

Guide navigation VFR

Sommaire

1. <u>Présentation</u>	P2
2. <u>Techniques de navigation</u>	P3
A. Généralités	
B. Lecture de carte	
C. Définition des points clés	
D. Profil de vol	
E. Le suivi de route	
F. L'estime	
G. Combinaison des techniques de l'estime et du cheminement : Erreur systématique	
3. <u>Procédures et techniques particulières</u>	P13
A. Détournement	
B. Égarement	
4. <u>Préparation à long terme</u>	P15
A. Préambule	
B. Réalisation	
5. <u>Préparation à court terme</u>	P18
A. NOTAM (et SNOWTAM)	
B. Météo	
C. Avion	
D. Choix de l'altitude de vol	
E. Détermination des limitations et performances	
F. Carburant	
G. Masse et centrage	
6. <u>Conduite du vol en navigation</u>	P22
A. Utilisation des systèmes RNAV	
B. Gestion du carburant	
C. Gestion des estimées	

1. Présentation

La navigation consiste à concevoir et suivre une trajectoire pour aller d'un aérodrome à un autre. En VFR, le pilotage se fait par références visuelles extérieures.

Le concept « Voir et Eviter » reste primordial pour assurer la sécurité extérieure en navigation.

Les méthodes et techniques nécessaires pour préparer et réaliser une navigation en VFR sont décrites dans ce document.

Leur application permet de structurer le travail et l'organisation à bord.

Au travers des chapitres suivants seront étudiés :

- Les différents supports retenus.
- Les différentes techniques de navigation avec en particulier la mise en œuvre des systèmes embarqués, la méthode de suivi de trajectoire et les corrections associées.
- L'étude complète de la préparation du vol
- La conduite du vol sur un déroulé complet d'une navigation

Quelle que soit la technique de navigation retenue, la structure d'une navigation repose sur la détermination et la matérialisation de points clés.

Les points clés sont :

- Le point origine de la navigation
- Les points tournants
- Point de début de descente (TOD)
- Point d'arrivée

La gestion de la charge de travail repose sur la connaissance du temps restant jusqu'au prochain point clé.

D'une manière générale, la navigation repose sur la gestion en vol de priorités qui sont dans l'ordre :

1. Pilotage

2. Suivi de la trajectoire

3. Gestion des systèmes

4. Communication

2. Les techniques de navigation

A. Généralités

Il existe plusieurs techniques de navigation dont le choix dépend :

- de l'aisance du pilote
- des conditions météorologiques
- de l'environnement
- des restrictions d'espace aérien
- de l'équipement de l'avion

Une navigation en vol VFR est une combinaison de différentes techniques de navigation. Quelles que soient la ou les techniques choisies, le pilote doit savoir en permanence se positionner sur sa carte afin de s'assurer :

- de la cohérence de la route suivie.
- qu'il vole avec une marge suffisante par rapport aux obstacles.
- qu'en fonction de l'espace dans lequel il évolue, il respecte la réglementation.

Pour les avions équipés de GNS, le pilote doit, indépendamment de la technique de navigation retenue, saisir un FPL dans le système.

Cela présente les avantages suivants :

- affichage d'une route sur la page MAP facilitant l'identification des zones et permettant de confirmer la précision de la navigation. Utilisation autorisée seulement si la base de données est à jour.
- aide à l'organisation de la trajectoire en cas de changement de projet d'action.
- confirmation par le système de l'estimée d'arrivée.
- consolidation de la technique de suivi carburant.

B. Lecture de carte

Quelle que soit la technique de navigation retenue il est nécessaire d'avoir une méthode structurée de lecture de carte.

Un repère doit comporter au moins deux caractéristiques, orientation, ordre d'apparition des éléments, taille, présence de relief ou d'obstacles à proximité etc...

On peut aller soit du sol vers la carte soit de la carte vers le sol. Dans les deux cas il est nécessaire de prendre le temps d'identifier méthodiquement les caractéristiques des repères choisis avant d'effectuer une corrélation entre le sol et la carte.

C. Définition des points clés

Le Point Origine de Navigation :

- C'est le point, proche du départ, à partir duquel sont calculés la route et la première estimée. Le PON peut être choisi au décollage, travers piste, verticale terrain, sur un point caractéristique (point de report de l'aérodrome, balise, WPT...) ou sur tout autre repère facilement identifiable. Il dépend des différentes contraintes rencontrées localement (géographie, zones aériennes, carte VAC, agglomérations, etc).

Le point tournant :

- C'est le point qui définit le début ou la fin d'une branche.
- Il est choisi en fonction des contraintes (espaces aériens, performances avion, météo...) ou de la technique de navigation retenue.
- Il permet de recalculer la navigation à l'estime.
- Il permet de valider les estimées d'arrivée.
- C'est un point caractéristique facilement identifiable.

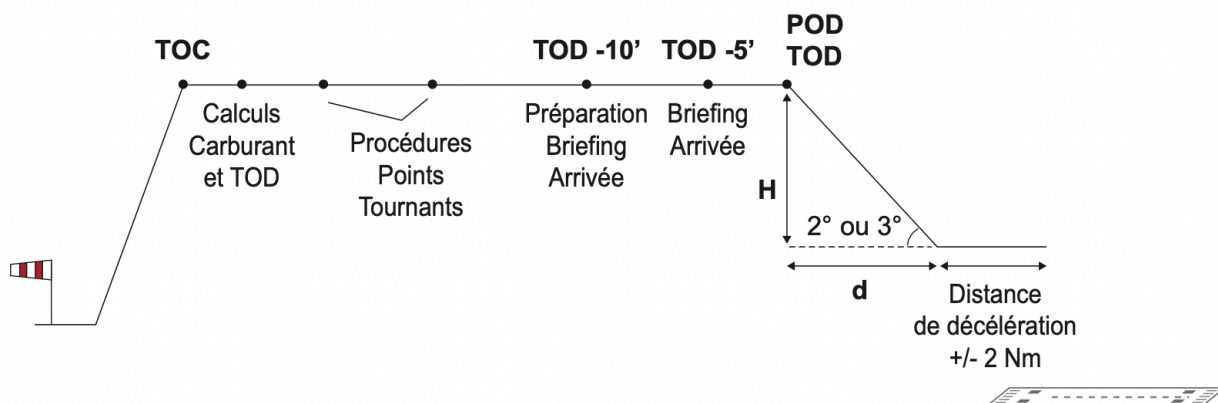
Le point de début de descente (TOD) :

- Il est déterminé afin de permettre, en l'absence de contrainte, une descente continue jusqu'à l'intégration dans le circuit d'aérodrome.
- Il est calculé conformément à la méthode définie ci-dessous.

Le point d'arrivée :

- C'est le point de fin de navigation.
- En VFR c'est le point d'intégration dans la circulation d'aérodrome.
- Il sert à définir le TOD.
- Il sert à calculer le carburant restant à l'arrivée.

D. Profil de vol



- **TOC** : Top of Climb.
- **Calculs Carburant et TOD** : à faire le plus tôt possible en croisière, dès que la charge de travail le permet.

- **Bilan carburant** :

A une position donnée, à partir de la quantité de carburant déjà consommée, de l'heure estimée d'arrivée et du carburant nécessaire jusqu'à destination, on détermine :

- la quantité de carburant restante à l'arrivée
- le temps d'attente maximum possible à l'arrivée

Un exemple de bilan est donné dans le chapitre consacré au carburant.

- **TOD** :

- Calcul du POD en Nm (Point of descent) :
 - $POD\ 2^\circ\ (Nm) = (\Delta FL / 2) + \text{Distance de décélération (Nm)}$
 - La distance de décélération usuelle sur avion léger et de 2 Nm.
- Convertir le POD (Nm) en TOD (temps) pour avoir une bonne conscience de la situation.

- **Procédure points tournants** :

2 minutes avant le point tournant, le pilote annonce le prochain cap à suivre et la prochaine altitude à prendre. Dès la verticale de chaque point, le pilote effectue la check-list ci-dessous.

- **TOP** : *retenir l'heure de passage ou relancer le chronomètre. Le chronomètre numérique du transpondeur peut être utilisé.*
- **CAP** : *prendre le cap permettant de suivre la route prévue. Ne pas oublier la dérive.*
- **ALTI** : *effectuer une montée ou une descente vers l'altitude désirée. Si aucun changement n'est prévu, vérifier que le palier est bien maintenu.*
- **Estimée** : *noter l'heure de passage du point tournant sur le log de nav. Calculer l'heure estimée du prochain point tournant et la confronter avec celle du plan de vol GPS si utilisé.*
- **Radio** : *effectuer les messages radio éventuels et préparer la prochaine fréquence en stand-by.*
- **Rnav** : *afficher la fréquence et la route du VOR à suivre sur le CDI. Si le GPS est utilisé et que la base de donnée est à jour, régler le zoom de la page MAP si besoin puis passer sur la page Nav 1 pour vérifier le maintien de la bonne route.*
- **Gyro** : *procéder au recalage du conservateur de cap.*
- **Paramètres** : *vérification des paramètres moteur et instruments de bord.*
- **Fuel** : *vérifier la consommation carburant pour détecter une éventuelle fuite.*

- **Préparation Briefing Arrivée** : doit être terminée 10 min avant le TOD

- Prise et exploitation de la météo
- Établir la procédure d'arrivée en préparant la carte VAC
- Mise à jour éventuelle du TOD et du bilan carburant
- Identification des menaces et mitigation

- **Briefing Arrivée** : doit être terminé 5 min avant le TOD. Le contenu du briefing doit commencer du TOD jusqu'au parking en évoquant la remise de gaz et les menaces éventuelles. La carte VAC présentée en Track Up doit servir de support.

Exemple : « nous entamerons la descente à 20 Nm de la verticale de Troyes dont la fréquence XXX a été affichée en stand-by. Le POD correspond à 10 minutes avant l'arrivée. D'après la carte, il coïncide avec le passage de la ville de Bray. Le vario estimé pour maintenir la descente est de -500 ft/min pour arriver à 2000 ft QNH 1015 à la verticale du terrain. La décélération se fera 2 Nm avant la verticale où nous arrivons à la vitesse d'attente de 150 km/h. Nous ferons ensuite un virage par la gauche pour s'intégrer en début de vent arrière piste 35. La descente vers l'altitude de la vent arrière, soit 1400 ft, se fera une fois les axes croisés et clair de tout trafic. Nous nous configurons ensuite vers l'approche avant l'étape de base qui débutera au niveau de l'autoroute. La vitesse retenue en finale est de 115 km/h, majorée de 10 km/h à cause du vent soit 125 km/h, en configuration atterrissage. On estime pouvoir dégager la piste en ES, sinon on remontra la piste au besoin. Nous nous garerons au pied de la tour en fonction des autres trafics et de l'agent AFIS. En cas de remise de gaz, je monte dans l'axe et je vire avant la ville par un virage gauche pour effectuer un second tour de piste. Je dispose de 30 minutes de carburant avant de devoir dégager vers notre terrain de déroutement qui est Auxerre. Les menaces sont notamment le plan fort sur la 35. Le PAPI indique un plan à 6,3°. Par conséquent je n'oublierai pas de réduire les gaz suffisamment tôt pour éviter une trop forte accélération et sortir de mon arc VFE. La piste est également bombée donc je serai vigilant aux effets d'optique, je n'hésiterai pas à jeter un petit coup d'oeil sur le coté pour vérifier ma hauteur. Etc... »

E. Le suivi de route

Le suivi de route consiste à suivre une trajectoire matérialisée en permanence.

Deux techniques sont utilisables :

- le cheminement par suivi de ligne naturelle (rivière, côte, relief,...), ou artificielle (voie ferrée, route, autoroute,...).
- Le suivi d'axe radioélectrique (VOR) ou segment (DTK) issu d'un système de gestion de vol RNAV (GNS).

Suivi d'une route issue d'un système RNAV

Mise en œuvre

Pour suivre une route issue d'un système RNAV, il est nécessaire de créer un plan de vol dans le système de gestion du vol. La lecture de cette route et des écarts se feront sur la MAP (si à jour) et la page Nav 1, couplé à la carte papier.

Le plan de vol doit être renseigné à l'aide de points présents dans la base de donnée (aérodromes, navais, waypoints).

Ne seront utilisés que les USER WPT créés et vérifiés au sol.

Ce plan de vol doit être vérifié segment par segment par appel de la page FPL paramétrée en DTK/ distance et à l'aide du log de navigation et des cartes correspondantes.

En vol, la cohérence de l'information RNAV doit être vérifiée après chaque point tournant minimum à l'aide de repères naturels, artificiels ou radioélectriques.

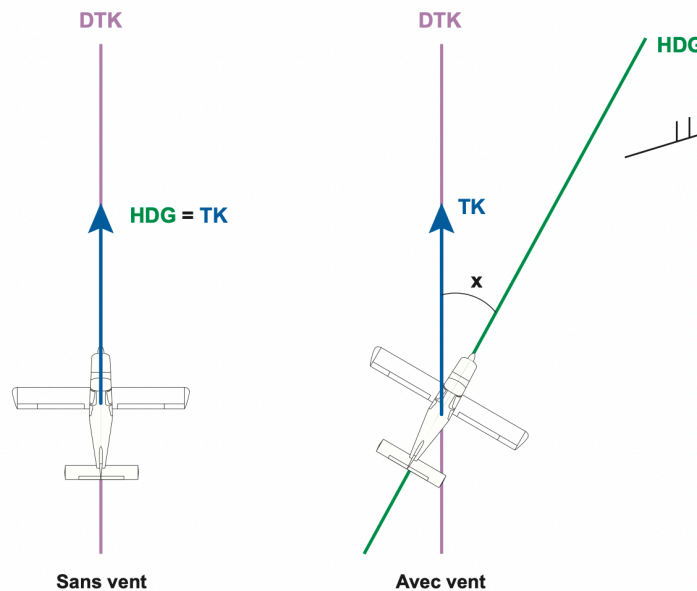
Suivi de la trajectoire

Pour suivre la route désirée (DTK), en l'absence d'écart latéral (XTK), prendre le cap correspondant corrigé de la dérive.

Il est donc nécessaire de connaître la valeur de la dérive.

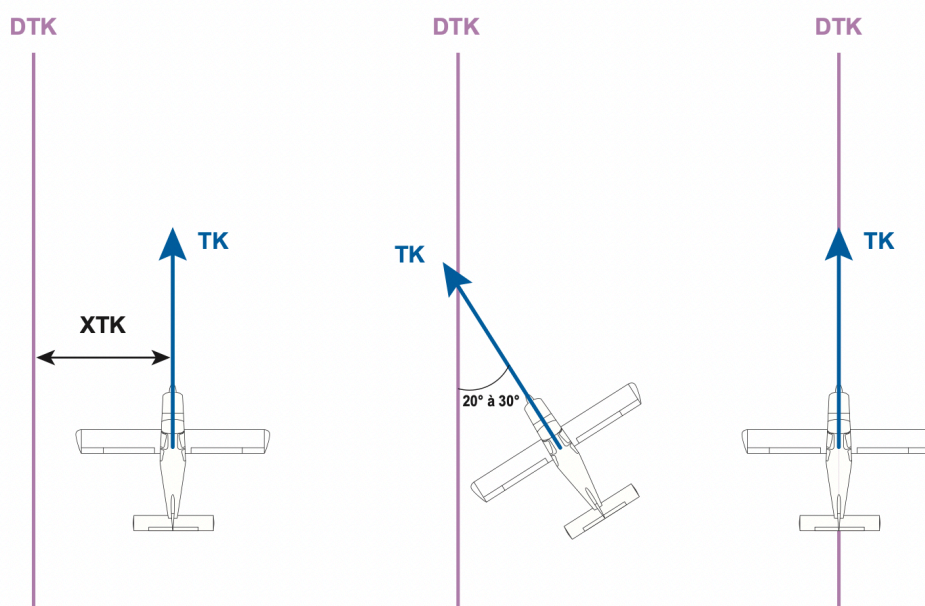
Le calcul de la dérive peut se faire à partir de l'information de vent instantané fournie par le système si disponible.

La vérification de la cohérence du cap affiché, se fait par lecture $TK = DTK$.



Corrections des écarts

Lorsqu'un écart latéral (XTK) est constaté, appliquer une correction de cap amenant la route suivie TK en convergence de 20° à 30° en fonction du XTK avec la route recherchée DTK jusqu'à interception de la route.



Suivi d'une route issue d'un axe radio électrique (VOR)

Mise en œuvre

Le choix du moyen radioélectrique se fait par affichage de la fréquence associée dans le système embarqué.

La route à suivre est affichée à l'aide de l'OBS sur le CDI.

Le moyen radio électrique est réputé utilisable après vérification de la cohérence de l'indication (écart et indicateur TO/FROM) et de l'identification de la balise (code morse ou affichage de l'indicatif sur certains GPS).

Suivi de la trajectoire

Pour suivre la route affichée, en l'absence d'écart latéral, prendre le cap correspondant corrigé de la dérive.

Le calcul de la dérive peut se faire à partir de l'information de vent instantané fournie par le système si disponible ou en l'absence à partir des documents de prévisions météorologiques ou des éléments relevés pendant le vol.

Corrections des écarts

Pour un écart allant jusqu'à une déviation, corriger le cap de deux fois l'écart constaté jusqu'au retour sur la route.

Cheminement

Dans certains cas, une ligne naturelle ou artificielle permet de matérialiser en permanence la position de l'avion et la direction à suivre.

Mise en œuvre

Identifier sur la carte l'axe naturel ou artificiel à suivre et son orientation magnétique. A partir de la carte, matérialiser cet axe au sol et vérifier son orientation.

Suivi de la trajectoire

Prendre le cap permettant de suivre cet axe.

Pour une meilleure visualisation et pour améliorer l'anti-abordage garder de préférence le repère côté gauche.

Conserver en permanence un écart latéral constant par rapport au repère choisi.

Correction des écarts

Avec cette technique les écarts sont corrigés en permanence.

F. L'estime

L'estime est une technique de navigation qui consiste à relier deux points en ligne droite en utilisant un cap et un temps calculés.

A partir de la route et de la distance mesurée sur la carte, calculer le cap et le temps de vol corrigés des effets du vent.

Le calcul du cap et du temps de vol entre chaque point tournant se fait à partir de l'information de vent instantané fournie par le système ou en l'absence à partir des documents de prévisions météorologiques ou des éléments relevés pendant le vol.

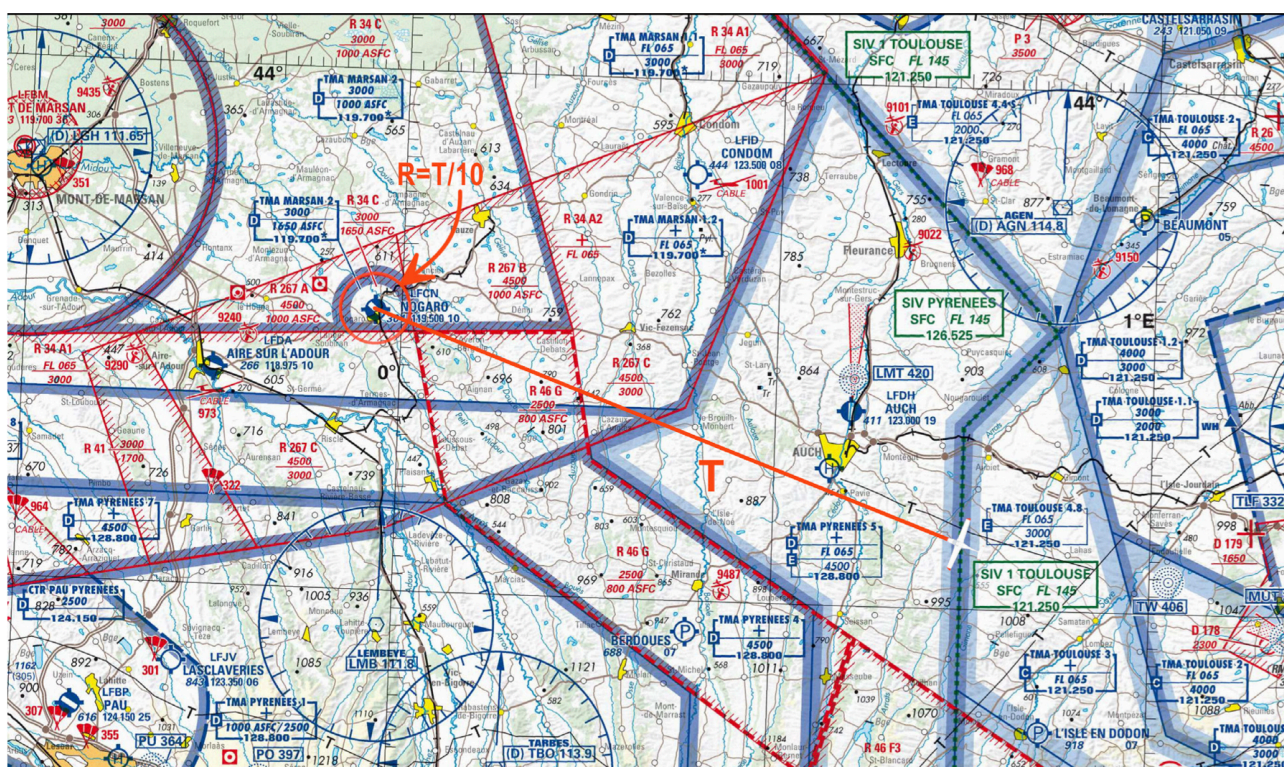
Les imprécisions de tenue du cap (lecture, erreur instrumentale etc...) et d'estimation du vent génèrent en fin de branche une incertitude de position.

Exemples

- Pour une Vp de 120 Kt, une imprécision de 5 Kt sur le vent traversier génère 2,5° d'écart de route, soit pour une branche de 30 Nm un écart latéral de 1,25 Nm.
- Par ailleurs, une imprécision de 3° sur le cap tenu génère pour une branche de 30 Nm un écart latéral de 1,5 Nm.
- Soit un écart latéral cumulé maximum de 3 Nm.
- Les variations de Vp dues aux conditions du jour, l'estimation du vent et l'arrondi à la minute la plus proche du temps estimé génèrent également un écart longitudinal de moins de 3 Nm.

Notion de cercle d'incertitude : une tenue rigoureuse du cap permet d'être positionné au bout du temps calculé dans un cercle centré sur le point tournant de fin de branche et dont le rayon (en Nm) est égal au 1/10ème de ce temps (en minutes).

Dans la pratique, cela amène à limiter le temps de vol entre deux points tournants (15 à 20 mn) limitant ainsi les écarts de trajectoire à 2 NM. En outre, cela conduit à anticiper l'identification du point tournant avant l'heure de passage estimée de façon à ne pas risquer de le dépasser.



Mise en œuvre

Les éléments à déterminer pour pouvoir voler à l'estime entre deux points sont la route magnétique et la distance.

Choisir sur la carte des points tournants qui seront des repères naturels ou artificiels.

Le choix de ces points revêt une importance particulière en navigation à l'estime.

En effet, ils doivent être visibles de loin, facilement identifiable sans risque de confusion.

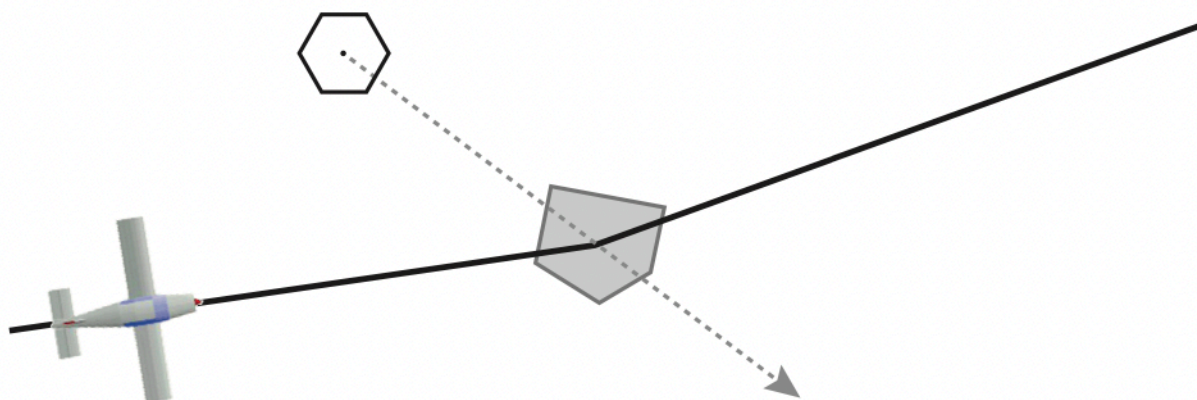
Il est conseillé de choisir des points espacés de 15 min à 20 min de vol afin de minimiser la taille du cercle d'incertitude.

Le tableau suivant permet, en fonction des régions survolées, de choisir les points tournants à privilégier

	A PRIVILÉGIER	A ÉVITER
Région urbanisée	les rivières, les lacs, les autoroutes	les routes trop nombreuses amènent un risque de confusion
Plaine et région agricole	les grandes villes, les routes importantes, les voies ferrées, les canaux et les rivières	les petits villages qui se ressemblent tous ; petits plans d'eau et lignes haute tension peu visibles
Région forestière	les lignes haute tension, les routes, les villes	les petits villages, les chemins forestiers, les petites rivières

Tracer la route sur la carte puis mesurer les routes et les distances entre chaque point tournant.

Si un moyen VOR est disponible, il peut être utilisé pour confirmer un point tournant. Dans ce cas, mesurer un flanquement au point tournant avec éventuellement une information de distance.



Suivi de la trajectoire

A partir du survol du point tournant, prendre le cap calculé pendant le temps estimé.

A l'approche de l'heure estimée d'arrivée sur le point tournant, à partir des éléments caractéristiques sur la carte, rechercher visuellement à l'extérieur et identifier le point.

Entre deux points tournants la lecture de carte peut permettre de détecter un écart de trajectoire grâce à un repère caractéristique.

Correction des écarts

La technique de correction des écarts consiste en un recalage de la navigation sur le point tournant avant d'initier la branche suivante.

Entre deux points, un écart constaté par lecture de carte sera corrigé soit par retour sur la route initiale, soit par calcul d'une nouvelle route vers le prochain point tournant.

Les écarts constatés sur une branche permettront de réactualiser les éléments de l'estime.

G. Combinaison des techniques de l'estime et du cheminement : Erreur systématique

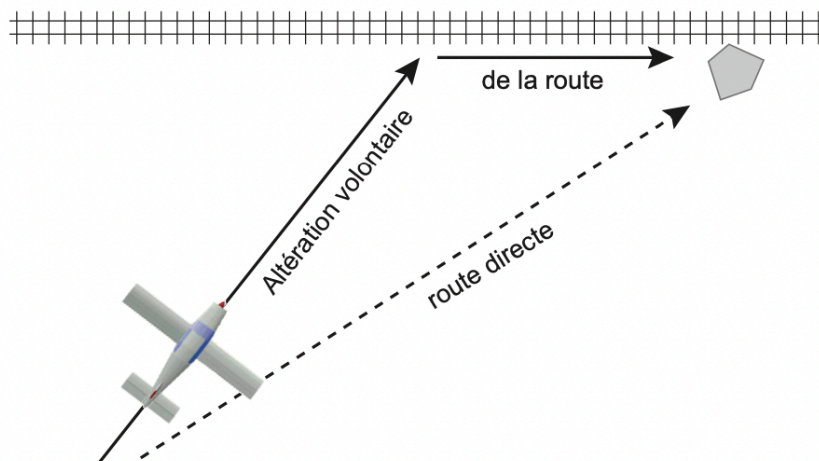
Lorsque la technique de navigation retenue est l'estime et que les conditions du vol rendent sa mise en œuvre délicate (mauvaise météo, difficulté à estimer le vent, point tournant d'origine de la branche mal identifié, point tournant à rejoindre difficile à identifier...) il est possible de passer à côté d'un point tournant sans l'identifier.

Pour réduire ce risque une solution consiste à combiner les deux méthodes de navigation précédentes par une altération de cap à partir de la branche suivie à l'estime, cette méthode s'appelle l'erreur systématique.

Mise en œuvre :

- Identifier sur la carte une route à suivre permettant de rejoindre le point tournant. Cette route peut être un axe naturel ou artificiel suivi par cheminement ou une route radioélectrique
- Déterminer le sens de l'altération de cap et du virage d'interception.

L'altération de cap choisie devra garantir que l'interception de la route choisie se fera bien en amont du point tournant.



Suivi de la trajectoire

- Effectuer l'altération de cap
- A l'interception de la route suivre l'axe choisi en vérifiant son orientation jusqu'au point tournant.

Correction des écarts

Le suivi de trajectoire est simplifié grâce à cette technique. Il n'y a pas de correction d'écart sur la branche de raccordement.

3. Procédures et techniques particulières

A. Déroutement

Des circonstances imprévues peuvent amener le pilote à décider de ne pas suivre la route prévue ou de changer de destination.

La décision de déroutement n'est engagée qu'à l'issue d'un FORDEC.

Mise en œuvre :

Définir la stratégie du déroutement (choix de la trajectoire) en fonction des contraintes (ATC, espaces, relief, MTO...). Le déroutement doit être initié sans précipitation à partir d'une position clairement identifiée.

Choisir une technique de navigation en privilégiant :

- 1) Une route GPS.
- 2) Une route radioélectrique.
- 3) Le cheminement.
- 4) La combinaison estime/cheminement.
- 5) Si aucune des solutions précédentes n'est possible, l'estime.

La méthode de navigation choisie doit être celle qui engage le moins de ressources afin d'atteindre la destination en toute sécurité.

A ce titre, le cheminement peut parfois être la méthode de navigation la plus efficace, à privilégier. La fonction DIR TO du GPS pourra être utilisée comme moyen secondaire.

Préparer le déroutement :

- Choisir le point initial de déroutement.
- Estimer un cap pour suivre la route choisie.
- Choisir une altitude de vol compatible avec la sécurité.
- Déterminer le temps de vol prévu, avec éventuellement des points tournants intermédiaires.

Réalisation du déroutement :

- Respecter la procédure point tournant décrite dans la gestion du vol.
- Aviser l'ATC (modifier le plan de vol si nécessaire).

Suivi de la trajectoire :

- Utiliser la méthode de suivi de la trajectoire correspondant à la technique de navigation retenue.
- Si le GPS est utilisé comme moyen primaire :
- L'évaluation de la route, du cap à suivre, de la distance et du temps de vol sera faite préalablement à l'insertion dans le GPS (modification du plan de vol ou activation d'une route directe).
- La cohérence des éléments plan de vol ou route directe avec les éléments estimés devra obligatoirement être vérifiée avant utilisation des informations GPS.

B. Égarement

En cas d'égarment, plusieurs solutions existent pour déterminer sa position et rejoindre un point connu :

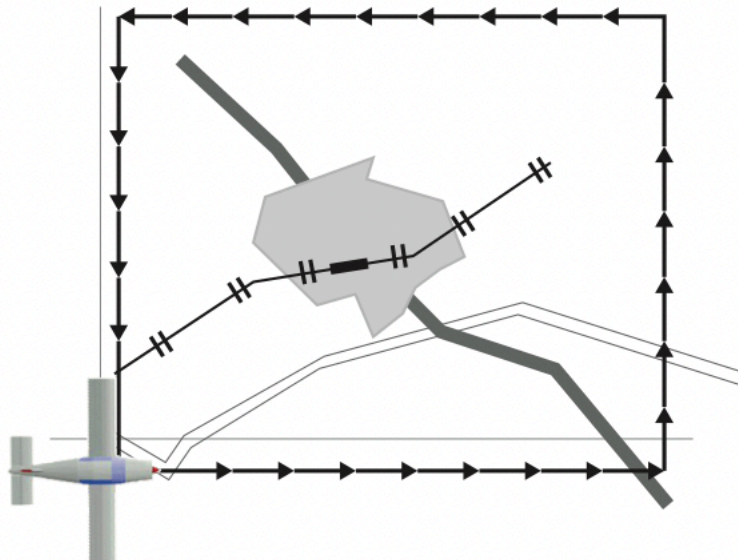
- Contacter un organisme du contrôle aérien pour une aide par guidage.
- Confirmer sa position à l'aide des moyens de radionavigation.
- Orienter sa trajectoire vers une ligne naturelle ou artificielle, prendre un cap pour rejoindre celle-ci puis la longer afin de repérer les points caractéristiques le long de cette ligne.

En fonction des contraintes météorologiques ou réglementaires il peut être utile de monter à une altitude ou à un niveau supérieur. Ceci permet d'élargir le champ de vision, d'augmenter la portée radio et les possibilités de détection radar.

Technique d'identification visuelle d'un repère (village...) :

Effectuer le tour du repère en faisant un carré autour de celui-ci avec des branches axées Nord-Sud, Ouest-Est, Sud-Nord et Est-Ouest.

Sur chacune des branches, vérifier que l'on retrouve bien les routes, rivières, voies ferrées ou autres lignes caractéristiques décrites sur la carte. Un recoupement de deux radiales d'un VOR peut être nécessaire.



4. Préparation long terme

A. Préambule

La trajectoire sera choisie en fonction des contraintes connues ou prévisibles (météo, espaces aérien, etc).

La trajectoire la plus simple à suivre doit être systématiquement recherchée.

En fonction de l'équipement de l'avion et des aides radioélectriques utilisables le choix de la technique de navigation retenue doit être par ordre de préférence :

- RNAV : un plan de vol doit être entré dans le GPS pour tous les vols : Navigations et vols locaux. Pour le vol local, le GPS, déjà ainsi initialisé, pourra facilement être utilisé par l'élève en cas d'égarement.
- Radionavigation (dans la mesure où l'augmentation du temps de vol, par rapport au trajet le plus court, reste acceptable).
- Cheminement (dans la mesure où l'augmentation du temps de vol, par rapport au trajet le plus court, reste acceptable).
- Estime.

B. Réalisation

Choix de l'itinéraire

Il doit être dicté par (dans l'ordre) :

- L'utilisation systématique d'un plan de vol GPS : Dans ce cadre, les branches choisies sont définies entre des waypoints existants dans la data base (balises, aérodromes, waypoints VFR ou IFR) ou des user's waypoints correspondants à des points VFR publiés (ces points sont absents des bases de données de certains GPS).
- La facilité d'identification de la route (repères sol)
- La route la plus directe possible.

Sur la carte au 1/1 000 000

La carte 1/1 000 000 SIA permet l'identification du trajet, l'étude des espaces aériens et zones traversées et les contraintes associées (sup AIP), le relief et les moyens de radionavigation disponibles.

En déduire une ou plusieurs options de routes possibles, étudier les avantages et inconvénients de chaque option et décider de celle qui sera retenue. Définir la ou les techniques de navigation retenues.

Etude de la trajectoire

- Sur les cartes VAC :

L'étude des fiches VAC permet au pilote de s'informer sur les infrastructures disponibles et de concevoir les trajectoires de sortie (aérodrome de départ) et d'arrivée (aérodrome de destination) en fonction des différents QFU, ainsi que les éléments concernant la situation de l'aérodrome, son statut, les procédures, consignes/contraintes particulières (VFR Spécial...), l'accessibilité opérationnelle (TODA, LDA).

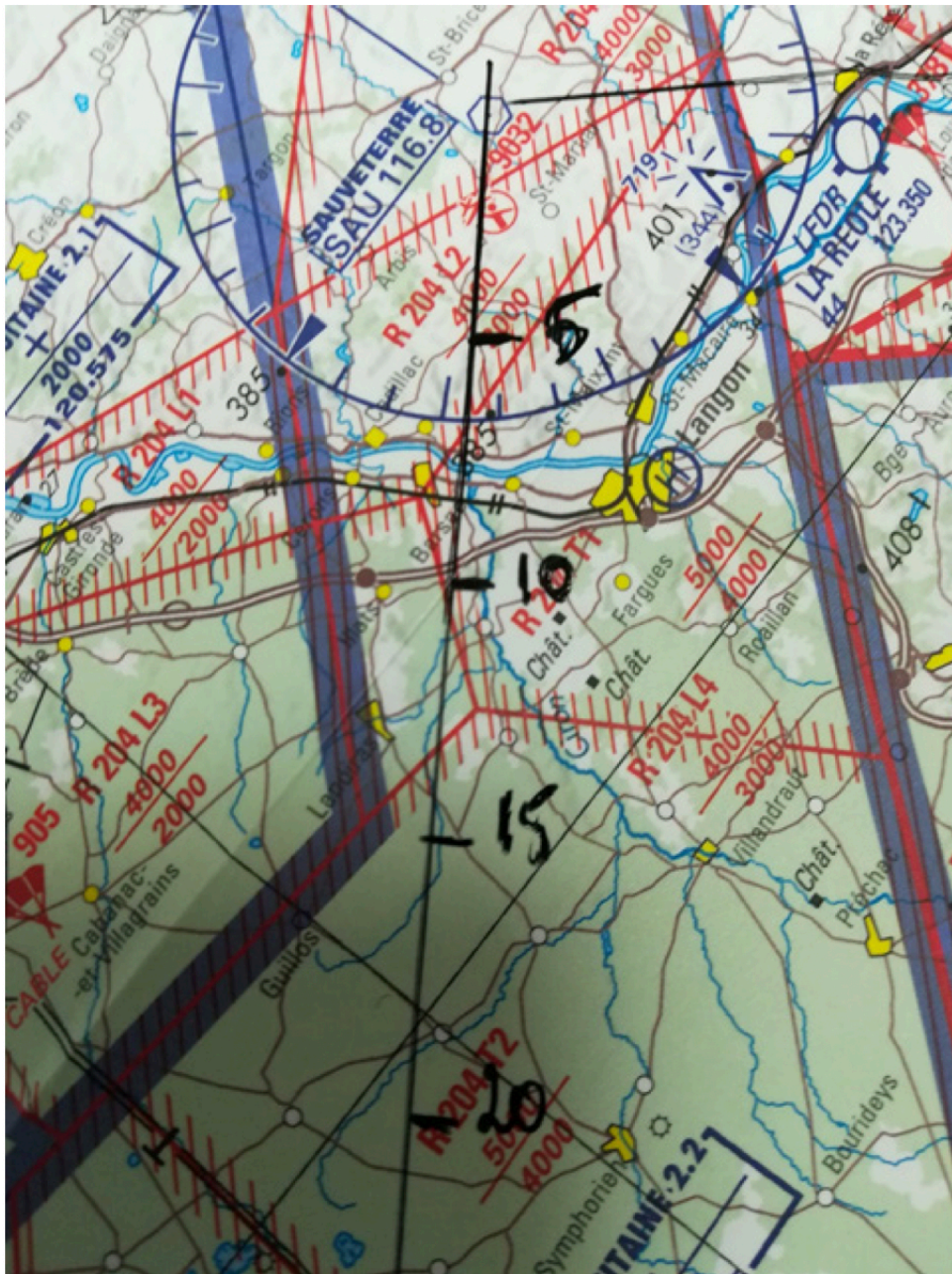
En déduire le PON et le point d'arrivée.

Les fiches VAC des aérodromes utilisables en cas de déroutement ou dégagement sont à étudier de la même façon.

Sur la carte 1/500.000

La carte 1/500000 permet une analyse plus précise des trajectoires (suivi de route ou estime). Tracer la route et déterminer une altitude de sécurité sur chacune des branches de la route en fonction des différents obstacles compris dans un couloir de 5 Nm de part et d'autre de la route (marge de 500 ft). Déterminer les points tournants.

La carte 1/500 000 est la carte de référence pour le suivi de la navigation en VFR. La route prévue sera tracée sur cette carte. Sur chacune des branches, on tracera des repères de distance restante au point tournant suivant tous les 5 NM. Voir photo ci-dessous, en route vers le VOR SAU.



5. Préparation à court terme

La préparation à court terme consiste à actualiser les éléments de la navigation avec les dernières informations disponibles.

A. NOTAM (et SNOWTAM)

L'étude des NOTAMs permet de valider les choix de route ou de les modifier en fonction des éventuelles restrictions de l'espace aérien et de déterminer les restrictions opérationnelles sur les aérodromes utilisés.

B. Météo

La prise en compte de ces éléments permet de valider le choix de la route, de déterminer l'altitude du vol (conditions VMC), les trajectoires de départ et d'arrivée (QFU probable), le point origine de la navigation, d'évaluer les dérives, leurs corrections et les caps magnétiques à prendre sur chaque tronçon de la navigation, le temps de vol corrigé, et toute autre composante utile au vol.

C. Avion

Vérifier à l'aide de la MEL que les éventuels équipements inopérants sont compatibles avec le vol projeté avec ou sans changement de projet d'action.

D. Choix de l'altitude de vol

En l'absence de contrainte.

Le choix de l'altitude de vol est dicté par :

- La distance à parcourir.
- Les performances de l'avion (le FL optimal pour un avion équipé de moteur atmosphérique est aux environs du FL 80).
- L'influence du vent sur la vitesse sol.
- La portée des moyens radioélectriques.
- La présence éventuelle d'avions d'armes en dessous de 1500ft ASFC.
- La réduction des nuisances sonores.
- Le confort des passagers.

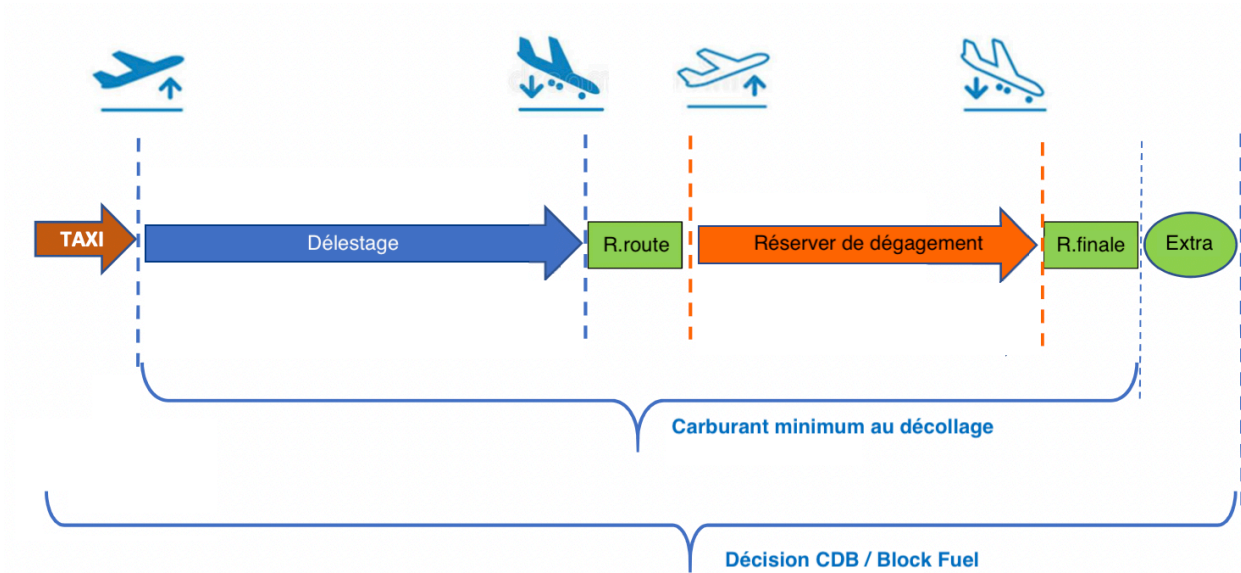
Il n'existe pas de règle précise pour déterminer l'altitude de vol optimale.

E. Détermination des limitations et performances

Les limitations et performances sont calculées en fonction des conditions du jour conformément aux manuels de vol et à la QDS Chelles-Le Pin.

F. Carburant

Une préparation du carburant nécessaire à la réalisation du vol devra être réalisée selon la synthèse schématique suivante.



Les quantités de carburant nécessaires sont à inscrire dans le log de navigation/carburant.



Calcul carburant		
Délestage		
Réserve de route	+	
Réserve de dégagement	+	
Réserve finale (30 min ou 45 min si VFR de nuit)	+	
Carburant mini au décollage	=	
Taxi	+	
Extra	+	
Décision CDB	=	
Block fuel	=	

Gestion du carburant 1		
AD de dégagement		
Distance		
Block fuel		
Consommation = carburant jusqu'à destination + utilisé	-	
Carburant à destination	=	
Q mini au dégagement = R.Dégagement + R.Finale	-	
Quantité d'attente	=	
Temps d'attente maximum	=	

Gestion du carburant 2		
AD de dégagement		
Distance		
Block fuel		
Consommation = carburant jusqu'à destination + utilisé	-	
Carburant à destination	=	
Q mini au dégagement = R.Dégagement + R.Finale	-	
Quantité d'attente	=	
Temps d'attente maximum	=	

Gestion des réservoirs							
Gauche			Block Fuel	Droit			Block Fuel
Début	Fin	Cons.		Début	Fin	Cons.	

Prendre le temps de vol total estimé depuis le départ jusqu'à la verticale du terrain de destination afin de déterminer :

- Le délestage

C'est la somme des quantités de carburant nécessaires :

- du décollage à la verticale du terrain de destination
- à la procédure d'arrivée jusqu'à l'atterrissage
- un tour de piste.

Le pilote commandant de bord pourra être amené à majorer cette quantité. (procédure d'arrivée particulière, contraintes ATC, longue montée, etc...). Les conditions météorologiques réelles doivent être prises en compte (ex: prendre la vitesse sol de l'avion et non la vitesse indiquée). Un vent arrière ne sera pas pris en compte dans le calcul de carburant.

- La réserve de route

C'est la « marge » qui permet de faire face à d'éventuels imprévus et aux imperfections du maintien de la trajectoire sur la route prévue.

Cette réserve ne peut être inférieure à 5% du délestage.

- La réserve de dégagement

C'est la somme des quantités de carburant nécessaire :

- Quantité de carburant nécessaire pour rejoindre le terrain sélectionné comme solution alternative (de dégagement) à partir de l'approche interrompue à destination jusqu'à la verticale du terrain de dégagement.
- Quantité nécessaire pour rejoindre la circulation d'aérodrome et y effectuer un tour de piste.
- Une approche interrompue.

Le pilote commandant de bord pourra être amené à majorer cette quantité. (procédure d'arrivée particulière, contraintes ATC, longue montée, etc...). Les conditions météorologiques réelles doivent être prises en compte (ex: prendre la vitesse sol de l'avion et non la vitesse indiquée). Un vent arrière ne sera pas pris en compte dans le calcul de carburant.

- La réserve finale

La réserve finale de carburant choisie par le DTO correspond à au minimum 30 min de vol à l'altitude de croisière au régime normal de croisière en VFR de jour et 45 min en VFR de nuit.

- Le carburant minimum au décollage

Le « mini T/O Fuel » représente la quantité minimale requise au décollage pour la réalisation du vol. On détermine le « Mini T/O Fuel » en additionnant les quantités suivantes :

- Délestage
- La réserve de route
- La réserve de dégagement
- La réserve finale

- Taxi

C'est la quantité de carburant requise pour les opérations de mise en œuvre, de roulage et les essais moteur.

- Extra fuel

L'extra Fuel représente une quantité de carburant supplémentaire embarquée à la discrétion du pilote commandant de bord :

- Exercices de maniabilité prévus
- Menaces météorologiques
- Raisons opérationnelles

- Décision CDB

C'est la quantité minimale de carburant pour le vol envisagé par le CDB. La "captain decision fuel" est la somme des quantités suivantes :

- Le carburant minimum au décollage
- Taxi
- Extra
- Décision CDB

- Le Block Fuel

C'est la quantité réelle de carburant dans le ou les réservoirs de l'avion au parking avant le vol.

Aucun vol ne doit être entrepris s'il y a moins d'une heure d'autonomie de carburant à bord.

Aucun vol avec élève en formation seul à bord ne doit être entrepris s'il y a moins d'une heure et trente minutes d'autonomie de carburant à bord.

G. Masse et centrage

Calculer la masse et le centrage du jour conformément au manuel de vol et la fiche de pesée de l'avion.

6. Conduite du vol en navigation

A. Utilisation des systèmes RNAV

• Généralités

L'utilisation du système RNAV comme technique de navigation nécessite :

Après la mise en route

- Tous les plans de vol présents dans le GPS doivent être supprimés.
- Le plan de vol prévu est créé ainsi que les éventuels User's waypoints nécessaires.
- Créer et enregistrer un plan de vol permettant de rejoindre l'aérodrome de décollage depuis l'aérodrome de destination.
- Sélectionner la source RNAV sur le HSI (si présent).

Note : Si le vol comprend plusieurs escales il faut intégrer autant de plan de vol que de branches de navigation prévues.

- D'activer le plan de vol.
- De vérifier la cohérence DTK/Distance de chaque branche du plan de vol. Cette vérification se fait à partir du log de navigation ou des cartes aéronautiques et doit être faite avant de débuter le roulage. Cette étape peut aussi être effectuée à la préparation cockpit s'il est possible de démarrer l'avionique sans démarrer le moteur.

Avant décollage ou à réception d'une clearance

- D'actualiser le plan de vol si nécessaire

Après décollage

- A l'issue de la montée initiale prendre la route vers le premier point (cette route peut être visualisée sur la MAP).
- Etabli sur la route vers le premier point, si le HSI n'est pas centré et si disponible, faire un « direct to », après vérification des contraintes éventuelles (espaces aériens, reliefs, météo...).

En vol

Le profil typique du vol est décrit dans la partie 2.D.

Suivi de route :

- La route doit être suivie en utilisant le CDI en mode GPS (si disponible) ou le CDI du GPS, l'écart (XTK) devant être nul.



- Le contrôle de la route est effectué par lecture de carte en prenant la distance restante comme référence :
 - Contrôler sur la page Nav 1 ou FPL 1 la distance restante vers le point tournant :



- Situer la position correspondante sur la carte 1/500.000.
- Déterminer quels devraient être les repères sol caractéristiques en avant de l'avion.
- Valider la position par observation du sol.



Gestion des points tournants :

Effectuer la procédure point tournant décrite en 2.D.

L'utilisation du GPS peut conduire à relâcher la surveillance sur certains points, il faut rester attentif en particulier :

- Aux espaces aériens traversés
- À la météo observée sur la prochaine branche
- Aux marges de franchissement des obstacles
- À assurer l'anti-abordage

En ce qui concerne le FPL du GPS :

- Sans action du pilote, le séquençage des points est automatique. A l'approche d'un point tournant, en fonction de l'anticipation, le système bascule automatiquement sur la route suivante.
- Cas d'une directe vers un point du FPL. Pour rejoindre directement un point du FPL, procéder de la manière suivante :
 - Sélectionner le point du FPL désiré,
 - Utiliser la fonction « direct TO », vérifier la cohérence de la route (TRK, Z sécu, classes espaces...).
- Cas d'une directe vers un point non séquençé dans le FPL mais présent dans la data base du système. Procéder de la manière suivante :
 - Insérer le point dans le FPL en s'assurant de l'ordre de séquençage choisi.
 - Sélectionner ce point.
 - Utiliser la fonction « direct TO », vérifier la cohérence de la route (TRK, Z sécu, classes espaces...).

A l'arrivée

Si la méthode RNAV est privilégiée pour le suivi de la navigation, il faudra prévoir une transition vers une méthode de navigation utilisant des repères visuels pour permettre l'intégration dans le circuit de piste du terrain d'arrivée. Si cette transition n'est pas anticipée (c'est l'objet du Briefing Arrivée), il y a risque de perte de conscience de la situation.

Les étapes suivantes pourront ainsi être respectées :

- Matérialiser d'où on vient et comment intégrer le tour de piste en visualisant la trajectoire sur la carte VAC. En particulier, déterminer un point à rejoindre pour intégrer le tour de piste (verticale terrain, début de vent arrière ou point particulier imposé par le contrôle ou les conditions du jour...)
- Situer l'aérodrome de destination par rapport à des gros points de repère ou des grands axes (villes, rivières, routes....) et le chercher en s'aidant de ces points de repère.
- Utiliser la carte du GPS pour aider cette recherche en orientant le regard dans la direction indiquée. Rester toujours attentif à la surveillance extérieure, surtout en s'approchant de l'aérodrome puisqu'il peut y avoir une forte densité de trafics.
- Si le terrain est difficile à trouver, il est possible de différer la descente et de réduire la vitesse jusqu'à la verticale du terrain, puis faire une intégration standard.
- Prévoir un palier de décélération de 2Nm permettant de ralentir vers la vitesse d'approche et de passer en configuration approche.

B. Gestion du carburant

La gestion du carburant en vol doit permettre de connaître en permanence la quantité disponible dans chaque réservoir et d'estimer la quantité restante à l'atterrissage.

Le DTO établit des procédures de gestion du carburant intégrant la prise en compte du TEM (gestion des erreurs et des menaces) et favorisant une bonne conscience de la situation (SAW).

• Gestion du carburant au sol

La gestion du carburant commence par la lecture et l'analyse du carnet de route en relation avec les vols précédents :

- Temps de vol précédent et relevé de l'heure de la dernière opération d'avitaillement.
- Quantité de carburant avitaillée (attention aux erreurs de conversion et vérifier l'unité de mesure).

• A l'inspection avion

Lors de la visite prévol, une comparaison systématique devra être effectuée entre la quantité présente à bord réellement observée, la quantité de carburant reportée sur le carnet de route et l'indication des jauges carburant de l'aéronef.

• Avant départ

Le pilote commandant de bord doit s'assurer d'emporter la quantité de carburant nécessaire à l'exécution de son vol lors du « lâché des freins » ; c'est pourquoi la quantité de carburant minimale calculée à la préparation du vol (Carburant minimum au décollage) devra être comparée à la quantité de carburant embarquée indiquée par les jauges avant la mise en puissance sur la piste. Pour une meilleure gestion TEM, le carburant minimum au décollage pourra être évoqué lors de l'exécution du briefing avant décollage.

• Suivi en vol du carburant

Le suivi du carburant en vol est un contrôle systématique de la quantité de carburant restante dans chaque réservoir qui doit être mené à intervalles réguliers.

Ce suivi permet en outre :

- De comparer la consommation réelle à celle prévue.
- De détecter d'éventuelles fuites ou incohérences.
- De garder une bonne conscience de la situation sur l'autonomie restante et le temps d'attente disponible à l'arrivée.
- D'équilibrer la quantité d'essence présente dans chaque réservoir pour garder un contrôle adéquat de l'aéronef.

• Gestion en vol du carburant

La gestion en vol du carburant doit être effectuée de manière à ce que la quantité prévue de carburant utilisable à l'arrivée à l'aérodrome de destination ne soit en aucun cas inférieure à :

- La quantité nécessaire à poursuivre le vol vers la solution alternative (en général l'aérodrome de dégagement) incluant la réserve finale.
- La réserve finale si aucune solution alternative n'est requise

Pour ce faire le pilote commandant de bord devra prendre en compte les divers facteurs qui pourraient de manière significative augmenter la quantité de carburant requise pour rejoindre l'aérodrome de destination, l'aérodrome de décollage ou tout autre aérodromes adéquat comme :

- La prise en compte de la densité de trafic qui peut générer de l'attente.
- La prise en compte des éléments météorologiques ou opérationnels.

La conduite du vol implique :

- Une gestion moteur conforme au manuel de vol : dès la phase de montée vers l'altitude de croisière ainsi que pendant la croisière. Les valeurs de consommations horaires sont spécifiques à chaque type d'avion et décrites dans les manuels de vol.
- En croisière : vérifier la consommation horaire relative à la vitesse sol et donc du vent effectif et vérifier la cohérence des corrections prévues lors de la préparation du vol.
- A chaque point tournant de la navigation vérifier si un changement de réservoir est nécessaire afin de garantir un bon équilibrage des réservoirs.
- Toutes les 30 minutes vérifier l'équilibrage des réservoirs et la cohérence du suivi de la consommation.
- Aux actions avant descente, vérifier que l'approche et l'atterrissage se feront sur le réservoir le plus plein, et changer de réservoir si nécessaire.
- En cas d'approche interrompue, l'application du FORDEC conduit à faire un bilan carburant pour déterminer la stratégie à adopter : attente possible ou décollage.

• Procédure de suivi de consommation

Une fiche de suivi carburant est utilisée par l'exploitant. Le pilote complétera ce document à chaque changement de réservoir afin d'assurer un suivi précis du carburant utilisable restant par réservoir. Pour ce faire à chaque entrée dans le tableau une estimation du carburant consommé, qui tiendra compte de la consommation horaire publiée par le manuel de vol, sera inscrite. Attention : pensez à vérifier la cohérence entre le calcul et les jauges.

Gestion des réservoirs							
Gauche			Block Fuel	Droit			Block Fuel
Début	Fin	Cons.		Début	Fin	Cons.	

1. Noter, avant la mise en route, la quantité présente dans chaque réservoir à l'aide du tableau figurant sur le log de navigation.
2. Noter, après mise en route, l'heure à laquelle on commence à consommer du carburant, et sur quel réservoir.
3. Au cours de la croisière, changer de réservoir régulièrement pour conserver un déséquilibre inférieur au déséquilibre maximal autorisé :
 - Une bonne mesure sur nos avions est de changer de réservoir toutes les demi-heures, ce qui facilite les calculs, limite les oublis, et maintient un déséquilibre acceptable.
 - La gestion des réservoirs est vérifiée à l'occasion des procédures points tournants, soit toutes les 15 min environ, ce qui limite le risque d'oubli.

Pour remplir le tableau de gestion du carburant en vol figurant sur le log :

- Noter l'heure à laquelle on commence à consommer sur un réservoir.
- Noter l'heure à laquelle on arrête de consommer sur le réservoir.
- Noter la quantité consommée pendant cet intervalle de temps et la quantité de carburant restante dans le réservoir correspondant.

• Calcul du temps d'attente disponible à destination

Une fiche de gestion en vol du carburant est développée par l'exploitant.

Le temps d'attente calculé à destination est fonction de :

- La quantité de carburant disponible au départ en vol (Block Fuel).
- Le calcul du carburant restant à destination.
- La somme des quantités de carburant nécessaires pour rejoindre l'aérodrome de dégagement et de la réserve finale.

Gestion du carburant 1		
AD de dégagement		
Distance		
Block fuel		
Consommation = carburant jusqu'à destination + utilisé	-	
Carburant à destination	=	
Q mini au dégagement = R.Dégagement + R.Finale	-	
Quantité d'attente	=	
Temps d'attente maximum	=	

Après avoir calculé l'heure estimée d'arrivée, le pilote calcule :

1. La quantité de carburant restant à bord à destination :
 - À partir de l'heure estimée d'atterrissage, déterminer le temps de vol restant exprimé en heure ou minute.
 - Calculer le carburant nécessaire pour rejoindre la destination (jusqu'à l'atterrissage) : la consommation horaire du manuel de vol x Temps.
 - Ajouter cette quantité à celle consommée depuis le départ pour obtenir le carburant qui sera consommé jusqu'à l'atterrissage.
 - Le carburant restant à destination est égal au carburant embarqué (Block Fuel) moins le carburant consommé pour l'étape (jusqu'à l'atterrissage).

2. Le temps d'attente possible à destination avant décollage (calculé à l'aide du tableau figurant sur le log) :
 - La consommation horaire (ou consommation minute) au régime d'attente est obtenue à partir des données du manuel de vol.
 - Calculer la quantité de carburant nécessaire pour effectuer le décollage (réserve de décollage) : somme des quantités nécessaires à la réalisation de l'approche interrompue, du trajet destination / décollage et de la procédure d'approche à l'arrivée.
 - À la quantité de carburant restant à destination, retrancher le carburant de décollage et la réserve finale. Le résultat ainsi obtenu correspond à la quantité de carburant disponible pour effectuer de l'attente à destination "Quantité d'attente".
 - Cette « quantité d'attente » divisée par la consommation d'attente donne le temps d'attente. Avec une consommation en volume par minute, le temps d'attente sera exprimé en minutes.
 - Cette méthode de calcul de temps d'attente permet de conserver la possibilité d'effectuer la procédure d'approche à destination.

• Procédures d'urgences

La quantité minimale de carburant pour entreprendre un déroutement est la somme :

- De la quantité de carburant nécessaire pour rejoindre l'aérodrome de déroutement et y atterrir.
- De la réserve finale.

Dès lors que le suivi du carburant démontre une impossibilité de rejoindre l'aérodrome de destination sans consommer la quantité mini pour le déroutement / la solution alternative, le pilote commandant de bord devra décider de :

- Continuer vers la destination en choisissant un aérodrome de décollage plus proche que celui sélectionné initialement.
- Continuer vers l'aérodrome de destination en assurant la possibilité d'une approche réussie à coup sûr jusqu'à l'atterrissage compte tenu des conditions météorologiques, de la densité de trafic, des infrastructures disponibles (2 pistes utilisables recommandées) ; ou
- Se dérouter vers un aérodrome où un atterrissage est possible sans utiliser la réserve finale ; ou

Cas particulier où l'aérodrome de destination n'est plus accessible sans consommer la réserve finale alors qu'aucun aérodrome de déroutement n'avait été envisagé :

- Se dérouter vers un aérodrome où un atterrissage est possible sans utiliser la réserve finale.
- Si l'autonomie restante, incluant la réserve finale, ne permet pas de rejoindre un aérodrome, un atterrissage de précaution en campagne (interruption volontaire du vol) devra être envisagé.

C. Gestion des estimées

Le calcul des estimées sert à l'organisation du vol. Deux estimées sont indispensables :

- L'estimée atterrissage qui sert aux calculs de carburant.
- L'estimée du point de descente qui permet de déterminer l'organisation de fin de croisière (prise d'ATIS et briefing arrivée).

En outre, même si le positionnement de l'avion fait appel à une information GPS, les références temps écoulé depuis le point tournant précédent et estimées aux points futurs sont importantes pour se situer en cas de panne de système GPS.

Pour le calcul de ces 2 estimées plusieurs solutions sont possibles en fonction de l'équipement disponible :

- L'avion est équipé d'un système de gestion du vol, dans ce cas l'estimée atterrissage est en lecture directe et l'estimée du point début de descente sera facilement calculée. Il n'est pas utile de faire des calculs d'estimées de points intermédiaires la précision du système étant suffisante.
- L'avion n'est pas équipé d'un système de gestion du vol, dans ce cas les estimées atterrissage et point de descente sont calculées à partir du suivi de la navigation. Pour cela il est utile de faire des calculs d'estimées de points intermédiaires pour réactualiser la navigation et ainsi avoir une précision suffisante.