

EUROPEAN ORGANISATION
FOR THE SAFETY OF AIR NAVIGATION



EUROCONTROL EXPERIMENTAL CENTRE

**3rd CONTINENTAL RVSM
REAL-TIME SIMULATION**

Executive Summary of EEC REPORT No. 315

EEC Task : **S08**
EATCHIP Task : **NAV 2**

Issued: July 1997

The information contained in this document is the property of the EUROCONTROL Agency and no part should be reproduced in any form without the Agency's permission.

The views expressed herein do not necessarily reflect the official views or policy of the Agency.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

Reference: Executive Summary of EEC Report No. 315	Security Classification: Unclassified					
Originator: EEC - RTO (Real-Time Simulations Operations)	Originator (Corporate Author) Name/Location: EUROCONTROL Experimental Centre B.P.15 F - 91222 Brétigny-sur-Orge CEDEX FRANCE Telephone : +33 (0)1 69 88 75 00					
Sponsor: EUROCONTROL HQ DED.4 (ANT)	Sponsor (Contract Authority) Name/Location: EUROCONTROL Agency Rue de la Fusée, 96 B-1130 BRUXELLES Telephone : +32 2 729 9011					
TITLE: <p align="center">3RD CONTINENTAL RVSM REAL-TIME SIMULATION</p>						
Authors : Roger Lane Robin Deransy Diena Seeger	Date 7/97	Pages viii +17	Figures -	Tables -	Appendix 1	References -
EATCHIP Task Specification NAV 2	EEC Task No. S08		Task No. Sponsor -		Period 1997	
Distribution Statement: (a) Controlled by: Head of RTO (b) Special Limitations: None (c) Copy to NTIS: YES / NO						
Descriptors (keywords): Air Traffic Control (ATC), Reduced Vertical Separation Minima (RVSM), Conventional Vertical Separation Minima (CVSM), Flight Level Orientation Scheme (FLOS), Minimum Aircraft System Performance Specification (MASPS), Controller workload, State Aircraft.						
Abstract: The S08 Real Time Simulation was the third Continental Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Simulation to be conducted at the EUROCONTROL Experimental Centre (EEC) at Bretigny, France. The aim of the simulation was to continue to study the benefits of the Single and Double Alternate FLOS within the core area of European airspace using a multi-Air Traffic Control Centre (ATCC) environment.						

This document has been collated by mechanical means. Should there be missing pages, please report to:

EUROCONTROL Experimental Centre
Publications Office
B.P. 15
91222 - BRETIGNY-SUR-ORGE CEDEX
France



SUMMARY

The S08 Real Time Simulation was the third Continental Reduced Vertical Separation Minima (RVSM) Simulation to be conducted at the EUROCONTROL Experimental Centre (EEC) at Bretigny, France. The first simulation studied the use of the Single Alternate Flight Level Orientation Scheme (FLOS) within French and Swiss airspace. The second simulation studied the Single and Double Alternate FLOSs within Hungarian Airspace.

The results from the first two simulations showed that the six extra flight levels available with RVSM offered many operational benefits. The aim of the third simulation was to continue to study these benefits within the core area of European airspace using a multi-Air Traffic Control Centre (ATCC) environment.

Civilian Controllers from four different ATCCs (Reims-France, Karlsruhe-Germany and Geneva and Zurich-Switzerland) and Military Controllers from Lyon CDC took part in the simulation using a common HMI with no changes to sectorisation or route network for the majority of the simulation. Three different levels of traffic sample (1996+35/+55/+65%) were used to study the effect of RVSM on the controllers' workload.

The initial intention was to study the Double Alternate FLOS as this had been the FLOS preferred by the controllers during the second continental simulation. To validate this preference, exercises using the Single and Double FLOS were run at the +35% level of traffic. After 8 days of simulation the controllers were asked their preference, 10 controllers preferred the Single FLOS, 5 preferred the Double FLOS and 5 considered it too soon to make a decision. It was therefore agreed to continue to examine the Single and Double FLOS for the remainder of the simulation.

During the simulation the controllers quickly adapted to using the RVSM levels regardless of the FLOS and everyone agreed that these levels should be introduced as soon as possible. Most of the controllers considered that either FLOS could be used within their airspace providing that ATC procedures, letters of agreement, sectorisation and route networks are reviewed and amended as necessary.

The results of the simulation show that there was no significant difference in workload between the Single and Double Alternate FLOS. There was no clear preference between the Single and Double Alternate FLOS and many of the advantages and disadvantages that apply to one FLOS can apply to the other FLOS as well, depending on the size and shape of the airspace concerned.

There was a reduction in controller workload when RVSM (without non-MASPS traffic) was compared to CVSM. However, the introduction of non-MASPS aircraft increased the controllers workload and severely reduced the benefits of RVSM. The controllers found non-MASPS traffic very difficult to integrate with MASPS traffic because it meant they were having to provide two different separation standards within the same airspace.

The simulated airspace included many congested crossover points. Although a Flight Level Allocation Scheme (FLAS) was not studied during this simulation it is recommended that future simulations examine the application and potential benefits of a FLAS which could be used regardless of the FLOS and would help to resolve many current problems faced by controllers when crossing traffic from multiple directions.



Intentionally left blank



CONTENTS

LIST OF ABBREVIATIONS AND ACRONYMS.....	viii
1. INTRODUCTION	1
1.1 DEFINITION OF TERMS.....	1
1.1.1 Conventional Vertical Separation Minima (CVSM)	1
1.1.2 Reduced Vertical Separation Minima (RVSM).....	1
1.1.3 Single Alternate Flight Level Orientation Scheme	1
1.1.4 Double Alternate Flight Level Orientation Scheme.....	1
1.1.5 MASPS and Non-MASPS.....	1
1.1.6 State and non-State Aircraft.....	1
2. RVSM BACKGROUND	2
3. THE S08 CONTINENTAL RVSM REAL-TIME SIMULATION.....	3
3.1 SIMULATION OBJECTIVES.....	3
3.1.1 General objectives	3
3.1.2 Specific objectives.....	3
3.2 THE SIMULATION ENVIRONMENT	3
3.2.1 Organisations	3
3.2.2 Sectorisation	3
3.2.3 Multi-aircraft Cockpit Simulator (MCS).....	3
3.3 TRAFFIC SAMPLES.....	4
3.3.1 Creation of traffic samples	4
3.3.2 Specific conditions	4
3.4 OPERATIONAL PROCEDURES	5
3.4.1 CVSM ATC Procedures.....	5
3.4.2 RVSM ATC Procedures.....	5
3.4.3 French Civil - Military co-ordination procedures.....	5
3.4.4 Short Term Conflict Alert (STCA)	5
4. CONCLUSIONS	6
5. RECOMMENDATIONS	8



LIST OF ABBREVIATIONS AND ACRONYMS

ANT	Airspace and Navigation Team
APDSG	ATM Procedures Development Sub-Group
ATC	Air Traffic Control
ATCC	Air Traffic Control Centre
ATM	Air Traffic Management
ATS	Air Traffic Services
CVSM	Conventional Vertical Separation Minima
DED	Division of EATCHIP Development
DFS	Deutsche Flugsicherung
EATCHIP	European Air Traffic Control Harmonisation and Integration Program
ECAC	European Civil Aviation Conference
EEC	EUROCONTROL Experimental Centre
FL	Flight Level
FLOS	Flight Level Orientation Scheme
GAT	General Air Traffic
HMI	Human Machine Interface
ICAO	International Civil Aviation Organisation
MASPS	Minimum Aircraft System Performance Specification
MNPS	Minimum Navigation Performance Specification
OAT	Operational Air traffic
ODL	Opposite Direct Level
OPS	Operations
ORG	Organisation
R/T	Radio Telephony
RVSM	Reduced Vertical Separation Minima



1. INTRODUCTION

1.1 DEFINITION OF TERMS

1.1.1 Conventional Vertical Separation Minima (CVSM)

CVSM is the current separation standard where flight levels above FL290 are separated by 2000 feet.

1.1.2 Reduced Vertical Separation Minima (RVSM)

RVSM is an approved International Civil Aviation Organisation (ICAO) concept to reduce aircraft vertical separation from the CVSM of 2000 ft to 1000 ft, between Flight Levels (FLs) 290 and 410 inclusive. For RVSM implementation in European Civil Aviation Conference (ECAC) airspace two Flight Level Orientation Schemes (FLOSSs) are proposed, the Single Alternate FLOS and the Double Alternate FLOS.

1.1.3 Single Alternate Flight Level Orientation Scheme

The Single Alternate FLOS extends the standard 1000ft separation up to FL410 retaining the convention : even levels - westbound, odd levels - eastbound. The current westbound FLs 310, 350 and 390 become eastbound.

1.1.4 Double Alternate Flight Level Orientation Scheme

The Double Alternate FLOS retains the current flight level orientation and each conventional level is supplemented by the RVSM level immediately above.

1.1.5 MASPS and Non-MASPS

MASPS (Minimum Aircraft System Performance Specification) is the certification to which aircraft must conform prior to operating in RVSM airspace. It is anticipated that there will still be a need to provide CVSM to a small number of State aircraft after the initial introduction of RVSM in continental Europe. The equipment required for MASPS certification includes having at least two independent altitude measurement systems, one secondary surveillance radar altitude reporting transponder, one altitude alert system and an automatic altitude control system.

Non-MASPS is the term used for an aircraft which does not conform to the MASPS specification.

1.1.6 State and non-State Aircraft

A State Aircraft is one that is operated by the Military, Police or Customs. All other aircraft are classed as non-State Aircraft.



2. RVSM BACKGROUND

In 1960, ICAO selected FL290 as the vertical limit for the 1000 feet CVSM, and 2000 feet was established for aircraft operating above FL290. This vertical limit was chosen based upon the accuracy of the barometric altimeters in use at that time.

To support the implementation of RVSM within Europe a series of real-time and fast-time simulations, and mathematical studies have been sponsored by the Airspace and Navigation Team (ANT) who are a sub -group of the European Air Traffic Control Harmonisation and Integration Program (EATCHIP). Several of these studies have been completed under the direction of the EUROCONTROL Experimental Centre (EEC).

In May 1994 the EEC conducted AR37 NAT(North Atlantic) /RVSM Real Time Simulation (report number EEC 284). This simulation studied operations within RVSM transition areas that will be required when RVSM is introduced in the NAT Region.

The first continental Real time RVSM simulation, AS16 Reims, was completed in May 1995 (report number EEC 294). This simulation was designed to investigate the operational implications associated with the use of RVSM over Continental Europe. This included the effects on civil/military communications. French, German and Swiss Flight/Upper Information Regions (FIRs/UIRs) were simulated with the assumption that all aircraft were MASPS certified.

The second continental Real time RVSM simulation, SA4 Hungarian, was completed in June 1996 (report number EEC 309). This simulation evaluated the operational advantages and disadvantages associated with the Single Alternate and Double Alternate FLOSs. The allocation of flight levels was studied on a tactical and strategic basis and non-MASPS traffic was included in the simulation.

On 27th March 1997 RVSM was introduced in the North Atlantic (NAT) Region between FL330 and FL370 in Minimum Navigation Performance Specification (MNPS) airspace. Flight levels are allocated according to the predominant traffic flow (easterly or westerly).

The decision to go ahead with RVSM implementation in the ECAC area was made by the ANT in June 1997. The RVSM (Ops) Task Force will recommend a FLOS to the ANT in October 1997, and the final decision for the FLOS will be made by the ANT by December 1997. RVSM implementation is scheduled for 2001.



3. THE S08 CONTINENTAL RVSM REAL-TIME SIMULATION

The third EUROCONTROL Continental RVSM Real Time Simulation (EEC Task S08) took place at the EUROCONTROL Experimental Centre, Brétigny-sur-Orge between 20th January and 14th February 1997. It continued to examine the application of the Single and Double FLOSSs for use under RVSM conditions between FLs 290 and 410. The simulation also addressed the integration and procedures for non-MASPS aircraft and the recommendations from the second EUROCONTROL Continental RVSM Simulation (SA4 Hungarian) report number EEC 309.

3.1 SIMULATION OBJECTIVES

3.1.1 General objectives

1. To gain additional comparative results between the Single and Double Alternate RVSM FLOSSs within a multi-ATC Centre European core area environment.
2. To confirm the suitability of the Double Alternate FLOS (as recommended by the **RVSM OPS Task Force** and as a result of **previous** RVSM simulations) **within a multi-ATC Centre European core area environment**.
3. To quantify the benefits of RVSM for the Air Traffic Management (ATM) system in the ECAC area.

3.1.2 Specific objectives

The specific objectives are detailed at **CONCLUSIONS Section : 4**

3.2 THE SIMULATION ENVIRONMENT

The objective was to provide a common operating platform that could be used by all the ATCCs participating in the simulation, that was easy to operate and required a minimal amount of training. All sectors used the same radar equipment and functionality, with flight data being displayed on paper strips.

3.2.1 Organisations

Two Organisations were used during the simulation. The majority of exercises was played during Organisation 1 which was the sectorisation and route network in use as of November 1996. Organisation 2 simulated a vertical sector split at FL345 in the Reims sectors UE and UH, and sector UF became part of the Reims Feed sector.

3.2.2 Sectorisation

The simulated area comprised of ATCCs from France, Germany and Switzerland. The ten measured sectors are shown on the maps at **Annex A**.

3.2.3 Multi-aircraft Cockpit Simulator (MCS)

The MCS is a sophisticated pilot position developed at the EEC that allows the participation of professional pilots in real-time ATC simulations. The MCS was used for the period of the simulation and was run in conjunction with the pseudo-pilot stations. During the simulation



some professional pilots did fly the MCS, however, for most of the time it was staffed by Eurocontrol personnel, and the feedback on RVSM matters from the professional pilots was regarded as minimal.

3.3 TRAFFIC SAMPLES

3.3.1 Creation of traffic samples

The traffic samples were created at the EUROCONTROL Experimental Centre. They were based upon a morning and afternoon traffic recording from Friday 24th May 96 supplied by the participating ATCCs. The samples were adjusted to represent a traffic load equivalent to the present published sector capacity 1996 + 35%, + 55% and + 65%. For the RVSM traffic samples the flight levels were adjusted using rules proposed by EUROCONTROL Division of EATCHIP Development (DED) 4.

3.3.2 Specific conditions

The following conditions were applied to the traffic samples.

- The RVSM traffic samples included non-MASPS **non-State** and **State** Aircraft.
- The Non-MASPS **non-State** aircraft were restricted to FL290 or below.
- The non-MASPS **State** Aircraft flew as General Air Traffic (GAT) on the normal civil routes. The 1% level of non-MASPS traffic equated to about 1 aircraft per sector during the measured hour. The 3% level of non-MASPS traffic equated to between 2-4 aircraft per sector depending on the capacity of the sector.
- The Military traffic was controlled by the French Military and represented normal Operational Air Traffic (OAT) flying in eastern French airspace, crossing the civil routes, en-route to Military training areas.
- All Military OAT was simulated as non-MASPS certified.

A total of 57 exercises was completed; four were training samples, two were exercises involving turbulence and the remaining fifty one were measured exercises.



3.4 OPERATIONAL PROCEDURES

3.4.1 CVSM ATC Procedures

The ATC procedures used during the simulation were in accordance with current Letters of Agreement and/or particular Operational Instructions (with the exception of French Civil/Military co-ordination - see below).

3.4.2 RVSM ATC Procedures

MASPS compliant aircraft operating as **GAT** within RVSM airspace were to be provided with a minimum vertical separation of **1000 ft** or a lateral radar separation.

Non-MASPS compliant State Aircraft operating as **GAT** within RVSM airspace were to be provided with an increased minimum vertical separation of **2000 ft** or a lateral radar separation.

Non-MASPS compliant State Aircraft operating as **OAT** within RVSM airspace were to be provided with an increased minimum vertical separation of **2000 ft** or a lateral radar separation to ensure separation between OAT and GAT aircraft.

3.4.3 French Civil - Military co-ordination procedures

NB. The following procedures were agreed only for the period of the simulation.

The prevention of collisions was always the responsibility of the military controller. During periods of busy traffic a request for co-ordination could be refused by either the civilian or military controller.

For military flights crossing civil routes co-ordination was initiated by the military controller by telephone. The military controller gave the position and callsign of their traffic and the civil traffic, and the suggested course of action. The civil controller then either agreed or suggested an alternative solution.

A civil controller could have requested co-ordination to enter a military area, provided that 2 minutes warning was given and the subject aircraft and its intentions were pointed out to the military controller. The military controller then either agreed or suggested an alternative solution.

3.4.4 Short Term Conflict Alert (STCA)

The STCA parameters were programmed to determine the difference between the following categories of aircraft between FL290-FL410 :

- MASPS certified aircraft and other MASPS certified aircraft.
- MASPS certified aircraft and non-MASPS certified aircraft.
- Non-MASPS certified aircraft and other non-MASPS certified aircraft.



4. CONCLUSIONS

Note : A full account of the analysis and results can be found in the main report.

The following conclusions can be made regarding the specific objectives,

1. **To further evaluate the operational advantages and disadvantages associated with the strategic use of RVSM in the Single and Double FLOS against the CVSM reference.**

The Single and Double FLOS offered operational advantages compared to CVSM with the only disadvantages being lack of familiarity, the presence of non-MASPS certified aircraft and the need for some revised procedures. The main advantage to the controller was gaining the use of six extra flight levels. All the controllers were in favour of RVSM, and when asked at the end of the simulation to indicate a preference towards a FLOS (Single or Double) many were hesitant as they felt they could operate in either situation given adequate training and procedures. The final result showed no clear preference to either FLOS.

The Military controllers also showed no preference for either FLOS. They considered that to safely operate OAT within an RVSM environment it would be essential to be able to co-ordinate directly with the civil controllers and to have a radar system which was able to give information on the flight level intentions of the civil traffic.

2. **To compare the controller workload and sector throughput between the RVSM reference traffic samples and 2 traffic samples with a higher traffic level using the Double Alternate FLOS. (Due to the results in objective 1 the Single FLOS was also studied in this objective)**

There was no significant difference in controller workload between the Single and the Double FLOS regardless of the traffic level. The presence of non-MASPS aircraft increased controller workload when compared to a totally MASPS environment. There was little difference in controller workload figures when CVSM was compared to RVSM with 3% non-MASPS traffic using the same traffic load.

There was a decrease in controller workload in RVSM exercises when all traffic was MASPS certified compared to the same traffic using CVSM.

RVSM at +55% traffic (0% non-MASPS) showed a similar average controller workload level to CVSM at +35% traffic. It should however be noted that although this could indicate up to a 20% increase in sector throughput, the analysis was made on only 3 repetitions of the traffic samples and the +55% runs were played during week three of the simulation when the controllers were more familiar with the traffic samples. Therefore further study is recommended to validate the results.

The traffic samples with the increased traffic levels created a very high R/T load. There was a noticeable reduction in the total number of R/T orders when RVSM was used, but no significant difference between the Single and Double FLOS. There was a significant reduction in the number of headings issued in RVSM exercises compared to CVSM (this reduction was more noticeable with the absence of non-MASPS traffic).



- 3. To validate the proposed general ATC procedures as developed by the ATM Procedures Development Sub-Group (including ATC procedures to accommodate Non-MASPS State Aircraft) required for RVSM implementation using the Double FLOS. (Due to the results in objective 1 the Single FLOS was also studied in this objective)**

Non-MASPS

The integration of non-MASPS certified traffic within RVSM airspace caused many problems in particular they affected safety and reduced the benefits of RVSM. The majority of non-MASPS traffic received either radar vectors or a change in flight level and the service to MASPS aircraft was affected.

The controllers used 3 methods to help them to identify the non-MASPS certified traffic.

Radar label - All the controllers used a Sony screen with colour display. The green radar label used to highlight the non-MASPS traffic was very effective and all controllers considered it necessary.

Flight Strip - The controllers considered the printing of the words 'Non-RVSM' on the flight strip necessary, and many used a different colour strip holder as an additional reminder.

Phraseology - The controllers considered that the proposed R/T phraseology was excessive and took up too much R/T time. It was agreed to modify the procedures for the simulation and all the controllers considered that the phrase "Non-RVSM" was sufficient to indicate the aircraft's certification and that the phrase should be used on first contact with a sector. Most of the controllers did not consider it necessary to use the phrase every time a level change was requested.

- 4. To validate the proposed ATC contingency procedures based upon pre-described ATC contingency situations.**

The change from RVSM to CVSM to RVSM was handled with few comments and when there was no level available controllers vectored the traffic into adjacent airspace (i.e. military areas) following co-ordination, a practice which they often use in real life controlling. Where single aircraft were unable to conform to RVSM due to equipment failure the majority were correctly descended below FL290 as briefed. The controllers did feel that there should be the capability to change the colour of the radar label to indicate the non-MASPS status of the aircraft following an equipment failure.

- 5. To determine the operational impact of a new vertical sector division FL345 within the Reims sectors UE and UH using the Double FLOS.**

The overall workload was reduced by the sector split at FL345, however, due to the lack of previously agreed procedures, there was an increase in co-ordination between the upper and lower sectors. There was some concern about the level used to split the sectors as this affected the procedures used for Paris inbound traffic.



5. RECOMMENDATIONS

- The decision on which FLOS to use within ECAC airspace is made as soon as possible to allow RVSM implementation to commence and at the same time a FLAS should be considered to enable a more orderly flow of traffic across Europe, especially at major cross over points.
- The simulation identified that non-MASPS GAT traffic increased controller workload appreciably. It is therefore recommended that the number of non-MASPS GAT aircraft within RVSM airspace be kept to a minimum. Further study should be carried out using a smaller number of non-MASPS GAT (1% or 2%) to confirm the effects on controller workload and safety.
- The effect of Vortex Wake turbulence within an RVSM environment is investigated.
- The simulation proved that some new R/T phraseology, coloured radar labels and specific flight strip marking all helped to highlight to the controller the non-MASPS traffic. Therefore in the interests of safety, it is recommended that these procedures are introduced for non-MASPS traffic operating within RVSM airspace.
- Procedures for contingency situations should be simulated when a FLOS has been chosen and using scenarios based upon real life occurrences.

**TRADUCTION EN LANGUE FRANÇAISE DU RESUME****RESUME**

La simulation temps-réel S08 était la troisième simulation RVSM (Reduced Vertical Separation Minima) continentale conduite au Centre Expérimental EUROCONTROL (EEC) à Brétigny, France. La première simulation a étudié l'utilisation du « Single Alternate » FLOS à l'intérieur de l'espace aérien de la France et de la Suisse. La seconde simulation a étudié le « Single Alternate » et le « Double Alternate » FLOS à l'intérieur de l'espace aérien de la Hongrie.

Les résultats des deux premières simulations ont montré que la disponibilité de six niveaux supplémentaires avec RVSM offrait de nombreux avantages opérationnels. Le but de la troisième simulation était de continuer l'étude des ces bénéfices dans un environnement multi-ATCC en Europe centrale.

Des contrôleurs civils de quatre centres de contrôles du trafic aérien (Reims-France, Karlsruhe-Allemagne, Genève et Zurich - Suisse) et des contrôleurs militaires du CDC de Lyon ont pris part à cette simulation en utilisant la même IHM (Interface Homme Machine) sans modification des secteurs ou des réseaux de routes pour la majeure partie de la simulation. Trois différents niveaux d'échantillon trafic (1996+35%, +55% et +65%) ont été utilisés pour étudier l'impact de RVSM sur la charge de travail des contrôleurs.

L'idée initiale était d'étudier le FLOS « Double Alternate » puisqu'il était le FLOS préféré des contrôleurs pendant la seconde simulation RVSM continentale. Pour valider cette préférence, des exercices au niveau de trafic +35% ont été joués avec les deux FLOS. Après 8 jours de simulation, 10 contrôleurs préféraient le « Single » FLOS, 5 préféraient le « Double » FLOS et 5 avaient encore besoin de temps pour se décider. Il a alors été décidé de continuer d'examiner les deux FLOS pour le reste de la simulation.

Pendant la simulation les contrôleurs se sont rapidement habitués à l'utilisation des niveaux RVSM quelque soit le FLOS et étaient d'accord pour que ces niveaux soient introduits aussitôt que possible. La plupart des contrôleurs ont considéré que les deux FLOS pouvaient indifféremment être utilisés dans leur espace à condition que les procédures ATC; lettres d'accord; sectorisations et réseaux de routes soient revus et adaptés.

Les résultats de la simulation montrent qu'il n'y a aucune différence significative en terme de charge de travail entre le « Single » et «Double » FLOS. Il n'y avait aucune différence sensible entre le « Single » et le « Double » FLOS, et beaucoup d'avantages ou d'inconvénients pouvaient indifféremment s'appliquer à l'un ou l'autre FLOS, suivant la dimension et la forme de l'espace concerné.

En comparant RVSM (sans trafic non-MASPS) à CVSM, nous avons constaté une réduction significative de la charge de travail du contrôleur. Cependant, l'introduction d'avions non-MASPS a accru la charge de travail des contrôleurs et réduit considérablement les bénéfices de RVSM. Les contrôleurs ont trouvé qu'il était très difficile d'intégrer du trafic non-MASPS car cela signifiait qu'ils devaient assurer deux séparations standards à l'intérieur du même espace.



L'espace simulé comportait de nombreux points de croisements congestionnés. Bien qu'aucun FLAS (Flight Level Allocation System) n'ai été étudié durant cette simulation, il est recommandé que les futures simulations examinent l'application et les bénéfices potentiels d'un FLAS qui pourrait être utilisé quelque soit le FLOS et pourrait aider à résoudre les nombreux problèmes rencontrés par les contrôleurs quand des flux de trafic provenant de plusieurs directions se croisent.

RVSM : LE CONTEXTE

En 1960, l'ICAO a choisi d'établir une séparation verticale minimale de 1000 pieds en dessous du niveau 290 et de 2000 pieds au-delà. Cette limite verticale a été fixée en fonction de la précision des altimètres barométriques utilisés à cette époque.

Dans le cadre du programme EATCHIP, le groupe ANT (Airspace and Navigation Team) a sponsorisé des simulations temps-réel et des simulations par modèles dans l'optique de l'implémentation de la RVSM. Plusieurs de ces études ont été assurées sous la direction du Centre Expérimental EUROCONTROL (CEE).

En mai 1994, le CEE a conduit une simulation temps-réel AR37 NAT-RVSM (rapport CEE N° 284). Cette simulation a étudié les procédures qui seront nécessaires à l'intérieur des zones de transitions RVSM lorsque la RVSM sera introduite dans la région NAT.

La 1ère simulation temps-réel de la RVSM continentale, AS16 Reims, a été achevée en mai 1995 (rapport CEE N° 294). Cette simulation avait été conçue pour analyser l'impact opérationnel associé à l'introduction de la RVSM sur l'Europe Continentale. Dans cette simulation, les espaces supérieurs de la France, de l'Allemagne et de la Suisse ont été simulés avec l'hypothèse que tous les avions étaient certifiés MASPS.

La 2ème simulation temps-réel de la RVSM continentale, SA4 Hongrie, a été achevée en juin 1996 (rapport CEE N° 309). Cette simulation a évalué les avantages et désavantages opérationnels associés aux FLOS « Single Alternate » et « Double Alternate ». L'allocation des niveaux de vol a été étudiée de façon tactique et stratégique et des avions Non-MASPS étaient inclus dans les trafics.

Le 27 mars 1997 RVSM a été introduit dans la région de l'Atlantique Nord (NAT), entre les niveaux de vol 330 et 370, dans l'espace MNPS (Minimum Navigation Performance Specification). Les niveaux de vol sont alloués selon le flux de trafic prédominant (Est ou Ouest).

La décision d'implémentation de la RVSM dans l'espace ECAC a été décidée par le groupe ANT en juin 1997. La « RVSM Task Force » recommandera un FLOS au groupe ANT en octobre 1997 et la décision finale sur le choix du FLOS sera faite par le groupe ANT en décembre 1997. L'implémentation de la RVSM est prévue pour 2001.



DÉFINITIONS

Conventional Vertical Separation Minima (CVSM)

CSV est la séparation standard actuellement appliquée dans laquelle les niveaux de vol au-dessus de 290 pieds sont séparés de 2000 pieds.

Reduced Vertical Separation Minima (RVSM)

RVSM est un concept approuvé par l'ICAO pour réduire la séparation verticale de 2000 pieds à 1000 pieds, entre les niveaux de vol (Fls) 290 et 410 inclus. Deux Schémas d'orientation des niveaux de vol (FLOS ou Flight Level Orientation Schemes) ont été proposés pour l'implémentation de la RVSM lors d'une conférence de l' ECAC (European Civil Aviation Conference), le FLOS « Single Alternate » et le FLOS « Double Alternate ».

Single Alternate Flight Level Orientation Scheme

Le FLOS « Single Alternate » est représenté sur la figure ci-dessous. La séparation standard de 1000 pieds est étendue jusqu'au niveau de vol 410 en conservant la convention : Les niveaux pairs sont orientés Ouest et les niveaux impairs sont orientés Est. On remarquera que les niveaux de vol 310, 350 et 390 actuellement orientés Ouest sont alors orientés Est.

Double Alternate Flight Level Orientation Scheme

Le FLOS « Double Alternate » est représenté sur la figure ci-dessous. Dans ce FLOS l'orientation des niveaux actuels est conservée et chaque niveau conventionnel est complété par un niveau RVSM immédiatement supérieur de même orientation.

MASPS and Non-MASPS

MASPS (Minimum Aircraft System Performance Specification) est la certification à laquelle un avion doit être conforme pour pouvoir opérer dans un espace RVSM. La majorité des avions civils modernes sont conformes à MASPS mais certains avions, plus anciens, devront être équipés à cette fin. Après l'introduction de RVSM en Europe continentale, il est donc prévu de continuer à assurer des séparations CVSM à un petit nombre d'avions comme les avions d'Etat. L'équipement nécessaire à la certification MASPS se compose d'au moins deux systèmes de mesure de l'altitude, un radar SSR, un système d'alerte d'altitude, et un système de contrôle automatique de l'altitude. **Non-MASPS** est le terme utilisé pour un avion qui n'est pas certifié MASPS.

State and Non-State Aircraft

Un « State Aircraft » ou Avion d'Etat est un avion qui est sous la responsabilité des Militaires, de la Police ou de la Douane. Tous les autres avions sont classés comme « Non-State Aircraft ».

**SIMULATION TEMPS REEL S08 RVSM CONTINENTALE**

La 3ème simulation temps-réel RVSM continental d'EUROCONTROL (Tâche CEE S08) s'est déroulée au Centre Expérimental EUROCONTROL, Brétigny-sur-Orge, entre le 20 janvier et le 14 février 1997. Elle a poursuivi l'analyse des FLOS « Single et Double Alternate » dans le cadre de l'utilisation de la RVSM entre les niveaux de vol 290 et 410. La simulation a analysé aussi l'intégration et les procédures pour les avions non certifiés MASPS tout en tenant compte des recommandations faites lors de la 2ème simulation EUROCONTROL RVSM continentale, SA4 Hongrie (rapport CEE N° 309).

Objectifs généraux

1. Obtenir de nouveaux résultats concernant la comparaison entre les FLOS « Single et Double Alternate » dans le cadre d'un environnement multi-ATC en Europe centrale.
2. Confirmer la pertinence du FLOS « Double Alternate » (comme recommandée par la « RVSM Task Force » ainsi que par les précédentes simulations RVSM) dans le cadre d'un environnement multi-ATC en Europe centrale.
3. De quantifier les bénéfices de la RVSM pour l'ATM (Air Traffic Management) dans l'espace ECAC.

Objectifs particuliers

Les objectifs spécifiques sont détaillés dans la CONCLUSION.

ENVIRONNEMENT DE LA SIMULATION

L'objectif était de fournir une plate-forme opérationnelle commune à tous les ATCCs participants à la simulation qui soit à la fois facile à utiliser et nécessite une période d'adaptation minimale. Tous les secteurs ont utilisé le même équipement radar et les mêmes fonctionnalités, avec les données de vol affichées sur des « Strip » papiers..

Organisations

Deux organisations étaient utilisées durant la simulation. La majorité des exercices ont été joués avec l'Organisation 1 qui reprenait la sectorisation et le réseau de route utilisé en novembre 1996. L'Organisation 2 simulait une coupure au niveau 345 des secteurs UE et UF de Reims, le secteur UF étant intégré au secteur Feed de Reims.



Le MCS (Multi-aircraft Cockpit Simulator)

Le MCS est une position pilote sophistiquée développée au CEE qui permet la participation de pilotes professionnels dans les simulations ATC temps-réel. Le MCS a été utilisé durant la simulation et fonctionnait en conjonction avec les stations pseudo-pilotes. Durant la simulation quelques pilotes professionnels ont « volé » avec le MCS. Cependant, la plupart du temps, il a été utilisé par du personnel d'EUROCONTROL et les commentaires des pilotes professionnels sur les problèmes liés à RVSM ont été considérés comme minimes.

ECHANTILLONS DE TRAFIC

La création des échantillons de trafic

Les trafics CVSM ont été créés au Centre Expérimental EUROCONTROL. Ils étaient basés sur un trafic du matin et un trafic de l'après-midi enregistrés le jeudi 24 mai 1996 et fournit par les ATCC participants. Les échantillons ont été ajustés pour représenter une charge de travail équivalente aux capacités maximales des secteurs en 1996 augmentées de +35%, +55% et +65%. Pour les échantillons de trafics RVSM les niveaux de vols ont été ajustés en utilisant les règles proposées par la Division développement d'EATCHIP d'EUROCONTROL (DED4).

Contraintes spécifiques

Les contraintes suivantes ont été appliquées aux échantillons de trafic :

- Les échantillons de trafic RVSM incluaient des avions civils non-MASPS (non-MASPS non-State) et des avions d'Etat non-MASPS (non-MASPS State).
- Les avions civils non-MASPS étaient restreints aux niveaux de vol inférieurs ou égales 290.
- Les avions d'Etat non-MASPS volaient comme des avions GAT (General Air Traffic) sur des routes civiles. Le 1% d'avions non-MASPS correspondait à environ 1 avion non-MASPS par secteur pendant l'heure mesurée. Les 3% d'avions non-MASPS correspondaient à environ 2 à 4 avions non-MASPS par secteur en fonction de la capacité du secteur.
- Le trafic militaire était contrôlé par les militaires français et représentait un trafic OAT normal (Operational Air Traffic) dans l'espace Est de la France.
- Tous les avions militaires OAT étaient considérés comme non-MASPS.

Au total 57 exercices ont été exécutés; 4 étaient des exercices de familiarisation; 2 étaient des exercices comprenant des turbulences et les 51 exercices restants étaient des exercices mesurés.



PROCEDURES OPERATIONNELLES

Procédures ATC CVSM

Les procédures ATC utilisées durant la simulation étaient en accord avec les Lettres d'agrément et/ou des instructions opérationnelles particulières (à l'exception de la coordination Civils/Militaires française - voir ci-dessous).

Procédures ATC RVSM

Les avions certifiés MASPS opérant comme GAT à l'intérieur de l'espace RVSM étaient séparés verticalement de 1000 pieds ou par une séparation latérale.

Les avions d'Etat non-MASPS opérant comme un trafic GAT à l'intérieur de l'espace RVSM étaient assurés d'une séparation verticale minimum de 2000 pieds ou d'une séparation latérale

Les avions d'Etat non-MASPS opérant comme un trafic OAT à l'intérieur de l'espace RVSM étaient assurés d'une séparation verticale minimum de 2000 pieds ou d'une séparation latérale pour assurer la séparation entre les avions OAT et les avions GAT.

Les procédures de coordination entre Civils et Militaires français

Les procédures suivantes ont été adoptées seulement pour la durée de la simulation.

La prévention des collisions était toujours sous la responsabilité des contrôleurs militaires. Pendant les périodes de trafic dense, une requête de coordination pouvait être refusée soit par un contrôleur civil, soit par un contrôleur militaire.

Pour les avions militaires croisant des routes civiles, la coordination était initiée par le contrôleur militaire au moyen du téléphone. Le contrôleur militaire donnait la position et l'indicatif des avions civils et militaires et proposait la suite d'actions à entreprendre. Le contrôleur civil pouvait alors agréer ou suggérer une autre solution.

Un contrôleur civil pouvait demander une coordination pour entrer dans une zone militaire à condition de prévenir 2 minutes à l'avance et que ses intentions soient données au contrôleur militaire. Le contrôleur militaire pouvait alors agréer ou suggérer une autre solution.

Short Term Conflict Alert (STCA)

Le système de STCA était programmé pour déterminer la différence entre les différentes catégories d'avions entre les niveaux de vol FL290 et FL410 :

- Avions certifiés MASPS et autres avions certifiés MASPS.
- Avions certifiés MASPS et Non-MASPS.
- Avions non-MASPS et autres avions non-MASPS.



RESULTATS (conclusions)

L'ensemble détaillé des analyses et des résultats se trouve dans le rapport principal.

Les conclusions suivantes peuvent être faites au regard des objectifs spécifiques.

1. De continuer à évaluer les avantages et désavantages opérationnels liés à l'utilisation stratégique de la RVSM « Single et Double Alternate » par rapport à la CVSM.

Le « Single » et « Double » FLOS comparé à CVSM ont offert des avantages opérationnels avec pour seul inconvénient le manque de familiarisation, la présence d'avions non certifiés MASPS et le besoin de revoir certaines procédures. Le principal avantage pour les contrôleurs était la possibilité d'utiliser six niveaux de vols supplémentaires. Tous les contrôleurs étaient en faveur de la RVSM, et lorsqu'on leur a demandé, à la fin de la simulation, d'indiquer leur FLOS préféré nombreux étaient ceux qui hésitaient. Ils pensaient pouvoir opérer quel que soit le FLOS après une formation adéquate et de nouvelles procédures. Le résultat final ne montrait aucune préférence majeure pour l'un des FLOS.

Les contrôleurs militaires n'ont montré aucune préférence entre les FLOS. Ils ont considéré que pour opérer en toute sécurité des avions OAT dans un environnement RVSM, il serait nécessaire de pouvoir faire de la coordination directe avec les contrôleurs civils et d'avoir un système radar qui permettrait d'avoir des informations sur le choix des niveaux de vols du trafic civil.

2. De comparer la charge de travail du contrôleur et le volume de trafic des secteurs entre les trafics RVSM de base et deux échantillons de trafics de plus fort volume avec le FLOS « Double Alternate ». (Suite aux résultats obtenu dans l'objectif 1, le « Single » FLOS a été aussi étudié dans cet objectif).

Il n'y avait aucune différence significative en terme de charge de travail du contrôleur entre le « Single » et le « Double » FLOS quelque soit le volume de trafic. La présence d'avions non-MASPS a accru la charge de travail des contrôleurs en comparaison avec un environnement totalement MASPS. Il y avait peu de différence en terme de charge de travail du contrôleur quand on a comparé CVSM avec un trafic RVSM avec 3% d'avions non-MASPS à volume de trafic égal.

Il y avait une diminution de la charge de travail du contrôleur dans les exercices RVSM sans avion non-MASPS pour un même volume de trafic.

Les trafics RVSM à +55% (0% non-MASPS) ont montré une charge de travail moyenne similaire aux trafics CVSM à +35%. Cela semble indiquer une augmentation de 20% en termes de volume de trafic mais il faut savoir que ceci a été obtenu qu'avec trois répétitions de l'échantillon de trafic, que les exercices +55% ont été joués durant la troisième semaine de simulation lorsque les contrôleurs étaient plus habitués aux trafics. Il est donc recommandé de valider ces résultats par une étude plus approfondie.

Les échantillons de trafic avec des niveaux de trafic augmentés ont généré une occupation importante de la radio. Il y avait une réduction notable des ordres donnés aux pilotes avec l'utilisation de RVSM, mais toujours aucune différence entre le « Single » et le « Double » FLOS. Il y avait une réduction significative du nombre de cap utilisés dans les exercices RVSM par rapport à CVSM (Cette réduction était encore plus notable en l'absence de trafic non-MASPS).



3. De valider les procédures ATC générales établies par le sous-groupe « ATM Procedures Development » (y compris les procédures ATC d'intégration des avions d'Etat Non-MASPS) nécessaires à l'implémentation de RVSM avec le FLOS « Double Alternate ». (Suite aux résultats obtenu dans l'objectif 1, le « Single » FLOS a été aussi étudié dans cet objectif).

Non-MASPS

L'intégration des avions non-MASPS dans l'espace RVSM a causé beaucoup de problèmes. En particulier, ils ont réduit la sécurité et réduit les bénéfices de RVSM. La majorité du trafic non-MASPS a reçu soit des « vecteurs radar » soit un changement de niveau et le service des avions MASPS en était affecté.

Les contrôleurs ont utilisé 3 méthodes destinées à les aider à identifier les avions non-MASPS.

Etiquette Radar : Tous les contrôleurs utilisaient un écran Sony couleur. L'utilisation d'une étiquette radar verte pour identifier le trafic non-MASPS s'est révélée très efficace et tous les contrôleurs ont considéré que cela était nécessaire.

Flight Strip : Tous les contrôleurs ont considéré l'ajout des mots « Non-RVSM » sur le « strip » nécessaire, et beaucoup ont utilisé des « Porte strips » de couleurs différentes comme système mnémotechnique supplémentaire.

Phraséologie : Les contrôleurs ont considéré que la phraséologie R/T proposée était excessive et prenait trop de temps. Il a été convenu de modifier les procédures pour la simulation et tous les contrôleurs ont considéré que la phrase « Non-RVSM », utilisée au premier contact avec le secteur, était suffisante pour indiquer la certification de l'avion. La plupart des contrôleurs ont considéré qu'il n'était pas nécessaire d'utiliser cette phrase à chaque demande de changement de niveau.

4. De valider les procédures ATC concernant les situations de contingences.

Le passage de RVSM à CVSM puis RVSM n'a généré que peu de commentaires. Lorsqu'il n'y avait pas de niveau disponible les contrôleurs ont donné des caps pour amener les avions dans l'espace adjacent (ex: les zones militaires). La majorité des avions qui étaient dans l'impossibilité de se conformer à RVSM lors d'une défaillance technique a été descendue sans problème en dessous du niveau 290 comme recommandé. Les contrôleurs ont eu le sentiment qu'il serait nécessaire de pouvoir changer la couleur de l'étiquette radar d'un avion devenant non-MASPS suite à une défaillance technique.

5. De déterminer l'impact opérationnel d'une nouvelle sectorisation verticale au niveau 345 des secteurs UE et UH de REIMS avec le FLOS « Double Alternate ».

La charge de travail globale a été réduite par la coupure du secteur au niveau 345; cependant, à cause de l'absence de procédures préalables définies, il y a eu une augmentation de la coordination entre les secteurs supérieurs et inférieurs. Certains contrôleurs ont trouvé que la coupure du secteur à ce niveau affectait les procédures utilisées pour le trafic arrivant sur Paris.



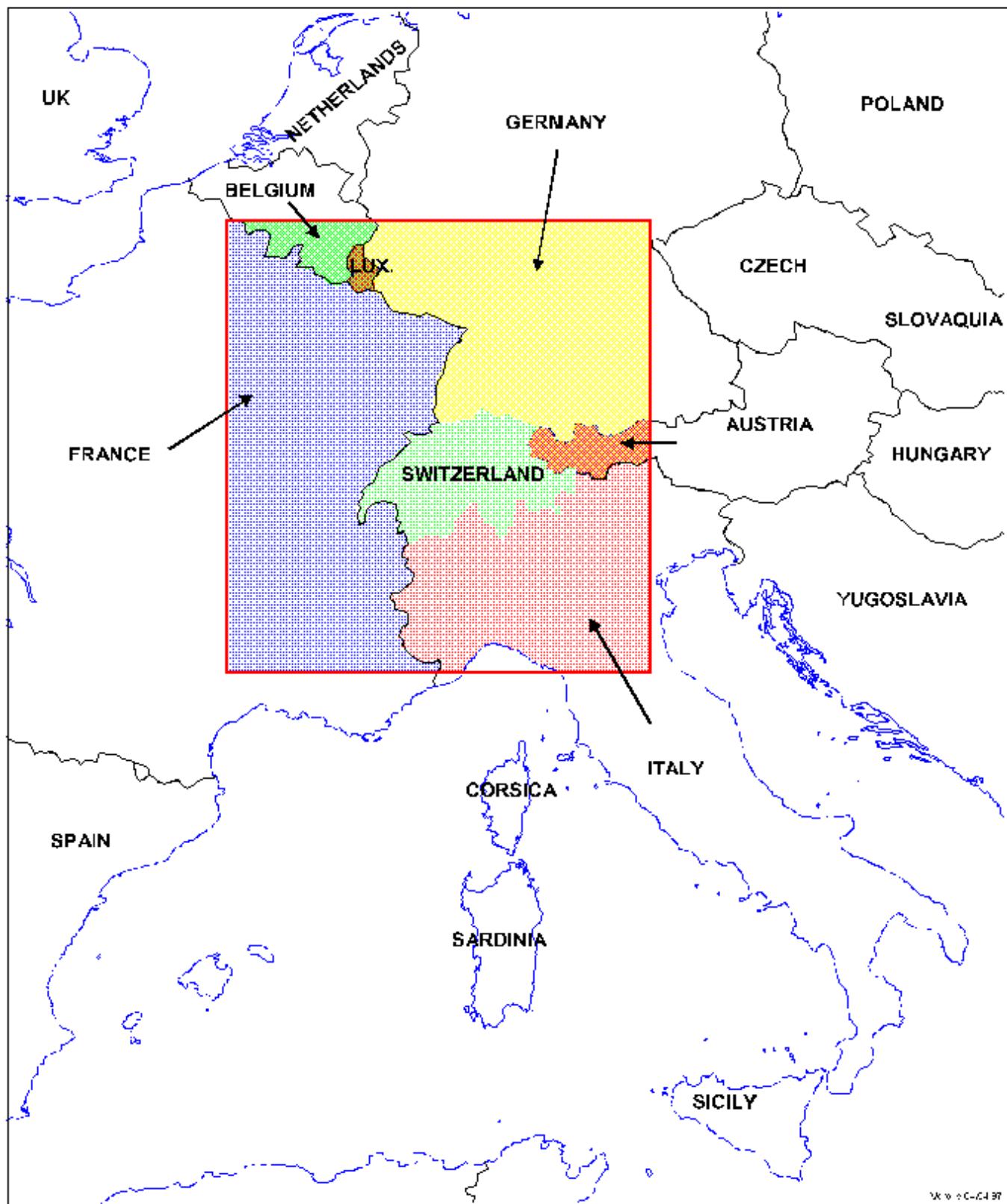
RECOMMANDATIONS

- La décision du choix du FLOS à utiliser dans l'espace ECAC doit être prise aussitôt que possible pour permettre le début de l'implémentation de RVSM. Au même moment un FLAS doit être évalué pour permettre un meilleur écoulement du trafic en Europe, particulièrement au points de croisement les plus importants.
- La simulation a identifié que les trafics non-MASPS GAT augmentaient sensiblement la charge de travail des contrôleurs. Il est toutefois recommandé que le nombre d'avions non-MASPS GAT soit limité à l'intérieur d'un espace RVSM. De nouvelles études devraient être conduites utilisant un plus petit nombre de non-MASPS GAT (1% ou 2%) pour confirmer les effets sur la charge de travail des contrôleurs et sur la sécurité.
- L'effet des perturbations Vortex dues au sillage des avions dans un environnement RVSM doit être analysé.
- La simulation a prouvé que de nouvelles phraséologies radio, étiquettes radar en couleur et indications spécifiques sur les strips ont aidé le contrôleur à identifier les trafics non-MASPS. Par conséquent dans l'intérêt de la sécurité, il est recommandé que toutes ces procédures soient introduites pour les trafics non-MASPS évoluant à l'intérieur de l'espace RVSM.
- Les procédures de contingences doivent être simulées quand un FLOS aura été choisi et selon des scénarios basés sur des situations vraisemblables.

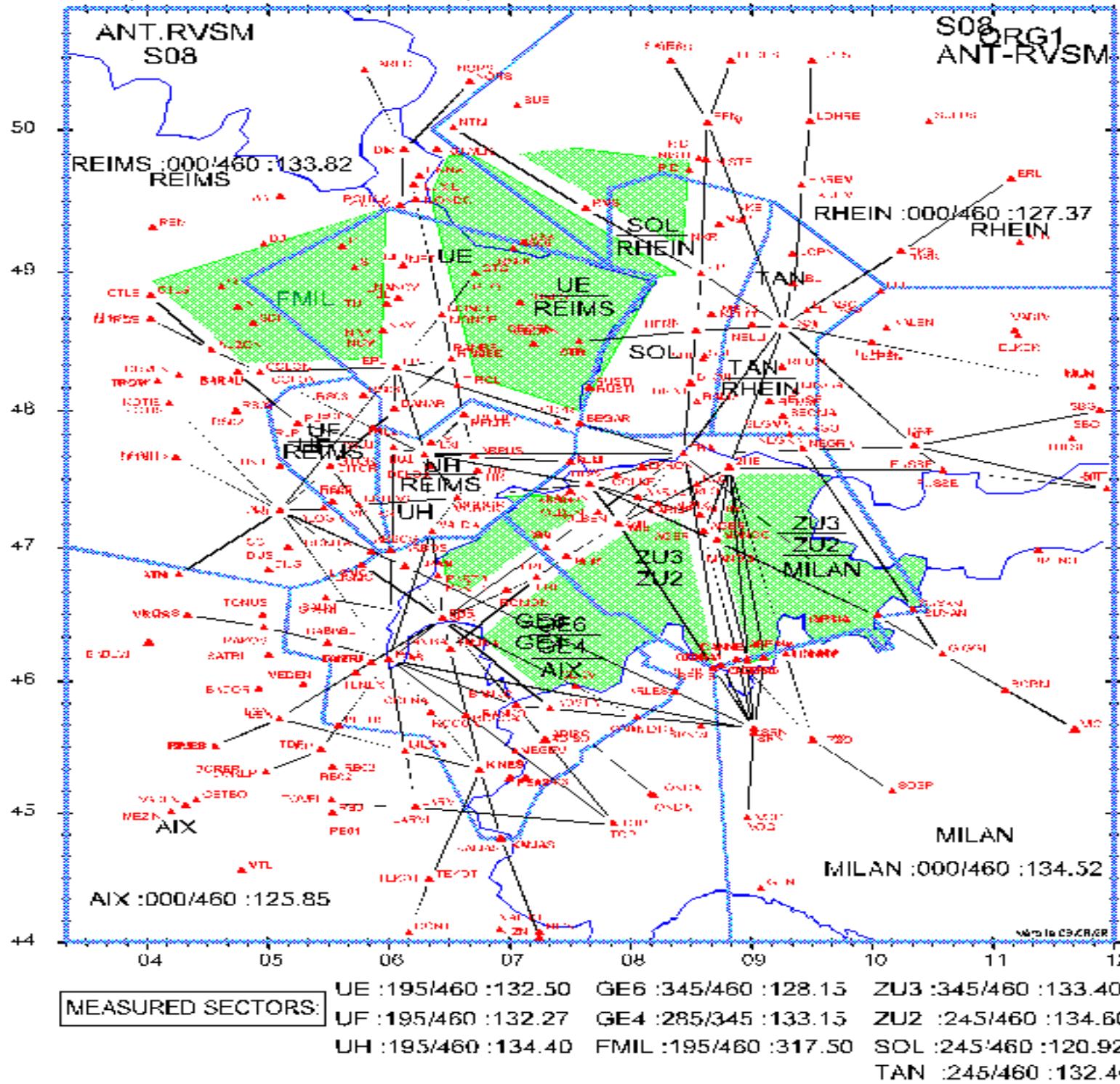
ANNEX A

MAPS OF SIMULATION AIRSPACE

MAP OF THE CORE AREA OF EUROPE USED IN THE S08 ANT.RVSM SIMULATION



MAP OF THE SECTORS AND ROUTE NETWORK (ORGANISATION 1)



MAP OF THE MEASURED SECTORS (ORGANISATION 2)

