

Table des matières

1. Préambule	2
2. Notions élémentaires et formules de base	3
a. Nord géographique et nord magnétique	3
b. Route et Cap	3
c. La déclinaison magnétique	4
d. La déviation	4
e. Vitesse air, vitesse sol et vitesse indiquée	5
f. Le facteur de base (Fb)	5
g. Le temps de vol (T)	6
h. La dérive (X)	6
i. La dérive maximale (Xm)	7
j. Le vent effectif (Ve)	7
k. Estimation de la dérive (X) et du vent effectif (Ve)	8
3. Préparation de la navigation	10
a. Check-list de préparation	10
b. Informations concernant la destination	11
c. Dossier météorologique	11
d. Tracé du trajet sur une carte	13
e. Log de navigation	14
4. Check-lists & briefings	15
a. Mise en route	16
b. ACHEVER	16
c. Décollage et départ	17
d. Check-list point tournant	18
e. Arrivée	18
f. Atterrissage	18

1. Préambule

Vous débutez l'apprentissage de la navigation aérienne. Ce domaine est abordé après une formation initiale suffisante dans les domaines du pilotage et de la sensibilisation aux consignes de sécurité et de réglementation.

Une préparation personnelle est souhaitable car le jour du vol doit être consacré à la mise en pratique du travail que vous aurez préalablement préparé ainsi qu'au « debriefing ». D'autre part cette préparation rigoureuse vous fera gagner du temps dans votre progression et optimisera la consolidation des acquis.

Personnellement, pendant ma phase d'instruction, j'ai tenu un cahier dans lequel je transcrivais à posteriori toutes les informations relatives aux navigations que je réalisais avec les documents les concernant et les remarques de mes instructeurs. Ceci m'a permis d'évoluer rapidement en corrigeant mes erreurs.

La veille de la navigation, préparez votre vol en l'exécutant mentalement depuis l'embarquement jusqu'à l'arrivée. Suivez le trajet sur la carte et mémorisez le tracé et les repères rencontrés. Répétez les messages radio que vous aurez à passer sur les fréquences. Apprenez et récitez vos check-list démarrage, ACHEVER (ou circuit visuel), décollage, en vol, points tournants, bilans carburant, arrivée, atterrissage.

Dans ce document ne sont abordées que les bases de la préparation d'une navigation à l'estime (hors radionavigation et GPS) N'hésitez pas à compléter ce document si vous le jugez nécessaire.

Bons vols !

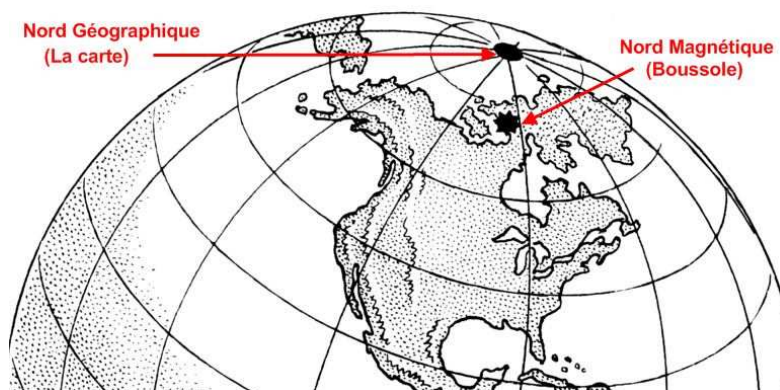


2. Notions élémentaires et formules de base

a. Nord géographique et nord magnétique

Il existe 2 « Nord » :

- Le nord géographique (pôle nord) qui est le point d'intersection sur l'hémisphère nord des méridiens du globe. C'est la référence d'orientation de nos cartes.
- Le nord magnétique qui est indiqué est par une boussole et ne se confond pas avec le nord géographique. Suivant l'endroit où l'on se situe sur le globe il faudra donc tenir compte de la « déclinaison magnétique » du lieu afin de corriger cette différence.



b. Route et Cap

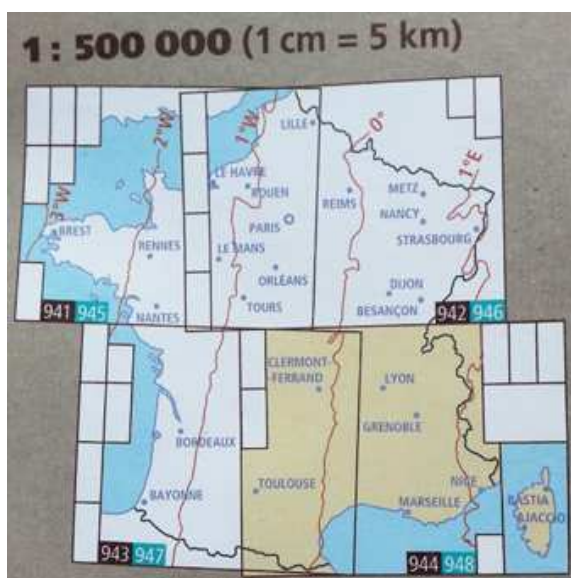
- La route est la mesure (de 0 à 360 degrés) de l'angle obtenu entre la direction du nord et le trajet réel de l'avion par projection au sol. Il s'obtient en le mesurant sur une carte.
- Le cap est l'orientation du « nez » de l'avion, la direction vers laquelle il est orienté. Le cap est la mesure (de 0 à 360 degrés) de l'angle obtenu à partir du nord. Afin de suivre une « route » il faudra appliquer un « cap » qui différera d'autant plus de la route que le vent exercera de l'influence sur le trajet (correction de dérive)

Retenez :

Route = Cap + dérive lorsque la dérive est « Ouest » elle est négative et lorsqu'elle est « Est » elle est positive.

c. La déclinaison magnétique

La déclinaison magnétique est variable dans le temps (elle change au fil des ans pour un point donné) et dans l'espace (fonction de l'endroit où vous êtes) Vous pouvez prendre connaissance de la déclinaison magnétique à l'endroit concerné en consultant votre carte OACI IGN.



Comme l'indique la carte, cette déclinaison est d'environ 1 degré aux frontières Est de la France et de -3 degrés à Brest en 2013. La déclinaison est négative à l'Ouest de la référence « 0 degré » (notée 3°W ou -3) et positive à l'Est (notée 1°E ou +1)

Rm = Rv – dm (ou Rm = Route magnétique, Rv = Route vraie et dm = déclinaison magnétique)

Donc, pour Brest et pour une route vraie mesurée sur la carte de 241° et pour une déclinaison de -3 degrés puisque « Ouest », le calcul donne une route magnétique :

$$Rm = 241 - (-3) = 241 + 3 = 244^\circ$$

d. La déviation

L'avion étant constitué de divers éléments métalliques et autres moteurs électriques, l'indication du compas magnétique peut être faussée. Un petit tableau est donc apposé au compas magnétique afin de pouvoir réaliser la correction de la déviation lors de la prise de cap.



e. Vitesse air, vitesse sol et vitesse indiquée

- Vitesse air ou vitesse propre (V_p) = la vitesse de l'écoulement de l'air autour de l'avion
- Vitesse sol (V_s) = vitesse mesurée de la composante horizontale de l'avion par rapport au sol
- Vitesse indiquée (V_i) = vitesse indiquée par l'anémomètre (ou badin) en atmosphère standard.

f. Le facteur de base (F_b)

Le facteur de base est une variable que l'on utilise couramment en navigation aérienne et permettant de calculer rapidement des temps de vol, dérives etc... Il est spécifique à chaque type d'avion suivant sa vitesse donc de ses performances.

Le facteur de base est directement lié à la V_p (vitesse propre de l'avion) et représente le nombre de minutes pour parcourir 1NM (un nautique). Si ce facteur de base (F_b) a pour valeur 0,5 ceci indique que vous parcourrez 1NM en 0,5 minutes, c'est-à-dire en 30 secondes.

Il se calcul ainsi :

$$F_b = 60/V_p$$

Pour un avion ayant une vitesse propre (V_p) de 100 nœuds (Kts), $F_b = 60/100 = 0,6$

Quelques conseils pratiques...

Ce facteur de base, très pratique à exploiter mentalement peut aussi être calculé avec une vitesse exprimée en km/h. Lorsqu'il sera utilisé pour des calculs de temps il faudra alors utiliser des kilomètres comme unité de mesure des distances.

Au sol, sur la route en voiture par exemple, entraînez-vous à faire des estimations de temps de trajet en calculant de tête votre facteur de base et donc votre temps de trajet (en minutes) pour rejoindre la prochaine étape.

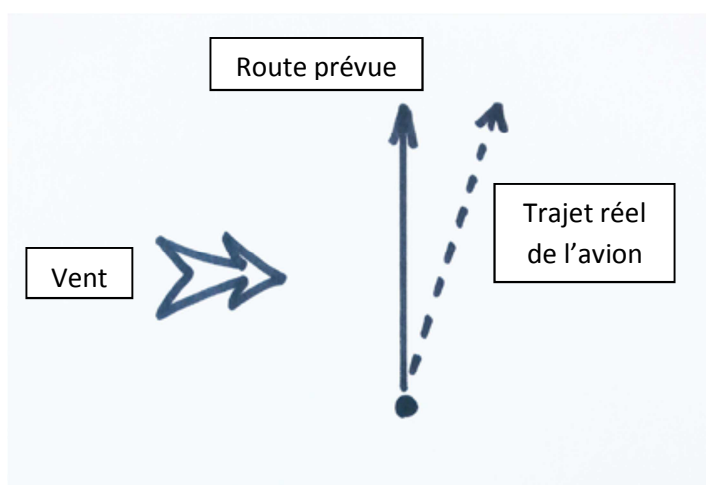
g. Le temps de vol (T)

En utilisant le facteur de base (Fb) le temps de vol sur un trajet peut se calculer ainsi

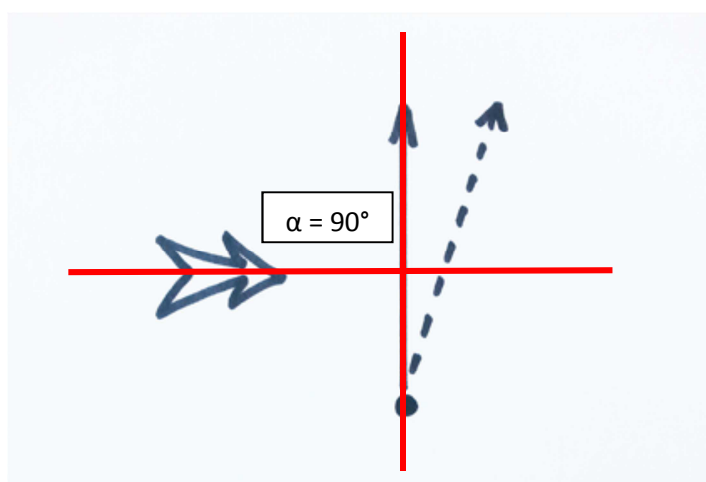
T(min) = Fb x D où T est le temps de vol en minutes, Fb = Facteur de base et D = distance en Nm

h. La dérive (X)

Le vent exerce une influence sur le trajet de votre avion. Il vous retarde, vous avance ou vous fait dériver...



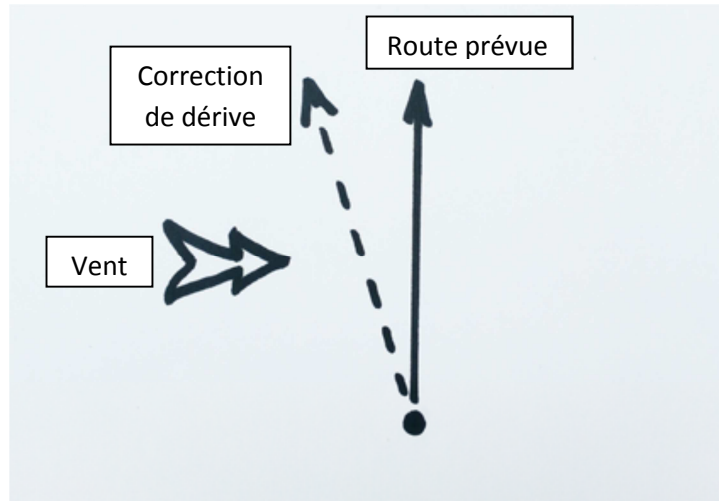
Afin de suivre la route prévue, il faudra tenir compte de l'effet du vent sur votre avion afin d'en corriger la dérive.



Dans notre cas, l'angle formé par votre route prévue et la direction du vent forme un angle droit à 90°. On appelle cet angle **l'angle Alpha**. Cet angle va donc varier entre 0 et 90 degrés ($0 < \alpha < 90$)

Pour calculer cette dérive il convient d'utiliser la formule :

$X = X_m \times \sin(\alpha)$ où X = dérive en degrés, X_m = dérive max en degrés (voir plus loin) et $\sin(\alpha)$ est la projection de la composante de l'angle et de la longueur du vent sur l'axe des ordonnées.



Afin de suivre la route prévue il faudra corriger notre cap de la dérive du vent en réduisant le cap.
On dit que l'on met le nez de l'avion « au vent » pour corriger la dérive.

i. La dérive maximale (X_m)

La dérive sera maximale lorsque l'angle alpha (α) sera de 90° . Cette dérive sera donc moins importante si cet angle l'est d'autant moins.

Pour calculer notre dérive sur une route, il faut tout d'abord calculer la dérive max. qui est fonction de la vitesse de notre avion ($Fb = 60/Vp$) et la vitesse du vent en nœuds (notée Vw)

La formule à utiliser est la suivante :

$X_m = Fb \times Vw$ où X_m est la dérive max en degrés, Fb est notre facteur de base et Vw est la vitesse du vent en nœuds.

j. Le vent effectif (Ve)

Le vent effectif est la composante de vitesse de vent parallèle à votre route. Elle vous fera gagner en vitesse sol (composante de vent « arrière ») ou vous en fera perdre (composante de vent « de face »)

Elle s'exprime en nœuds et se calcul de la façon suivante :

$V_e = V_w \times \cos(\alpha)$ où V_e est la vitesse du vent effectif, V_w est la vitesse du vent en nœuds et $\cos(\alpha)$ est la projection de la composante de l'angle et de la vitesse du vent sur l'axe des abscisses.

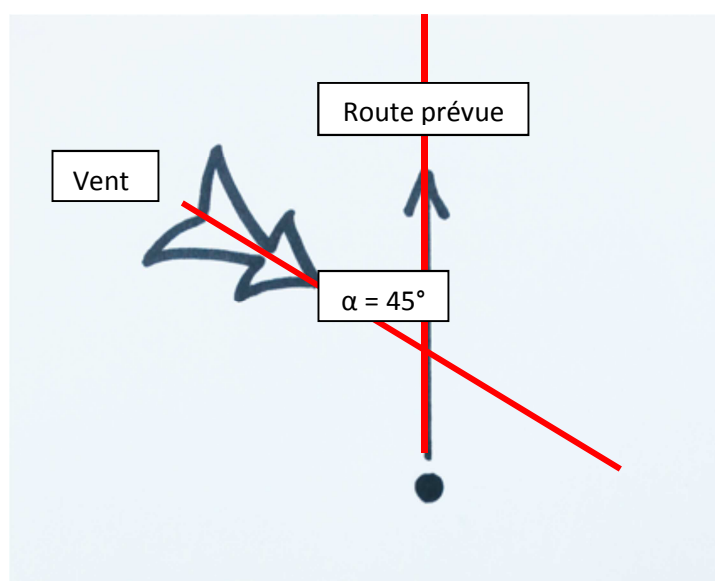
Si la composante de vent est de face (contre vous), il faudra alors retrancher cette vitesse de votre vitesse sur le trajet. Recalculez alors votre facteur de base (Fb) afin de déterminer votre temps de vol.

Si la composante de vent est « dans le dos », votre vitesse augmente et votre temps de trajet est alors réduit.

k. Estimation de la dérive (X) et du vent effectif (V_e)

Evidemment, dans la plupart des situations courantes, le vent n'est pas toujours exactement perpendiculaire ou parallèle à votre route. Il faudra dans l'ordre :

- Calculer votre facteur de base (Fb)
- Calculer votre dérive max.
- Pour chaque branche
 - Déterminer l'angle α (angle du vent par rapport à votre route)
 - En déduire votre angle de dérive sur la route
 - Et votre vent effectif
 - Pour connaître le temps de vol...
- Et donc le carburant total à embarquer.



Rappels de valeurs approchées de trigonométrie :

Angle (°)	0	30	45	60	90
sinus	0	0,5	0,7	0,85	1
cosinus	1	0,85	0,7	0,5	0

Quelques conseils pratiques...

Vous pouvez bien sûr utiliser une calculatrice pour effectuer ces calculs de trigonométrie ou un « computer » règle à calcul aéronautique. Mémoriser ce tableau trigonométrique vous permettra de réaliser très vite des estimations de dérive tenant compte du fait qu'une marge d'erreur de 1 à 3 degrés ne remettra pas en cause la qualité de votre navigation à l'estime dans la mesure où vous avez choisi des branches (étapes de points à points) n'excédant pas 10 à 15 minutes. De plus, une tenue du cap rigoureuse sera plus importante que des calculs au 10^{ième} de degré...

N'hésitez pas également à apprendre à réaliser un triangle des vitesses. Un petit exercice assez simple donnant des résultats très précis

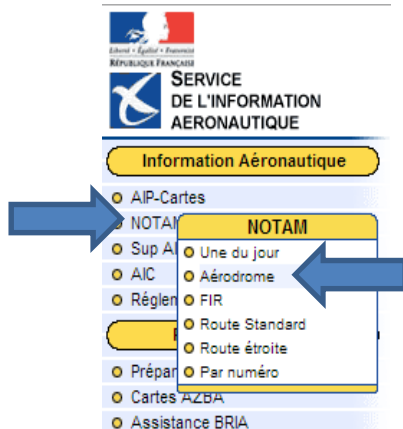
3. Préparation de la navigation

a. Check-list de préparation

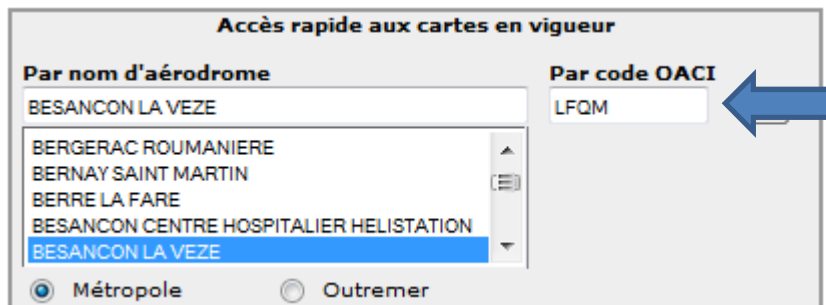
- NOTAM de l'aérodrome de destination
- Carte VAC de l'aérodrome de destination
- EUROCC, TEMSI
- WINTEM
- METAR et TAF sur le trajet, SIGMET
- Carte 1/500.000ième
- Pochette VFR & compléments aux cartes aéronautiques
- Report du trajet et des points de report sur la carte 1/500.000ième
- Altitudes de sécurité
- Zones traversées
- Aérodrome(s) de dégagement
- Log de navigation
- Carburant à embarquer
- SUP AIP ou NOTAM FIR
- Carte AZBA
- Plan de vol (si passage de frontière ou survol de régions maritimes)
- Carnet de bord de l'avion + papiers réglementaires
- Vos licences et visite médicale valides

b. Informations concernant la destination

- Vérifiez que l'aérodrome de destination est ouvert à la circulation aérienne le jour du vol en accédant au site internet <https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/default.htm>



- Téléchargez la carte VAC de l'aérodrome de destination à l'adresse https://www.sia.aviation-civile.gouv.fr/html/frameset_aip_fr.htm en indiquant le nom de l'aérodrome ou son code OACI



Relevez le type de piste (herbe ou « en dur »), sa longueur et toute information relative à son exploitation (« Public » ou « Privé », AFIS ou auto-information A/A, horaires, fuel, moyens de paiement, taxes d'atterrissage, parachutages, consignes particulières d'exploitation etc...)

c. Dossier météorologique

Les informations météorologiques dédiées au domaine de l'aviation sont à récupérer sur le site <https://aviation.meteo.fr> Il faut vous identifier sur ce site (nom d'utilisateur/mot de passe) ou créer un compte d'utilisateur si vous n'en disposez pas.



- **TEMSI** (*Carte du temps significatif*)

Imprimer la carte TEMSI (EUROC si passage de frontière ou grands voyages) et analyser celle-ci.
Tracer le trajet sur la carte (départ, étapes, destination)

- **WINTEM** (*Carte des vents*)

Imprimer la carte WINTEM, tracer le trajet prévu et faites l'analyse des vents (températures, vitesses, orientations à différents niveaux de vol – FL20, FL30, FL50 au 1013,25, faites le calcul, de tête c'est encore meilleur)

Si besoin, téléchargez le « Guide aviation » afin de prendre connaissance du sens des symboles et abréviations utilisés sur ces documents



- **METAR & TAF, SIGMET sur le trajet**

Imprimez les METAR et TAF sur le trajet ce qui vous aidera à vous faire une idée du « scénario » météo de votre navigation (à réactualiser quelques heures avant le vol)

Pour rappel :

- *METAR mis à jour toutes les heures (ou ½ Hr)*
- *TAF mis à jour toutes les 3Hrs (TAF court) ou 6Hrs (TAF long)*

d. Tracé du trajet sur une carte

Sur une carte aéronautique IGN à l'échelle **1/500.000^{ième}**, disponible en aéroclub ou sur des sites spécialisés sur internet, prenez connaissance :

- De (ou des) région(s) concernée(s) (NO, SO, NE, SE) sur le trajet
- De la date de validité de la carte (même si la géographie reste la même, les zones réglementées évoluent d'année en année donc n'hésitez pas à renouveler vos cartes)
- De l'échelle de la carte (échelle 1cm=5Km)
- De l'altitude prise en compte par la carte (SFC – FL 115)
- De la déclinaison magnétique sur le trajet
- déterminez les points de virage adaptés ainsi que le tracé de votre voyage * (crayon gras pour cartes plastifiées, crayon de papier sur carte papier...) en ayant le souci de :
 - Eviter le survol des régions habitées (nuisances sonores)
 - Eviter le survol des régions où l'atterrissage d'urgence ne serait pas envisageable à faible hauteur (larges forêts, lacs de grande taille, régions accidentées...)
 - Zones règlementées/interdites de survol (zones D/R/P)
 - « A l'estime », n'envisagez pas de point de virage à plus de 15 minutes du précédent (dérive, visibilité, à Vp < 120Kts)
 - N'hésitez pas à utiliser des aérodromes comme point de virage (visibles) en ayant le souci de ne pas gêner la circulation aérienne (message radio, hauteur suffisante...)

(*) Quelques conseils pratiques...

Choisissez des repères visibles. Comme mentionné dans votre manuel, évitez les lignes à HT par exemple... N'hésitez pas à utiliser les outils internet disponibles gratuitement (GoogleEarth) pour vous en faire une idée sans oublier que la visibilité du jour de la navigation peut remettre en question ces choix.

Par vent « Ouest », je choisis de contourner une ville, un village par l'Est, par vent « Est », je choisis de contourner une ville par l'Ouest (souci de la réduction des nuisances sonores)

e. Log de navigation

Vous utiliserez ce document en vol en y reportant les points de :

- Départ
- Virages, reports, étapes
- Destination

...ainsi que toutes les informations qui vous seront nécessaires pour la conduite du vol « en temps réel » (cap, temps de vol, altitudes et niveaux de vol, estimées, fréquences et contacts radio, zones traversées, fréquences VOR, QDM, QDR, ADF etc...)

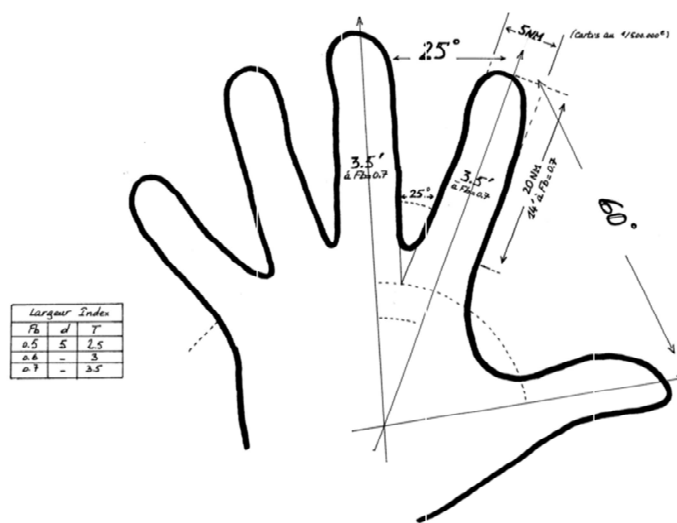
Un log de navigation est disponible à l'adresse http://www.domerguestories.com/wp-content/uploads/log_nav.pdf téléchargeable au format PDF ou à la fin de ce document.

Complétez le log de navigation avec les informations disponibles à l'adresse <http://www.domerguestories.com/log-de-navigation/>

4. Le matériel

Une tête dans laquelle on a sauvegardé les formules de base que vous aurez à utiliser couramment. Comme déjà expliqué entraînez-vous, hors vol, à réaliser rapidement des calculs mentaux (dérives, estimées de temps de vol etc...)

Une main peut s'avérer utile pour relever des mesures approximatives mais exploitables en cas de déroutement par exemple. L'estimation de Routes et temps de vols



(Voir une méthode de prise de mesures rapides en fin de document)

Munissez-vous d'une **montre-chronographe** qui vous permettra de relever les heures de

- Mise en route & extinction du moteur
- Décollage
- Passage aux points tournants
- Lever/coucher du soleil

Une **planche de vol** qui se solidarise de votre jambe vous permettra d'accéder à votre log de navigation ainsi qu'aux cartes VAC des aérodromes



5. Check-lists & briefings

Quelques exemples d'organisation de briefings à différents moments de l'exécution du vol. Ceux-ci seront à adapter avec votre instructeurs si besoin (Circuit visuel plutôt qu'ACHEVER, modes de vérifications etc...)

a. Mise en route

Voir avec le manuel de vol de l'appareil utilisé

b. ACHEVER

A	Atterrisseurs.....	Pieds sur les freins
C	Commandes..... Cabine..... Compensateur..... Ceintures..... Contact général..... Charge alternat.....	Libres, d'un débattement total et dans le bon sens Fermée, verrouillée Pas d'objets libres Décollage Attachées ON 1
H	Hélice..... Huile.....	Test de pas Température, pression
E	Essence.....	Ouverte, autonomie
V	Volets.....	Essais, réglés pour décollage
E	Essais magnétos..... Essai réchauff. carbu..... Essai ralenti..... Extérieur.....	2, 1, 1+2 (both) (Perte 100 tr/min) Stable Obs. manche à air



INSTRUCTION

Préparation de navigation aérienne

Date : 29/08/13

		Obs. tour de piste
R	Réglages alti..... Réglage conserv. Cap..... Radio.....	QNH, QFE Fréquence, message

c. Décollage et départ

QFU et rappel de VR (Vitesse de rotation)

Conditions d'utilisation et limitation de la piste (humide, longueur, ...)

Sens du premier virage

Premier cap

Première altitude (pour un départ vers une sortie de circuit)

Première estimée

Panne avant VR, qui exécute et actions à entreprendre.

Panne mineure après VR, qui exécute et actions à entreprendre.

Panne majeure après VR, qui exécute et actions à entreprendre.

Ex : "Nous allons décoller sur la piste 23/05 de Besançon, QFU exact 233. La piste est sèche et non limitative pour notre avion. Premier virage à gauche pour rejoindre la Vent Arrière (ou prise de cap)

En cas de panne avant VR, j'interromps le décollage.

En cas de panne après VR avec perte minimum de puissance, je poursuis le décollage et je me reporte en Vent arrière main gauche/droite pour me reposer en 23/05.

En cas de panne majeure après VR, je me pose dans un secteur avant de mon appareil en m'interdisant le demi-tour si la hauteur n'est pas suffisante"

d. Check-list point tournant

Chrono /déclenchement du chrono ou relevé de l'heure de passage

Cap /Prise de cap

Altitude /Prise de l'altitude convenue

Estime /Calcul de l'heure prochaine de passage

Radio /Sélection de la prochaine fréquence, message radio...

Moteur /Vérification des paramètres moteur (t°, pressions...)

Carburant /Bilan carburant

e. Arrivée

Point de début de descente.

Niveau, hauteur ou altitude recherchés.

Tactique d'arrivée.

Aides à l'atterrissage.

Ex : "Nous allons procéder à l'arrivée sur le terrain de Gray. Début de descente à 35, vers 1700 ft QNH 1002. Nous ferons une intégration en début de vent arrière main droite pour la 07. En finale, QFU exact 075, et suivi du plan standard à l'aide du PAPI."

f. Atterrissage

Point d'aboutissement.

Configuration.

Vitesse retenue

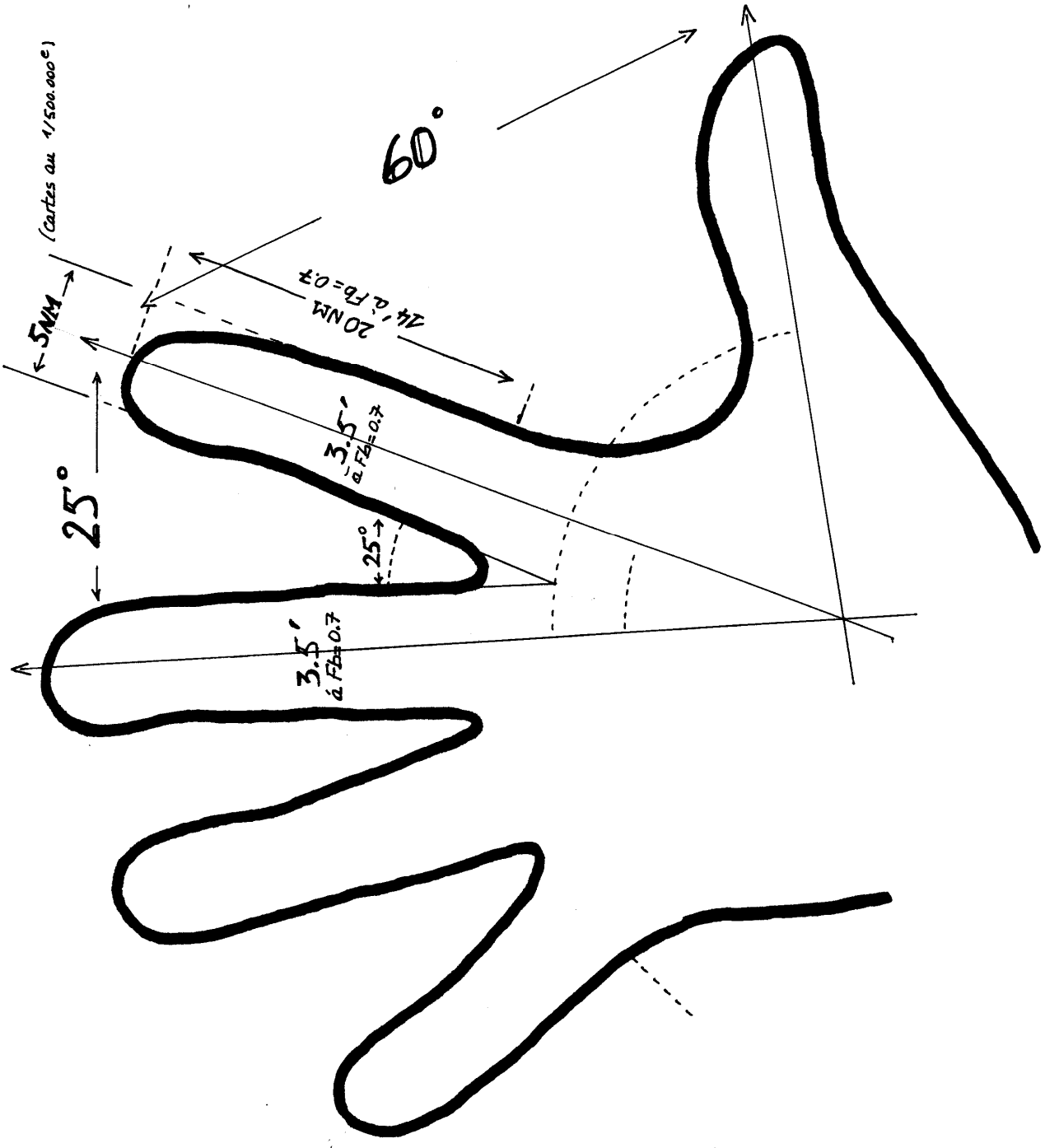
Ex : "Notre point d'aboutissement sera les plots ILS. Nous allons nous poser volets 8° / Avec un cran de volets. Nous prendrons 115 km/h en finale, et 100 km/h en courte finale."

QNH :		BD :		Vp :	kt	Vw :		Kt	Xm :		
Trsp. :		BA :		Fb :		α	0	30	45	60	90
Rm	Dist	sans w T avec w	Heures E / R	Reports		X					
X						Tc					
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
TOTAL				<i>Aérodrome d'arrivée LF ..</i>							
Roul/décol 10'..... L	Piste										
Délestage.....L	QNH										
VentL	Tdp G / D										
Réserve 20'L	QFE										
Choix CdeB.....L	VHF										
Intégration 10'.....L	Atis										
<i>Carbu. mini</i> <i>L</i>	Conso	V rotat°	D. décollage								
<i>Embarqué</i> <i>L</i>L/H	V montée	D. atterrissage								
<i>Auton. départ.....H.....mn</i>	V approche	Date :	Avion :								
<i>Extinct. mot. à.....H.....mn</i>	<i>Couché du soleil (HL).....H.....min</i>										

QNH :		BD :		Vp :	kt	Vw :		Kt	Xm :		
Trsp. :		BA :		Fb :		α	0	30	45	60	90
Rm	Dist	sans w T avec w	Heures E / R	Reports		X					
X						Tc					
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
/											
TOTAL				<i>Aérodrome d'arrivée LF ..</i>							
Roul/décol 10'..... L	Piste										
Délestage.....L	QNH										
VentL	Tdp G / D										
Réserve 20'L	QFE										
Choix CdeB.....L	VHF										
Intégration 10'.....L	Atis										
<i>Carbu. mini</i> <i>L</i>	Conso	V rotat°	D. décollage								
<i>Embarqué</i> <i>L</i>L/H	V montée	D. atterrissage								
<i>Auton. départ.....H.....mn</i>	V approche	Date :	Avion :								
<i>Extinct. mot. à.....H.....mn</i>	<i>Couché du soleil (HL).....H.....min</i>										

Chrono - Cap - Altitude - Estime - Radio - Radio-nav - Moteur - carburant

Chrono - Cap - Altitude - Estime - Radio - Radio-nav - Moteur - carburant



Largueur Index	
Fb	T
0.5	5
0.6	-
0.7	-