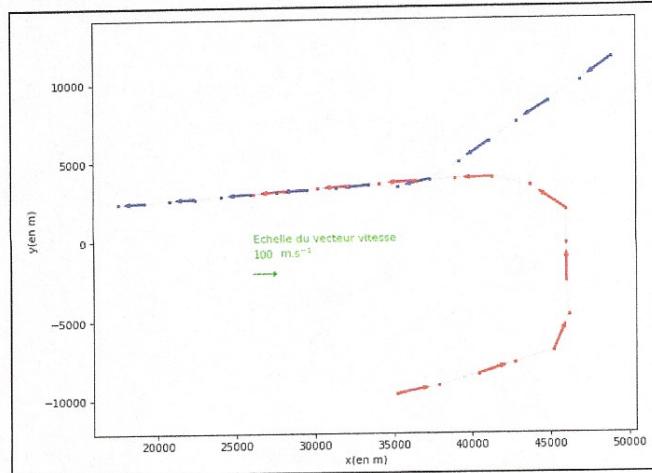


## 2. Analyser-Raisonneur

Décrire les variations des vecteurs vitesse et caractériser les mouvements des deux avions lors de la phase finale précédant leur atterrissage.



D'après les résultats obtenus à la question précédente, représentés dans le **DOC. 2** dans le manuel, on constate que les variations de direction des vecteurs vitesse sont importantes lors des virages effectués par les avions.

Ensuite, lors de l'approche finale après leur virage, les trajectoires des deux avions sont des droites et on peut considérer en première approximation que les longueurs des vecteurs représentant leurs vecteurs vitesse sont identiques. On pourrait donc considérer que la variation des vecteurs vitesse des deux avions est nulle et que leur mouvement est rectiligne uniforme dans le référentiel terrestre.

**Remarque :** pour simplifier l'étude des mouvements de ces deux avions et pour pouvoir considérer que l'évolution des positions des avions est bidimensionnelle, il est indiqué dans les données de cette activité que l'altitude des deux avions est constante lors de l'étude de leurs mouvements.

En réalité, la variation d'altitude d'un avion en phase finale peut effectivement être considérée comme négligeable devant la variation de sa position dans le plan horizontal car le plan de descente d'un avion en phase finale est uniquement incliné de 3° (on parle de plan de descente de 5 %) par rapport au plan horizontal. Par exemple, entre l'image n° 15 et l'image n° 18 de la vidéo, l'altitude du premier avion est passée du niveau de vol 43 (soit 4 300 pieds à la référence de pression ramenée à 1 013 hPa) au niveau de vol 34 (soit 3 400 pieds dans les mêmes conditions), ce qui correspond à une différence d'altitude de 900 pieds =  $900 \times 0,3048 = 274$  m. Cette différence d'altitude a été atteinte en  $3 \times 20\text{ s} = 60\text{ s}$ , ce qui donne une composante verticale de la vitesse moyenne de cet avion égale à  $\frac{274\text{ m}}{60\text{ s}} = 4,6\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , valeur négligeable devant la valeur de la composante horizontale de la vitesse de cet avion environ égale à  $100\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

## 3. Communiquer

Réaliser une synthèse permettant d'expliquer comment les contrôleurs aériens régulent les mouvements des avions lors de l'approche finale vers l'aéroport.

Les contrôleurs aériens régulent les mouvements des avions lors de leur approche finale vers l'aéroport afin d'assurer l'espacement nécessaire et d'éviter les collisions. Pour cela, les contrôleurs aériens ont demandé aux deux avions de ligne AFL2460 et AFR79MQ de suivre des trajectoires quasiment identiques avec une même valeur de vitesse. La seule différence est que l'avion 1 (AFR79MQ) atteint la position occupée précédemment par l'avion 2 (AFL2460) environ  $4 \times 20\text{ s} = 80\text{ s} = 1\text{ min }20\text{ s}$  plus tard, ce qui permet d'éviter une collision entre ces deux avions.

**Remarque :** cette synthèse peut être réalisée par les élèves à l'écrit ou l'oral. Dans le cas d'une présentation orale, les élèves peuvent utiliser comme support visuel la représentation des trajectoires et des vecteurs vitesse des avions réalisée avec le langage de programmation Python, afin d'expliquer plus précisément les mouvements des deux avions lors de leur approche finale vers l'aéroport.

**Aides pour la compréhension des choix de programmation effectués dans cette activité :** la représentation graphique dans le langage de programmation Python se fait grâce à la bibliothèque spécifique matplotlib. Pour tracer une courbe, les coordonnées des points sont rangées dans des objets dont la nature diffère suivant la syntaxe choisie pour écrire le programme.

Dans une première syntaxe, utilisée dans cette activité, les coordonnées des points sont rangées dans des objets de type « liste », les listes étant des objets évoqués en mathématiques dès la classe de 2<sup>e</sup> lors de l'étude des statistiques, puis explicitement étudiés comme nouvelle notion en classe de 1<sup>re</sup>. L'avantage de cette syntaxe est donc d'être en accord avec les notions rencontrées en mathématiques sans en introduire de nouvelle. De plus, la manipulation de listes permet de renforcer les connaissances de collège sur l'utilisation des boucles itératives et la construction des algorithmes.

Une deuxième syntaxe, utilisée dans l'activité 4 de ce même chapitre, fait appel à une deuxième bibliothèque, la bibliothèque Numpy, habituellement employée pour la représentation graphique et le traitement de données scientifiques. Les coordonnées des points sont rangées dans des objets de type « tableau à une dimension » dont le comportement fait appel à des règles spécifiques. L'avantage de cette bibliothèque est sa simplicité d'utilisation et la facilité de lecture du code pour un programme simple de tracé de courbes.

**Aides pour l'utilisation du langage de programmation Python sous Linux ou sous Mac :** pour assurer une lecture du code source Python sous Linux ou sous Mac quel que soit l'environnement de travail choisi, il peut être nécessaire de rajouter en début de programme les 2 lignes de commande :

```
#!/usr/bin/python  
#-*- coding: utf-8 -*-
```

Les numéros des lignes de code du corps du programme seront alors tous décalés de +2. La première ligne indique le chemin d'accès à l'environnement Python, la deuxième ligne permet la lecture des caractères accentués. Nous avons fait le choix de ne pas ajouter ces lignes ici pour ne pas alourdir les codes sources et car la plupart des ordinateurs des lycées fonctionnent sous Windows.