

CM0 Biomécanique : *Généralités et bases mathématiques*

Dorian Verdel

Année universitaire 2020-2021

Contact :

Université Paris-Saclay, CIAMS, 91405 Orsay, France.
dorian.verdel@universite-paris-saclay.fr

Déroulement du module

- Horaires :
 - 13,5 heures de CM
 - 13,5 heures de TD
- Alternance CM/TD
- CM en avance d'une semaine
- Contraintes COVID-19
 - CM hybride synchrone
 - TD hybride asynchrone
- Aide numérique
 - aides.etudiant@universite-paris-saclay.fr
- Modalités d'évaluation
 - 30% : Contrôle continu (CC)
 - 70% : Partiel final (1h20)
- CC :
 - 1 CC sur table (S5)
 - 1 note de dossier transversal BAP

Objectifs de formation

• Mathématiques :

- Calculs vectoriels
- Dérivation basique
- Intégration basique

• Statique :

- Résolution 2D
- Calculs de moments
- Méthodologie

• Cinématique :

- Calculs de trajectoires
- Lien avec la dynamique

• Anthropométrie :

- Notion de centre de gravité
- Calculs avec tables

Programme

- **Chapitre 1: Anthropométrie**

- CM0 : Repères et vecteurs
- CM1 : Anthropométrie

- **Chapitre 2: Cinématique**

- CM2 : Dérivation et intégration
- CM3 : Bases de la cinématique
- CM4 : MUA et cinématique 2D

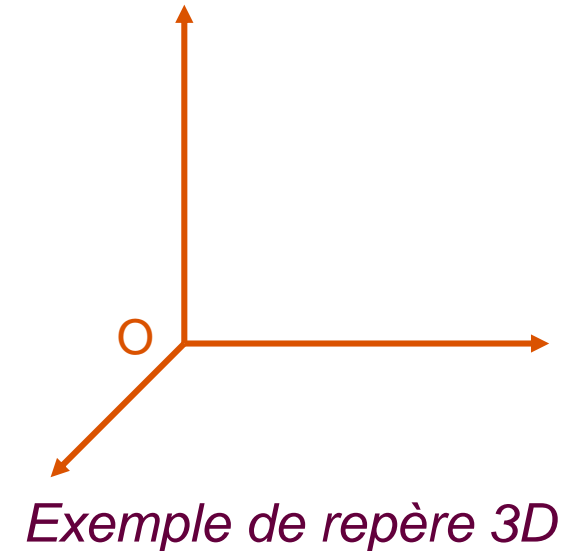
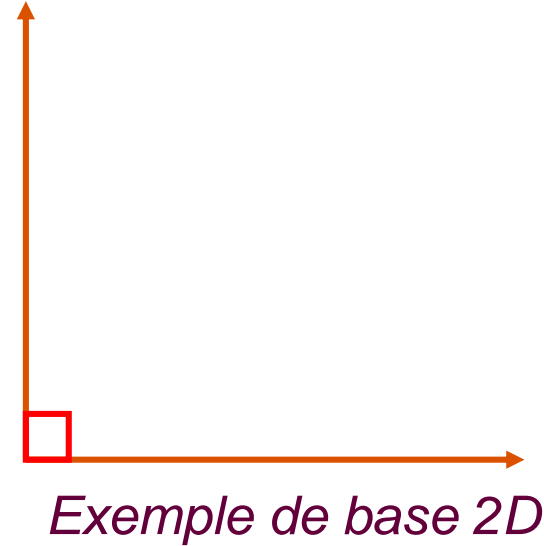
- **Chapitre 3 : Statique / Dynamique**

- CM5 : Statique en translation
- CM6 : Statique complète
- CM7 : Principe Fondamental de la Dynamique et chute libre
- CM8 : Révision pour partiel

I. Bases sur les repères et la trigonométrie

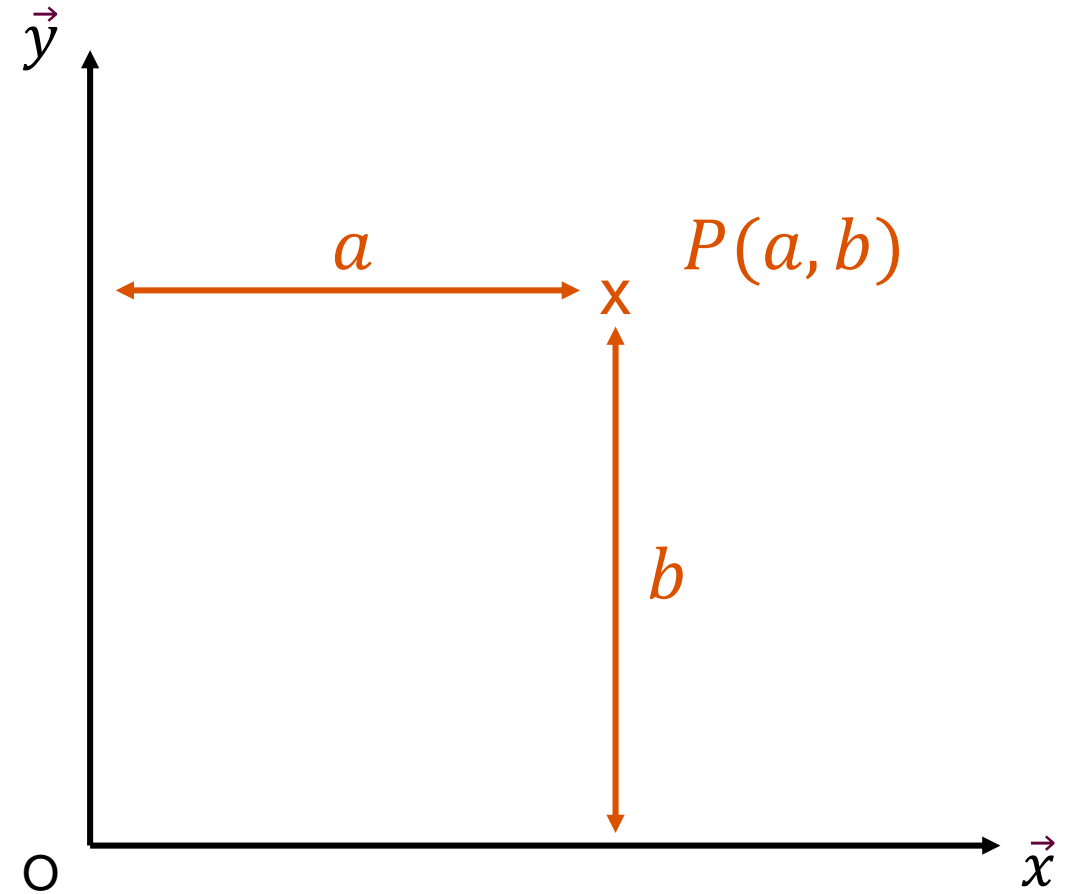
I.1. Bases et repères de l'espace

- **Utilité :**
 - Nécessaires à l'analyse de tout mouvement
 - Servent de référentiel d'observation
- **Définition d'une base orthonormée:**
 - N vecteurs orthogonaux de norme 1
 - N : Dimension de l'espace
- **Définition d'un repère:**
 - 1 point (origine)
 - 1 base orthonormée de l'espace
 - Notation 3D : $R(O, \vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$



I.1. Bases et repères de l'espace

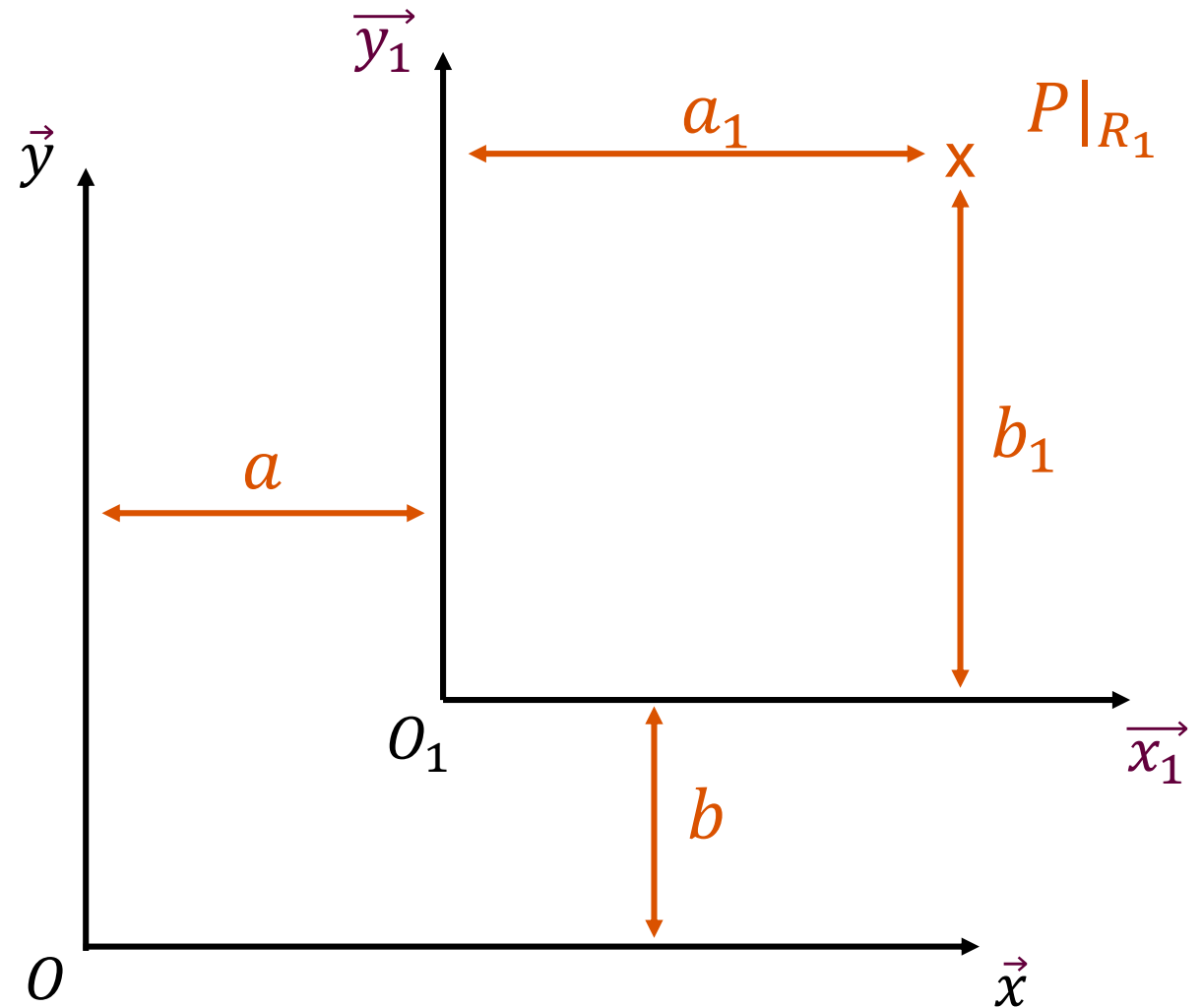
- Position d'un point:
 - Dans un REPERE
 - Coordonnées cartésiennes
 - Notation 2D : $P(a, b)$, $(a, b) \in \mathbb{R}^2$



Position d'un point dans un repère 2D

I.1. Bases et repères de l'espace

- Changement de repère
 - Translation uniquement
 - Calcul : $P|_R = P|_{R_1} + O_1|_R$



Changement de repère d'un point

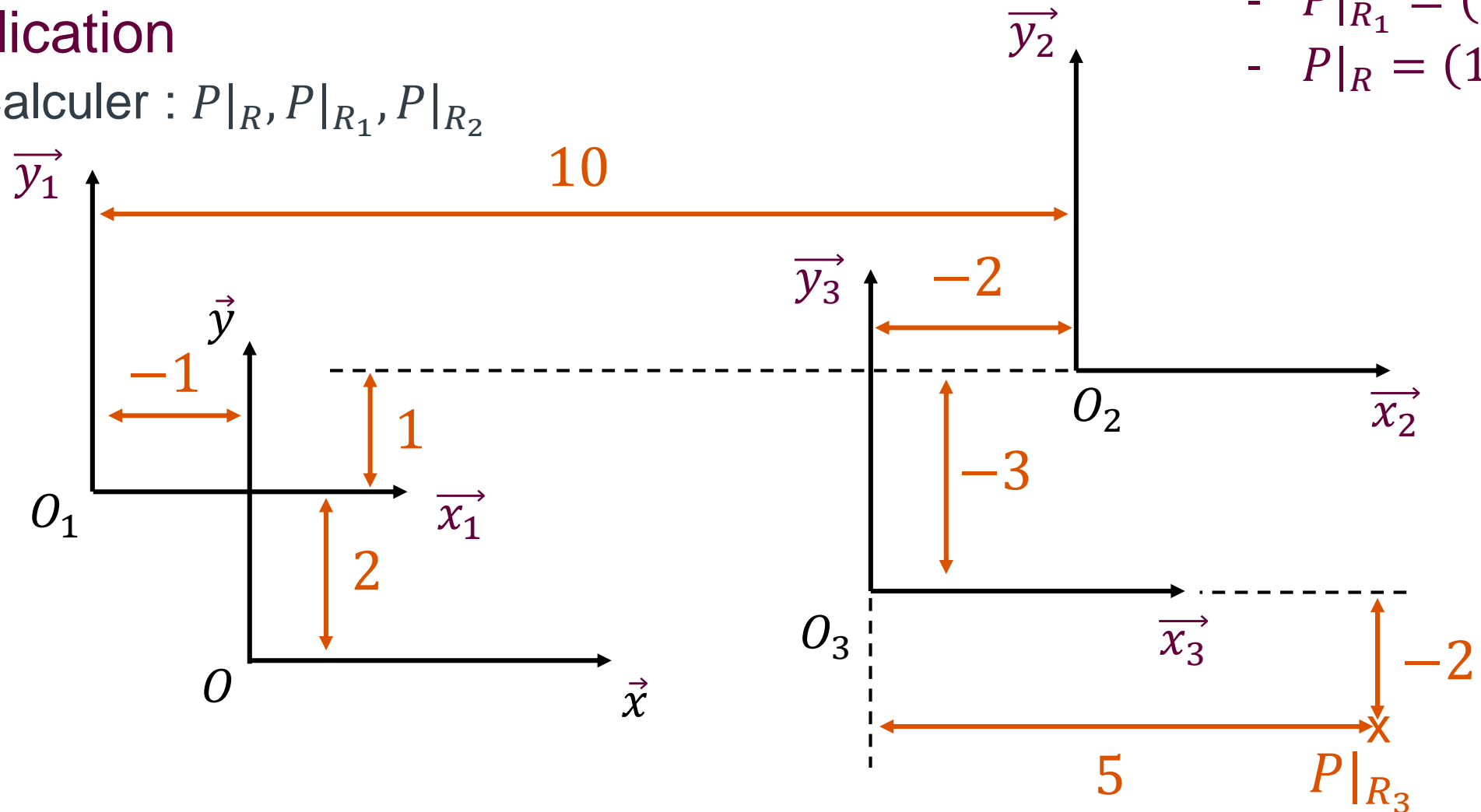
I.1. Bases et repères de l'espace

- Application

- Calculer : $P|_R, P|_{R_1}, P|_{R_2}$

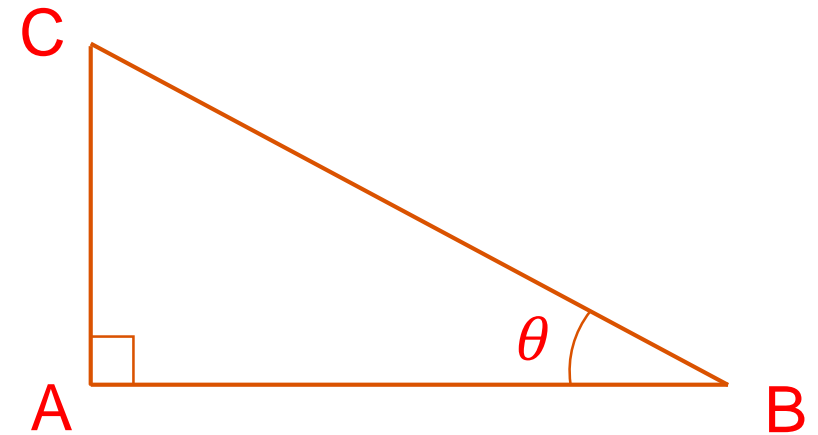
Correction:

- $P|_{R_3} = (5, -2)$
- $P|_{R_2} = (3, -5)$
- $P|_{R_1} = (13, -4)$
- $P|_R = (12, -2)$



I.2. Triangles rectangles et trigonométrie

- **Trigonométrie :**
 - Nécessaire à l'analyse du mouvement
 - Angles inter-articulaires
- **Triangle rectangle:**
 - Triangle avec 1 angle droit
 - Côté le plus long : **Hypoténuse**
- **Fonctions trigonométriques:**
 - $\sin \theta = \frac{AC}{BC}$
 - $\cos \theta = \frac{AB}{BC}$
 - $\tan \theta = \frac{AC}{AB}$
 - Mnémotechnique : *CAH SOH TOA*



I.2. Triangles rectangles et trigonométrie

- Application: Calculer tous les angles

Correction :

$$\theta = \tan^{-1} \frac{3}{5} = 30,96^\circ$$

$$\theta_1 = \tan^{-1} \frac{7}{5} = 54,46^\circ$$

$$\theta_2 = \sin^{-1} \frac{\sqrt{74}}{15} = 34,99^\circ$$

$$\theta_3 = 180 - (90 + \theta_1) = 35,54^\circ$$

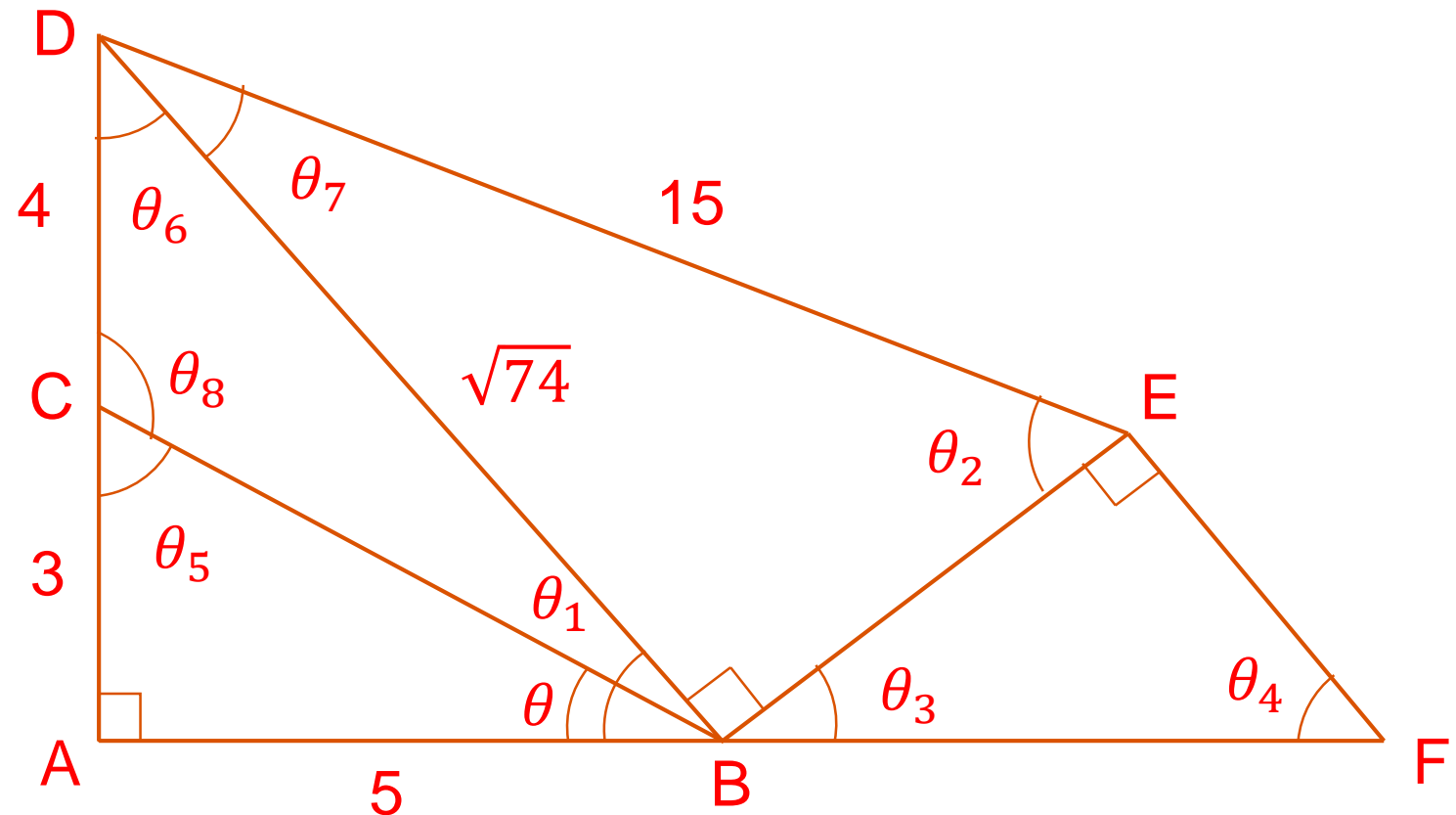
$$\theta_4 = \theta_1$$

$$\theta_5 = 180 - (90 + \theta) = 59,04^\circ$$

$$\theta_6 = \cos^{-1} \frac{7}{\sqrt{74}} = 35,54^\circ$$

$$\theta_7 = 180 - (90 + \theta_2) = 55,01^\circ$$

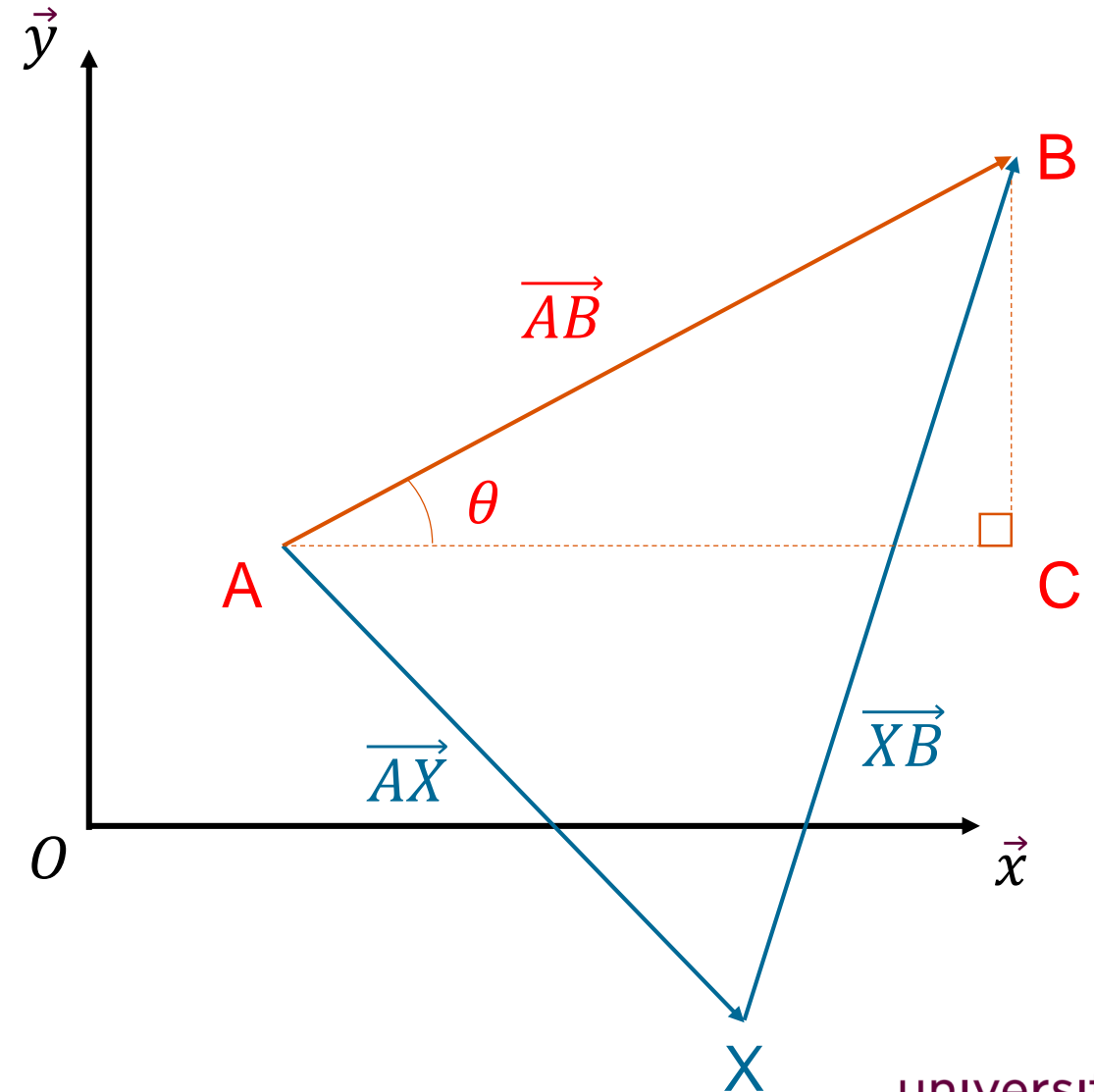
$$\theta_8 = 180 - \theta_5 = 120,96^\circ$$



II. Bases du calcul vectoriel

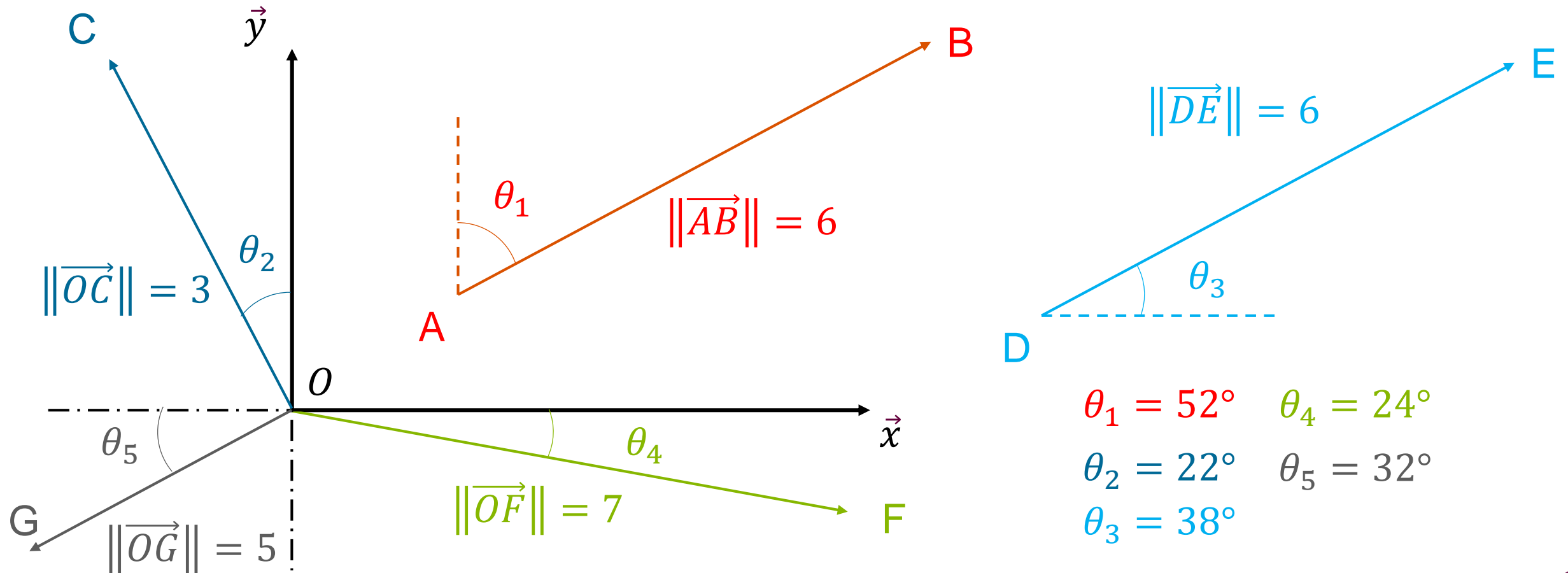
II.1. Définitions

- Définition d'un vecteur :
 - Ensemble de bi-points équipollents
 - Notation : $\overrightarrow{AB} = (x_B - x_A, y_B - y_A)$
 - Norme :
$$\|\overrightarrow{AB}\| = \sqrt{(x_B - x_A)^2 + (y_B - y_A)^2}$$
- Décomposition :
 - $\overrightarrow{AB} = \overrightarrow{AX} + \overrightarrow{XB}$
 - Pour un point X quelconque
- Décomposition suivant un repère :
 - $\overrightarrow{AB} = \|\overrightarrow{AB}\|(\cos \theta \vec{x} + \sin \theta \vec{y})$

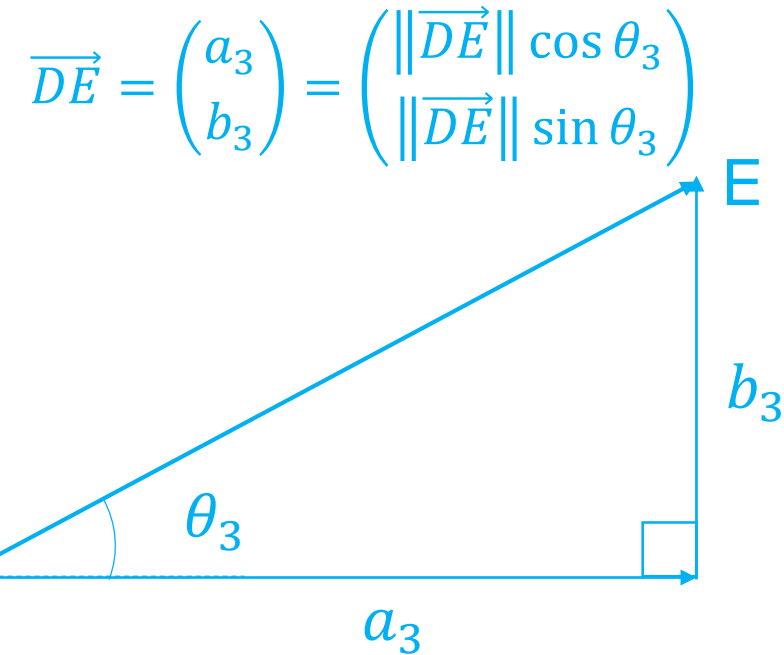
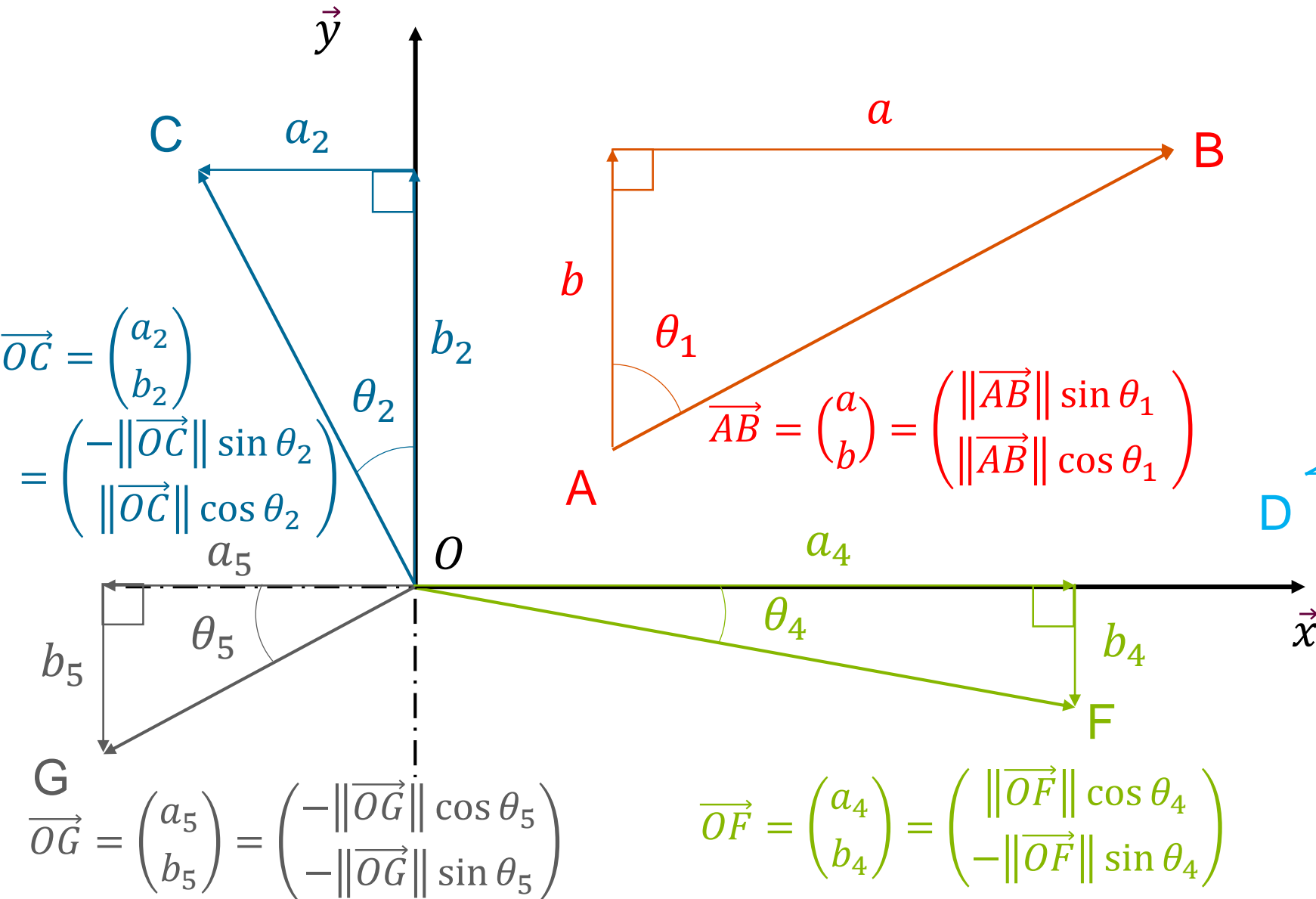


II.2. Applications

- Décomposez les vecteurs dans le repère $O(\vec{x}, \vec{y})$



II.3. Correction



$$\begin{aligned} \theta_1 &= 52^\circ & \theta_4 &= 24^\circ \\ \theta_2 &= 22^\circ & \theta_5 &= 32^\circ \\ \theta_3 &= 38^\circ \end{aligned}$$

Questions ?