

ACC - Spécificités contrôleur

- Les espaces aériens
 - RVSM et CVSM
- Les manuels pour le contrôleur
 - Position CTR
 - Régulation en croisière
 - Tableau de performances en croisière
 - Séparation non radar

Les espaces aériens

Les espaces aériens



RVSM et CVSM

“

[Lien vers la fiche sur les espaces RVSM et CVSM](#)

Les manuels pour le contrôleur

Position CTR

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

1. Introduction

Le contrôleur **en route** (CTR) assure la gestion d'un **C**entre de **C**ontrôle **R**égional (**CCR**). On peut également retrouver l'appellation de contrôle **ACC** (**A**rea **C**ontrol **C**enter). Il fournit les services de la circulation aérienne dans une FIR/UIR.

Ses zones de contrôle sont les espaces contrôlés (hors espace de classe G) appelés **FIR** et **UIR**. Elles s'étendent à partir d'une altitude/niveau de vol plancher qui n'est jamais au sol, jusqu'à un plafond qui est une altitude/niveau de vol donné(e).

Ces altitudes sont publiées sur les cartes en-route ou font partie de la définition des espaces définis dans l'information aéronautique.

De plus le contrôle en-route gère les voies aériennes (airways en anglais) et PDR (Pre Determined Routes) qui peuvent être incluses dans les espaces FIR et UIR.

En France, les cartes en-route sont disponibles dans la partie ENR6 de l'eAIP.

2. Tâches

2.1 Généralités

Le contrôleur en-route doit assurer le service de contrôle :

- aux IFR au dessus du FL195 et jusqu'au FL660 en espace UIR (classe C)
- aux IFR et VFR entre le FL115 et 195 en espace FIR (classe D)
- aux IFR évoluant sur des voies aériennes entre la MEA et le FL115 (classe E)

2.2 Gestions des espaces délégués

Il est rappelé que le CCR fournit le service d'information de vol dans les espaces aériens qui lui sont délégués (y compris sur les aérodromes disposant d'une position AFIS) dans la limite de ses compétences et de la charge de trafic.

Le cas échéant, le contrôleur doit indiquer dans son ATIS s'il fournit le service d'information de vol.

De même, la délégation des positions d'approche implique le contrôle et la fourniture des services de circulation aérienne sur les positions tour et sol.

Néanmoins, le CCR peut limiter la délivrance de ses services aux clairances essentielles (mise en route, roulage, décollage, atterrissage) et transférer les trafics sur la fréquence d'auto-information lorsqu'ils ne sont pas conflictuels.

2.3 Gestion des séparations

Les séparations qui s'appliquent sont détaillées dans la page : séparation.

Entre le FL290 et le FL410, l'espace aérien français est un espace RVSM. La séparation verticale peut donc être maintenue à 1000ft dans le cas où les avions possèdent la capacité RVSM.

Le contrôleur CCR peut utiliser plusieurs techniques pour assurer la séparation en contrôle radar :

- attribution de direct, contraintes de vitesse/altitude
- guidage radar
- utilisation des offsets pour mettre un trafic sur une route parallèle à celle défini initialement afin de permettre un croisement (5 ou 10NM sont des valeurs courantes)
- information de trafic dans le cas de VFR

L'anticipation est le mot clé !

2.3.1 Les vitesses en .Mach

Au dessus du niveau de jonction (généralement entre le FL250 et FL300), les vitesses sont exprimées en Mach.

Pour deux aéronefs volant au même Mach, l'aéronef étant le plus bas sera le plus rapide

Plus d'informations : [Conférence - contrôler un CCR](#)



2.4 Coordination & transfert

Les procédures de coordination entre le CCR et les positions d'approche adjacentes sont définies dans les **LOA** (**L**etter **O**f **A**greement) internes à la division France. Elles constituent un cadre général qui n'épuise ni ne remplace la coordination entre ATC. Toute procédure de coordination ne figurant pas dans cette LoA est à établir au cas par cas.

LOA IVAO France : <https://www.ivaio.fr/fr/pages/atc/loas>

Pour rappel, le transfert d'un aéronef avec une autre station de contrôle doit s'effectuer uniquement quand ce trafic est libre de tout conflit.

Régulation en croisière

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

1. Introduction

Ce document a pour but d'aider les contrôleurs CTR à traiter leur trafic en accord avec les performances des aéronefs dans leur zone.

Vous devrez être familier avec les notions de vitesse indiquée, vraie ou sol (IAS, TAS, GS).

2. Paramètres en en-route

2.1 Niveau de croisière

Tout aéronef devrait dans la mesure du possible pouvoir faire sa croisière à son **RFL (Requested Flight Level)**. Ce n'est parfois pas possible, et dans ce cas, le contrôleur essaye de lui assigner un niveau de croisière le plus proche possible de ce que le pilote a déposé ou un niveau négocié avec ce dernier et en fonction des performances dégradées de l'aéronef.

De plus, un pilote qui dépose le FL340 prend généralement le niveau optimal de croisière. L'aéronef ne pourra peut-être pas monter dans tous les cas au FL360 du fait de sa charge et sa performance. Lors d'une phase de vol en début de croisière, les performances de montée d'un aéronef à un niveau plus élevé sont plus limitées qu'en fin de croisière (l'avion est plus léger du fait de la consommation en carburant).

2.2 Vitesse

La vitesse est un paramètre très important en contrôle en-route. Un aéronef au-delà du niveau FL280, devrait se réguler en vitesse MACH (la limite peut varier entre le niveau FL245 et FL325 en fonction des conditions météorologiques).

Il faut savoir que lorsqu'un aéronef monte à vitesse indiquée constante (IAS) en nœuds (KT), à partir d'une certaine altitude il atteint sa vitesse air (TAS) maximum.

Au dessus de cette altitude, l'aéronef en montant maintiendra une TAS constante et sa vitesse indiquée chutera en fonction des performances de l'aéronef. Dans cette phase, le contrôleur gère

la vitesse des aéronefs sous son contrôle principalement en vitesse MACH (qui est une certaine représentation de la vitesse air).

Si deux aéronefs volent à la même vitesse indiquée, l'aéronef ayant le niveau le plus élevé ira le plus vite.

Si deux aéronefs volent à Mach égal, l'aéronef ayant le niveau le plus bas ira le plus vite.

3. Régulation en-route

3.1 But de la régulation en-route

La régulation en route est la tâche principale du contrôleur en-route. Qu'est-ce que la régulation ? C'est tout d'abord assurer la sécurité des aéronefs entre eux dans l'espace aérien et ordonner la circulation aérienne afin de constituer des flux de trafics.

La régulation en-route comprend les actions suivantes :

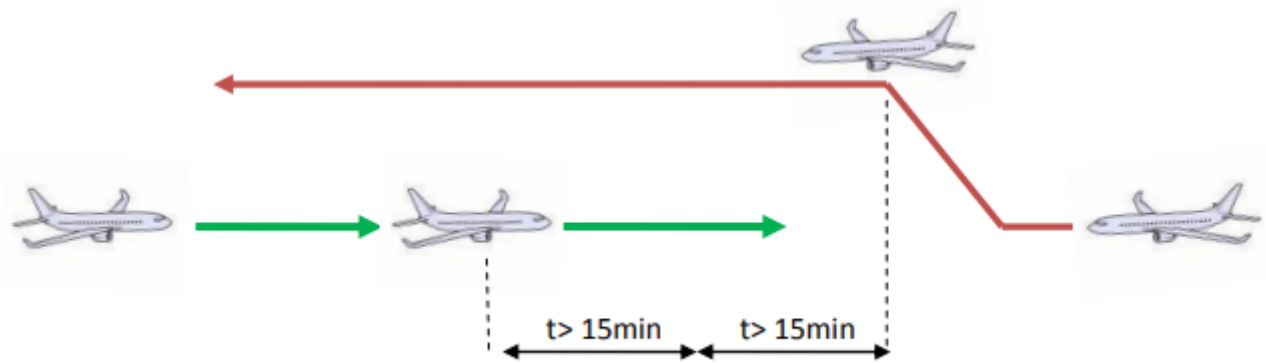
- **Créer des flux d'aéronefs** pour éviter les congestions des aéroports ;
- **Raccourcir les trajectoires** afin de gagner en efficacité en contrôle et en temps de vol si l'aéroport de destination le permet ;
- **Réguler les vitesses** des aéronefs entre eux dans les flux ;
- **Sécuriser les dépassements** et les **croisements**.

3.2 Croisement des aéronefs

Si les aéronefs doivent se croiser au même niveau de vol avec une **séparation latérale inférieure à 15NM** en espace contrôlé sous surveillance radar ou 15 minutes en espace contrôlé sans surveillance radar, le contrôleur doit changer le niveau de l'un des deux aéronefs au moins avec une séparation d'altitude de 1000ft minimum dans un espace RVSM (ils doivent se croiser de 2000ft minimum dans un espace non-RVSM).

La séparation minimale en contrôle radar de 5NM latéralement au minimum ou 1000ft au minimum dans les espaces RVSM (2000ft dans les espaces non-RVSM) doit être respecté impérativement.

Le changement de niveau des aéronefs doit être dans tous les cas anticipé par le contrôleur au minimum plus de 15 minutes avant le croisement effectif des aéronefs. Il est conseillé d'avoir la résolution du conflit avant une séparation



3.3 Créer une régulation en croisière

Pour effectuer une bonne régulation en croisière, il faut savoir raccourcir les trajectoires en fonction des aéronefs adjacents ou ceux qui prennent les mêmes routes à la même altitude, il faut aussi gérer les vitesses des aéronefs pour éviter un resserrement des séparations.

Le but de la régulation est de créer un flux d'aéronef qui se suit tout en maintenant une distance stable.

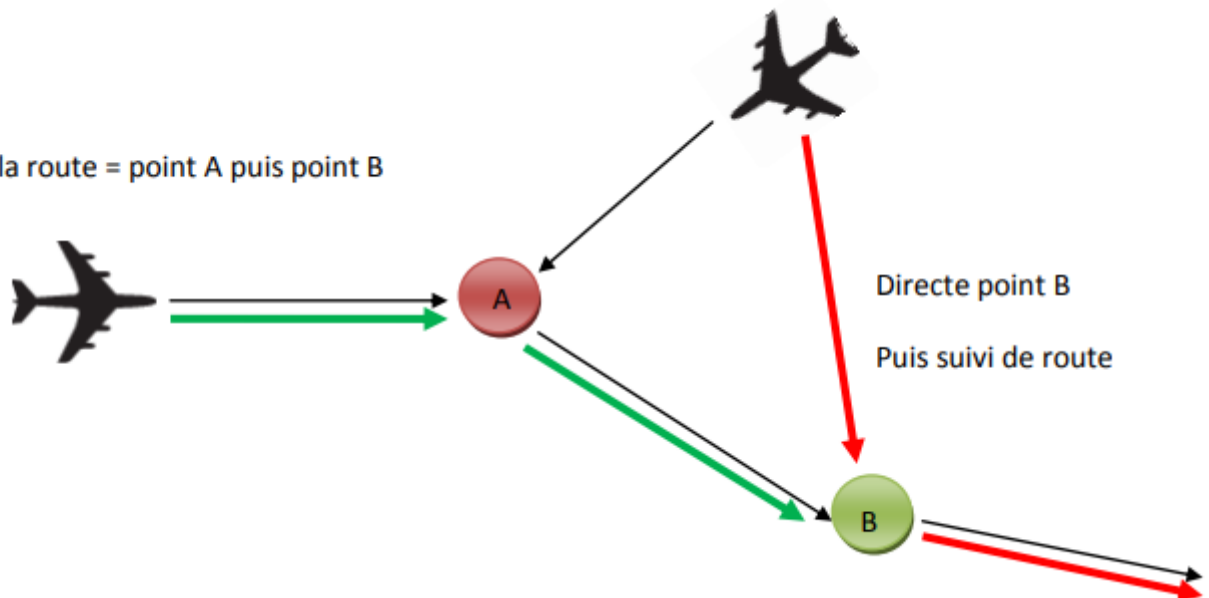


Suivant notre exemple ci-dessous, les 2 aéronefs ont la même estimée sur le point A au même niveau de vol venant d'une route différente mais, leur route est identique après le point A.

Les actions à mener sont :

- Laisser un aéronef sur la trajectoire publiée - généralement celui qui a la plus longue trajectoire ;
- Donner à l'autre aéronef une clairance directe sur un point plus éloigné afin de raccourcir la trajectoire et ainsi faire passer celui qui a la plus petite trajectoire estimée en premier ;
- Réguler ensuite les vitesses en fonction de l'espace ainsi créé entre les 2 aéronefs afin de maintenir une distance la plus constante possible sur la route.

Suivi de la route = point A puis point B



Les difficultés et les paramètres importants que le contrôleur doit prendre en compte sont :

- Différence de vitesse de croisières ;
- Choix du point optimal de la directe (charge, capacité RNAV, ...) ;
- Présence d'autres aéronefs qui impacte directement la régulation à faire.



3.4 Maintenir un flux d'aéronef sur une même route

En tant que contrôleur, vous devez vérifier la position des aéronefs qui volent au même niveau et sur les mêmes routes.

Le contrôleur doit en permanence surveiller les vitesses de chaque aéronef pour s'assurer que la régulation se maintienne. Il doit accélérer ou ralentir les aéronefs de telle manière à ce que les vitesses soit le plus proche possible.

Le contrôleur peut accélérer le premier aéronef s'il est dans la capacité de le faire et/ou ralentir le second aéronef afin que la vitesse sol (vue par le radar) du second aéronef soit inférieure ou égale à celle du premier.



Pour maintenir une séparation, nous devons agir sur les vitesses et avoir les rapports de vitesse suivant :
 $V1 \geq V2 \geq V3$

Généralement, la distance de séparation entre 2 aéronefs consécutifs sera supérieure ou égale à 15NM en croisière pour du contrôle en route sous surveillance radar.

Le contrôleur essaiera dans la mesure du possible d'affecter un niveau optimal pour l'aéronef autant que possible (ni trop bas ni trop haut). Il essaiera également d'assigner un niveau optimal de régulation afin d'éviter de changer le niveau des aéronefs en permanence. L'optimisation du nombre des clairances permet une meilleure surveillance radar et une meilleure anticipation.

Pour les zones non contrôlées ou contrôlées sans radar, les séparations doivent être supérieures à 15 minutes.

Si vous utilisez cette technique, il est recommandé de ne pas varier les vitesses plus de 0.2 point de Mach pour ne pas pénaliser la croisière des aéronefs. Ceci peut être utilisé pour plus de deux aéronefs si tant est que la distance entre chaque paire d'aéronef est suffisante.

4. Montée ou croisement en croisière

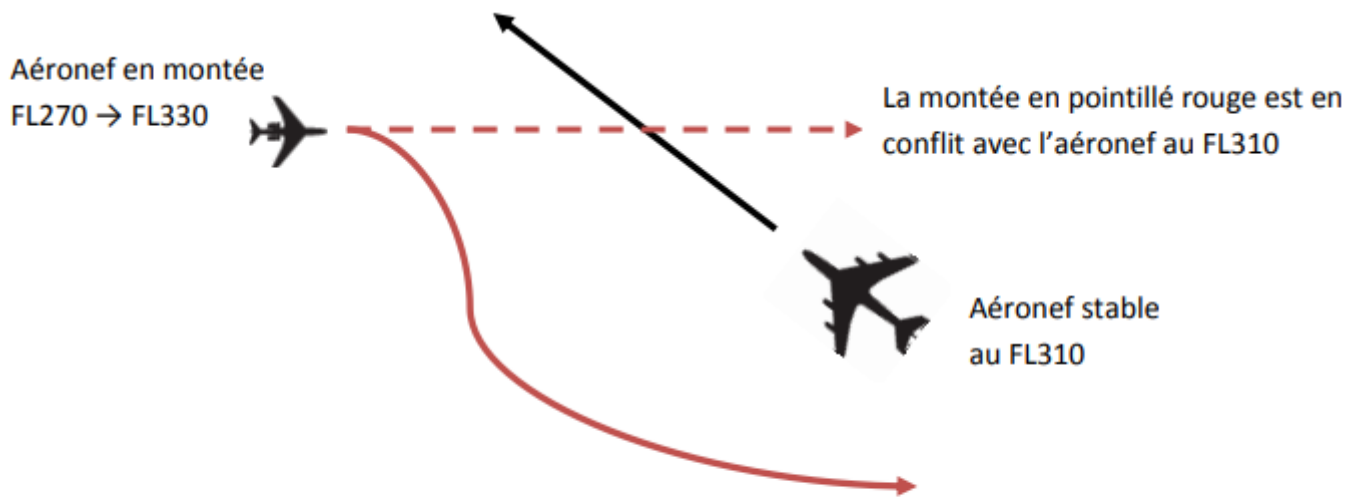
Avant d'arriver au niveau de croisière, tous les aéronefs ont une phase plus ou moins longue de montée.

4.1 Gestion de la montée ou croisement par altération de la trajectoire

Les montées des aéronefs doivent être gérées par le contrôleur sans palier à des niveaux intermédiaire autant que possible.

4.1.1 Gestion par altération de cap

Le contrôleur peut donner un guidage radar au détriment de la trajectoire pour amener un aéronef à son niveau de croisière (montée prioritaire au détriment de la trajectoire pour éviter un autre aéronef en conflit de trajectoire).



Le contrôleur peut séparer les deux aéronefs avec des caps (radar) ou une directe sur un point afin que celui qui monte ne s'arrête pas en palier

Dans presque tous les cas, l'aéronef qui monte sans palier est gagnant par rapport à une mise en palier à un niveau beaucoup plus bas, même si sa trajectoire est plus longue.

La séparation minimum entre les 2 aéronefs devra toujours être strictement supérieure à 5NM.

4.1.2 Gestion par route offset

Nous allons étudier la problématique de faire monter un aéronef sur une route ayant un aéronef devant lui et plus haut sur cette même route. Cependant cet aéronef est beaucoup plus lent.

Une méthode possible est l'utilisation de la route parallèle offset.

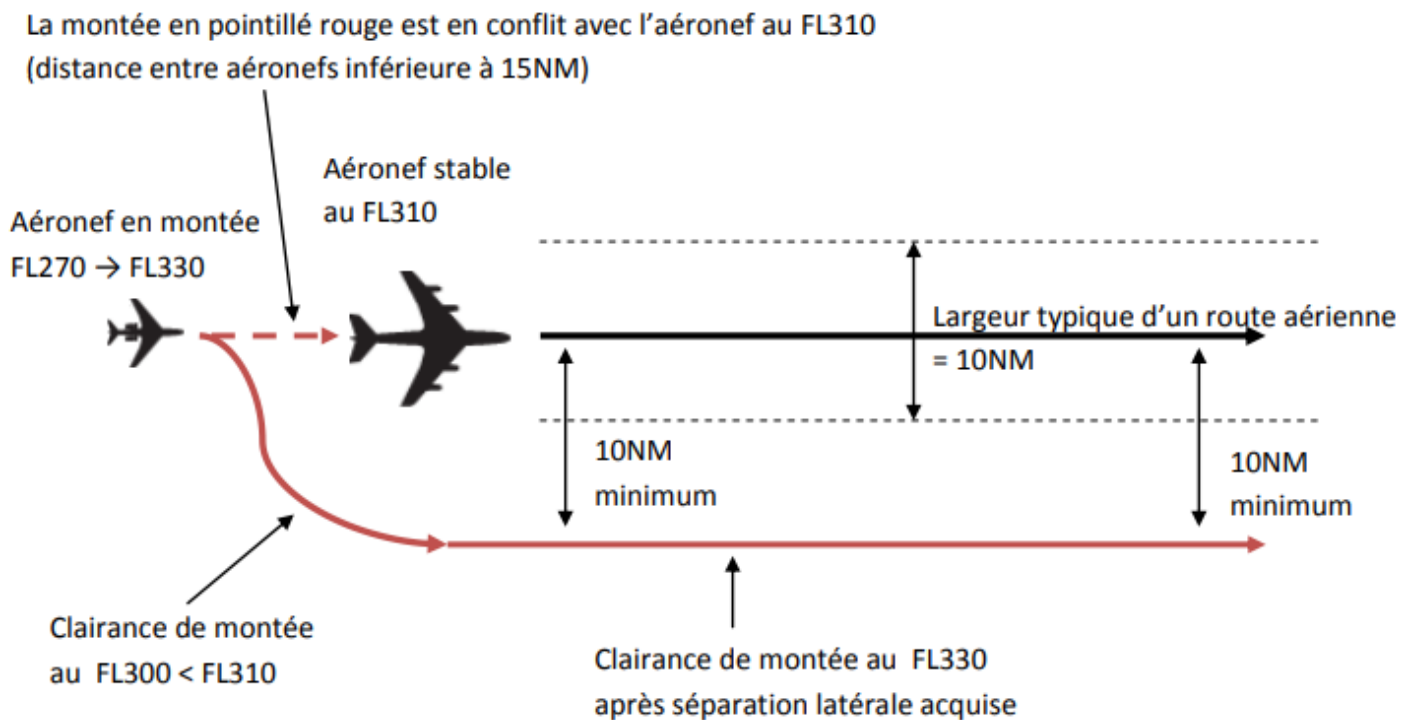
Une route parallèle offset est une manœuvre qui amène un aéronef à suivre une route aérienne mais en décalé latéralement en maintenant une distance constante avec la route cible afin d'assurer.

Cette méthode a plusieurs avantages :

- Permettre de faire doubler deux aéronefs en suivant la même route au même niveau en assurant une séparation horizontale suffisante ;
- Permettre de faire monter un aéronef plus bas à un niveau plus élevé en assurant une séparation latérale suffisante ;
- Faire garder un suivi de route minimum de l'aéronef qui fait la manœuvre.

Cette méthode a quelques inconvénients :

- Peu de pilotes sur IVAO comprennent la clairance de route parallèle offset ;
- Un guidage radar est souvent nécessaire pour faire faire la manœuvre aux aéronefs.



Cette méthode est particulièrement efficace pour faire doubler un aéronef par un aéronef plus rapide au même niveau ou croisant le même niveau.

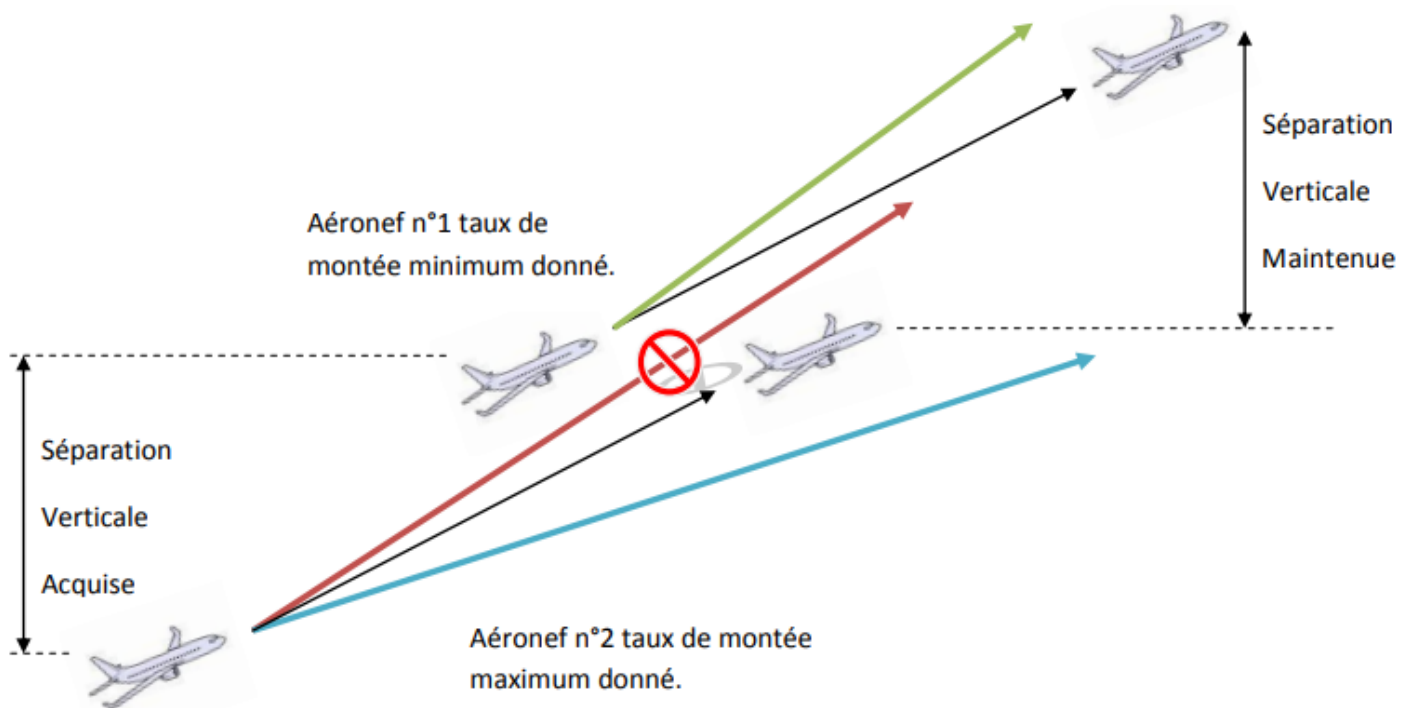
4.2 Gestion de la montée par le taux de montée parallèle

Lors d'un flux d'aéronefs en montée sur une même trajectoire en-route, un contrôleur en-route peut gérer la séparation en montée parallèle à l'aide de clairance de taux de montée (en ft/min). Cependant il doit faire attention que les 2 aéronefs ne se rapprochent pas si la séparation latérale n'est pas suffisante. Il doit choisir le taux de montée en fonction de la situation.

L'ordre des clairances est de :

1. Donner le taux de montée minimum au premier aéronef le plus haut ;
2. Donner le taux de montée maximum au second aéronef le plus bas inférieur au taux de montée du premier aéronef ;
3. Monitorer en permanence la séparation des 2 aéronefs surtout en fin de montée si le premier arrive à un palier (niveau de croisière ou niveau autorisé).

Le contrôleur peut donner le même taux de montée afin de maintenir la performance optimum. Il faut qu'il sache donner un taux réaliste que peuvent prendre les aéronefs.



Suivant la figure ci-dessus, le taux donné par le contrôleur est donné en noir.

- En donnant un taux minimum au premier aéronef, ce dernier peut prendre un taux plus élevé (**flèche verte**). La conséquence est l'augmentation de la séparation verticale ;
- En donnant un taux maximum au deuxième aéronef, ce dernier peut prendre un taux plus faible (**flèche bleue**). La conséquence est l'augmentation de la séparation verticale ;
- En donnant un taux minimum au deuxième aéronef, ce dernier pourra prendre un taux plus élevé que le minimum du premier aéronef (**flèche rouge**). La conséquence est la diminution de la séparation verticale et donc le risque d'atteindre la perte de séparation verticale. Clairance à proscrire !

4.3 Performance de montée

Chaque aéronef a ses propres limites en fonction de la performance de poussée de ses moteurs.

De manière générale, un aéronef devra modifier soit la vitesse indiquée ou soit le taux de montée lors de sa phase de montée en croisière.

- Si le pilote veut maintenir la vitesse de son aéronef en montée, il devra baisser son taux de montée en ft/min afin de maintenir un niveau de N1 adéquat dans les limites spécifiées par l'aéronef ;
- Si le pilote veut maintenir le taux de montée à son aéronef en montée, il devra baisser sa vitesse indiquée afin de maintenir un niveau de N1 adéquat dans les limites spécifiées par l'aéronef.

Si le contrôleur demande un fort taux de montée, celui-ci doit s'attendre à ce que le pilote réduise fortement la vitesse indiquée de son aéronef afin de maintenir ce taux de montée.

Attention le pilote ne devra pas trop s'approcher de la vitesse de décrochage en configuration lisse dans les conditions atmosphériques courantes. Il est conseillé de prendre une marge opérationnelle qui protège l'aéronef du décrochage lors d'une apparition intempestive des changements brusques de direction de vent (courant sur IVAO).

Inversement, si le contrôleur demande une forte vitesse indiquée, celui-ci doit s'attendre à ce que le pilote réduise fortement le taux de montée de son aéronef afin de maintenir la vitesse demandée.

La vitesse en montée est entre 220 KT et 250KT jusqu'au FL100 là où ils vont altérer leur montée pour accélérer puis reprendre un taux de montée plus élevé (entre 250 KT et 320 KT).

Les aéronefs montent en vitesse indiquée puis en point de Mach lorsque les deux s'accordent.

4.4 Différences de performances des aéronefs

Tous les aéronefs n'ont pas les mêmes performances en montée :

- Les aéronefs très lourds (spécialement les quadriréacteurs) ont des taux de montée faibles lorsqu'ils partent pour des vols longs courriers ;
- Les business jets biréacteurs très légers de construction récente ont des taux de montée plus importants que les avions de ligne ;
- Les avions bi turbopropulseurs ont des performances moindres que celle des biréacteurs. Cependant, ils peuvent monter avec un fort taux de montée mais en ayant une vitesse faible.

Il faut savoir également les performances de certains aéronefs qui sortent de la norme :

- Le BAE146 ou RJ85 est un quadriréacteur ayant une vitesse faible et un taux de descente/montée faible ;
- Les CITATION 500/501/525/560 sont des biréacteurs mais leurs vitesses caractéristiques sont faibles ;
- Le Piaggio Avanti P180 est un bi turbopropulseur cependant il peut avoir une vitesse ou un niveau de croisière compatible avec les biréacteurs.

5. Descente

Le contrôleur en route doit être sensibilisé à la gestion de la descente des aéronefs.

Les contraintes du réseau IVAO font que les pilotes sont amateurs et non professionnels et le contrôleur doit être le garde fou de la gestion de la descente en dernier recours.

Le contrôleur doit savoir :

- Où sera le point de descente (TOD Top of Descent) approximatif de chaque aéronef ;
- Imposer une descente pour les pilotes qui descendent tardivement ou qui oublient de descendre ;
- Reporter une descente pour les pilotes qui descendent de manière trop anticipée ;
- Donner un taux de descente optimal pour les pilotes qui ne descendent pas assez vite ou trop vite ;
- Préparer une pré-régulation.

Dans le cas où un pilote vous annonce ne pas pouvoir réduire sa vitesse, n'oubliez pas que cela peut être dû à son altitude, et donc si vous le faites descendre il pourra cette fois-ci réduire. Certains aéronefs vont voir leur vitesse indiquée augmenter pendant la descente.

5.1 Calcul d'un top of descent en contrôle

Ce calcul est valable dans le cas d'un aéronef isolé sans à avoir à faire de la régulation avec un aéronef devant lui.

Il y a 2 méthodes :

- Management au taux de descente en ft/min (suite à clairance donnant ce taux) ;
- Management à la pente en degré (ou pourcentage).

5.1.1 Gestion en taux de descente

Voici la représentation d'un trafic sur le radar. Nous avons un plot aéronef associé à son vecteur vitesse en minutes.

Plot

Vecteur Vitesse



La longueur du vecteur vitesse représente la distance que va parcourir l'aéronef s'il garde la même vitesse sol et la même direction.

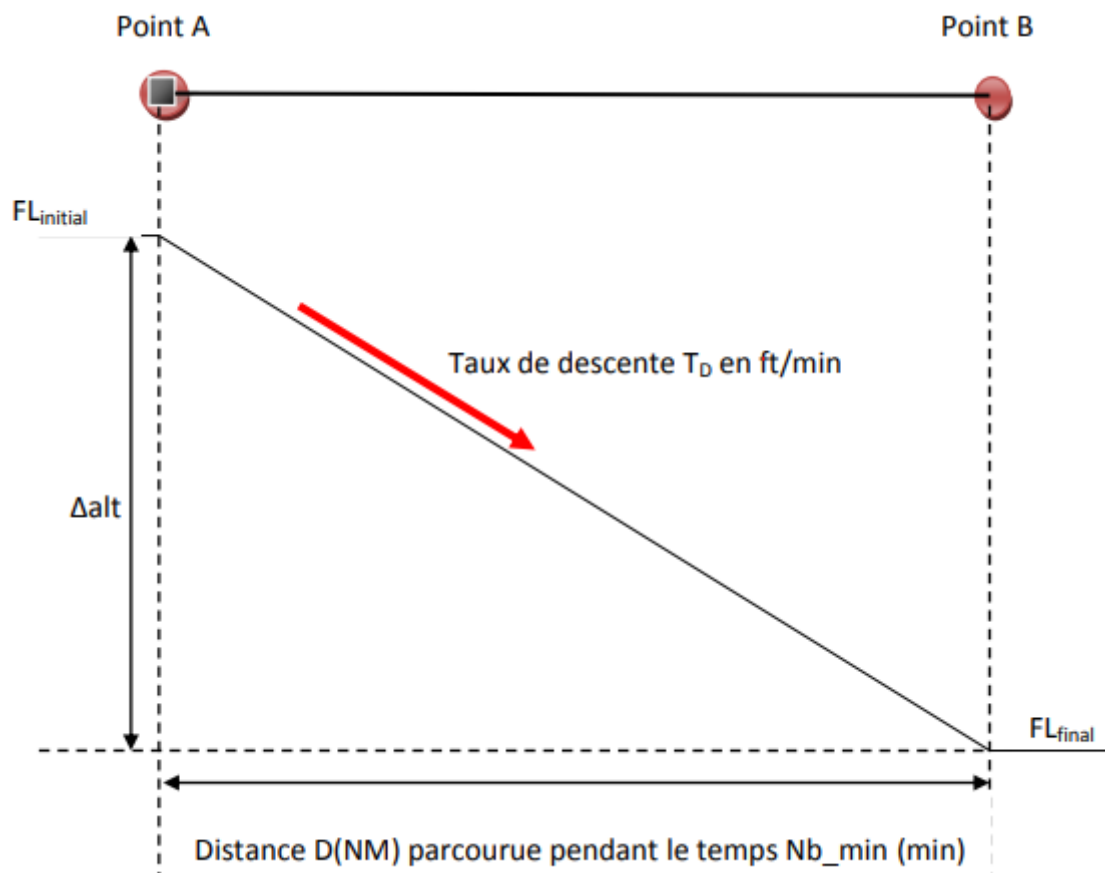
Ce vecteur vitesse est sensible aux changements de direction du vent (si le vent est fort) ou à l'altitude (perte de vitesse sol) et à la vitesse de l'aéronef

Ce vecteur vitesse est exprimé en minutes. Dans votre radar, vous pouvez le sélectionner à 0, 1, 2, 4 ou 8 minutes. Dans notre exemple nous sélectionnerons 4 minutes pour l'explication (le calcul sera valable pour chacun des valeurs de vecteurs non nulles).

Dans notre calcul notre aéronef est au point A, et le vecteur vitesse de 4 minutes pointe sur le point B. L'aéronef va descendre du point A jusqu'au point B avec un taux de descente constant T_D fixé. Pendant sa descente, il passera du Niveau initial $FL_{initial}$ au niveau final FL_{final} .

FLL = Altitude

$$\frac{FL_{initial} - FL_{final}}{100} \times 100$$



La formule à utiliser dans notre cas est :

$$V_Z \text{ (ft/min)} = \Delta alt \text{ (ft)} / Nb_{min} \text{ (min)}$$

ou

$$FL_{final} = FL_{initial} - [V_Z \times Nb_{min}] / 100$$

Cas du calcul du taux de descente avec niveaux imposés :

L'avion est au niveau de vol FL330 et nous souhaitons qu'il ait atteint le niveau FL200 au bout de 4 minutes. Quel sera le taux de descente théorique ?

$Nb_{min} = 4$ min (le vecteur vitesse fait 4 minutes)

$FL_{initial} = FL330$; $FL_{final} = FL200$

$$\Delta alt = (330 - 200) \times 100 = 13000 \text{ ft}$$

$$V_Z = \Delta alt / Nb_{min} = 13000 / 4 = 3250 \text{ ft/min}$$

Le contrôleur doit donner au moins un taux de descente de 3250ft/min pour satisfaire l'arrivée au FL200 sur le point B.

Dans ce cas, le contrôleur arrondira le taux de descente à une valeur supérieure par exemple à 3300ft/min (voir 3500ft/min s'il veut plus de marge). Sachant que si le contrôleur donne un taux supérieur à la valeur théorique, l'aéronef arrivera au niveau voulu avant le point cible. De même, s'il donne un taux de descente inférieur, l'aéronef arrivera au niveau voulu après le point cible.

Cas du calcul du Niveau d'arrivée estimé avec un taux de descente imposé :

L'avion est au niveau de vol FL280 et nous souhaitons lui donner un taux de descente de 2000ft/min. Quel sera le niveau obtenu dans 4 minutes ?

$Nb_{min} = 4 \text{ min}$ (le vecteur vitesse fait 4 minutes)

$V_Z = 2000 \text{ ft/min}$

$FL_{initial} = FL280$

$$FL_{final} = FL_{initial} - [V_Z \times Nb_{min}] / 100 = 280 - (2000 \times 4) / 100 = 280 - (8000/100) = 280 - 80 = 200$$

L'aéronef au bout de 4 minutes atteindra le FL200 s'il maintient une descente de 2000ft/min.

Il faut savoir la limitation de ce calcul qui est un calcul approché. Car en réalité l'aéronef va perdre de la vitesse sol en descendant et donc, le vecteur vitesse se raccourcir légèrement et la pente ne sera pas constante.

A haute altitude, au début de la descente, du fait de la haute vitesse l'angle de la pente sera plus faible qu'à basse altitude, où la vitesse sol est plus faible et donc la pente de descente plus importante.

5.1.2 Gestion en pente

Nous gardons le même graphique que précédemment mais la formule change. Nous calculons une distance entre le point estimé de descente que l'on recherche et le point cible avec un niveau final recherché et une pente donnée.

La formule à utiliser dans notre cas est :

$$D \text{ (NM)} = \Delta FL \text{ (x 100ft)} / \text{Pente (°)}$$

et

L'aéronef perdra une différence de niveau de $\Delta FL = FL_{initial} - FL_{final}$

Cas du calcul de distance du TOD avant le point cible :

Un aéronef Airbus souhaitant un niveau final au FL120 en respectant une pente à 3° ayant un niveau de croisière au FL260. A quelle distance du point où il doit obtenir le

niveau final doit-il descendre ?

$$FL_{\text{initial}} = FL260 ; FL_{\text{final}} = FL120$$

$$\text{Pente} = 3^\circ$$

$$\Delta FL = 260 - 120 = 140 \text{ ft}$$

$$D \text{ (NM)} = \Delta FL / \text{Pente} = 140 / 3 = 46.7 \text{ NM}$$

Le point TOD (Top Of Descent) estimé de l'aéronef se situe à 46.7NM en amont du point cible dans les conditions spécifiées.

Ce calcul est approché et il ne tient pas compte de la variation de la vitesse sol et des éventuels paliers de stabilisation de la vitesse de l'aéronef, ainsi que les variations de vents durant la descente de l'aéronef.

Cependant, il constitue une bonne base de départ pour l'estimation des descentes.

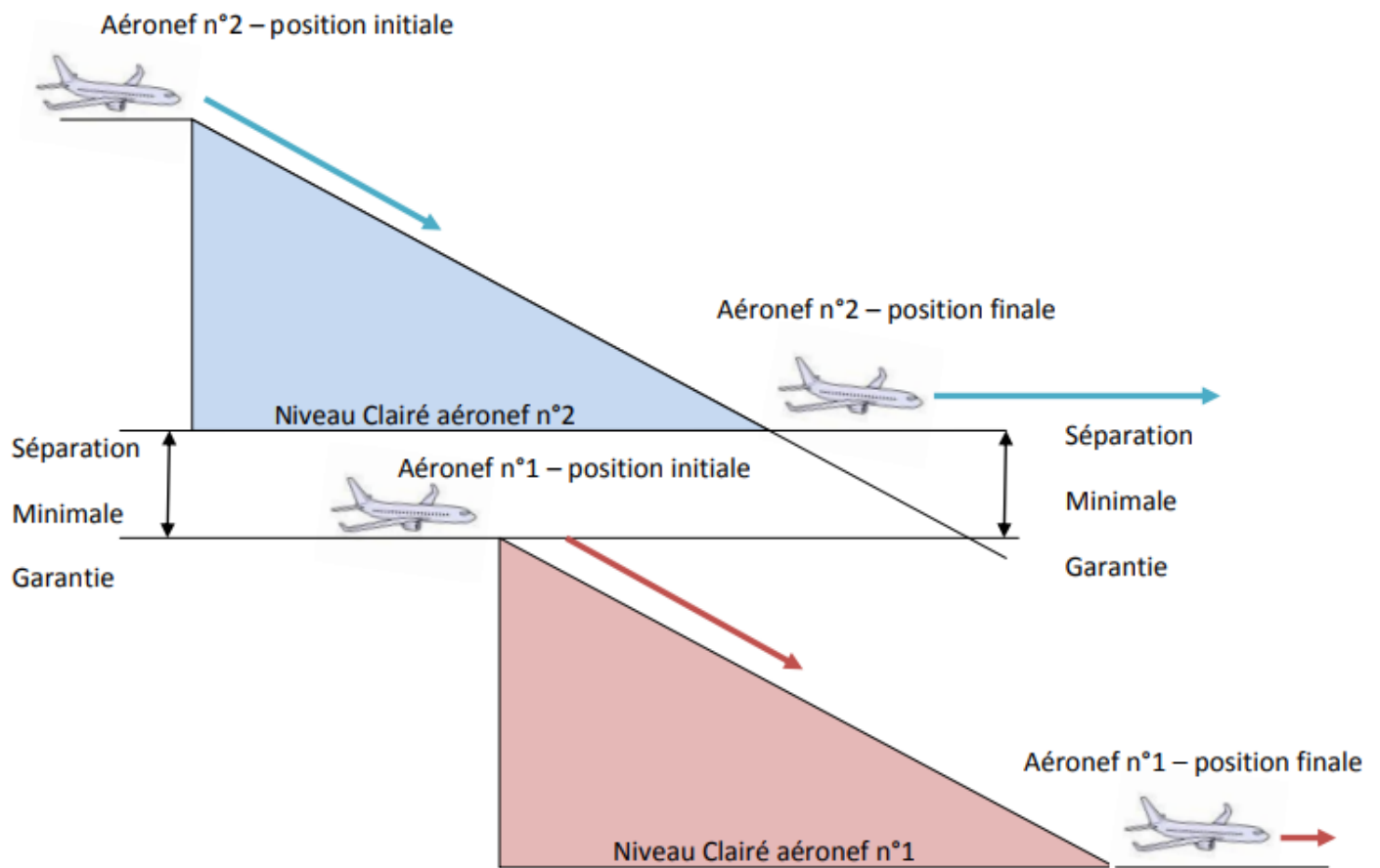
5.2 Gestion des descentes multi-aéronefs

5.2.1 Gestion de descente par palier

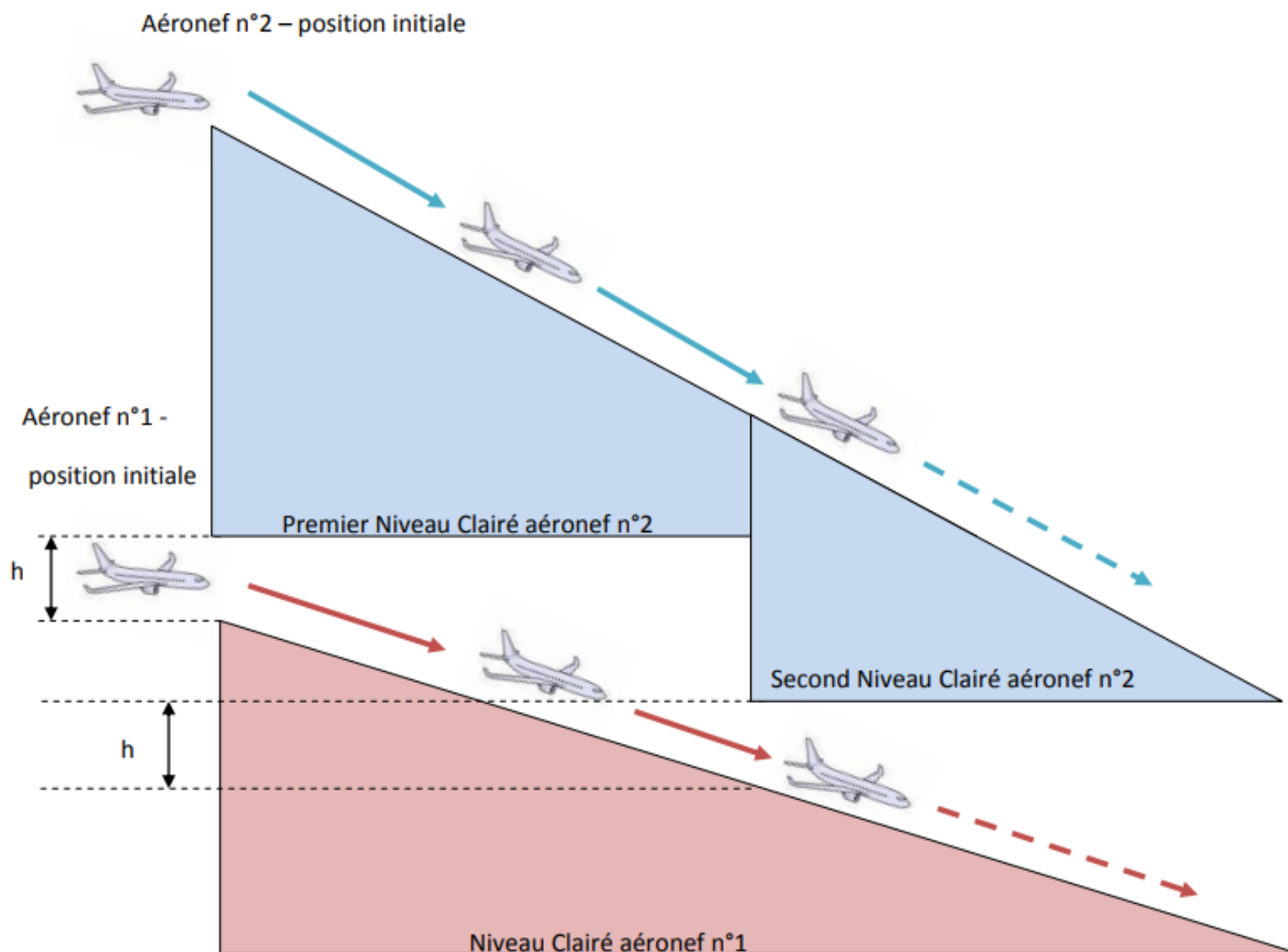
Cette gestion est généralement la plus sécuritaire et permet généralement de s'affranchir de certaines erreurs de pilotage et de prise de mauvais taux de descentes des pilotes (trop élevés ou trop faible).

Le but est d'assigner la descente à un aéronef à un niveau sécurisé et libéré par l'aéronef précédent tout en respectant la séparation verticale minimale.

Notre exemple montre un aéronef n°2 plus haut et relativement proche de l'aéronef précédent en séparation latérale. La gestion d'une descente conjointe sécurisée peut se passer comme suit :



Ensuite pour optimiser la descente sans palier, il est usuel de donner des clairances complémentaire en fonction de la descente du premier aéronef.



L'aéronef n°1 plus bas a un taux de descente inférieur que l'aéronef du dessus. Cependant, la clairance donnée à l'aéronef n°2 garanti la séparation minimum h entre les 2 aéronefs, quel que soit la descente de l'aéronef n°1.

Quand l'aéronef n°2 arrive proche de son premier niveau clairé, le contrôleur donne une seconde clairance de descente à un niveau plus bas tout en garantissant la séparation minimum h entre les 2 aéronefs.

Cette méthode est la plus ordinaire et la plus efficace pour assurer la sécurité en contrôle. Elle est recommandée pour une utilisation courante sur IVAO.

Notez que le contrôleur doit donner la clairance de descente à l'aéronef n°2 en anticipation pour éviter le palier à l'aéronef atteignant le premier niveau clairé. Le contrôleur donne usuellement la clairance 1000ft ou 2000ft avant le premier niveau autorisé (il peut faire plus si besoin).

La séparation entre les 2 aéronefs notée H est définie :

$H = [\text{Niveau Clairé de l'aéronef le plus}]$

La séparation minimale verticale entre 2 aéronefs est de :

- H = 1000ft dans les espaces RVSM et pour les Niveaux <FL290
- H = 2000ft dans les espaces non-RVSM

5.2.2 Gestion de descente par taux de descente parallèles

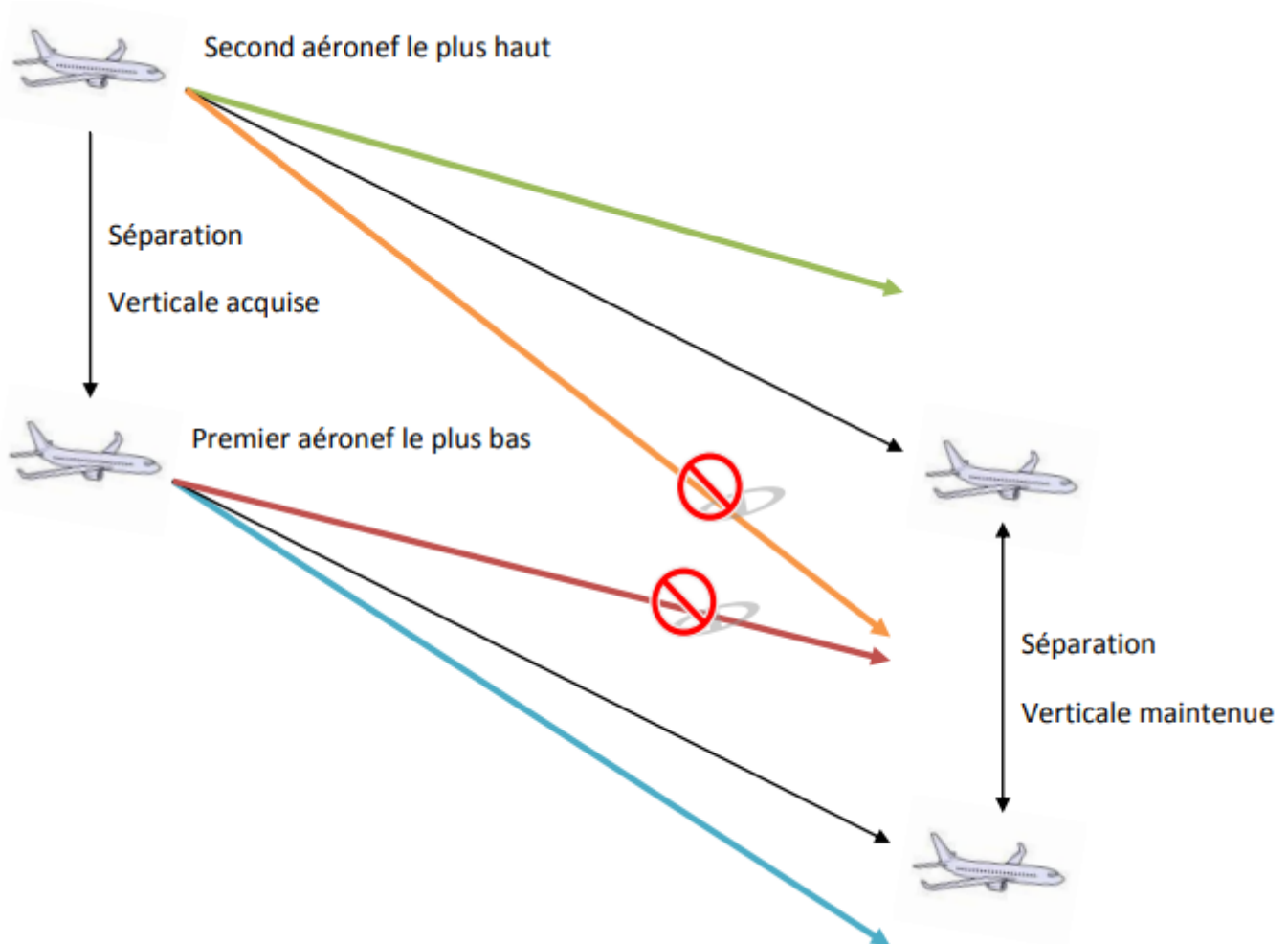
L'autre possibilité de gestion des descentes des aéronefs sans changer leur route est de les faire descendre de manière parallèle en gérant le taux de descente des 2 aéronefs par des clairances en maintenant l'écart des aéronefs.

Cependant il doit faire attention que les 2 aéronefs ne se rapprochent pas si la séparation latérale n'est pas suffisante. Il doit choisir le taux de descente en fonction de la situation. Le but est d'assigner le même taux de descente entre les 2 aéronefs afin qu'ils gardent approximativement la même séparation entre eux.

L'ordre des clairances est de :

1. Donner le taux de descente maximum au premier aéronef le plus bas ;
2. Donner le taux de descente minimum au second aéronef le plus haut inférieur au taux de descente du premier aéronef ;
3. Surveiller en permanence la séparation des 2 aéronefs surtout en fin de descente si le premier arrive à un palier (niveau clairé ou niveau publié).

Le contrôleur peut donner le même taux ou un taux différent de descente afin de maintenir la performance optimum. Il faut qu'il sache donner un taux réaliste que peuvent prendre chaque aéronef et un taux pour assurer une meilleure pré-régulation pour le contrôleur approche.



Suivant la figure ci-dessus, le taux donné par le contrôleur est donné en noir.

- En donnant un taux minimum au premier aéronef, ce dernier peut prendre un taux plus élevé (**flèche bleue**). La conséquence est l'augmentation de la séparation verticale ;
- En donnant un taux maximum au deuxième aéronef, ce dernier peut prendre un taux plus faible (**flèche verte**). La conséquence est l'augmentation de la séparation verticale ;
- En donnant un taux minimum à respecter au deuxième aéronef, ce dernier pourra prendre un taux plus élevé que celui du premier aéronef (**flèche orange**). La conséquence est la diminution de la séparation verticale et donc le risque d'atteindre la perte de séparation verticale. Clairance à proscrire !
- En donnant un taux maximum à respecter au deuxième aéronef, ce dernier pourra prendre un taux moins élevé que celui du deuxième aéronef (**flèche rouge**). La conséquence est la diminution de la séparation verticale et donc le risque d'atteindre la perte de séparation verticale. Clairance à proscrire !

Lors de descentes parallèles, le contrôleur doit être conscient des taux de descente de ces divers appareils (estimation, clairance, connaissance appareil, ...). Il doit en permanence surveiller l'évolution de la séparation entre les aéronefs.

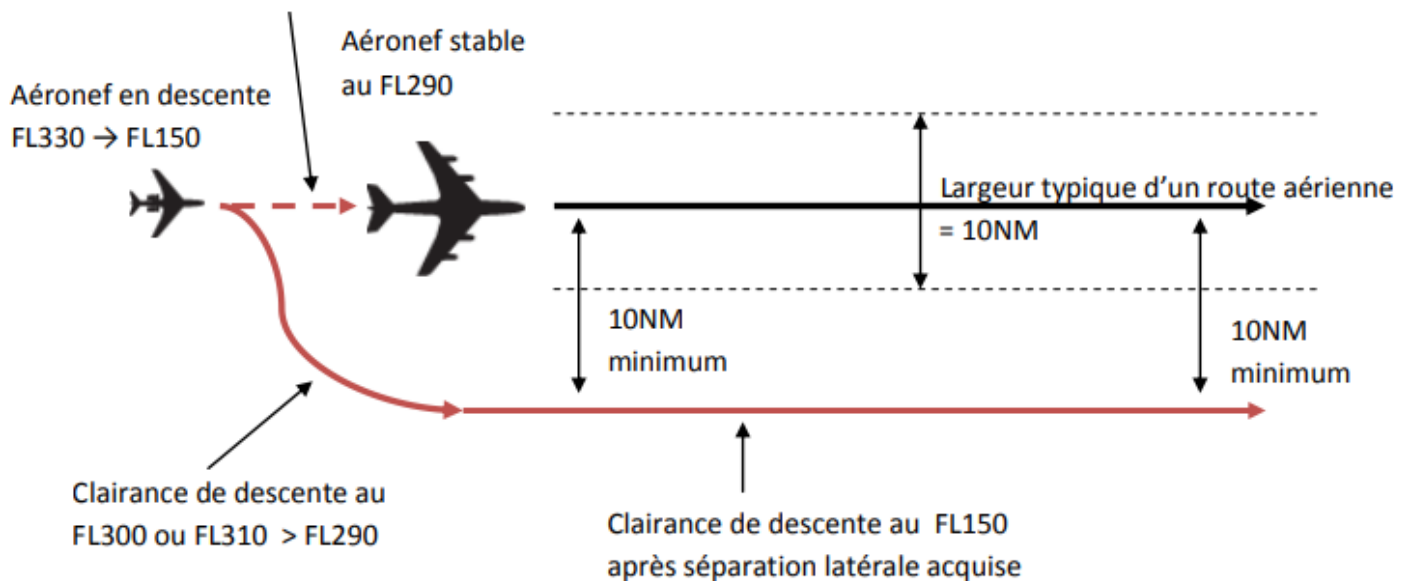
Il donne des nouvelles clairances de descente (niveaux, taux de descente) afin de

maîtriser au plus vite une réduction de la séparation verticale surtout quand la séparation horizontale n'est pas garantie.

5.2.3 Gestion de descente par route offset

De même que la problématique de la montée, une descente de deux appareils sur une même route avec croisement de niveau ou descente parallèle peut se gérer à l'aide d'une séparation latérale en utilisant la route parallèle offset.

La descente en pointillé rouge est en conflit avec l'aéronef au FL310
(distance entre aéronefs inférieure à 15NM et vitesse du second aéronef supérieure ou égale au premier aéronef)



Cette méthode est particulièrement efficace pour faire doubler un aéronef par un aéronef plus rapide croisant le même niveau.

Tableau de performances en croisière

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

1. Vitesses caractéristiques des turbopropulseurs en croisière

Type d'aéronef	Vitesse en montée (IAS)	Vitesse de croisière (IAS/mach)	Vitesse de descente (IAS)	FL maximum
AT42	150/190	180/210	180/245	250
B190	150/180	170/240	170/240	250
BE9L	120/150	200	160/200	310
BE20	120/160	200/220	180/240	310
B350	140/180	180/220	180/250	310
C130	110/130	160/200	200/220	330
C160	120/150	180/200	190/200	220
CN35	110/135	180/200	190/200	220
D228	120/150	150/180	180/240	250
D328	155/200	200/250	200/260	310
DH8A/B/C	180	200	220	250
DH8D	180/200	200/220	200/250	320
E120	160/200	200/220	200/250	320
PAY/1/2/3	120/140	180/200	170/190	260
P180	140/160	.57/.65	200/260	410
PC12	130/160	180/210	180/230	300
SB20	150/190	220/240	220/250	310

Type d'aéronef	Vitesse en montée (IAS)	Vitesse decroisière (IAS/mach)	Vitesse dedescente (IAS)	FL maximum
TBM7	130/160	200	190/230	300

2. Vitesses caractéristiques des avions de ligne à réacteur en croisière

Type d'aéronef	Vitesse en montée (IAS)	Vitesse de croisière (IAS/mach)	Vitesse de descente (IAS)	FL maximum
B727	250/320	.80/.86	250/330	410
B737-200/300/400/500	250/300	.72/.76	250/320	370
B737-600/700/800/900	250/320	.78/80	250/330	410
B747-100/200/300	250/300	.82/.86	280/330	390
B747-400	250/340	.83/.87	280/350	450
B757	250/300	.78/.82	250/320	400
B767	250/300	.78/.82	250/320	430
B777	250/320	.79/.84	250/320	430
DC10	250/320	.82/.84	250/320	410
MD11	250/330	.82/.84	250/310	390
MD80	290/310	.76/.78	250/290	370
BAE146	210/250	.68/.73	250/285	310
CRJ1 CRJ2	250/290	.74/.78	250/320	410
CRJ7	250/290	.77/.81	250/320	410
E145	220/290	.72/.78	250/310	390
F70	250/280	.73/.76	250/310	350



Type d'aéronef	Vitesse en montée (IAS)	Vitesse décroisière (IAS/mach)	Vitesse dedescente (IAS)	FL maximum
F100	250/280	.73/.76	250/310	350
L101	250/330	.80/.84	250/300	430
RJ70/85/100	210/250	.68/.73	250/285	350
T154	280/320	.78/.82	250/330	410
A300	250/300	.78/.81	250/340	390
A310	250/300	.78/.82	250/330	410
A318/319/320/321	250/340	.76/.80	250/340	390
A330	250/340	.80/.84	250/340	410
A340	250/340	.77/.84	250/340	410
A350	250/340	.85	250/340	430 (-900) / 410 (-1000)
A380	250/340	.80/.88	250/340	430

3. Vitesses caractéristiques des jets d'affaires en croisière

Type d'aéronef	Vitesse en montée (IAS)	Vitesse de croisière (IAS/mach)	Vitesse de descente (IAS)	FL maximum
BE40	250/280	.74/.78	250/300	450
C501	200/230	.58/.68	220/280	410
C25A	200/220	.62/.70	220/255	450
C525	200/220	.62/.70	220/260	410
C550	200/230	.58/.67	220/270	430
C560	200/250	.68/.74	240/285	450

Type d'aéronef	Vitesse en montée (IAS)	Vitesse décroisière (IAS/mach)	Vitesse dedescente (IAS)	FL maximum
C650	250/300	.77/.85	250/330	510
C56X	250/280	.74	250/330	450
C750	250/300	.86/.91	250/345	510
CL60	250	.74/.83	250/350	410
F900	260/300	.75/.84	250/370	470
F2TH	260/300	.75/.85	250/370	450
FA10	260/300	.75/.85	250/350	410
FA20	250/280	.74/.80	250/370	450
FA50	260/300	.75/.80	250/370	450
GALX	250/300	.76/.82	250/355	450
GLEX	250/300	.80/.88	250/340	510
GLF4	250/300	.80/.82	250/340	450
GLF5	250/300	.80/.89	250/350	510
H25B	250/280	.70/.78	250/330	410
LJ45	250/300	.76/.80	250/320	510

Séparation non radar

A partir du grade  et programme examen du grade  et supérieurs

1. Introduction

Cette fiche est dédiée à la **séparation non-radar**. Dans certains espaces aériens français (La Réunion et Mayotte, Tahiti, Saint-Pierre et Miquelon, et en Nouvelle-Calédonie), dépourvus d'équipements radars, le contrôle est basée principalement sur des espacements en temps, et report de position.

2. Types de séparation

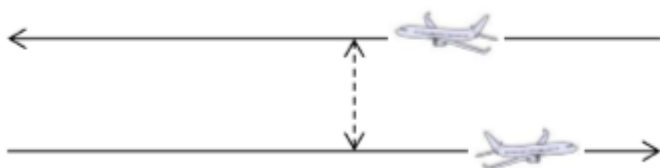
Dans les espaces aériens contrôlés, le contrôleur aérien sépare les aéronefs volant dans un espace donné en les maintenant à des distances suffisantes afin d'éviter les risques de collision.

On distingue 2 types de séparation :

- La séparation horizontale ;
- La séparation verticale.

2.1 Séparation verticale

La séparation verticale est la différence d'altitude minimale nécessaire entre deux appareils volant dans une zone donnée **lorsque la distance horizontale est inférieur à celle préconisée**. La séparation verticale est obtenue en autorisant les aéronefs à voler à des altitudes/niveaux différents.



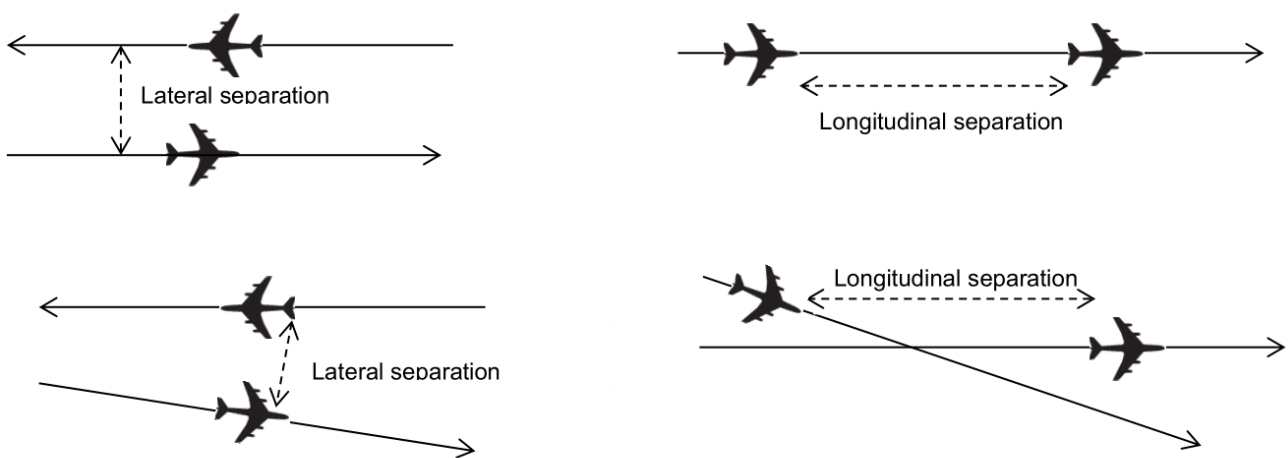
En fonction de l'espace aérien au sein du quel l'aéronef évolue, et du régime de vol, la séparation verticale minimale pourra être de 1 000 ft ou de 2 000 ft.

En espace RVSM cette séparation est de :

- 1 000ft en dessous du FL410 ;
- 2 000ft au-dessus du FL410.

2.1 Séparation horizontale

Il existe deux types de séparation horizontale : latérale ou longitudinale.



La séparation horizontale est la distance minimale qui doit être maintenue entre **deux aéronefs dont la séparation verticale n'est pas acquise**. La séparation horizontale peut être obtenue en agissant sur les vitesses ou les estimés/HAP.

3. Critères de séparation

Deux aéronefs sont considérés séparés si au moins un type de séparation est établi :

Séparation verticale	Séparation horizontale	Aéronefs séparés?
NON	NON	NON
OUI	NON	OUI
NON	OUI	OUI
OUI	OUI	OUI

4. Perte de séparation

Un contrôleur aérien doit **anticiper** une éventuelle perte de séparation et donner des instructions à au moins 1 des aéronefs concernés afin de maintenir une séparation supérieure aux minimums.

En-dessous de ces minimum de séparation, on parle alors de **perte de séparation**.

Le terme "airprox", issu du réel (rapport d'une perte de séparation constatée par un pilote) est souvent employé.

Le contrôleur est responsable de la séparation des aéronefs en contact sous son contrôle vis-à-vis de tous les aéronefs dont il a connaissance (et même si ils ne sont pas tous sous son contrôle). C'est la base de la sécurité partagée par tous.

5. Séparation horizontale

5.1 Séparation latérale

L'espacement latéral doit être appliqué de telle sorte que la distance entre les portions des routes prévues pour lesquelles les aéronefs doivent être espacés latéralement ne soit jamais inférieure à une distance établie pour tenir compte d'inexactitudes de navigation plus une marge spécifiée.

Cette marge est déterminée par l'autorité compétente et inclus dans la séparation latérale.

La séparation latérale est obtenue en exigeant l'exploitation sur des routes différentes ou dans des emplacements géographiques différents.

lateral_separation_between_routes.png

Si l'aéronef suit la même procédure de vol ou la même route ATS, l'espacement à appliquer ne doit pas être une séparation latérale mais longitudinale. La séparation latérale s'applique lorsque les aéronefs sont sur des routes différentes.

5.1.1 Critères de séparation latérale

Les situations dans lesquelles une séparation latérale peut être appliquée sont :

- Par référence à des emplacements géographiques identiques ou différents (par rapport aux rapports de position qui indiquent bien que les aéronefs se trouvent dans des emplacements géographiques différents) :

lateral_separation_geographic_location_ref.png

- Par l'utilisation d'une aide à la navigation identique entre les aéronefs ou méthode (en exigeant que les aéronefs volent sur des voies spécifiées qui sont séparées par une distance minimale appropriée à l'aide à la navigation ou à la méthode utilisée) :

lateral_separation_using_vor.png

La séparation latérale entre les aéronefs utilisant des aides à la navigation différentes, ou lorsqu'un aéronef utilise un équipement RNAV, doit être établie en veillant à ce que les espaces aériens protégés dérivés pour l'aide(s) à la navigation ou le RNP ne se chevauchent pas.

5.1.2 Minima de séparation latérale

Les minima d'espacement latéral par utilisation de la même aide à la navigation sont :

- **VOR** : les deux aéronefs sont positionnés sur des radiales qui s'écartent d'au moins 15° et au moins un aéronef se trouve à une distance de 28 km ou 15 NM ou plus de l'installation :

lateral_separation_using_vor.png

- **NDB** : les deux aéronefs sont établis sur des voies en direction ou à partir du NDB qui divergent d'au moins 30° et au moins un aéronef se trouve à une distance de 28 km ou 15 NM ou plus de l'installation :

lateral_separation_using_ndb.png

- **Compte à rebours** : les deux aéronefs sont établis sur des voies qui divergent d'au moins 45° et au moins un aéronef se trouve à une distance de 28 km ou 15 NM ou plus du point d'intersection de la voie et les deux aéronefs sont établis en partance de l'intersection :

lateral_separation_using_fix.png

- **Opérations RNAV** : les deux aéronefs sont établis sur des trajectoires qui divergent d'au moins 15° et l'espace aérien protégé associé à la trajectoire d'un aéronef ne chevauche pas l'espace aérien protégé associé à la trajectoire de l'autre aéronef.

5.1.3 Minima de séparation latérale pour les départs et arrivées

Une séparation latérale des aéronefs au départ et/ou à l'arrivée sur les procédures de vol aux instruments adjacentes publiées se produira dans les conditions suivantes :

- Lorsque la distance entre RNAV1, Basic RNP1, RNP APCH et/ou RNP AR APCH n'est pas inférieure à 13 km ou 7 NM
- Lorsque les zones protégées des voies conçues selon les critères de franchissement d'obstacles ne se chevauchent pas et que l'erreur opérationnelle est prise en compte.

Si les aéronefs suivent la même procédure de départ ou d'arrivée, l'espacement à appliquer ne doit pas être une séparation latérale mais longitudinale - aussi appelé séparation stratégique, utilisant les procédures publiées (SID et STAR) s'auto-séparant en un point l'un de l'autre.

5.1.4 Séparation latérale des aéronefs sur des routes parallèles ou non sécantes

L'espacement latéral des aéronefs sur des routes parallèles ou non croisées ou sur des routes ATS doit être établi conformément aux dispositions suivantes :

- Pour un espacement minimum entre les voies de 50 NM ou 93 km lors de l'utilisation d'une performance de navigation de RNAV10 (RNP10) ou RNP4.
- Pour un espacement minimal entre les voies de 30 NM ou 55.5 km lors de l'utilisation d'une performance de navigation de RNP4.

5.2 Séparation longitudinale générale

La séparation longitudinale doit être appliquée de façon à ce que l'espacement entre les positions estimées de l'aéronef à séparer ne soit jamais inférieur au minimum prescrit.

La séparation longitudinale entre les aéronefs suivant des trajectoires identiques ou divergentes peut être maintenue par l'application d'un contrôle de vitesse, y compris la technique du nombre de Mach.

Lorsque des aéronefs sont censés atteindre l'espacement minimal, le contrôle de la vitesse doit être appliqué pour s'assurer que l'espacement minimal requis est maintenu.

longitudinal_separation.png

5.2.1 Définition : routes similaires, réciproques et sécantes

- Les routes similaires : sont des routes dans le même sens ou qui se croisent lorsque la différence angulaire de ces deux routes est inférieure à 45° ou supérieure à 315° :

longitudinal_separation_same_track.png

- Les routes réciproques : sont des trajectoires opposées et des trajectoires qui se croisent lorsque la différence angulaire de ces deux trajectoires est supérieure à 135° ou inférieure à 225° :

longitudinal_separation_reciprocal_track.png

- Les route sécantes sont des routes qui se croisent dans d'autres conditions que "même route" et "route réciproque" :

longitudinal_separation_crossing_track.png

5.2.2 Minima de séparation longitudinal basée sur le temps

5.2.2.1 Aéronefs restant au même niveau sur routes similaires

Situation	Aéronefs sur routes similaires
Séparation minimale par défaut.	15 min
Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse.	10 min
Séparation minimale par défaut dans chaque cas où l'aéronef précédent maintient une vitesse réelle de 37 km/h (20 kt) ou plus rapide que l'aéronef suivant.	5 min
Séparation minimale par défaut dans chaque cas où l'aéronef précédent maintient une vitesse réelle de 74 km/h (40 kt) ou plus rapide que l'aéronef suivant.	3 min

longitudinal_separation_crossing_track.png

5.2.2.2 Aéronefs restant au même niveau sur des routes sécantes

Situation	Aéronefs sur routes sécantes
Séparation minimale par défaut.	15 min
Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse.	10 min

aircraft_separation_crossing_track.png

5.2.2.3 Aéronefs montant et descendant sur routes similaires

Situation	Aéronefs sur routes similaires
Séparation minimale par défaut.	15 min sans séparation verticale
Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation ou le GNSS permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse.	10 min sans séparation verticale
Séparation minimale par défaut si le changement de niveau commence dans les 10 minutes suivant l'heure à laquelle le deuxième aéronef a signalé un point commun (dérivé des aides à la radionavigation au sol ou par GNSS - GPS navigation).	5 minutes alors que la séparation verticale n'existe pas

- Séparation minimale par défaut, en montée :

aircraft_separation_climbing1.png

- Séparation minimale par défaut, en descente :

aircraft_separation_descending1.png

- Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation ou le GNSS permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse, en montée :

aircraft_separation_climbing2.png

- Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation ou le GNSS permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse, en descente :

aircraft_separation_descending2.png

- Séparation minimale par défaut si le changement de niveau commence dans les 10 minutes suivant l'heure à laquelle le deuxième aéronef a signalé un point commun, en montée :

aircraft_separation_climbing3.png

- Séparation minimale par défaut si le changement de niveau commence dans les 10 minutes suivant l'heure à laquelle le deuxième aéronef a signalé un point commun, en descente :

aircraft_separation_descending3.png

5.2.2.4 Aéronefs montant et descendant sur routes sécantes

Situation	Aéronefs sur routes sécantes
Séparation minimale par défaut.	15 min sans séparation verticale
Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse.	10 min sans séparation verticale

- Séparation minimale par défaut, en montée:

aircraft_separation_crossing_climbing1.png

- Séparation minimale par défaut en descente :

aircraft_separation_crossing_descending1.png

- Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse, en montée :

aircraft_separation_crossing_climbing2.png

- Séparation minimale par défaut si les aides à la navigation permettent de déterminer fréquemment la position et la vitesse, en descente :

aircraft_separation_crossing_descending2.png

5.2.2.5 Aéronefs sur une trajectoire réciproque

Lorsque la séparation latérale n’est pas assurée, la séparation verticale doit être assurée pendant au moins 10 minutes avant et après l’heure estimée de passage de l’aéronef.

aircraft_separation_reciprocal.png

5.2.3 Minimums de séparation longitudinale basés sur la distance à l'aide de DME et/ou GNSS

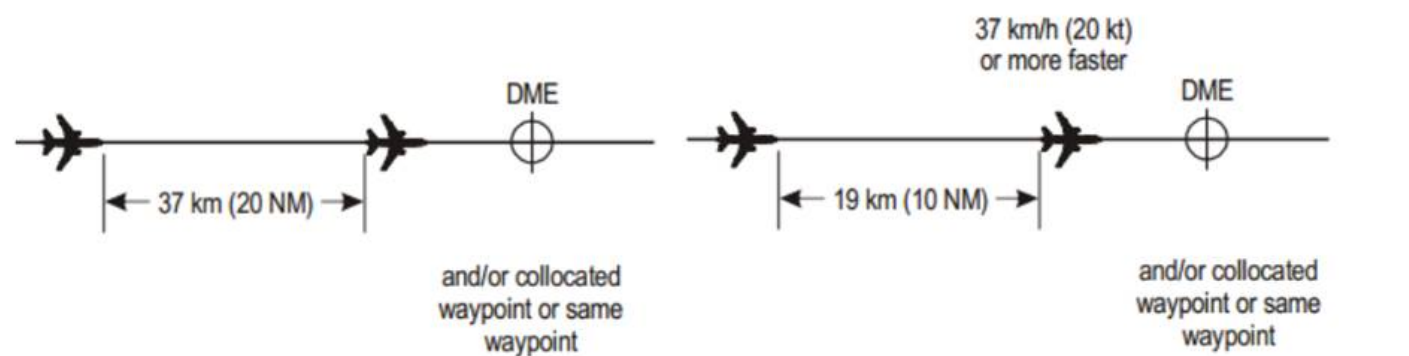
L'espacement doit être établi en maintenant une distance au moins égale à la distance spécifiée entre les positions de l'aéronef, telle qu'elle est signalée par référence au DME, en conjonction avec d'autres aides à la navigation appropriées et/ou le GNSS (GPS).

Ce type d'espacement doit être appliqué entre deux aéronefs utilisant le DME, ou deux aéronefs utilisant le GNSS, ou un aéronef utilisant le DME et un aéronef utilisant le GNSS. (Ceci s'applique à tous les sous-chapitres ci-dessous).

L'espacement est vérifié par l'obtention simultanée de relevés DME et/ou GNSS de l'aéronef à intervalles fréquents afin de s'assurer que le minimum ne sera pas enfreint.

5.2.3.1 Avion maintenant le même niveau sur la même route

Situation	Aéronefs sur routes similaires
Séparation minimale par défaut.	20 NM / 37 km
Séparation minimale par défaut : dans chaque cas, l'avion précédent maintient une vitesse réelle de 37 km/h (20 kt) ou plus rapide que l'avion suivant	10 NM / 19 km

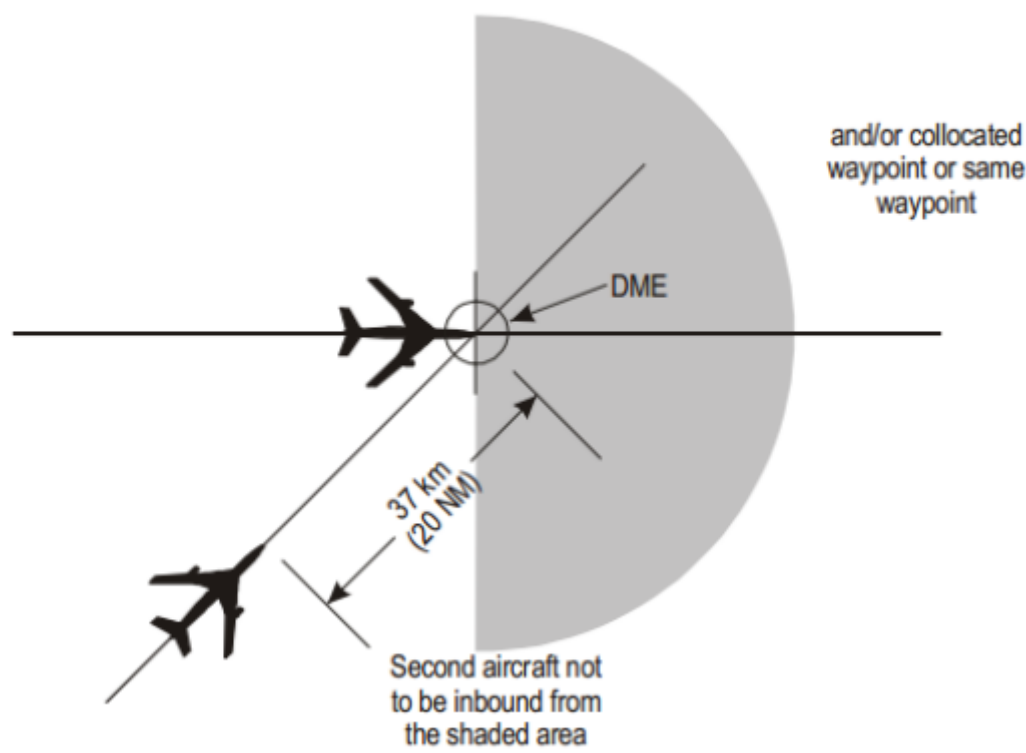


5.2.3.2 Aéronef maintenu au même niveau sur la trajectoire du croisement

Situation	Aéronefs sur routes similaires
Séparation minimale par défaut.	20 NM / 37 km

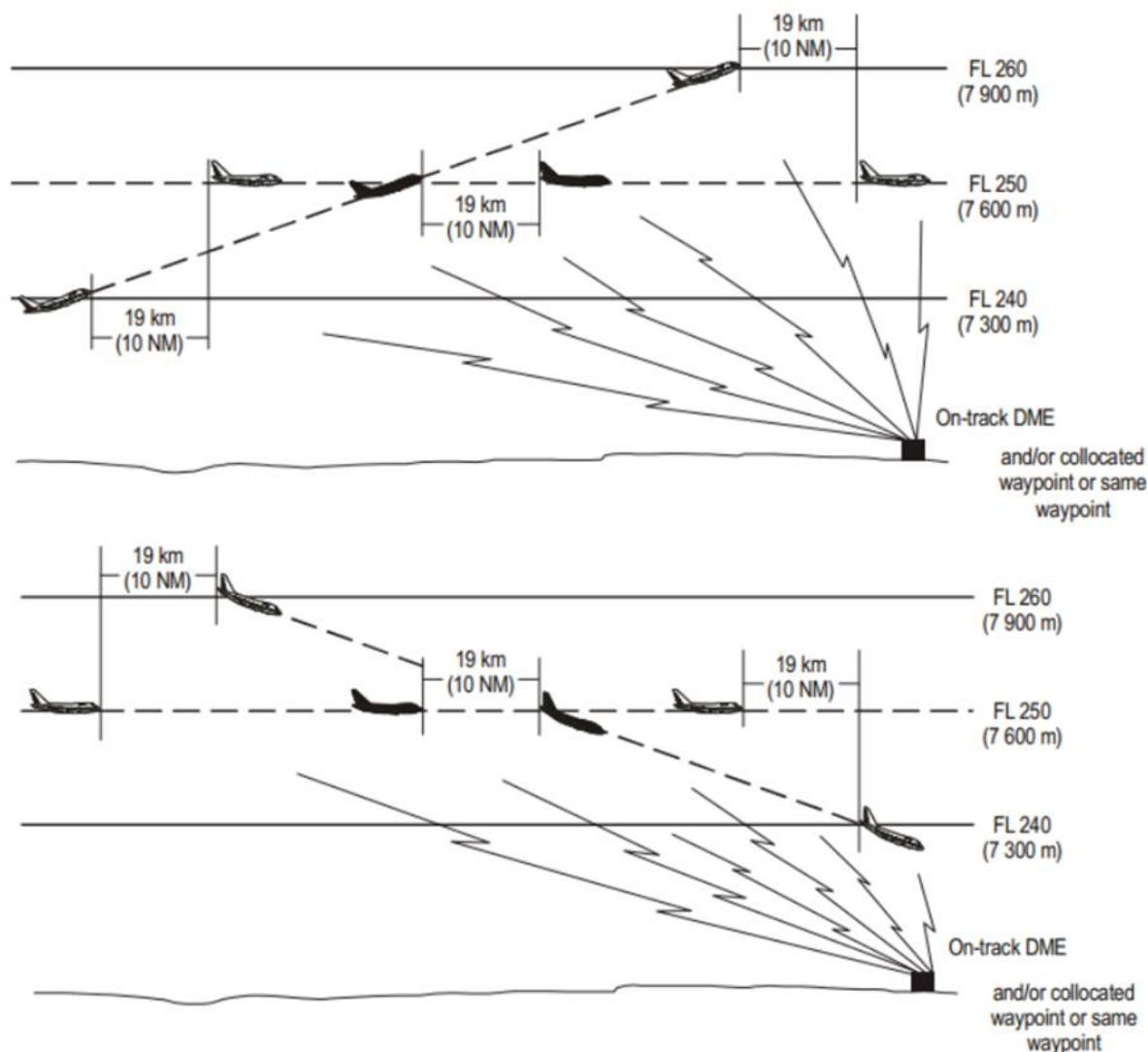
Situation	Aéronefs sur routes similaires
Séparation minimale par défaut : dans chaque cas, l'avion précédent maintient une vitesse réelle de 37 km/h (20 kt) ou plus rapide que l'avion suivant	10 NM / 19 km

Cette séparation longitudinale doit également s'appliquer au point de croisement des voies et lorsque l'angle relatif entre les voies est inférieur à 90 degrés :



5.3.3.3 Avion montant et descendant sur la même trajectoire

Situation	Aéronefs sur routes similaires
Séparation minimale par défaut.	19 km ou 10 NM alors qu'il n'y a pas de séparation verticale



5.3.3.4 Avion sur des trajectoires réciproques

Les aéronefs peuvent être autorisés à monter ou à descendre à travers les niveaux occupés par d'autres aéronefs lorsqu'il a été établi avec certitude que les aéronefs se sont croisés et qu'ils se trouvent à au moins 10 NM l'un de l'autre.

5.3.3.5 Minima de séparation longitudinale avec la technique du nombre de Mach basée sur le temps

Lorsque la technique de séparation du nombre de Mach est appliquée et que les aéronefs suivent la même trajectoire ou des trajectoires divergentes en permanence (jusqu'à ce qu'une autre forme de séparation soit prévue) :

- L'espacement longitudinal minimal entre les turboréacteurs (que ce soit en palier, en montée, en descente) est de 10 minutes ou ;
- L'espacement longitudinal minimal entre les turboréacteurs (qu'il soit en palier, en montée, en descente) est compris entre 5 et 9 minutes selon la vitesse de l'aéronef précédent indiquée dans le tableau ci-dessous :

L'avion qui le précède maintient un nombre de Mach réel supérieur à celui de l'avion suivant	Séparation longitudinale minimale à l'aide de la technique de séparation de Mach
L'avion qui précède est plus rapide de Mach 0,02 que l'avion qui le suit	9 minutes
L'avion qui précède est plus rapide de Mach 0,03 que l'avion qui le suit	8 minutes
L'avion qui précède est plus rapide de Mach 0,04 que l'avion qui le suit	7 minutes
L'avion qui précède est plus rapide de Mach 0,05 que l'avion qui le suit	6 minutes
L'avion qui précède est plus rapide de Mach 0,06 que l'avion qui le suit	5 minutes

Lorsque la technique de l'espacement longitudinal minimal de 10 minutes avec le nombre de Mach est appliquée, l'aéronef qui précède doit maintenir un nombre de Mach vrai égal ou supérieur à celui de l'aéronef suivant.

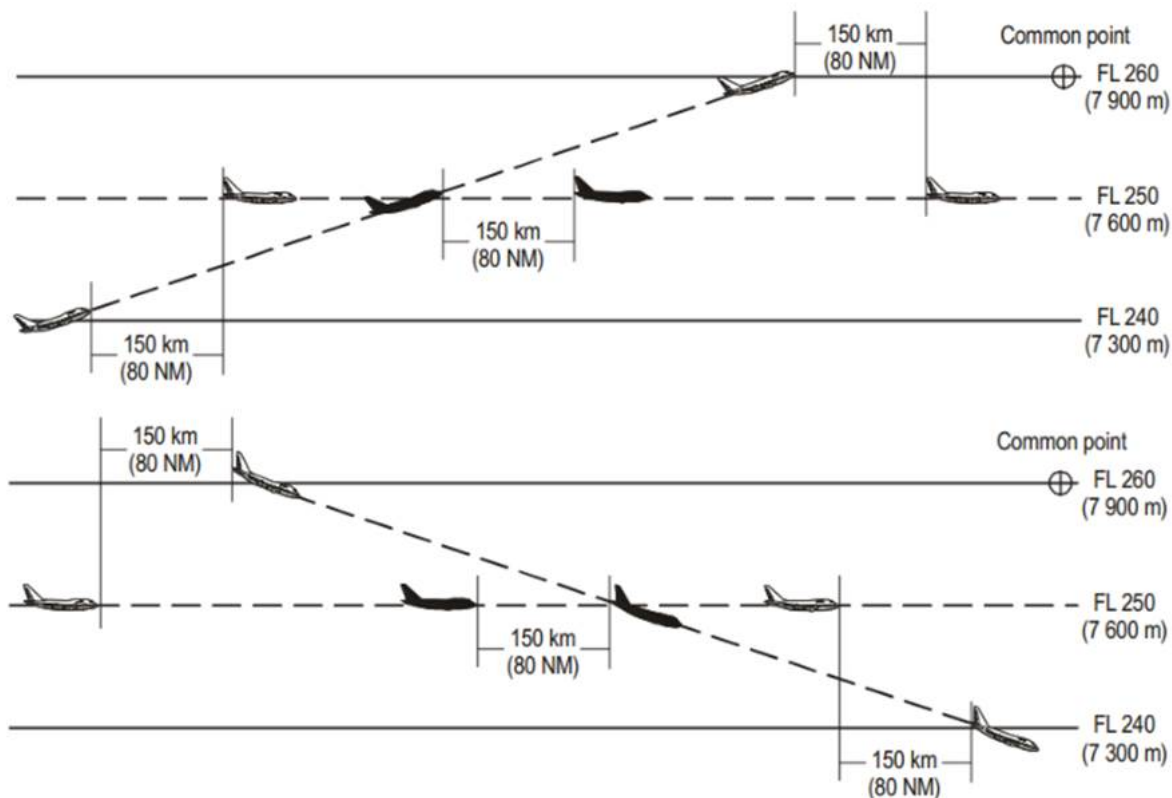
5.3.4 Minima de séparation longitudinale avec la technique du nombre de Mach basée sur la distance RNAV

Un espacement minimum basé sur la distance RNAV de 80 NM ou 150 km avec la technique du nombre de Mach peut être utilisé sur la même trajectoire en remplacement d'un espacement longitudinal de 10 minutes avec la technique du nombre de Mach avec :

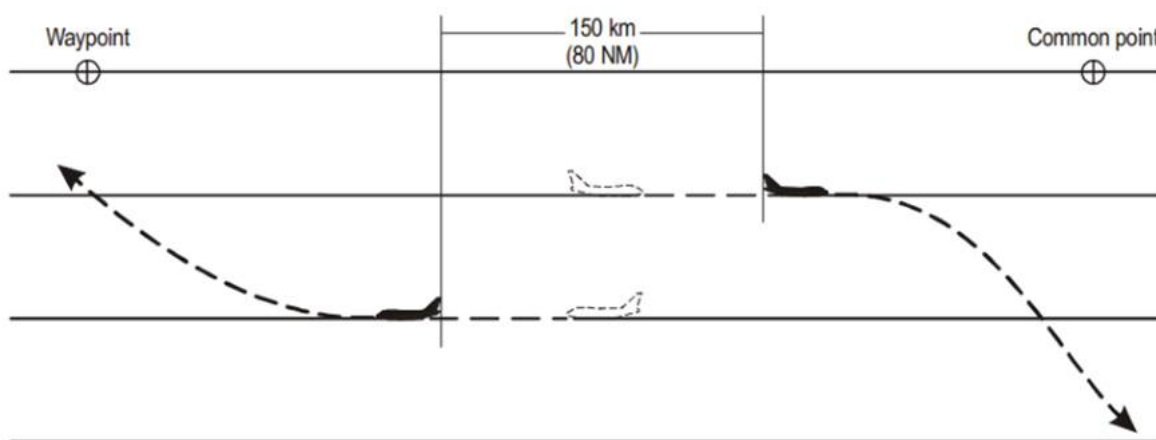
- Chaque aéronef signale sa distance par rapport au même point commun situé sur la route ;
- L'espacement entre les aéronefs au même niveau est vérifié en obtenant des relevés simultanés de la distance RNAV de l'aéronef à intervalles fréquents pour s'assurer que le minimum ne seront pas enfreints :



- L'espacement entre l'avion en montée ou en descente est vérifié en obtenant des relevés simultanés de la distance RNAV de l'avion :



- Dans le cas d'un aéronef en montée ou en descente, un aéronef maintient l'horizontale alors qu'il n'y a pas d'espacement vertical :



Afin d'exiger des renseignements sur la distance RNAV, les comptes rendus de position doivent être référencés à un point commun devant les deux avions.

Les minimums d'espacement basés sur la distance RNAV ne doivent pas être appliqués une fois que l'ATC a reçu un avis du pilote indiquant une détérioration ou une défaillance de l'équipement de navigation.

Lorsque la technique de l'espacement longitudinal minimum de 80 NM ou de 150 km RNAV avec le nombre de Mach est appliquée, l'aéronef qui précède doit maintenir un nombre de Mach vrai égal ou supérieur à celui de l'aéronef suivant.

5.3.5 Minimums de séparation longitudinale basés sur la distance à l'aide de la RNAV où RNP est spécifié

La communication directe entre le contrôleur et le pilote doit être maintenue pendant l'application des minimums d'espacement fondés sur la distance. La communication directe contrôleur-pilote doit se faire par voie vocale ou CPDLC (mode texte).

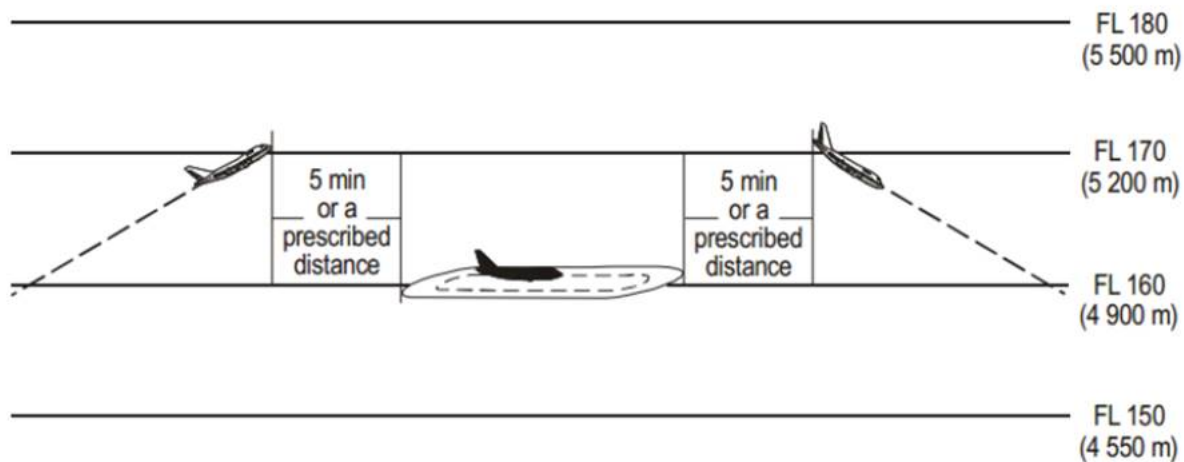
Pour les aéronefs en croisière, en montée ou en descente sur la même route, l'espacement minimum suivant peut être utilisé :

- Espacement minimum de 50 NM ou 93 km et ;
- RNP 10 et ;
- Communication directe contrôleur-pilote et ;
- Rapports de position procéduraux et ;
- Vérification de la position au moins toutes les 24 minutes.

Pendant l'application de cet espacement, lorsqu'un aéronef ne signale pas sa position, le contrôleur doit prendre des mesures pour établir la communication. Si la communication n'a pas été établie dans un délai de 8 minutes, le contrôleur doit prendre des mesures pour appliquer une autre forme de séparation.

5.4 Espacement des aéronefs en attente en vol

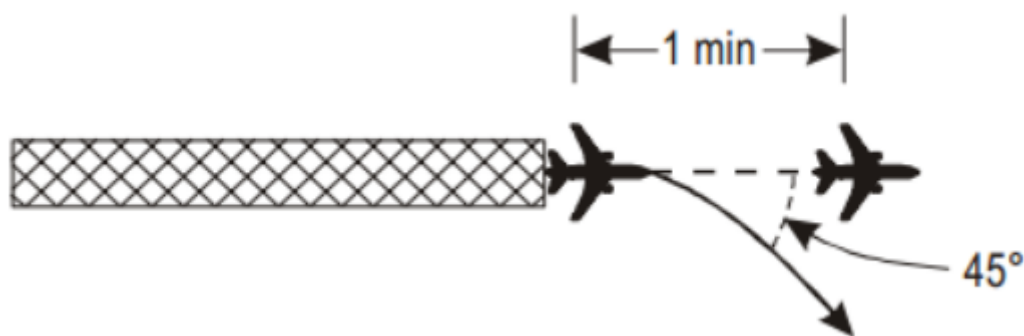
Sauf lorsque des issues de séparation latérale dans cette zone, un espacement vertical doit être appliqué entre les aéronefs en vol et les autres aéronefs (qu'ils soient à l'arrivée, au départ ou en route) chaque fois que les autres aéronefs concernés se trouvent à moins de cinq minutes de vol de la zone d'attente.



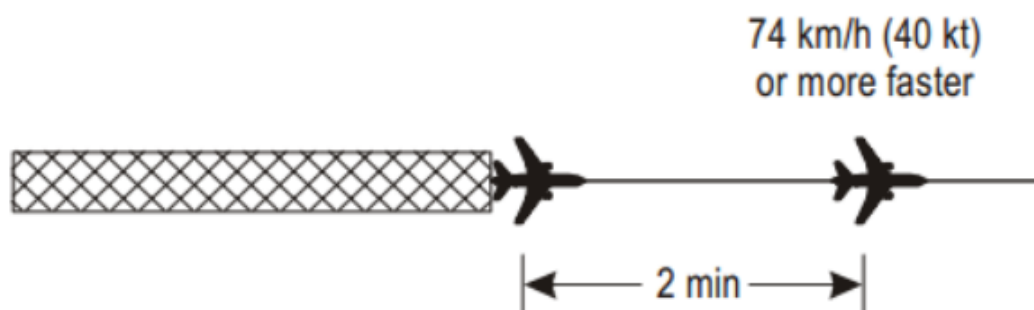
5.5 Espacement minimal entre les aéronefs au départ

Les séparations suivantes sont complémentaires aux minimums de séparation longitudinale spécifiés dans la présente documentation.

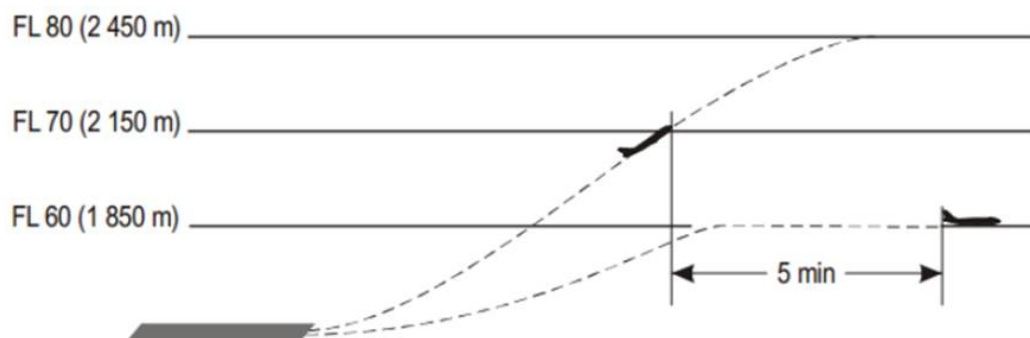
- Une minute est nécessaire si l'avion doit voler sur des trajectoires divergeant d'au moins 45° immédiatement après le décollage :



- Veuillez noter que ce minimum peut être réduit lorsque les aéronefs utilisent des pistes parallèles ou des pistes divergentes qui ne traversent pas la réglementation locale de la circulation aérienne ou la réglementation des pistes parallèles :



- Deux minutes sont nécessaires entre les décollages lorsque l'avion précédent est 40 kt ou 74 km/h (ou plus) plus rapide que l'avion suivant et que les deux avions suivront la même trajectoire :

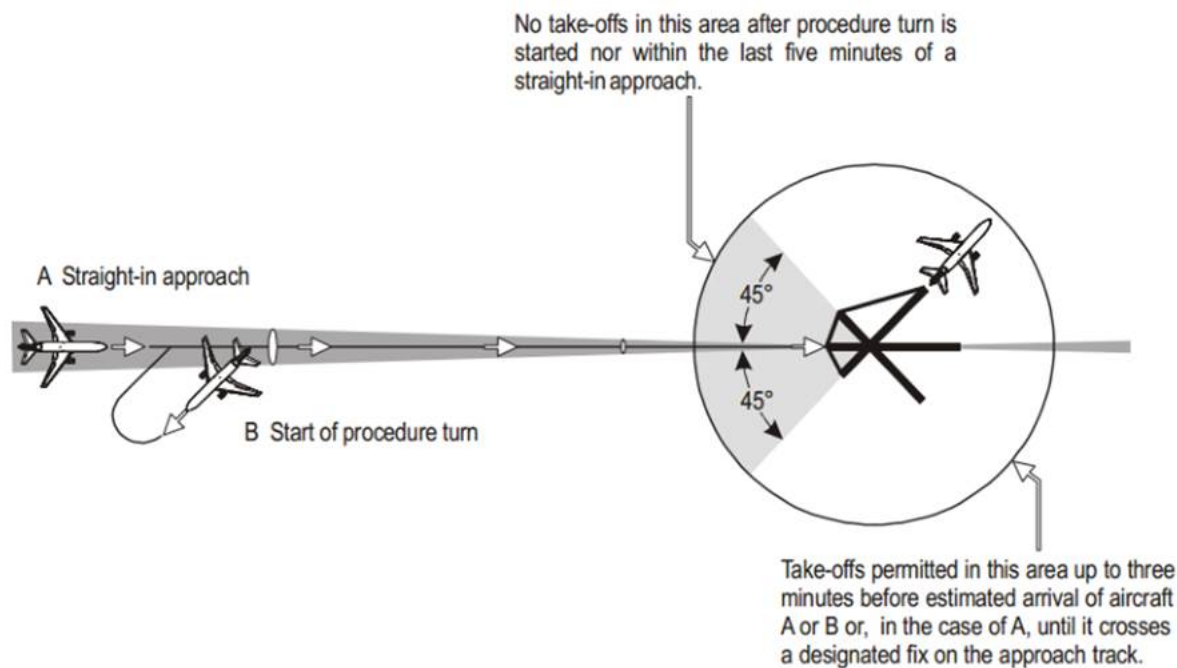


Un espacement de 5 minutes est requis alors qu'il n'y a pas d'espacement vertical si un aéronef au départ doit passer à travers le niveau d'un aéronef précédent et que les deux aéronefs doivent suivre la même trajectoire.

5.6 Espacement entre l'aéronef au départ et l'aéronef à l'arrivée

L'espacement suivant doit être appliqué lorsque l'autorisation de décollage est basée sur la position d'un aéronef à l'arrivée :

- Si un aéronef à l'arrivée effectue une approche aux instruments complète, un aéronef en partance peut décoller :
 - Dans n'importe quelle direction jusqu'à ce qu'un aéronef à l'arrivée ait commencé son virage conventionnel ou son virage de base menant à l'approche finale ;
 - Dans une direction qui diffère d'au moins 45° de l'inverse de la direction d'approche après que l'aéronef à l'arrivée a amorcé son virage conventionnel ou son virage de base menant à l'approche finale, à condition que le décollage soit effectué au moins 3 minutes avant que l'on estime que l'aéronef à l'arrivée se trouve au-dessus du début de la piste aux instruments.
- Si un aéronef à l'arrivée effectue une approche directe, un aéronef au départ peut décoller :
 - Dans n'importe quelle direction jusqu'à 5 minutes avant que l'on estime que l'aéronef à l'arrivée se trouve au-dessus de la piste de vol aux instruments ;
 - Dans une direction qui diffère d'au moins 45° de la direction inverse de la direction d'approche après l'arrivée de l'aéronef :
 - Jusqu'à 3 minutes avant que l'on estime que l'aéronef à l'arrivée est au-dessus du début de la piste aux instruments, ou *Avant que l'aéronef à l'arrivée ne franchisse un repère désigné sur la trajectoire d'approche. (L'emplacement d'un tel repère est déterminé par l'autorité de contrôle de la circulation aérienne).



5.7 Séparation longitudinale par turbulence de sillage

Cette méthode de séparation est reprise sur la fiche des turbulences de sillage.

5.8 Autorisations de vol en maintenant leur propre espacement en VMC

L'espacement vertical et/ou horizontal fourni par une unité de contrôle de la circulation aérienne ne s'applique pas à l'égard d'une partie spécifiée d'un vol autorisé sous réserve du maintien de son propre espacement et du maintien dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC).

Veuillez noter qu'un vol VFR doit rester dans des conditions météorologiques de vol à vue en tout temps. Par conséquent, la délivrance d'une autorisation à un vol VFR de voler sous réserve du maintien de son propre espacement et du maintien dans des conditions météorologiques de vol à vue n'a d'autre objet que de signifier que, pendant la durée de l'autorisation, l'espacement par rapport aux autres aéronefs par le contrôle de la circulation aérienne n'est pas prévu.

Un contrôleur de la circulation aérienne peut autoriser un vol contrôlé, y compris un vol au départ et à l'arrivée, à voler dans des espaces aériens de classes D et E dans des conditions météorologiques de vol à vue (VMC) pendant les heures de clarté pour voler sous réserve de maintenir son propre espacement par rapport à un autre aéronef et de rester dans des conditions météorologiques de visibilité.

Les conditions suivantes s'appliquent :

- L'autorisation doit être pour une partie spécifiée du vol à 10000 pieds ou moins ou 3050 m, pendant la montée ou la descente et sous réserve d'autres restrictions prescrites par la réglementation régionale.
- Le pilote doit informer l'ATC avant d'entrer dans des conditions météorologiques de vol aux instruments (IMC) et doit procéder conformément à l'instruction alternative donnée. Un vol IFR doit être accompagné d'instructions alternatives.

Les objectifs du service de contrôle de la circulation aérienne n'incluent pas la prévention des collisions avec le relief. Les procédures prescrites dans le présent document ne dégagent pas les pilotes de leur responsabilité de s'assurer que les autorisations délivrées par les unités de contrôle de la circulation aérienne sont sécuritaires à cet égard.



Référence ; ICAO Documentation 4444 - Air Traffic Management - 16th Edition 2016 - Chapter 5