque point de la trajectoire, on peut définir un vecteur vitesse à l'instant t, c'est la vitesse instantanée, qu'on appellera « vitesse » tout court par la suite : $\vec{v}$

- Sens et direction du déplacement, tangent à la trajectoire
- Norme $v = \|\vec{v}\|$

Attention, **ne pas confondre le vecteur et sa norme.** *(Velocity ≠ Speed)*

Quand on parle de « vitesse » tout court et que c'est une valeur numérique, il s'agit

❑ **Vecteur déplacement élémentaire**

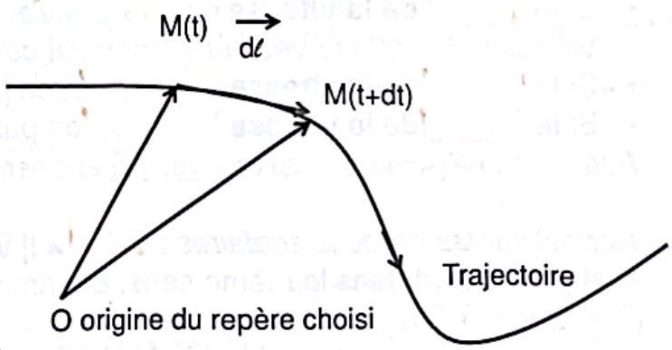
Pendant dt, le point se déplace de **M(t)** à **M(t + dt)**

Le déplacement élémentaire est

$\overrightarrow{d\ell} = \overrightarrow{M(t)M(t+dt)}$

Par la relation de Chasles, on peut introduire un point fixe O :

$\overrightarrow{d\ell} = \overrightarrow{M(t)O} + \overrightarrow{OM(t+dt)}$



$\boxed{\overrightarrow{d\ell} = \overrightarrow{OM(t+dt)} - \overrightarrow{OM(t)} = \overrightarrow{dOM}}$

notation à connaitre !!

Ce vecteur dépend-il de la position de l'origine O? non

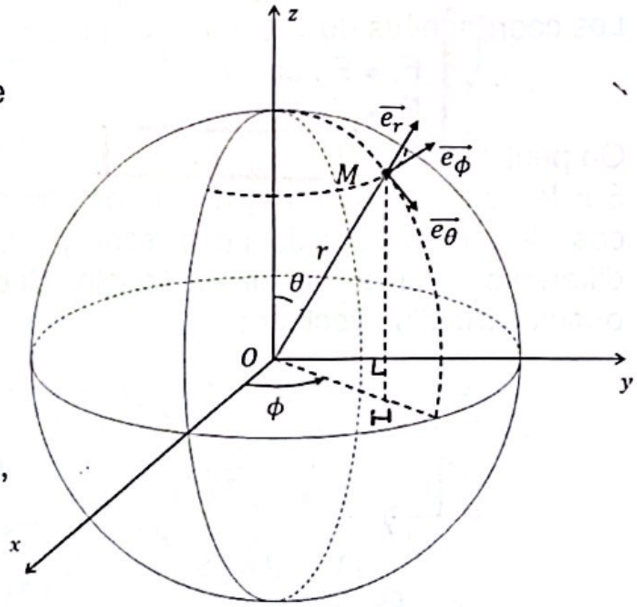
des axes du repère? non

Scanned with CamScanner

HS **4- Culturel autres coordonnées : les coordonnées sphériques** (quand les cartésiennes sont mal adaptées)

On part toujours d'un repère cartésien précédent.
On considère un point M(x, y, z). On privilégie aussi l'axe Oz.
H est le projeté orthogonal de M sur le plan xOy.
On note (r, θ, ϕ) les coordonnées sphériques de M avec :

r = distance OM = distance entre M et O.
$\theta = (\vec{k}, \overrightarrow{OM})$ angle non orienté
$\phi = (\vec{i}, \overrightarrow{OH})$ angle orienté dans le plan xOy



r définit une sphère de centre O
θ définit un cône de révolution autour de Oz
ϕ définit un ½ plan à partir de Oz
(θ, ϕ) sont les coordonnées angulaires, définissent une direction à partir de O

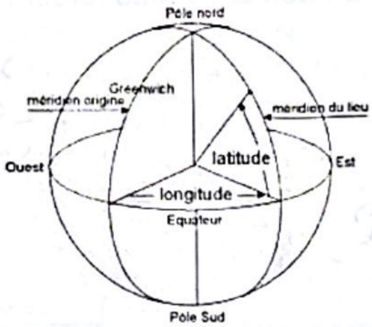
Relations entre les coordonnées

$r = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2}$
$z = r.\cos\theta$
$x = OH.\cos\phi = r.\sin\theta.\cos\phi$
$y = OH.\sin\phi = r.\sin\theta.\sin\phi$

cf chap atomistiq 1

❑ ***Cas du repérage géographique sur Terre : (latitude, longitude et altitude)***

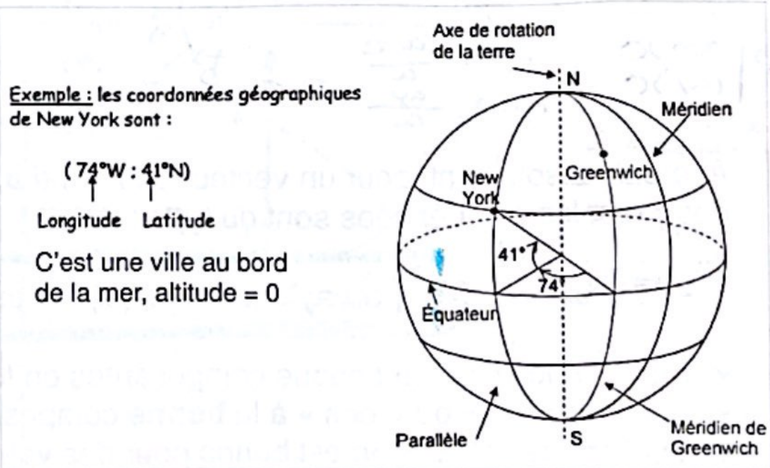
Ce sont des coordonnées sphériques, mais avec des conventions particulières de notation.



- l'axe Oz est l'axe Nord-Sud. Le plan xOy est le plan équatorial, avec l'axe Ox qui passe par le méridien de Greenwich
- L'altitude h est la distance à la surface terrestre. Elle équivaut à avoir r avec r = R + h
- *La latitude est un angle compté à partir de l'Equateur*. Elle équivaut à θ.

Dans l'hémisphère Nord, on la note λ_N avec $\lambda_N = 90 - \theta$ en °.
Dans l'hémisphère Sud, on la note λ_S avec $\lambda_S = \theta - 90$ en °.

- La longitude équivaut à ϕ . On lui met un indice *W* ou *E* selon que le point est à l'Ouest ou à l'Est du méridien de Greenwich



avec flèche = vecteur
s '' = norme

Décomposition d'un vecteur $\vec{F}$ dans un plan

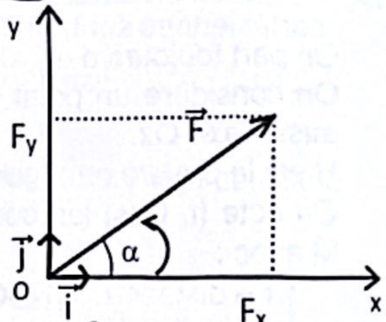
Si α est *l'angle orienté* entre le vecteur $\vec{i}$ et le vecteur $\vec{F}$

On peut noter **$F = \| \vec{F} \|$** **la norme**

Les coordonnées du vecteur $\vec{F}$ sont alors

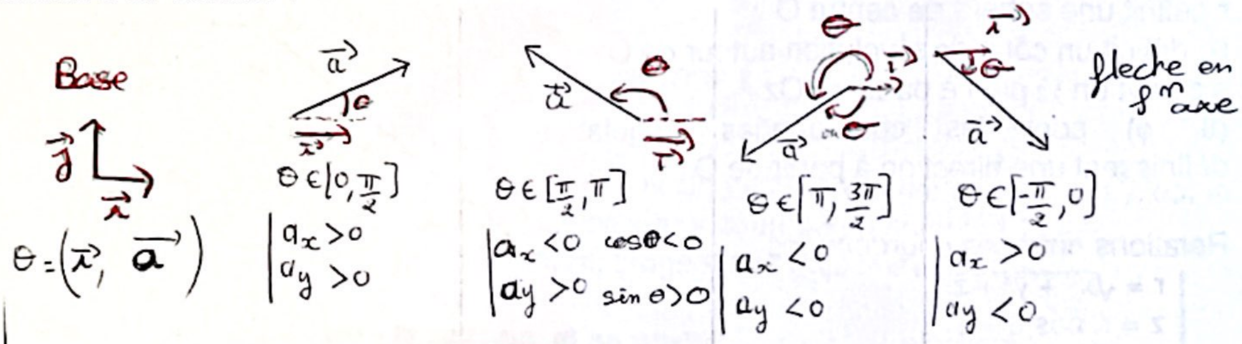
$$\begin{cases} F_x = F \cdot \cos\alpha \\ F_y = F \cdot \sin\alpha \end{cases}$$

On peut écrire $\boxed{\vec{F} = F_x \cdot \vec{i} + F_y \cdot \vec{j}}$



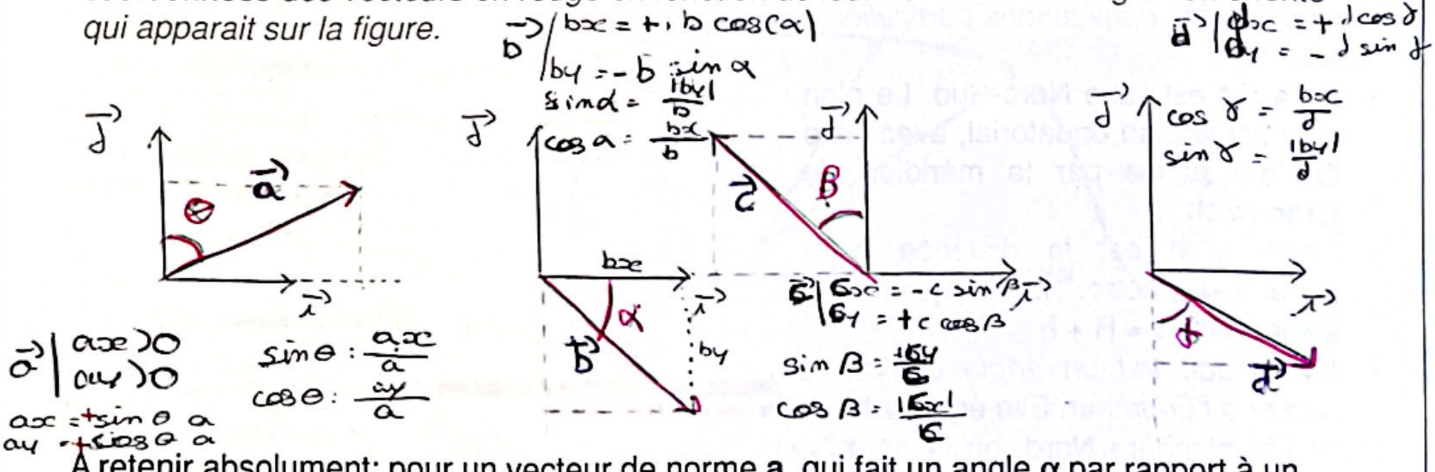
$$\begin{cases} \cos\alpha = \dfrac{F_x}{F} \\ \sin\alpha = \dfrac{F_y}{F} \end{cases}$$

Sur le schéma ci-contre, α est compris entre 0 et 90°. Dans ce cas, les deux coordonnées sont positives. Les signes sont différents selon la valeur de l'angle. Ci-dessous, les différentes orientations d'un vecteur :



Dans tous les cas : $\boxed{\begin{matrix} a_x = a.\cos(\theta) \\ a_y = a.\sin(\theta) \end{matrix}}$

Attention, en mécanique, on définit souvent un angle non orienté, compris entre 0 et 90° par rapport à un des axes (pas forcément Ox). *Sur les exemples ci-dessous, donnez les coordonnées des vecteurs en rouge en fonction de leur norme et de l'angle non orienté qui apparait sur la figure.*



A retenir absolument: pour un vecteur de norme **a**, qui fait un angle α par rapport à un des axes, les coordonnées sont du type :

$$\boxed{a_x \text{ ou } a_y = \pm a.\cos(\alpha) \quad \text{ou} \quad \pm a.\sin(\alpha)}$$

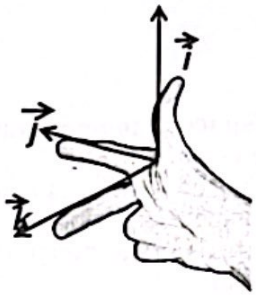
- ✓ Analyser le signe de chaque composantes en fonction de l'orientation du vecteur
- ✓ Attribuer « sin » ou « cos » à la **bonne** composante *(il y en a un de chaque)*
- ✓ Vérifier que l'attribution est bonne pour des valeurs particulières de l'angle : α =0 ou 90°

Scanned with CamScanner

2- Repère

Une fois le référentiel choisi, les positions, trajectoires et vecteurs sont précisés grâce à un repère. C'est une **notion mathématique**, un outil. On note ici (par commodité) les vecteurs en gras.

Dans l'espace, un repère R est défini par une origine O et trois vecteurs de base ($\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$)qui donnent les directions des axes de référence. L'origine et les axes sont fixes dans le référentiel.



On note R le repère : (O, $\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$)

On choisit généralement un **repère orthonormé direct** :

- les vecteurs de base sont orthogonaux
- de norme unité
- dans le sens direct (règle de la **main droite**)

Remarque 1 : la donnée d'un repère suffit en pratique à préciser le référentiel choisi puisque les trois axes et l'origine sont immobiles. On peut noter directement le référentiel R : (O, $\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$) ce qui donne un point et trois directions fixes.

Remarque 2 : un repère est fixé dans un référentiel donné mais dans ce référentiel, on peut définir une infinité de repères (il convient donc de choisir le plus judicieux pour l'étude)

3- Coordonnées cartésiennes

U→unitaire

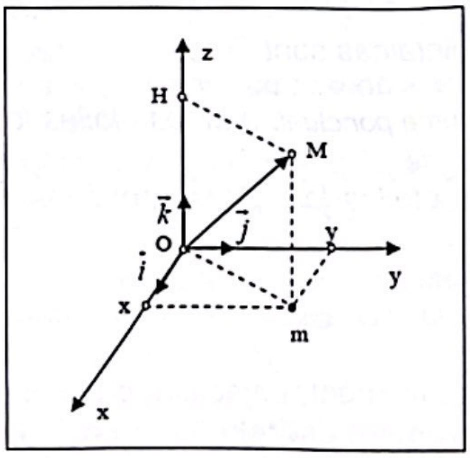
Les vecteurs de bases s'appellent selon les cas ($\vec{i}$, $\vec{j}$, $\vec{k}$) ou ($\vec{u_x}$, $\vec{u_y}$, $\vec{u_z}$)

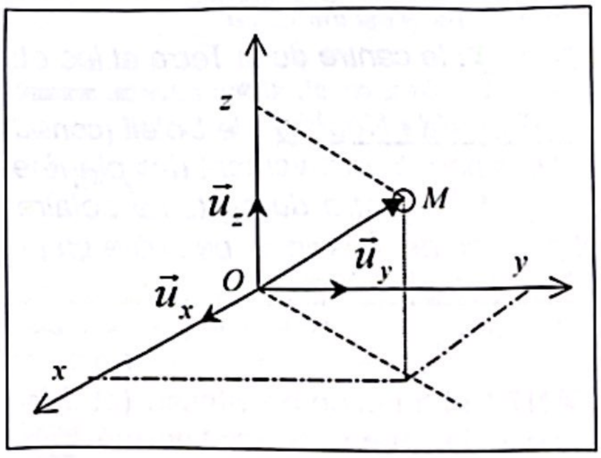
Un point M a trois coordonnées : M (x , y , z)

Le vecteur position s'écrit $\vec{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$ $\quad \vec{OM}\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}$

Chaque coordonnée est obtenue en projetant le vecteur position sur des axes

$\cancel{\vec{OM}\begin{pmatrix}x\\y\\z\end{pmatrix}}$ $\left|\begin{array}{l} x = \vec{OM}\cdot\vec{i} \\ y = \vec{OM}\cdot\vec{j} \\ z = \vec{OM}\cdot\vec{k} \end{array}\right.$ $\quad \vec{i}\begin{pmatrix}1\\0\\0\end{pmatrix}$ $\quad \vec{j}\begin{pmatrix}0\\1\\0\end{pmatrix}$ $\quad \vec{k}\begin{pmatrix}0\\0\\1\end{pmatrix}$





Scanned with CamScanner

Chapitre Mécanique M-1- Cinématique du point

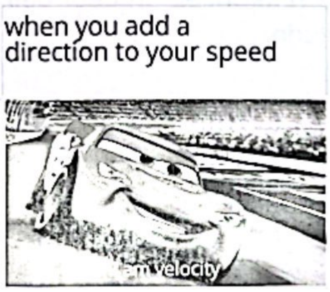
***** *Le mouvement est une notion très relative* *******

A- Espace et temps d'un observateur
Référentiel
Repère, coordonnées cartésiennes
Décompositions d'un vecteur
Cas du repérage géographique (latitude, longitude, altitude)

B- Mouvement d'un point matériel
Trajectoire. Vitesse et accélération
Mouvement uniforme, accéléré ou retardé selon le signe de $\vec{a}.\vec{v}$.
Expression de $\vec{v}$ et $\vec{a}$ en cartésiennes

C- Mouvements particuliers
Mouvement rectiligne uniforme
Mouvement rectiligne uniformément accéléré ou retardé
Mouvement de vecteur accélération constante

D- Changement de référentiel, composition des mouvements
Cas général et cas particulier de deux référentiels en <u>translation rectiligne.</u> Notion d'entraînement
Composition des vitesses
Invariance de l'accélération dans deux référentiels en translation rectiligne uniforme.
Invariance de la vitesse de la lumière par changement de référentiel, limites de la mécanique classique



A- Espace et temps d'un observateur

1- Référentiel

Un **référentiel** $\mathcal{R}$ définit : - ***l'ensemble des points fixes* pour un observateur**
- ***l'échelle de temps* associée à cet observateur**

C'est une **notion physique**. <u>En mécanique classique, le temps est absolu,</u> le même dans tous les référentiels. Il n'est donc pas utile de le préciser à chaque fois. On choisira toujours le référentiel le mieux adapté au problème. Voici les exemples les plus courants :

➢ ***Terrestre*** *: le sol et les murs sont immobiles. C'est le plus intuitif (à considérer si l'énoncé ne précise pas). Utile pour les mouvements habituels à notre échelle. Dans ce référentiel, le Soleil fait un tour par jour, la Terre est immobile.*

➢ ***Géocentrique*** *: le centre de la Terre et les étoiles lointaines sont fixes. Utile pour le mouvement des satellites terrestres. Dans ce référentiel, le sol fait un tour par jour et le Soleil un tour par an.*

➢ ***Héliocentrique (de Képler)*** *: le Soleil (considéré comme ponctuel...) et les étoiles lointaines sont fixes. Utile pour le mouvement des planètes. Dans ce référentiel, la Terre fait un tour par an.*

➢ ***De Copernic*** *: le centre du système solaire et les étoiles lointaines sont fixes. C'est le référentiel galiléen de référence, peu utile en pratique.*

➢ ***Référentiel lié à un véhicule en mouvement*** *: par exemple dans le référentiel lié à un train en marche, les banquettes du train sont immobiles mais les arbres et la voie ferrée sont en mouvement.*

!!IMPORTANT!! : La notion de vitesse (et donc de mouvement, trajectoire ou accélération) n'a de sens que dans un référentiel donné. **<u>Tout mouvement est relatif à un référentiel.</u>**

Scanned with CamScanner