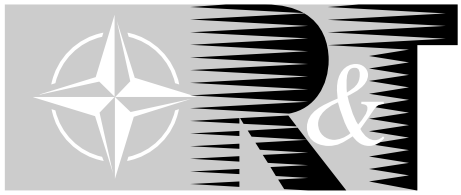
RTO-MP-048
AC/323(IST)TP/7

RTO-MP-048

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION



RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATION

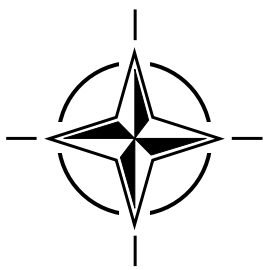
BP 25, 7 RUE ANCELLE, F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX, FRANCE

RTO MEETING PROCEEDINGS 48

Commercial Off-the-Shelf Products in Defence Applications “The Ruthless Pursuit of COTS”

(l’Utilisation des produits vendus sur étagères dans les applications militaires de défense “l’Exploitation sans merci des produits commerciaux”)

Papers presented at the Information Systems Technology Panel (IST) Symposium held in Brussels, Belgium, 3-5 April 2000.



Published December 2000

Distribution and Availability on Back Cover

RTO-MP-048
AC/323(IST)TP/7

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION

RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATION

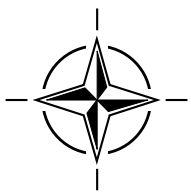
BP 25, 7 RUE ANCELLE, F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX, FRANCE

RTO MEETING PROCEEDINGS 48

Commercial Off-the-Shelf Products in Defence Applications "The Ruthless Pursuit of COTS"

(l'Utilisation des produits vendus sur étagères dans les applications militaires de défense "l'Exploitation sans merci des produits commerciaux")

Papers presented at the Information Systems Technology Panel (IST) Symposium held in Brussels, Belgium, 3-5 April 2000.



The Research and Technology Organization (RTO) of NATO

RTO is the single focus in NATO for Defence Research and Technology activities. Its mission is to conduct and promote cooperative research and information exchange. The objective is to support the development and effective use of national defence research and technology and to meet the military needs of the Alliance, to maintain a technological lead, and to provide advice to NATO and national decision makers. The RTO performs its mission with the support of an extensive network of national experts. It also ensures effective coordination with other NATO bodies involved in R&T activities.

RTO reports both to the Military Committee of NATO and to the Conference of National Armament Directors. It comprises a Research and Technology Board (RTB) as the highest level of national representation and the Research and Technology Agency (RTA), a dedicated staff with its headquarters in Neuilly, near Paris, France. In order to facilitate contacts with the military users and other NATO activities, a small part of the RTA staff is located in NATO Headquarters in Brussels. The Brussels staff also coordinates RTO's cooperation with nations in Middle and Eastern Europe, to which RTO attaches particular importance especially as working together in the field of research is one of the more promising areas of initial cooperation.

The total spectrum of R&T activities is covered by 7 Panels, dealing with:

- SAS Studies, Analysis and Simulation
- SCI Systems Concepts and Integration
- SET Sensors and Electronics Technology
- IST Information Systems Technology
- AVT Applied Vehicle Technology
- HFM Human Factors and Medicine
- MSG Modelling and Simulation

These Panels are made up of national representatives as well as generally recognised 'world class' scientists. The Panels also provide a communication link to military users and other NATO bodies. RTO's scientific and technological work is carried out by Technical Teams, created for specific activities and with a specific duration. Such Technical Teams can organise workshops, symposia, field trials, lecture series and training courses. An important function of these Technical Teams is to ensure the continuity of the expert networks.

RTO builds upon earlier cooperation in defence research and technology as set-up under the Advisory Group for Aerospace Research and Development (AGARD) and the Defence Research Group (DRG). AGARD and the DRG share common roots in that they were both established at the initiative of Dr Theodore von Kármán, a leading aerospace scientist, who early on recognised the importance of scientific support for the Allied Armed Forces. RTO is capitalising on these common roots in order to provide the Alliance and the NATO nations with a strong scientific and technological basis that will guarantee a solid base for the future.

Published December 2000

ISBN 92-837-1049-5

Printed by St. Joseph Ottawa/Hull
(A St. Joseph Corporation Company)
45 Sacré-Cœur Blvd., Hull (Québec), Canada J8X 1C6

Commercial Off-the-Shelf Products in Defence Applications "The Ruthless Pursuit of COTS"

(RTO MP-048)

Executive Summary

Commercial Off The Shelf (COTS) software packages have been proposed for many military applications, including embedded systems, communication systems, operating systems, and in some cases critical military applications. A primary reason for proposing COTS for military applications is an assumption that software lifecycle costs would be substantially reduced. Such a mandate has major implications for acquisition, design, production, evaluation, and testing of systems that must maintain high levels of assurance.

Verified and validated levels of software quality, safety, reliability, sustainability, and survivability can be difficult to obtain and are often expensive to achieve. However, critical military applications demand levels of software assurance that most vendors do not apply to their commercial products. Although the cost saving benefits of COTS packages for non-critical applications is undisputed, there continues to be an on-going debate on the cost benefits of COTS software for critical applications (military or commercial).

Various approaches have been proposed for COTS utilization for military systems. One approach is to adopt COTS software for non-critical military applications, where an organization's operations concept is modified to be consistent with the commerciality properties of a COTS software package. A second approach is to adapt COTS software for military applications, where the original source is modified to be consistent with unique operational requirements. A third approach is to modify COTS software for critical military applications, where an independent testing organization obtains the original vendor source code for assurance testing. Modified COTS software generally requires a substantial change to vendor source code. A fourth approach assumes that COTS software packages cannot be adequately evaluated or verified, and should not be used for any critical military systems.

In order to address procurement, design, evaluation, testing, verification, validation, adoption, adaptation, and modification issues associated with the acquisition and utilization of COTS software packages for military systems, NATO hosted a three-day symposium in Brussels, Belgium. The symposium consisted of two keynote speakers, and six technical sessions consisting of twenty-four presentations.

The symposium treated the subject with rigor that is characteristic of a mature engineering discipline. This symposium and its products will be a standard by which COTS software evaluation and certification is measured for years to come. Presentations were thorough, accurate, and current. Several presentations actually anticipated results that have yet to appear in archival journals.

l'Utilisation des produits vendus sur étagères dans les applications militaires de défense "l'Exploitation sans merci des produits commerciaux"

(RTO MP-048)

Synthèse

Des progiciels disponibles sur étagère (COTS) ont été proposés pour de nombreuses applications militaires, y compris pour des logiciels intégrés, des systèmes de communication, des systèmes d'exploitation et, dans certains cas, des applications militaires indispensables à la mission. L'une des principales raisons pour laquelle le matériel COTS est proposé pour des applications militaires réside dans le fait que son achat permettrait de réduire considérablement les coûts globaux de possession des logiciels. Une telle proposition a des conséquences majeures pour l'acquisition, la conception, la fabrication, l'évaluation et les essais de systèmes censés garantir des hauts niveaux de fiabilité militaires.

Des niveaux vérifiés et validés de qualité, de sécurité, de fiabilité, de soutenabilité et de survivabilité des logiciels peuvent être difficiles et coûteux à obtenir. Cependant, les logiciels demandés pour les applications militaires indispensables à la mission exigent des niveaux de fiabilité qui sont rarement rencontrés dans le commerce. Bien que les économies de coûts résultant des achats COTS pour des applications non-décisives soient indiscutables, le débat sur les coûts-avantages des logiciels COTS pour des applications indispensables à la mission (militaires ou commerciales), reste d'actualité.

Différentes approches ont été proposées pour la mise en œuvre de produits COTS dans les systèmes militaires. L'une d'entre elles consiste à adopter les logiciels COTS pour des applications militaires non-critiques, où le concept d'opérations d'une organisation est modifié pour être compatible avec les caractéristiques commerciales d'un progiciel COTS. Une deuxième approche consiste à adapter les logiciels COTS aux applications militaires, où la source est modifiée pour la rendre compatible avec des besoins opérationnels spécifiques. Une troisième approche consiste à modifier des logiciels COTS destinés à des applications militaires, où une organisation d'essais indépendante obtient le code source du fournisseur afin de réaliser des essais de fiabilité. En général, la modification des logiciels COTS entraîne, à son tour, des modifications considérables au niveau du code source du fournisseur. Dans une quatrième approche, il est supposé que les progiciels COTS ne peuvent être ni évalués ni vérifiés de façon satisfaisante, et que par conséquent, ils ne doivent pas être utilisés dans des systèmes militaires indispensables à la mission.

L'OTAN a organisé un symposium de trois jours à Bruxelles en Belgique, afin d'examiner l'approvisionnement, la conception, l'évaluation, les essais, la validation, l'adoption, l'adaptation et la modification dans le cadre de l'acquisition et la mise en œuvre de progiciels COTS pour applications militaires. Le programme du symposium a comporté deux discours d'ouverture et six sessions techniques, qui ont permis la présentation de vingt-quatre communications.

Le sujet a été traité avec la rigueur caractéristique d'une discipline d'ingénierie déjà au point. Ce symposium et les documents associés vont représenter une norme pour l'évaluation et la certification des logiciels COTS pendant de nombreuses années. Les présentations étaient complètes, précises et d'actualité. Dans certains cas, elles ont même fait état de résultats qui ne sont pas encore apparus dans la presse spécialisée.

Click inside the blue boxes or on the titles to view the corresponding section

Contents

SESSION III: COTS: EVALUATION AND ASSURANCE
Chairman: Dr I. WHITE (UK)

SESSION IV: VENDOR PERSPECTIVE: COTS
Chairman: Major W. TACK (BE)

SESSION V: USER PERSPECTIVE: COTS
Chairman: Major W. TACK (BE)

SESSION VI: COTS: INTEGRATION
Chairman: Major W. TACK (BE)

Theme

Industrial and commercial-grade information technology (IT) products such as workstations, networking products, and databases have long been employed by the military. While these are clearly commercial-off-the-shelf (COTS) information technology products, the term COTS now commonly includes commodity personal computers, operating systems and productivity tools designed for the consumer market. Commercial office automation suites, electronic mail, databases, and similar business-oriented software are often directly applicable to military needs and can be run effectively on inexpensive personal computers. The appropriate use of personal computers, networks and off-the-shelf software products for military applications is an effective way to improve efficiency while coping with limited budgets and reduced staff. Recently it has been proposed that these same products be employed as mandated platforms, operating systems and major software elements for all but the most specialised defence applications. Such a mandate has major implications for design, production and employment of systems able to maintain military levels of assurance. This symposium will address NATO interests and issues in employing COTS hardware and software while maintaining required levels of system assurance.

TOPICS TO BE COVERED:

1) Standards and standardisation
2) Consumer, commercial, and industrial COTS availability and assurance properties
3) Methods for providing high assurance while employing low assurance products
4) Interoperability and software product migration
5) Obsolescence and upgrade policy
6) Integration with legacy systems
7) Interoperability with coalition systems

Thème

Des produits informatiques (IT) industriels et du commerce tels que postes de travail, produits conçus pour le travail en réseau et bases de données, sont en service dans les armées depuis longtemps. Bien qu'il s'agisse évidemment de produits informatiques du commerce (COTS), le terme COTS s'utilise aussi aujourd'hui pour les ordinateurs personnels, les systèmes d'exploitation et les outils de productivité destinés au grand public. Les programmes de bureautique, le courrier électronique, les bases de données et autres logiciels de bureau sont, en effet, souvent utilisables directement pour les tâches militaires et peuvent être exploités de façon satisfaisante sur des ordinateurs personnels de coût modique. La mise en œuvre judicieuse d'ordinateurs personnels, de réseaux et de logiciels du commerce pour des applications militaires devrait ainsi permettre de travailler plus efficacement dans un contexte de réduction d'effectifs et de restrictions budgétaires. Il a été proposé récemment d'utiliser ces produits comme plates-formes, systèmes d'exploitation et progiciels autorisés pour toutes les applications militaires, à l'exception des plus sensibles. Une telle orientation a des conséquences majeures pour la conception, la fabrication et la mise en œuvre de systèmes devant garantir des niveaux de sécurité compatibles avec les missions. Ce symposium examinera à la fois les avantages possibles pour l'OTAN et la compatibilité entre la mise en œuvre de matériels et de logiciels COTS et le maintien des niveaux de sécurité des systèmes requis par ces missions.

SUJETS A TRAITER :

1) Normes et normalisation
2) Disponibilité et fiabilité des produits COTS grand public, commerciaux et industriels
3) Méthodes susceptibles d'assurer un haut niveau de sécurité de fonctionnement avec des produits de niveau élémentaire
4) Interopérabilité et migration des logiciels
5) Obsolescence et politiques de modernisation
6) Intégration dans des systèmes existants
7) Interopérabilité entre systèmes au sein d'une coalition.

Information Systems Technology Panel

ACKNOWLEDGEMENTS/REMERCIEMENTS

The IST Panel wishes to express its thanks to the RTB members from Belgium for the invitation to hold this Symposium in Brussels and for the facilities and personnel which made the Symposium possible.

Les membres de la commission IST tiennent à remercier les membres du RTB de la Belgique pour leur invitation à tenir cette réunion à Bruxelles, ainsi que pour les installations et le personnel mis à sa disposition.

REPORT DOCUMENTATION PAGE

1. Recipient's Reference	2. Originator's References	3. Further Reference	4. Security Classification of Document
	RTO-MP-048 AC/323(IST)TP/7	ISBN 92-837-1049-5	UNCLASSIFIED/ UNLIMITED

5. Originator Research and Technology Organization
North Atlantic Treaty Organization
BP 25, 7 rue Ancelle, F-92201 Neuilly-sur-Seine Cedex, France

6. Title

Commercial Off-the-Shelf Products in Defence Applications "The Ruthless Pursuit of COTS"

7. Presented at/sponsored by

the Information Systems Technology Panel (IST) Symposium held in Brussels, Belgium, 3-5 April 2000.

8. Author(s)/Editor(s)	9. Date
Multiple	December 2000
10. Author's/Editor's Address	**11. Pages**
Multiple	210

12. Distribution Statement There are no restrictions on the distribution of this document. Information about the availability of this and other RTO unclassified publications is given on the back cover.

13. Keywords/Descriptors

COTS (Commercial Off-The-Shelf)	Evaluation	Adaptation
Computer systems programs	Safety	Standards
Computer systems hardware	Reliability	Interoperability
Software management	Procurement	Integrated systems
Software maintenance	Design	Upgrading
Life cycle costs	Tests	Obsolescence
Military applications	Verifying	Sustainability
Quality assurance	Proving	

14. Abstract

This volume contains 24 unlimited papers and 2 Keynote Addresses presented at the Information Systems Technology Panel Symposium held in Brussels, Belgium, 3-5 April 2000.

The papers were presented under the following headings:
- Academic Perspective: COTS Acquisition, Utilisation and Evaluation
- COTS Acquisition Challenges
- COTS: Evaluation and Assurance
- Vendor Perspective: COTS
- User Perspective: COTS
- COTS: Integration

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION

RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATION
BP 25 • 7 RUE ANCELLE
F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX • FRANCE
Télécopie 0(1)55.61.22.99 • E-mail mailbox@rta.nato.int

DIFFUSION DES PUBLICATIONS
RTO NON CLASSIFIEES

L'Organisation pour la recherche et la technologie de l'OTAN (RTO), détient un stock limité de certaines de ses publications récentes, ainsi que de celles de l'ancien AGARD (Groupe consultatif pour la recherche et les réalisations aérospatiales de l'OTAN). Celles-ci pourront éventuellement être obtenues sous forme de copie papier. Pour de plus amples renseignements concernant l'achat de ces ouvrages, adressez-vous par lettre ou par télécopie à l'adresse indiquée ci-dessus. Veuillez ne pas téléphoner.

Des exemplaires supplémentaires peuvent parfois être obtenus auprès des centres nationaux de distribution indiqués ci-dessous. Si vous souhaitez recevoir toutes les publications de la RTO, ou simplement celles qui concernent certains Panels, vous pouvez demander d'être inclus sur la liste d'envoi de l'un de ces centres.

Les publications de la RTO et de l'AGARD sont en vente auprès des agences de vente indiquées ci-dessous, sous forme de photocopie ou de microfiche. Certains originaux peuvent également être obtenus auprès de CASI.

CENTRES DE DIFFUSION NATIONAUX

ALLEMAGNE
Streitkräfteamt / Abteilung III
Fachinformationszentrum der Bundeswehr, (FIZBw)
Friedrich-Ebert-Allee 34
D-53113 Bonn

BELGIQUE
Coordinateur RTO - VSL/RTO
Etat-Major de la Force Aérienne
Quartier Reine Elisabeth
Rue d'Evère, B-1140 Bruxelles

CANADA
Directeur - Recherche et développement - Communications et gestion de l'information - DRDCGI 3
Ministère de la Défense nationale
Ottawa, Ontario K1A 0K2

DANEMARK
Danish Defence Research Establishment
Ryvangs Allé 1, P.O. Box 2715
DK-2100 Copenhagen Ø

ESPAGNE
INTA (RTO/AGARD Publications)
Carretera de Torrejón a Ajalvir, Pk.4
28850 Torrejón de Ardoz - Madrid

ETATS-UNIS
NASA Center for AeroSpace Information (CASI)
Parkway Center
7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320

FRANCE
O.N.E.R.A. (ISP)
29, Avenue de la Division Leclerc
BP 72, 92322 Châtillon Cedex

GRECE (Correspondant)
Hellenic Ministry of National Defence
Defence Industry Research & Technology General Directorate
Technological R&D Directorate
D.Soutsou 40, GR-11521, Athens

HONGRIE
Department for Scientific Analysis
Institute of Military Technology
Ministry of Defence
H-1525 Budapest P O Box 26

ISLANDE
Director of Aviation
c/o Flugrad
Reykjavik

ITALIE
Centro di Documentazione Tecnico-Scientifica della Difesa
Via XX Settembre 123a
00187 Roma

LUXEMBOURG
Voir Belgique

NORVEGE
Norwegian Defence Research Establishment
Attn: Biblioteket
P.O. Box 25, NO-2007 Kjeller

PAYS-BAS
NDRCC
DGM/DWOO
P.O. Box 20701
2500 ES Den Haag

POLOGNE
Chief of International Cooperation Division
Research & Development Department
218 Niepodleglosci Av.
00-911 Warsaw

PORTUGAL
Estado Maior da Força Aérea
SDFA - Centro de Documentação
Alfragide
P-2720 Amadora

REPUBLIQUE TCHEQUE
Distribuční a informační středisko R&T
VTÚL a PVO Praha
Mladoboleslavská ul.
197 06 Praha 9-Kbely AFB

ROYAUME-UNI
Defence Research Information Centre
Kentigern House
65 Brown Street
Glasgow G2 8EX

TURQUIE
Millî Savunma Başkanliği (MSB)
ARGE Dairesi Başkanliği (MSB)
06650 Bakanliklar - Ankara

AGENCES DE VENTE

NASA Center for AeroSpace Information (CASI)
Parkway Center
7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320
Etats-Unis

The British Library Document Supply Centre
Boston Spa, Wetherby
West Yorkshire LS23 7BQ
Royaume-Uni

Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI)
National Research Council
Document Delivery
Montreal Road, Building M-55
Ottawa K1A 0S2, Canada

Les demandes de documents RTO ou AGARD doivent comporter la dénomination "RTO" ou "AGARD" selon le cas, suivie du numéro de série (par exemple AGARD-AG-315). Des informations analogues, telles que le titre et la date de publication sont souhaitables. Des références bibliographiques complètes ainsi que des résumés des publications RTO et AGARD figurent dans les journaux suivants:

Scientific and Technical Aerospace Reports (STAR)
STAR peut être consulté en ligne au localisateur de ressources uniformes (URL) suivant:
http://www.sti.nasa.gov/Pubs/star/Star.html
STAR est édité par CASI dans le cadre du programme NASA d'information scientifique et technique (STI)
STI Program Office, MS 157A
NASA Langley Research Center
Hampton, Virginia 23681-0001
Etats-Unis

Government Reports Announcements & Index (GRA&I)
publié par le National Technical Information Service
Springfield
Virginia 2216
Etats-Unis
(accessible également en mode interactif dans la base de données bibliographiques en ligne du NTIS, et sur CD-ROM)

Imprimé par St-Joseph Ottawa/Hull
(Membre de la Corporation St-Joseph)
45, boul. Sacré-Cœur, Hull (Québec), Canada J8X 1C6

NORTH ATLANTIC TREATY ORGANIZATION

RESEARCH AND TECHNOLOGY ORGANIZATION
BP 25 • 7 RUE ANCELLE
F-92201 NEUILLY-SUR-SEINE CEDEX • FRANCE
Telefax 0(1)55.61.22.99 • E-mail mailbox@rta.nato.int

DISTRIBUTION OF UNCLASSIFIED RTO PUBLICATIONS

NATO's Research and Technology Organization (RTO) holds limited quantities of some of its recent publications and those of the former AGARD (Advisory Group for Aerospace Research & Development of NATO), and these may be available for purchase in hard copy form. For more information, write or send a telefax to the address given above. **Please do not telephone**.

Further copies are sometimes available from the National Distribution Centres listed below. If you wish to receive all RTO publications, or just those relating to one or more specific RTO Panels, they may be willing to include you (or your organisation) in their distribution.

RTO and AGARD publications may be purchased from the Sales Agencies listed below, in photocopy or microfiche form. Original copies of some publications may be available from CASI.

NATIONAL DISTRIBUTION CENTRES

BELGIUM
Coordinateur RTO - VSL/RTO
Etat-Major de la Force Aérienne
Quartier Reine Elisabeth
Rue d'Evère, B-1140 Bruxelles

CANADA
Director Research & Development
Communications & Information
Management - DRDCIM 3
Dept of National Defence
Ottawa, Ontario K1A 0K2

CZECH REPUBLIC
Distribuční a informační středisko R&T
VTÚL a PVO Praha
Mladoboleslavská ul.
197 06 Praha 9-Kbely AFB

DENMARK
Danish Defence Research
Establishment
Ryvangs Allé 1, P.O. Box 2715
DK-2100 Copenhagen Ø

FRANCE
O.N.E.R.A. (ISP)
29 Avenue de la Division Leclerc
BP 72, 92322 Châtillon Cedex

GERMANY
Streitkräfteamt / Abteilung III
Fachinformationszentrum der
Bundeswehr, (FIZBw)
Friedrich-Ebert-Allee 34
D-53113 Bonn

GREECE (Point of Contact)
Hellenic Ministry of National
Defence
Defence Industry Research &
Technology General Directorate
Technological R&D Directorate
D.Soutsou 40, GR-11521, Athens

HUNGARY
Department for Scientific
Analysis
Institute of Military Technology
Ministry of Defence
H-1525 Budapest P O Box 26

ICELAND
Director of Aviation
c/o Flugrad
Reykjavik

ITALY
Centro di Documentazione
Tecnico-Scientifica della Difesa
Via XX Settembre 123a
00187 Roma

LUXEMBOURG
See Belgium

NETHERLANDS
NDRCC
DGM/DWOO
P.O. Box 20701
2500 ES Den Haag

NORWAY
Norwegian Defence Research
Establishment
Attn: Biblioteket
P.O. Box 25, NO-2007 Kjeller

POLAND
Chief of International Cooperation
Division
Research & Development
Department
218 Niepodleglosci Av.
00-911 Warsaw

PORTUGAL
Estado Maior da Força Aérea
SDFA - Centro de Documentação
Alfragide
P-2720 Amadora

SPAIN
INTA (RTO/AGARD Publications)
Carretera de Torrejón a Ajalvir, Pk.4
28850 Torrejón de Ardoz - Madrid

TURKEY
Millî Savunma Başkanliği (MSB)
ARGE Dairesi Başkanliği (MSB)
06650 Bakanliklar - Ankara

UNITED KINGDOM
Defence Research Information
Centre
Kentigern House
65 Brown Street
Glasgow G2 8EX

UNITED STATES
NASA Center for AeroSpace
Information (CASI)
Parkway Center
7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320

SALES AGENCIES

NASA Center for AeroSpace Information (CASI)
Parkway Center
7121 Standard Drive
Hanover, MD 21076-1320
United States

The British Library Document Supply Centre
Boston Spa, Wetherby
West Yorkshire LS23 7BQ
United Kingdom

Canada Institute for Scientific and Technical Information (CISTI)
National Research Council
Document Delivery
Montreal Road, Building M-55
Ottawa K1A 0S2, Canada

Requests for RTO or AGARD documents should include the word 'RTO' or 'AGARD', as appropriate, followed by the serial number (for example AGARD-AG-315). Collateral information such as title and publication date is desirable. Full bibliographical references and abstracts of RTO and AGARD publications are given in the following journals:

Scientific and Technical Aerospace Reports (STAR)
STAR is available on-line at the following uniform resource locator:
http://www.sti.nasa.gov/Pubs/star/Star.html
STAR is published by CASI for the NASA Scientific and Technical Information (STI) Program
STI Program Office, MS 157A
NASA Langley Research Center
Hampton, Virginia 23681-0001
United States

Government Reports Announcements & Index (GRA&I)
published by the National Technical Information Service
Springfield
Virginia 22161
United States
(also available online in the NTIS Bibliographic Database or on CD-ROM)

Printed by St. Joseph Ottawa/Hull
(A St. Joseph Corporation Company)
45 Sacré-Cœur Blvd., Hull (Québec), Canada J8X 1C6

ISBN 92-837-1049-5