

Rapport de laboratoire

GPA 745 - Introduction à l'avionique

Laboratoire #3 : EFFET DU VENT

Auteurs : RAFIK CHENNOUF – CLEMENT BLANQUET

Montréal, le 12 OCTOBRE 2017

École de technologie supérieure

**Introduction**

Le but de ce troisième laboratoire est de mieux comprendre l’effet du vent sur le calcul des distances et des vitesses d’un avion. Des diagrammes représentant cet effet seront générés via le logiciel de calcul numérique Matlab.Au total, 13 figures seront générées.

Le but étant de représenter la vitesse de l’avion par rapport au sol, l’angle de dérive de l’avion et son cap magnétique en fonction de plusieurs vitesses vraies, connaissant la latitude et la longitude de 2 destinations.

Table des matières

[Questions 4](#_Toc495586896)

[Question 3.4 4](#_Toc495586897)

[Question 3.4.1 4](#_Toc495586898)

[Question 3.4.2 5](#_Toc495586899)

[Question : Le triangle des vents 6](#_Toc495586900)

[Conclusion 15](#_Toc495586901)

[ANNEXE – Code Matlab 16](#_Toc495586902)

## Questions

### Question 3.4

Tout d’abord, nous avons choisi de travailler avec les données du **groupe 2** que l’on rappelle ci-dessous :

1. Brunswick N 31°03.03’ W 81°26.76’
2. Savannah N 32°09.63’ W 81°06.75

Nous avons également dans l’énoncé plusieurs données :

* La déviation moyenne VAR = 4°.
* Un tableau représentant la direction du vent WD allant de 0° à 360° avec un pas de 10°.
* Un tableau représentant la vitesse du vent WV allant de 5 nœuds à 50 nœuds avec un pas de 5 nœuds.
* Un tableau représentant la vitesse vraie TAS = [50  100 160 450] en nœuds.

### Question 3.4.1

Ici, on cherche à calculer le cap **TC** et le cap magnétique **MC** pour la trajectoire de vol d’un avion allant de Brunswick à Savannah.

Tout d’abord, il faut convertir nos longitudes et nos latitudes en degré comme sur l’exemple ci-dessous :

Lat1 = N 31° + (03.03/60)° = 31.0505° (Brunswick)

Lon1 = -(W 81° + (26.76/60)°) = -81.4460° (Brunswick)

Lat2 = N 32° + (09.63/60)° = 32.1605° (Savannah)

Lon2 = -(W 81° + (06.75/60)°) = -81.1125° (Savannah)

On calcule ensuite la différence de latitude et de longitude entre nos 2 villes :

dLat = Lat2 - Lat1 = 1.1100°

dLon = Lon2 - Lon1 = 0.3335°

On fait de même pour la latitude moyenne :

mLat = (Lat1 + Lat2) / 2 = 31.6055°

A partir de ceci, on peut calculer la déviation :

A = 60\*cos(mLat) = 51.1006°

On peut ainsi calculer la distance :

L’angle entre A\*dLon et la distance D est obtenu via la formule suivante :

Il est maintenant possible de calculer le cap **TC**:

**TC** = 90 – w = 14.3532°

Comme dLat et dLon sont supérieurs à 0, il faut soustraire l’angle w de 90° E.

Maintenant, à partir du cap TC, on calcule le cap magnétique **MC**:

**MC** = TC + VAR = 18.3532°

### Question 3.4.2

Le calcul de la vitesse de l’avion par rapport au sol GS est fonction de l’effet du vent.

Si il n’y a pas de vent alors GS = TAS.  
Si le vent frappe le dos de l’avion alors GS = TAS + WV.  
Si le vent frappe l’avant de l’avion alors GS = TAS – WV.

Par exemple, si on choisit une vitesse vraie TAS = 50 nœuds et une vitesse de vent WV = 5 nœuds, on obtient dans les 3 cas :

* GS = TAS = 50 nœuds.
* GS = TAS + WV = 55 nœuds.
* GS = TAS - WV = 45 nœuds.

Plus de détails seront donnés à la question suivante.

### Question : Le triangle des vents

Comme on l’a vu precedemment :

* GS\_sans\_vent = TAS
* GS\_vent\_dos = TAS + WV
* GS\_vent\_face = TAS – WV

On code une boucle MatLab permettant de calculer ces valeurs et on peut ensuite afficher la vitesse de l’avion par rapport au sol en fonction de la vitesse vraie :



On veut maintenant les graphiques suivants :

* Graphiques de l'angle de la dérive WCA par rapport à la direction du vent WD pour chaque vitesse TAS.
* Graphique du cap magnétique MH par rapport à la direction du vent WD pour chaque vitesse TAS.
* Graphique de la vitesse par rapport au sol (GS) par rapport à la direction du vent WD pour chaque vitesse TAS.

On veut toutes ces valeurs en fonction de la vitesse du vent également, en sachant que l’on souhaite voir toutes les vitesses du vent sur un même graphique. Sachant que l’on dispose de quatre vitesse TAS = [50 100 160 450], on va donc obtenir 12 graphiques avec 10 courbes représentant les vitesses du vent.

Pour obtenir toutes ces valeurs dans MatLab, on a recours à 3 boucles imbriquées :

* Une première boucle sur la variable ***k***pour chaque vitesse **TAS**
  + Une deuxième boucle sur ***j***pour chaque vitesse du vent **WV**
    - Une troisième boucle sur ***i***pour chaque angle de vent **WA**

**Angle de la dérive par rapport à la direction du vent**

On utilise l’équation donnée à la page 28 du manuel de laboratoire, en faisant bien attention aux conversions radians / degrés :

Voici les graphiques obtenus :









Grâce à ces quatre graphiques, on observe que plus la vitesse vraie est élevée, moins l’angle de dérive est grand. On voit aussi logiquement que plus l’angle de vent est élevé plus la dérive est grande. On peut donc en déduire qu’en cas d’angle de vent élevé, une augmentation de vitesse peut sembler judicieuse afin de réduire l’angle de dérive.

**Cap magnétique par rapport à la direction du vent**

On utilise l’équation donnée à la page 29 du manuel de laboratoire :

Voici les graphiques obtenus :









Ces quatre graphiques montrent des courbes contraires à celles de l’angle de dérive, ce qui est tout à fait normal puisque l’on va corriger le cap magnétique en fonction de l’angle de dérive. Par conséquent, le cap magnétique suit les fluctuations de l’angle de dérive : plus la vitesse vraie est grande, moins il va être grand (car l’angle de dérive sera lui aussi moins grand).

**Vitesse par rapport au sol par rapport à la direction du vent**

On utilise l’équation donnée à la page 29 du manuel de laboratoire :

On obtient les graphiques suivants :









Sur ces quatre derniers graphiques, on remarque que :

* L’angle de vent permettant d’obtenir le plus grand gain de vitesse est toujours situé aux alentours de **190°**
* Le gain maximal de vitesse engendré par un vent absolument favorable est constant et est égal à **50 nœuds** (normal puisque qu’on a )
* La perte maximale de vitesse engendrée par un vent défavorable est elle aussi constante et égale à **50 nœuds**
* Le « dôme » que forment ces courbes représente un vent favorable à la vitesse de l’avion. On remarque alors que plus la vitesse de l’avion est élevée, plus ce dôme est large. Autrement dit, un avion volant à haute vitesse subira moins les effets négatifs du vent qu’un avion volant à basse vitesse. Ceci est normal puisque GS = TAS +/- WV et .

## Conclusion

Un troisième laboratoire intéressant qui nous a permis de mieux comprendre l’effet du vent sur un avion, plus précisément sur les distances parcourues et les vitesses. Cette étude est indispensable dans la conception d’un nouvel avion.

## ANNEXE – Code Matlab

|  |
| --- |
| %%GPA745 LABO3    clear all  close all  clc    %% QUESTION 1  % Donnees groupe 2  % Modele : ville = [lat\_degre lat\_minute long\_degre long\_minute]  brun = [31 03.03 81 26.76]; %N W  sava = [32 09.63 81 06.75]; %N W    lat1 = brun(1) + brun(2)/60;  lon1 = - (brun(3) + brun(4)/60);    lat2 = sava(1) + sava(2)/60;  lon2 = - (sava(3) + sava(4)/60);    dlat = abs(lat2-lat1); %degres  dlon = abs(lon2-lon1); %degres    mlat = (lat1+lat2)/2; %degre  A = 60\*cos(deg2rad(mlat));    D = sqrt((60\*dlat)^2+(A\*dlon)^2); %nm    w = rad2deg(asin(dlat\*60/D)); %degres    % Calcul du True Course  if (dlat>=0 && dlon>=0)  TC=90-w;  else  if (dlat<0 && dlon >=0)  TC=90+w;  else  if (dlat<0 && dlon <0)  TC=270-w;  else  TC=270+w;  end  end  end    % %Valeurs trouvees sur geomag  % VAR\_brun = 6;  % VAR\_sava = 7;  % VAR = mean([VAR\_brun VAR\_sava]);    VAR = 4;  MC = TC + VAR;    %% QUESTION 2  %    WD = [0:10:360];  WV = [5:5:50];  TAS = [50, 100, 160, 450];    GS\_sans\_vent = zeros(length(TAS),length(WV));  GS\_vent\_dos = zeros(length(TAS),length(WV));  GS\_vent\_face = zeros(length(TAS),length(WV));    for j = 1:length(WV)  for i = 1: length(TAS)  GS\_sans\_vent(i,j)=TAS(i);  GS\_vent\_dos(i,j)=TAS(i)+WV(j);  GS\_vent\_face(i,j)=TAS(i)-WV(j);  end  plot(TAS,GS\_vent\_dos(:,j),'red'); hold on  plot(TAS,GS\_sans\_vent(:,j),'green');  plot(TAS,GS\_vent\_face(:,j), 'blue');  end  title('Graphique de la vitesse de l''avion par rapport au sol');  xlabel('TAS (noeuds)');  ylabel('GS (noeuds)');  legend ('Vent dans le dos', 'Sans vent', 'Vent de face');  hold off    WA = TC - WD;    WCA = zeros(length(TAS),length(WV), length(WD));  GS = zeros(length(TAS),length(WV), length(WD));  MH = zeros(length(TAS),length(WV), length(WD));  for k=1:length(TAS)  for j=1:length(WV)  M{j} = ['WV = ' num2str(WV(j))];  for i=1:length(WA)  WCA(i,j,k) = rad2deg(asin(sin(deg2rad(WA(i)))\*WV(j)/TAS(k)));  MH(i,j,k) = TC + VAR - WCA(i,j,k);  GS(i,j,k) = TAS(k)\*sin(deg2rad(WA(i)-WCA(i,j,k)))/sin(deg2rad(WA(i)));  end  end  figure();  plot(WD, WCA(:,:,k))  titre = ['Graphique de l''angle de la derive pour une vitesse TAS = ' num2str(TAS(k))];  xlabel('WD (deg)');  ylabel('WCA (deg)');  title(titre);  legend(M)    figure();  plot(WD, MH(:,:,k))  titre = ['Graphique du cap magnetique pour une vitesse TAS = ' num2str(TAS(k))];  xlabel('WD (deg)');  ylabel('MH (deg)');  title(titre);  legend(M)    figure();  plot(WD, GS(:,:,k))  titre = ['Graphique de la vitesse par rapport au sol (GS) pour une vitesse TAS = ' num2str(TAS(k))];  xlabel('WD (deg)');  ylabel('GS (noeuds)');  title(titre);  legend(M)  end |