



MINISTRE DES TRANSPORTS

**AUTORITE NATIONALE DE L'AVIATION CIVILE
DE CÔTE D'IVOIRE**

23 DEC. 2022

Abidjan, le

Décision n° **009787** /ANAC/DTA/DSNAA
portant adoption de l'amendement n°1, édition n°2, du
Guide relatif à la détermination de la capacité du système
des services de la circulation aérienne « GUID-ANS-5145 »

LE DIRECTEUR GENERAL

- Vu** la Constitution ;
- Vu** la Convention relative à l'Aviation Civile Internationale, signée à Chicago le 07 décembre 1944 ;
- Vu** le Règlement n° 08/2013/CM/UEMOA du 26 septembre 2013 portant adoption du Code communautaire de l'Aviation Civile des Etats membres de l'UEMOA ;
- Vu** l'Ordonnance n° 2008-08 du 23 janvier 2008 portant Code de l'Aviation Civile ;
- Vu** le Décret n°2008-277 du 03 octobre 2008 portant organisation et fonctionnement de l'Administration Autonome de l'Aviation Civile dénommée « Autorité Nationale de l'Aviation Civile », en abrégé ANAC ;
- Vu** le Décret n°2013-285 du 24 avril 2013 portant nomination du Directeur Général de l'Administration autonome de l'Aviation Civile dénommée « Autorité Nationale de l'Aviation Civile » (ANAC) ;
- Vu** le Décret n°2014-97 du 12 mars 2014 portant réglementation de la sécurité aérienne ;
- Vu** le Décret n°2014-512 du 15 septembre 2014 fixant les règles relatives à la supervision de la sécurité et de la sûreté de l'aviation civile ;
- Vu** le Décret n° 2022-160 du 09 mars 2022 portant modification des articles 7, 9 et 10 du décret n° 2014-512 du 15 septembre 2014 fixant les règles relatives à la supervision de la sécurité et de la sûreté de l'aviation civile ;
- Vu** l'Arrêté n°326/MT/CAB du 20 Août 2014 autorisant le Directeur Général de l'Autorité Nationale de l'Aviation Civile à prendre par Décisions les règlements techniques en matière de sécurité et de sûreté de l'aviation civile ;

- Vu** l'Arrêté n° 047/MT/CAB du 06 aout 2019 portant approbation du Règlement aéronautique de Côte d'Ivoire relatif aux services de la circulation aérienne, dénommé RACI 5005 ;
- Vu** la Décision n° 6708/ANAC/DG/DSNAA/SDSNA portant Guide relatif à la détermination de la capacité du système des services de la circulation aérienne, en abrégé « RACI 5145 » ;
- Sur** Proposition du Directeur de la Sécurité de la Navigation Aérienne et des Aérodomes, et après examen et validation par le Comité de travail relatif à la réglementation de la sécurité et de la sûreté de l'aviation civile,

DECIDE

Article 1^{er}: Objet

Est adopté l'amendement n°1, édition n°2 du Guide relatif à la détermination de la capacité du système des services de la circulation aérienne « GUID-ANS-5145 ».

Article 2 : Portée de l'amendement

L'amendement n°1 du GUID-ANS-5145 porte sur le changement de :

- a) référencement du guide (GUID-ANS-5145 en lieu et place de RACI 5145) ;
- b) présentation du guide, pour la mise en conformité à la procédure ANAC de maîtrise des documents PROC-ORG-1500.

Article 3 : Entrée en vigueur

La présente décision abroge toutes les dispositions antérieures contraires, notamment, la décision n° 6708/ANAC/DG/DSNAA/SDSNA portant Guide relatif à la détermination de la capacité du système des services de la circulation aérienne, en abrégé « RACI 5145 ».

Elle entre en vigueur et est applicable à compter de sa date de signature.



Sinaly SILUE

Ampliation

- Tout fournisseur de service de navigation aérienne



MINISTRE DES TRANSPORTS

**AUTORITE NATIONALE DE L'AVIATION
CIVILE DE CÔTE D'IVOIRE**

Réf : GUID-ANS-5145

**GUIDE RELATIF A LA
DETERMINATION DE LA
CAPACITE DU SYSTEME DES
SERVICES DE LA CIRCULATION
AERIENNE
« GUID-ANS-5145 »**

Deuxième édition – août 2022

Approuvé par le Directeur Général et publié sous son autorité





PAGE DE VALIDATION

	NOM ET PRENOMS	FONCTION	VISA/DATE
REDACTION	ASSIELOU Yara Joseph	Chef Service ATM/SAR Inspecteur ATM/SAR	30-08-22
	TRAORE Ariel	Assistant du DSNA Inspecteur ATM/SAR	30/08/2022
	GNASSOU Sandrine	Sous-Directeur de la Circulation Aérienne et des Télécommunications Aéronautiques	30/08/22
VALIDATION	Konan KOFFI	Président du comité de travail relatif à la réglementation de la sécurité et de la sûreté de l'aviation civile	10/11/2022 Président du Comité de Travail Relatif à la Réglementation de la Sécurité et la Sûreté de l'Aviation Civile
APPROBATION	Sinaly SILUE	Directeur Général	22.12.22



LISTE DES PAGES EFFECTIVES

Pages	Edition	Date d'édition	Amendement	Date d'amendement
i	2	30/08/2022	1	30/08/2022
ii	2	30/08/2022	1	30/08/2022
iii	2	30/08/2022	1	30/08/2022
iv	2	30/08/2022	1	30/08/2022
v	2	30/08/2022	1	30/08/2022
vi	2	30/08/2022	1	30/08/2022
vii	2	30/08/2022	1	30/08/2022
viii	2	30/08/2022	1	30/08/2022
ix	2	30/08/2022	1	30/08/2022
1-1	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-1	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-2	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-3	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-4	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-5	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-6	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-7	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-8	2	30/08/2022	1	30/08/2022
2-9	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-0	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-1	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-2	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-3	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-4	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-5	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-6	2	30/08/2022	1	30/08/2022
AN1-7	2	30/08/2022	1	30/08/2022

TABLEAU DES AMENDEMENTS

Edition/ Amendement	Objet	Date
		- Adoption/Approbation - Entrée en vigueur - Application
Amendement 00		
(1 ^{ère} édition)	Création du document	03/11/2017 03/11/2017 03/11/2017
Amendement 00	<i>Cet amendement porte sur les points suivants :</i>	
(2 ^{ème} édition)	<p>a) <i>changement de référencement du guide (GUID-ANS-5145 en lieu et place de RACI 5145) ;</i></p> <p>b) <i>changement de la présentation du guide pour la mise en conformité à la procédure de maîtrise des documents PROC-ORG-1500</i></p>	<p>23 DEC. 2022</p> <p>23 DEC. 2022</p> <p>23 DEC. 2022</p>



LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE

N°	Titre
1	Règlement aéronautique de Côte d'Ivoire relatif aux Services de la Circulation Aérienne « RACI 5005 »
2	Règlement aéronautique de Côte d'Ivoire relatif aux procédures pour la gestion du trafic « RACI 5008 »
3	Doc 4444 (PANS-ATM) - Procédures pour les services de la navigation aérienne - Gestion du trafic aérien (OACI)
4	Doc 9426 - Manuel de planification des services de la circulation aérienne (OACI)

).



ABREVIATIONS

ACC	Centre de contrôle régional (area control centre)
ANSP	Fournisseur de services de navigation aérienne (air navigation services provider)
ATC	Contrôle de la Circulation Aérienne (Air Traffic Control)
ATCO	Contrôleur de la circulation aérienne (Air Traffic Control Officer)
ATM	Gestion du Trafic Aérien (Air Transport Management)
ATS	Services de la Circulation Aérienne (Air Traffic Services)
CNS	Communications, Navigation, Surveillance
COM	Communications
CPDLC	Communications contrôleur-pilote par liaison de données (controller-pilot data link communications)
DCPC	communications directes contrôleur-pilote (direct controller-pilot communications)
FAA	Federal Aviation Administration
FUA	Utilisation flexible de l'espace aérien (flexible use of airspace)
IATA	Association du transport aérien international (International Air Transport Association)
ILS	Système d'atterrissage aux instruments (instrument landing system)
IMC	Conditions météorologiques de vol aux instruments (instrument meteorological conditions)
MBB	Messerschmidt, Bolkow et Blohm
PBN	Navigation fondée sur les performances (Performance Based Navigation)
RET	Voie de sortie rapide (Rapid Exit Taxiway)
ROT	Runway Occupancy Time
TMA	Région de contrôle terminale (terminal control area)



LISTE DE DIFFUSION

Code	Direction/Sous-Direction/Services	Support de diffusion	
		Papier	Numérique
ANAC			
DG	Directeur Général		X
DSSC	Direction de la Sécurité et du Suivi de la Conformité		X
DSNAA	Direction de la Sécurité de la Navigation Aérienne et des Aéroports		X
DTA	Direction du Transport Aérien	X	X
SDIDN	Sous-Direction de l'informatique et de la Documentation Numérique		X
FOURNISSEURS DE SERVICES DE NAVIGATION AERIENNE			
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne en Afrique et à Madagascar		X
RSC	Centre Secondaire de Sauvetage d'Abidjan		X
SODEXAM	Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique		X

P = papier

N = numérique

TABLE DES MATIERES

PAGE DE VALIDATION	i
LISTE DES PAGES EFFECTIVES.....	ii
INSCRIPTION DES AMENDEMENTS ET RECTIFICATIFS	III
TABLEAU DES AMENDEMENTS	IV
TABLEAU DES RECTIFICATIFS	V
LISTE DES DOCUMENTS DE REFERENCE.....	VI
ABREVIATIONS.....	VII
LISTE DE DIFFUSION	VIII
TABLE DES MATIERES	IX
CHAPITRE 1 : INTRODUCTION.....	1-1
1.1 OBJET.....	1-1
1.2 CHAMP D'APPLICATION	1-1
CHAPITRE 2 : DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ	2-1
2.1 DÉTERMINATION DE LA CAPACITE D'UN SECTEUR AERIEN ET D'UN AEROPORT	2-1
2.2 ÉVALUATION DES BESOINS EN PERSONNEL.....	2-6
ANNEXE 1 : METHODES DE DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SECTEUR.....	AN1-0
1. INTRODUCTION	AN1-1
2. METHODE DE LA FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION (FAA)	AN1-1
3. METHODE « DORATASK » DU ROYAUME-UNI.....	AN1-3
4. « METHODE MBB » DE L'ALLEMAGNE	AN1-6
5. CONCLUSION	AN1-7



CHAPITRE 1 : Introduction

1.1 OBJET

Le présent guide a pour objet de fournir des éléments indicatifs aux fournisseurs de services de la navigation aérienne (ANSP) dans l'élaboration de politiques et procédures en vue de déterminer la capacité du système ATS, y compris le nombre de personnel ATS requis pour chaque unité et le taux d'acceptation des aéroports.

1.2 CHAMP D'APPLICATION

Ce guide s'applique à tous les fournisseurs de services de la navigation aérienne en Côte d'Ivoire.

CHAPITRE 2 : DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ

2.1 Détermination de la capacité d'un secteur aérien et d'un aéroport

2.1.1. La capacité d'un système ATS dépend de nombreux facteurs, notamment :

- la densité et la complexité du trafic,
- la structure des routes ATS,
- les capacités des aéronefs qui utilisent l'espace aérien,
- les éléments liés aux conditions météorologiques,
- l'équipement de gestion du trafic aérien (ATM)/de communications, navigation et surveillance (CNS), et
- la charge de travail des contrôleurs de la circulation aérienne (CA).

Tout doit être fait pour fournir une capacité suffisante pour prendre en charge les niveaux de trafic normaux et les niveaux de pointe.

L'ANSP qui prend des mesures pour augmenter la capacité demeure responsable de veiller à ce que les niveaux de sécurité ne soient pas compromis.

2.1.2 Le nombre d'aéronefs qui reçoivent un service de contrôle de la circulation aérienne ne doit pas dépasser celui qui peut être desservi en toute sécurité par l'organisme ATS concerné.

Pour définir le nombre maximal de vols qui peuvent être gérés sans risque, l'ANSP évalue et déclare la capacité des secteurs de contrôle (région de contrôle en route et terminale) et des aéroports. Cette capacité est la « **capacité déclarée** » de l'espace aérien ou de l'aéroport.

2.1.3 La capacité est normalement exprimée **en nombre maximal d'aéronefs que peut accepter une ressource ATM** (secteur d'espace aérien, point de cheminement, aéroport, etc.) par période de temps.

2.1.4 Capacités de l'espace aérien

2.1.4.1 La capacité d'un secteur d'espace aérien (région terminale ou en route) est exprimée :

- soit en nombre d'entrées (nombre maximal d'aéronefs entrant dans un secteur d'espace aérien dans une période de temps donnée),
- soit en occupation maximale sur une période de temps donnée (p. ex., 15 minutes).

La capacité de l'espace aérien représente **le nombre total de vols qu'un contrôleur de la circulation aérienne peut traiter à l'intérieur d'un secteur.**

2.1.4.2 Dans certains cas, l'occupation instantanée ou sur une courte période (p. ex., 1 minute) peut être utilisée en complément du nombre d'entrées et permettre un nombre supérieur d'entrées. Les capacités fondées sur l'occupation exigent que les messages ATC et les données de surveillance du système ATM soient actualisés fréquemment et correctement. Le nombre d'occupants devrait être disponible avant l'entrée d'un vol dans un espace aérien donné et communiqué fréquemment.

2.1.5 Capacités aéroportuaires

2.1.5.1 Les capacités aéroportuaires doivent être établies pour les opérations aéroportuaires lorsque la demande dépasse régulièrement la capacité.

2.1.5.2 La capacité ATM d'un aéroport est normalement définie comme le nombre total de mouvements que peut prendre en charge un aéroport pendant une période de temps donnée.

La capacité ATM se base sur :

- a. le taux d'acceptation des arrivées et des départs ;
- b. les pistes en service et les types de mouvements (arrivées et départs mixtes ou indépendants) ;
- c. la séparation requise ;
- d. la vitesse des aéronefs ;
- e. la composition de la flotte ;
- f. le temps d'occupation des pistes ;
- g. l'infrastructure de l'aérodrome (p. ex., disponibilité des postes de stationnement, encombrement de l'aire de mouvement).

 <p>Autorité nationale de l'aviation Civile de Côte d'Ivoire</p>	<p>Guide relatif à la détermination de la capacité du système des services de la circulation aérienne « GUID-ANS-5145 »</p>	<p>Edition 2 Date : 30/08/2022 Amendement 1 Date : 30/08/2022</p>
--	---	---

2.1.5.3 Les créneaux aéroportuaires stratégiques attribués par les autorités aéroportuaires ne tiennent pas compte des changements dynamiques des capacités ATM dus aux phénomènes météorologiques et à d'autres phénomènes temporaires. Les attributions de créneaux aéroportuaires stratégiques doivent être compatibles avec les capacités aéroportuaires ATM déclarées, c'est-à-dire que le nombre de créneaux aéroportuaires stratégiques attribués ne devrait pas dépasser la capacité aéroportuaire déclarée.

Note. — De nombreux aéroports très fréquentés sont définis comme des « aéroports coordonnés ». Dans ces aéroports, le coordonnateur des horaires doit attribuer un « créneau » aéroportuaire, permettant à un aéronef d'arriver ou de partir à un jour et à une heure spécifiques. Les directives sur l'attribution de ces créneaux sont publiées par l'Association du transport aérien international (IATA) dans le document **Worldwide Slot Guidelines**.

2.1.6 Capacité opérationnelle

Outre la capacité déclarée des aéroports et des espaces aériens (et la capacité liée au processus des créneaux aéroportuaires stratégiques), les services ATS doivent connaître la capacité opérationnelle.

La capacité opérationnelle est la capacité prévue pour la situation tactique de l'aéroport ou de l'espace aérien. Elle peut être inférieure à la capacité déclarée en raison de facteurs dynamiques, tels que les conditions météorologiques, l'état CNS, la composition des flottes ou les effectifs.

2.1.7 Méthodes de détermination de la capacité

2.1.7.1 L'établissement d'une règle universelle de calcul de la capacité est extrêmement complexe. Le nombre de variables et d'éléments externes qui influent sur la capacité sont si nombreux qu'il serait simplement impossible d'arriver à une normalisation. Il appartient donc à chaque ANSP de décider comment déterminer sa capacité en utilisant soit des méthodes de base fondées sur l'observation, soit des modèles mathématiques hautement sophistiqués.

2.1.7.2 Dans tous les cas, les limites de capacité peuvent être évaluées d'après les observations du personnel de contrôle, les informations des comptes rendus d'incidents dans lesquels une forte charge de travail est un facteur et les observations en temps réel. L'analyse et le suivi post-opérations fournissent des renseignements essentiels et peuvent être très utiles pour déterminer la capacité avec plus de précision.

2.1.7.3 Les capacités opérationnelles ne sont pas des valeurs statiques ; elles varient en fonction de la complexité du trafic et d'autres facteurs. En général, des niveaux de demande soutenus supérieurs à la capacité justifient une intervention ATM tandis que des pointes de demande de courte durée dépassant modérément la capacité peuvent être gérées par une supervision attentive qui ne requiert aucune intervention. Il est possible de définir des seuils de tolérance pour limiter les variations possibles de la capacité et pour faire en sorte qu'elles restent à l'intérieur d'une plage définie.

La figure 1 montre les divers éléments qui sont habituellement pris en compte dans la définition de la capacité de l'espace aérien, et la figure 2 les principaux facteurs qui ont une incidence sur la capacité aéroportuaire. Ces facteurs peuvent être considérés comme des limites, mais aussi comme des moyens d'améliorer la capacité.

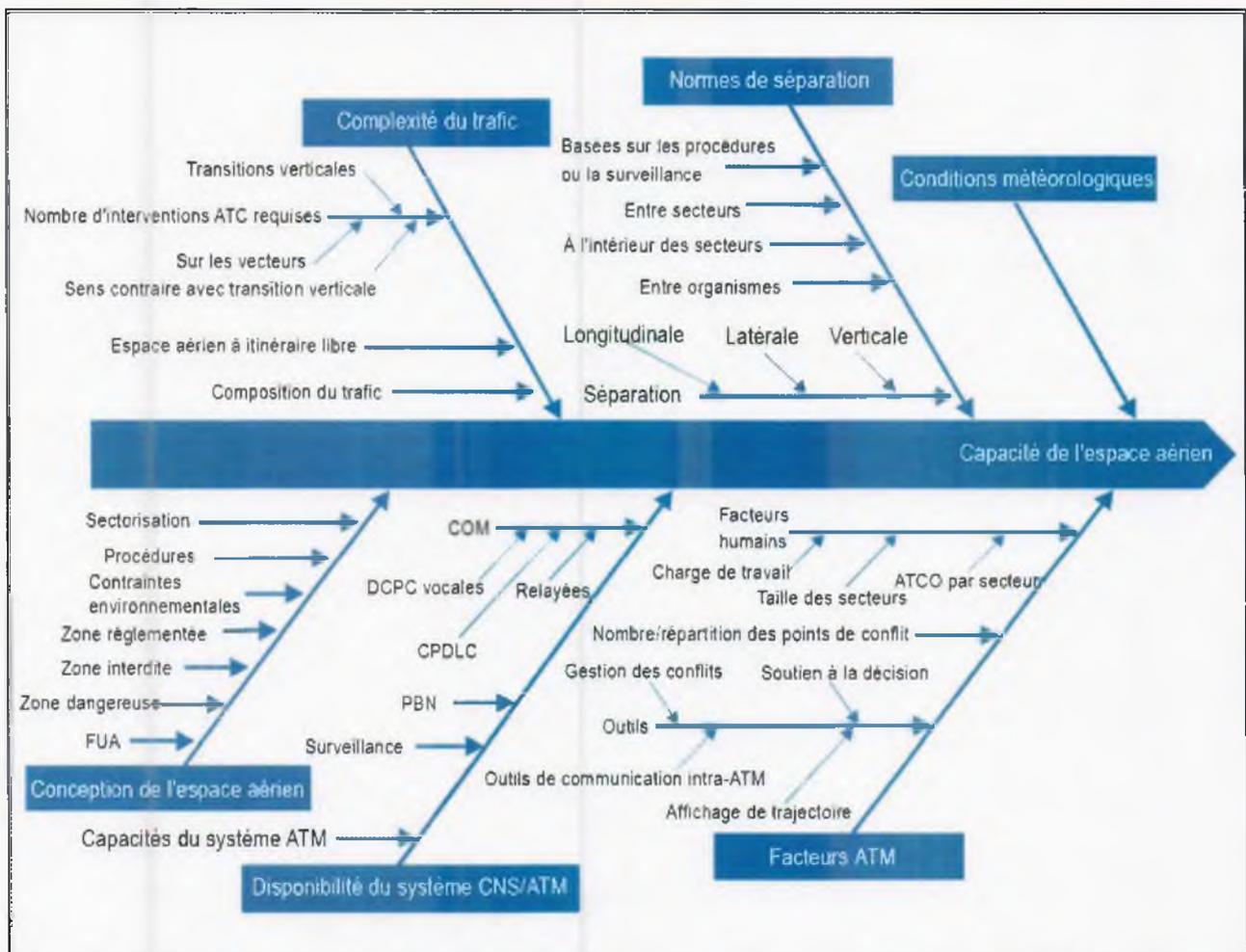


Figure 1. Facteurs qui ont une incidence sur la capacité de l'espace aérien

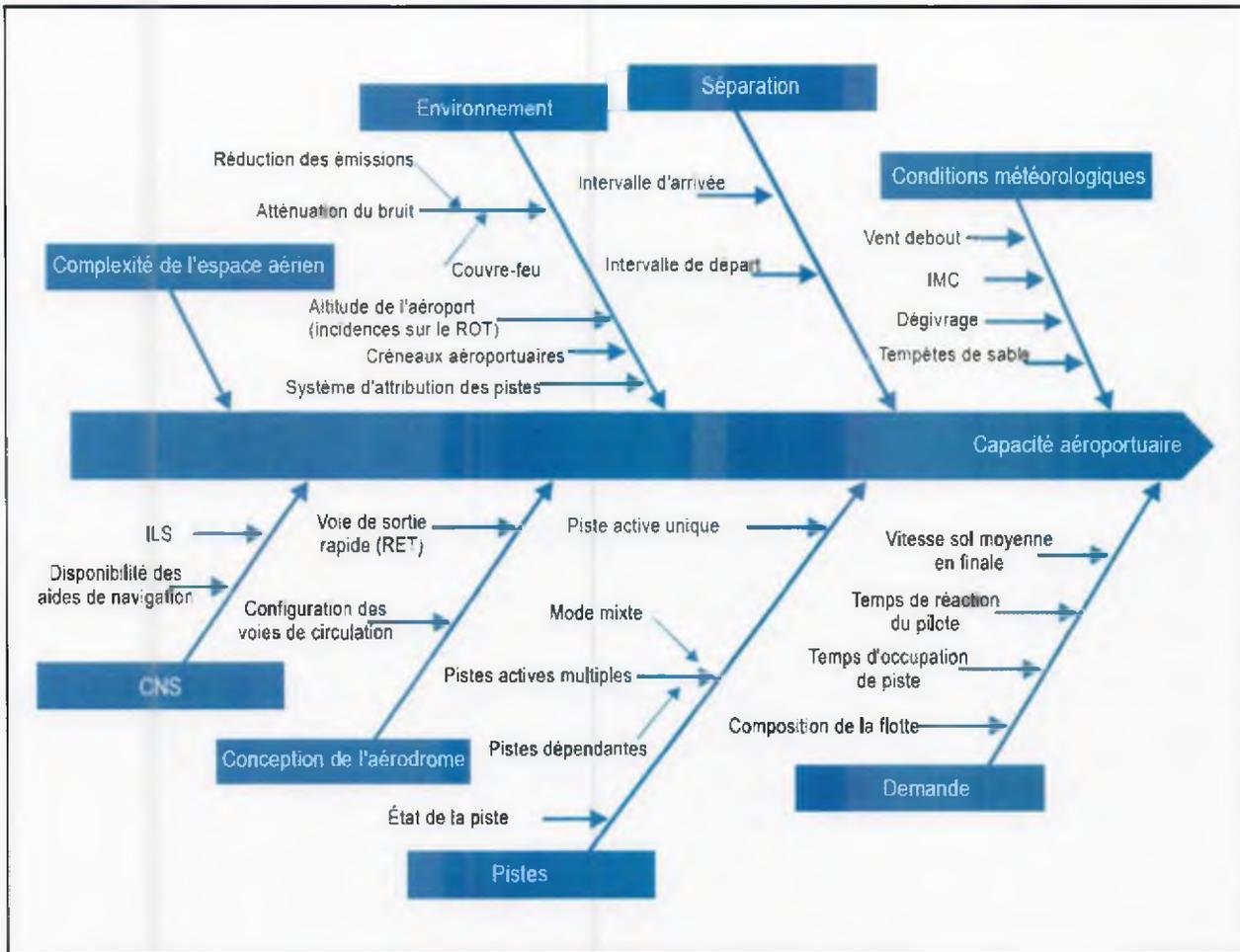


Figure 2. Facteurs qui ont une incidence sur la capacité aéroportuaire

2.1.7.4 Les méthodes de calcul et de mesure de la capacité devraient être élaborées en fonction des exigences et des conditions de l'environnement opérationnel. L'annexe au présent guide fournit des exemples de méthodes de calcul, avec des niveaux de complexité différents.

2.1.7.5 Chaque ANSP a la responsabilité de déterminer la capacité à l'aide de la méthode de son choix. Il devrait cependant tenir dûment compte des méthodes employées par les centres voisins afin d'assurer la plus grande cohérence possible dans les méthodes de détermination de la capacité des secteurs et des aéroports utilisés par les mêmes flux de trafic.

 <p>Autorité nationale de l'aviation Civile de Côte d'Ivoire</p>	<p>Guide relatif à la détermination de la capacité du système des services de la circulation aérienne « GUID-ANS-5145 »</p>	<p>Edition 2 Date : 30/08/2022 Amendement 1 Date : 30/08/2022</p>
--	---	---

2.1.7.6 Deux approches peuvent permettre d'évaluer et de déterminer la capacité d'un secteur ATC :

- les modèles mathématiques d'occupation et de complexité, et
- les modèles d'évaluation de la charge de travail des contrôleurs de la circulation aérienne.

Dans un cas comme dans l'autre, il est essentiel de valider la capacité calculée à l'aide de ces modèles par d'autres moyens (p. ex., observations en temps réel, simulations en temps réel).

2.1.7.7 Les modèles mathématiques d'occupation et de complexité tiennent compte :

- a. du profil du trafic (croisière, montée, descente) ;
- b. de la composition du trafic (aéronefs légers, lourds, combinaison de vitesses) ;
- c. du nombre et des types d'interventions normales de l'ATC ;
- d. des temps de vol dans les secteurs ;
- e. de la charge de travail implicite par vol.

2.1.7.8 Les modèles d'évaluation de la charge de travail des contrôleurs de la CA divisent la charge de travail du contrôleur en un ensemble de tâches définissables et mesurables pour lesquelles sont définis des temps moyens d'exécution.

Ces tâches comprennent la coordination, le traitement des données de vol, les radiofréquences, les communications et la gestion des conflits. Vu qu'il est impossible de mesurer la quantité de raisonnement mental effectué par un contrôleur de la CA, on détermine normalement un seuil de charge de travail acceptable et la capacité évaluée se situe au point où ce seuil est atteint. Ces modèles requièrent une participation intense du personnel de contrôle pour définir les métriques de charge de travail applicables à l'exécution des tâches.

2.1.7.9 Quelle que soit la méthode choisie pour établir les capacités, il est fortement recommandé d'appliquer progressivement toute augmentation calculée importante de la capacité, ce qui permettra d'intégrer les résultats de l'expérience en temps réel dans les modèles utilisés ; il sera aussi plus facile pour le contrôleur de la circulation aérienne d'accepter une augmentation calculée de la capacité.

2.2 Évaluation des besoins en personnel

2.2.1 L'ANSP doit évaluer les besoins en personnel à l'aide de l'analyse des tâches et des ressources pour toute unité ATS et avant la mise en place de chaque unité.



2.2.2 La planification et la dotation en personnel sont essentielles pour assurer un système de charge de travail bien équilibré qui justifie le nombre de contrôleurs de la CA de réseau employés et garantit la capacité du système à être géré.

2.2.3 Chaque unité ATS est unique et ses besoins en personnel doivent être revus chaque année et ajustés chaque fois que le trafic ou d'autres facteurs pertinents le nécessitent.

2.2.4 Détermination des besoins en personnel

2.2.4.1 La planification des besoins en personnel est indispensable pour faire en sorte que le personnel formé dont on dispose soit toujours suffisant pour répondre à la demande. Cette planification doit prévoir les besoins en personnel pour une période minimale de cinq (05) ans et, pour l'effectuer, il importe d'acquérir des données fiables et de déterminer les méthodes d'acheminement de la circulation. On détermine habituellement les besoins en personnel au moyen d'une étude fondée sur une évaluation globale des fonctions à assurer.

2.2.4.2 Un plan correctement équilibré de la charge de travail justifie le nombre de personnes employées et offre en outre une protection contre la surcharge des différents postes de travail. À ce dernier titre, il représente effectivement une garantie car on ne saurait attendre des agents qui sont fréquemment surchargés une efficacité égale à celle du personnel qui travaille dans des conditions normales.

2.2.4.3 Le travail des agents des services ATS présente certaines particularités importantes, notamment la nécessité d'agir avec une grande rapidité dans tous les domaines. Ils doivent souvent travailler sous une pression intense pendant les heures de pointe, tandis que leur activité peut se ralentir à d'autres moments du jour ou de la nuit. Étant donné ces variations, il a été défini l'« heure-homme de pointe » comme représentant le volume de travail qu'une personne peut exécuter au cours d'une heure de pointe moyenne.

Le plan relatif à la charge de travail des services ATS devrait être fondé sur cette notion d'heure-homme de pointe. La charge de travail doit servir de référence, mais elle ne constitue pas nécessairement une mesure rigide pour évaluer le nombre d'employés nécessaires dans chaque organe, déterminer les périodes d'activité significatives dans les organes et fixer des marges de sécurité suffisantes. Si l'on constate qu'il se produit souvent des surcharges, il y a lieu d'examiner la situation en vue de déterminer quelles modifications des arrangements de travail ou des





installations seraient de nature à atténuer le problème ou s'il y a lieu d'engager du personnel supplémentaire.

Dans certains cas, on peut aussi constater grâce à un tel examen que, si l'on modifie comme il convient les arrangements de travail, on peut réaliser des économies de personnel. Les variations saisonnières de la circulation peuvent avoir des effets appréciables sur la charge de travail mais on doit normalement prévoir ces variations et y répondre en aménageant les horaires du personnel ou en prenant d'autres mesures de gestion.

2.2.4.4 Pour convertir le besoin abstrait que représente la fourniture de services déterminés en nombre de jours de travail permettant de calculer le nombre de contrôleurs nécessaires pour assurer le service, la méthode suivante peut être utilisée :

- déterminer le nombre de jours de travail d'après un calcul général de l'utilisation ou de la disponibilité prévue des contrôleurs de la CA. Ce calcul doit normalement être basé sur une moyenne statistique et ne donnera qu'une valeur moyenne ;
- déterminer le nombre moyen de jours pendant lesquels le contrôleur moyen n'est pas à son travail. Ce nombre de jours doit comprendre les congés, (jours chômés, vacances ou maladie), les stages de formation et toute autre absence ;
- mettre en équation le nombre de jours de travail et le nombre moyen de jours d'absence des contrôleurs de la CA, ce qui permet d'obtenir le nombre de contrôleurs nécessaire pour assurer le service pendant une année.

Exemple :

$$\text{Personnel nécessaire} = \frac{\text{Nombre de jours de travail à un poste par an}}{\text{Nombre de jours de fonctionnement de l'installation par an}} \times \frac{\text{nombre d'heures fonctionnelles par an}^*}{\text{Nombre moyen d'heures de travail d'un contrôleur par an}^{**}}$$

*Par « heures fonctionnelles », on entend les heures pendant lesquelles le poste est occupé, plus le temps nécessaire à la relève.

** On obtient le <<nombre moyen d'heures>> de travail d'un contrôleur par an en soustrayant du nombre total de jours que comprend une année, le nombre de jours pendant lesquels le contrôleur moyen n'est pas au travail. On multiplie alors ce chiffre par le nombre moyen d'heures de travail d'un contrôleur par jour.

- 2.2.4.5 Comme le travail est plus fatigant à certains postes qu'à d'autres, les chefs d'équipe devraient, à leur discrétion, affecter les agents par roulement, tantôt aux postes où la charge de travail est élevée et tantôt à ceux où elle l'est moins.
- 2.2.4.6 Lorsqu'on procède à l'étude de la charge de travail d'un poste de contrôle, d'un secteur ou d'un organe, cette étude doit envisager la charge heure par heure et ne doit pas normalement se limiter au travail d'une seule journée. On obtiendra un résultat plus représentatif si l'étude s'étend sur une semaine ou davantage. On consigne alors la moyenne arithmétique des valeurs de la charge de travail obtenues heure par heure. On peut toutefois consigner séparément les valeurs obtenues pour une journée ou toute autre période de plus courte durée qui s'est révélée exceptionnellement chargée si l'on désire mettre ce fait davantage en évidence.
- 2.2.4.7 Une étude de la charge de travail doit être effectuée pour justifier toutes les propositions visant à modifier la dotation en personnel lorsque ces propositions sont fondées sur la charge de travail. Autrement, il y a lieu de procéder à de telles études lorsqu'on pense que des surcharges se produisent avec une certaine régularité ou qu'il est possible de combiner les fonctions de deux ou plusieurs postes sans compromettre la sécurité ni surcharger le nouveau poste.
- 2.2.4.8 Quelle que soit la méthode utilisée pour effectuer les études de la charge de travail, l'équipe chargée de l'évaluation doit absolument comprendre un contrôleur ayant l'expérience du contrôle de la circulation aérienne dans la région dont il s'agit, sans être personnellement chargé de ce contrôle.



Autorité nationale de l'aviation
Civile de Côte d'Ivoire

Guide relatif à la détermination de la capacité du système des services de
la circulation aérienne
« GUID-ANS-5145 »

Edition 2
Date : 30/08/2022
Amendement 1
Date : 30/08/2022

ANNEXE 1 : METHODES DE DÉTERMINATION DE LA CAPACITÉ DE SECTEUR



1. Introduction

La présente annexe présente des exemples de méthode de détermination de la capacité d'un secteur ou d'un poste de travail ATC.

2. Méthode de la Federal Aviation Administration (FAA)

Cette méthode de détermination de la capacité de secteur à un centre de contrôle régional (ACC), basée sur le processus élaboré par la FAA pour établir la capacité de secteur, repose sur deux hypothèses :

- 1) les secteurs fonctionnent au mieux lorsqu'ils traitent 25 aéronefs au maximum pendant toute période de 15 minutes, et
- 2) les secteurs fonctionnent au mieux lorsqu'ils ne traitent pas plus de 18 aéronefs durant toute période de 1 minute.

Il ressort de l'hypothèse des 25 aéronefs que chaque aéronef occupe le contrôleur de la circulation aérienne pendant 36 secondes, soit :

(15 minutes x 60 secondes = 9 000 secondes. 9 000 secondes ÷ 25 aéronefs = 36 secondes)

1. La capacité de secteur est déterminée en utilisant le temps de vol moyen dans le secteur, en minutes, de 7 h à 19 h du lundi au vendredi, pour toute période de 15 minutes.
2. La formule utilisée pour déterminer la capacité de secteur est la suivante :

$$\frac{(\text{temps de vol moyen dans le secteur, en minutes}) \times (60 \text{ secondes})}{36 \text{ secondes}} = \text{valeur de capacité de secteur}_{\text{optimale}}$$

3. Les étapes à suivre sont les suivantes :

- a) suivi manuel de chaque secteur, en observant et en enregistrant le temps de vol moyen en minutes ;
- b) une fois le temps de vol déterminé :
 - 1) multiplier cette valeur par 60 secondes pour calculer le temps de vol moyen par secteur en secondes ;
 - 2) diviser ensuite par 36 secondes puisque chaque vol prend 36 secondes de temps de travail d'un contrôleur ;



3) le résultat est la valeur (optimale) de capacité de secteur.

4. Ajustements :

a) la valeur optimale pour un secteur est alors ajustée en fonction de facteurs tels que:

- 1) la structure des voies aériennes ;
- 2) le volume d'espace aérien (verticalement et latéralement) ;
- 3) la complexité ;
- 4) le trafic montant et descendant ;
- 5) le relief, s'il y a lieu ;
- 6) le nombre de secteurs adjacents qui nécessitent une interaction ;
- 7) les opérations militaires.

5. La méthode de calcul de la capacité basée sur le temps de vol vise à tenir compte de la limite primaire de capacité de secteur et de la charge de travail du contrôleur de la CA en partant de l'hypothèse qu'un contrôleur requiert 36 secondes pour assurer le service ATC à chaque vol. Cette hypothèse ne tient pas compte des changements dynamiques des caractéristiques de complexité du trafic dans le secteur qui se produisent avec le temps ni des avantages réalisés par l'application de nouvelles capacités. Les profils de complexité sectorielle qui caractérisent les opérations de chaque secteur sur une période de temps permettent d'arriver à un énoncé plus précis des niveaux de capacité de secteur.

Les tâches clés prises en compte par le profil de complexité comprennent l'entrée, la sortie, l'arrivée non radar, le départ non radar, la transition verticale, la coordination, l'assurance de la séparation, le retard, etc.

On peut aussi utiliser le tableau suivant relatif à la méthode simplifiée :

Tableau. Méthode simplifiée

<i>Temps de vol moyen par secteur (en minutes)</i>	<i>Valeur optimale de capacité de secteur (nombre d'aéronefs)</i>
3	5
4	7
5	8
6	10
7	12
8	13
9	15



<i>Temps de vol moyen par secteur (en minutes)</i>	<i>Valeur optimale de capacité de secteur (nombre d'aéronefs)</i>
10	17
11	18
12 ou plus	18

3. Méthode « DORATASK¹ » du Royaume-Uni

3.1 Les activités **DORATASK** étaient axées sur l'évaluation du volume de travail du contrôleur radar. Il s'agissait de faire la somme du temps passé à des tâches (observables) de routine et de résolution de conflits d'une part, et à des tâches de planification (non observables) d'autre part.

Outre ces deux éléments apparentés des tâches du contrôleur de la CA, il y a avait un troisième élément - un temps de « récupération ». Ce temps correspondait à la proportion minimale du temps non consacrée à des tâches spécifiées (observables ou non observables) mais jugée indispensable pour la sécurité dans le secteur. Le temps du contrôleur de la CA est donc divisé entre tâches observables, tâches non observables et périodes de récupération. Bien que le volume de travail soit déterminé par la somme du temps consacré à des tâches observables et à des tâches non observables, la capacité est considérée comme le niveau de travail qui laisse au contrôleur de la CA une marge suffisante de récupération.

3.2 Les tâches observables sont celles qui peuvent aisément être enregistrées et chronométrées par un observateur extérieur ; exemples : communications radiotéléphoniques et téléphoniques, marquage de fiches et coordination par liaisons vocales directes. Les tâches de routine se rapportant à un aéronef donné sont celles qui doivent être effectuées même s'il n'y a pas d'autres aéronefs dans le voisinage. Pour aller de A à B, tous les aéronefs ont besoin de contacter l'ATC pour recevoir certaines indications de cap et de niveau de vol et pour être passés au secteur suivant. La séquence des instructions de routine données à un aéronef est pratiquement déterminée par la route qu'il emprunte pour traverser le secteur, et par son origine et sa destination. On a donc évalué le volume de travail de routine en affectant les aéronefs à l'un des profils de vol normalisés pour la traversée du secteur ; y sont

¹ Les modèles DORATASK du Royaume-Uni ont été utilisés pour la détermination de la capacité de secteurs d'espace aérien et la détermination des contraintes appliquées à l'écoulement de la circulation dans des régions terminales et dans des espaces aériens en route; récemment. Ils ont servi à établir un modèle du développement de l'espace aérien dans le sud-est de l'Angleterre au-delà de l'an 2000.





associées des séquences fixes de tâches et, par conséquent, un temps d'exécution de tâches.

- 3.3 L'introduction d'un modèle de simulation a permis d'utiliser l'échantillon de trafic pour évaluer le nombre des occasions où le contrôleur de la CA envisagerait de prendre des mesures additionnelles à cause de la présence d'un ou de plusieurs autres aéronefs, y compris des aéronefs qui ne sont pas sur la fréquence du contrôleur de la CA. Le volume de travail total observable est la somme du temps consacré aux tâches de routine et à la résolution de conflits.
- 3.4 Le volume de travail de routine durant (par exemple) une heure d'observation dépend uniquement du nombre des aéronefs qui, dans chaque profil de vol, pénètrent dans le secteur. Le volume de travail de résolution de conflits, toutefois, augmente au cours d'une période de trafic de pointe, par distinction avec un écoulement normal.
- 3.6 Les tâches non observables sont celles qui sont exécutées presque de façon continue par le contrôleur de la CA, en parallèle avec les tâches observables, et qui en général ne peuvent pas être directement enregistrées ou chronométrées par l'observateur. Ces tâches, qui comprennent le monitoring de l'écran radar et la planification des mesures ultérieures, sont toutefois critiques dans le travail du contrôleur de secteur. Le volume de travail non observable a été déterminé au moyen du calcul, pour chaque aéronef à l'intérieur du secteur, du nombre de fiches qu'il engendre et du nombre d'autres fiches, déjà présentes sur les tableaux, qu'il faut vérifier par rapport à cet aéronef lorsqu'il est initialement confié au contrôleur radar. Ce nombre de vérifications a ensuite été multiplié par un « temps par vérification de fiche », et l'on a ainsi obtenu le volume de travail total non observable. Le temps d'une vérification de fiche n'a pas été considéré comme une durée exacte consacrée à une tâche matérielle, mais comme un facteur calculé au moment de l'étalonnage du modèle, prenant en compte le temps consacré à la totalité de la tâche de planification. Ce dernier aspect est l'aspect principal de DORATASK qui a nécessité le plus de recherche détaillée. Ce genre de volume de travail augmente nettement au cours d'une période de trafic de pointe.
- 3.6 Le volume de travail mesuré dans un secteur donné et pour un échantillon de trafic est la somme des temps de travail observable et non observable. Pour arriver à une capacité, il a fallu déterminer une proportion minimale de temps dont le contrôleur de la CA doit disposer pour la récupération, afin d'assurer des conditions de sécurité dans le secteur. Cette proportion augmente normalement avec la durée sur laquelle on prévoit que va se maintenir un taux d'écoulement au niveau de la capacité. Initialement, il avait été admis que le secteur opérerait à la capacité pendant une heure au maximum,



sans changement de contrôleur de la CA ou sans diminution de la circulation. On a ensuite poursuivi l'étude du degré auquel il faudrait diminuer l'écoulement de la circulation pour que la sécurité puisse être maintenue. Il a été admis que le temps consacré à chaque vérification de fiche, qui déterminait la pondération du volume de travail de planification, était de deux (02) secondes, et on a abouti aux conclusions suivantes :

« LE VOLUME DE TRAVAIL MOYEN AU NIVEAU DE LA CAPACITÉ DOIT ÊTRE EN-DESSOUS DE 80% ET DES VOLUMES DE TRAVAIL DE 90% NE DOIVENT PAS ÊTRE DÉPASSÉS PLUS DE 2,5% DU TEMPS. »

3.7 L'étalonnage du modèle DORATASK s'est effectué en deux parties. Premièrement, le volume de travail prédit par le modèle a été comparé au volume de travail observé au cours de la période d'étude, et les paramètres du modèle ont été réajustés en conséquence. Deuxièmement, on a tracé une courbe du volume de travail en regard de l'écoulement du trafic pendant un certain nombre d'heures, pour deux secteurs dont la capacité avait été admise d'avance par d'autres moyens ; à partir des résultats, on a abouti au critère de détermination de la capacité qui est exposé en 2.6 ci-dessus.

3.8 Les principes de la méthodologie DORATASK pour l'évaluation de la capacité d'un secteur d'espace aérien demeurent fondamentalement les mêmes, qu'ils soient appliqués à la sectorisation en route ou aux secteurs de régions de contrôle terminales (TMA). Il faut cependant apporter trois changements notables pour appliquer la méthode à des secteurs de TMA. Il faut tenir compte du volume de travail qui intervient dans le contrôle des piles d'attente. Il faut modifier les conditions utilisées pour l'identification des conflits éventuels afin de prendre en compte la complexité additionnelle d'une structure spécifique de route TMA. Enfin, il faut modifier la méthode d'établissement du modèle du volume de travail de planification afin de tenir compte du fait que le contrôleur de la CA compte principalement sur l'écran radar pour détecter les conflits, plutôt que sur le tableau des fiches.



4. « Méthode MBB » de l'Allemagne

4.1 La « Méthode MBB » relative aux estimations de la capacité d'un poste de travail ATC est fondée sur la quantification du volume de travail d'un poste de contrôleur radar. Cela a été rendu possible :

- a) par la classification en catégories de toutes les démarches de travail observées, c'est-à-dire le nombre d'« unités de travail » que le contrôleur de la CA est capable d'exécuter;
- b) par la mesure du temps nécessaire à toutes les catégories observées ;
- c) par la prise en compte de la capacité de l'espace aérien, qui dépend des risques de conflit à l'intérieur du secteur et par conséquent de la structure du secteur et des caractéristiques du trafic.

Comme il n'a pas été possible d'observer toutes les unités de travail, les temps correspondants ont été enregistrés indirectement. Cela a été effectué par un travail supplémentaire destiné à enregistrer la « Capacité libre » du contrôleur de la CA, c'est-à-dire le temps dont le contrôleur n'a pas besoin pour exécuter sa tâche de contrôle.

3.2 Les catégories ci-après de démarches de travail ont été définies, afin de permettre leur évaluation au regard du temps :

- a) durée des transmissions en radiotéléphonie ;
- b) durée des démarches (marquage de fiches, ordonnancement des fiches de contrôle aux fins de la planification);
- c) temps nécessaire pour enregistrer et traiter les informations. Cela comprend les catégories ci-après, qui ne peuvent être qu'en partie observées directement :
 - 1) dialogue de coordination entre contrôleur exécutif et coordonnateur ;
 - 2) notification visuelle des informations grâce à des affichages et des fiches ;
 - 3) utilisation de toutes les informations dans le processus de réflexion et de décision ;
 - 4) capacité libre mesurée grâce au travail supplémentaire.

Le temps nécessaire pour les catégories « enregistrement des informations » et « traitement des informations » a dû faire l'objet d'investigations indirectes. Le temps nécessaire mentionné ci-dessus résulte de la différence entre le temps nécessaire pour les catégories de travail qui peuvent se mesurer directement et le temps total disponible.



- 3.3 Les investigations effectuées pendant plusieurs périodes d'observation ont révélé que des situations de trafic différentes ou des genres différents de répartition du trafic aboutissaient à des volumes de travail différents. Par conséquent, il n'était pas possible de faire la conversion directe du temps nécessaire en une quantité d'aéronefs qui peuvent être contrôlés. À cet égard, il a fallu procéder à une étape additionnelle, à savoir évaluer chaque aéronef selon le volume de travail et le temps nécessaire correspondant que le contrôle de ces aéronefs entraînait au poste de travail, selon le type de vol et la phase de vol.
- 3.4 La pondération, définie comme « degré de difficulté de la tâche de contrôle », a été obtenue à partir de la mesure des durées de radiotéléphonie entre contrôleur de la CA et pilote. La valeur de base était la durée en radiotéléphonie pour exécuter une tâche de contrôle de manière à faciliter le survol le plus possible sans changer aucun des paramètres de vol.
- 3.5 Cependant, la valeur de la méthode MBB n'a pas été indiscutable. Au cours des travaux sur cette méthode, il y a eu plusieurs modifications dans les critères d'évaluation qui, en partie, ont conduit à des résultats différents. Tout d'abord, la détermination du degré de difficulté d'un secteur a été critiquée, par exemple du fait que certains éléments du travail du contrôleur de la CA, tels que la tâche de résolution des conflits, n'étaient pas suffisamment pris en compte. Par conséquent, les valeurs seuils de volume de travail (à titre d'indicateur de capacité) appliquées par l'organe de gestion des courants de trafic pour son travail sont aujourd'hui plus ou moins des « Valeurs expérimentales », tirées de l'expérience des contrôleurs de la CA qui évaluent leurs propres organes. Des modifications de dimension des secteurs ont conduit à une adaptation correspondante des valeurs, encore une fois basée sur l'expérience des contrôleurs de la CA, mais à l'origine c'est la méthode MBB qui a donné les indications de base.

5. Conclusion

Il convient d'observer que les méthodes exposées ci-dessus demandent beaucoup de travail et, ce qui est encore plus important, aboutissent à des estimations de capacité qui s'appliquent uniquement aux conditions d'équipement, d'effectifs, de réseaux de trafic, etc., qui règnent pendant la durée des observations.

Elles ne peuvent pas être directement utilisées pour évaluer la capacité dans le cadre d'une future organisation de l'espace aérien, avec des équipements ou procédures différents, des volumes de circulation différents ou des effectifs différents.

—FIN—

