

Doctrine des communications militaires

Cet ouvrage propose un examen complet et systématique des communications militaires en tant qu'élément central du commandement, du contrôle et de l'efficacité opérationnelle des forces armées modernes. Il analyse les principes, l'organisation, la planification, la sécurité, la résilience et l'interopérabilité des systèmes de communication militaires en temps de paix, de crise et de conflit. L'ouvrage intègre des fondements théoriques et des perspectives opérationnelles, abordant les architectures de communication, les nœuds et les réseaux, les méthodes de transmission, les rôles du personnel et les tendances futures. En outre, l'auteur propose des cadres de communication et d'interopérabilité originaux et novateurs, contribuant à de nouvelles approches au niveau du système pour des communications militaires sécurisées, résilientes et intégrées dans le contexte des technologies numériques contemporaines. Destiné à un public universitaire et professionnel, cet ouvrage présente les communications militaires comme une capacité opérationnelle décisive, essentielle pour un commandement et un contrôle efficaces et pour la réussite de la mission.



Rexhep Mustafovski, MSc, est officier des transmissions et chercheur universitaire dans le domaine des communications militaires. Il a obtenu sa licence à l'Académie militaire "General Mihailo Apostolski" de Skopje et est titulaire d'une maîtrise en communications et technologies de l'information de l'université "Ss. Cyril et Methodius" - Skopje.



EDITIONS NOTRE **SAVOIR**

Doctrine des communications militaires

Rexhep Mustafovski



EDITIONS NOTRE **SAVOIR**



Doctrine des communications militaires

Un guide systématique du commandement, du contrôle et des communications dans les forces armées modernes

Rexhep Mustafovski

Rexhep Mustafovski

Doctrine des communications militaires

FOR AUTHOR USE ONLY

FOR AUTHOR USE ONLY

Rexhep Mustafovski

Doctrine des communications militaires

**Un guide systématique du commandement, du
contrôle et des communications dans les forces
armées modernes**

FOR AUTHOR USE ONLY

SciencaScripts

Imprint

Any brand names and product names mentioned in this book are subject to trademark, brand or patent protection and are trademarks or registered trademarks of their respective holders. The use of brand names, product names, common names, trade names, product descriptions etc. even without a particular marking in this work is in no way to be construed to mean that such names may be regarded as unrestricted in respect of trademark and brand protection legislation and could thus be used by anyone.

Cover image: www.ingimage.com

This book is a translation from the original published under ISBN 978-620-9-23709-6.

Publisher:

Scienza Scripta

is a trademark of

Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L publishing group

120 High Road, East Finchley, London, N2 9ED, United Kingdom

Str. Armeneasca 28/1, office 1, Chisinau MD-2012, Republic of Moldova, Europe

Managing Directors: Ieva Konstantinova, Victoria Ursu
info@omniscryptum.com

Printed at: see last page

ISBN: 978-620-9-52475-2

Copyright © Rexhep Mustafovski

Copyright © 2026 Dodo Books Indian Ocean Ltd. and OmniScriptum S.R.L publishing group

FOR AUTHOR USE ONLY

Doctrine des communications militaires

*Guide systématique du commandement, du contrôle et des communications dans
les forces armées modernes*

FOR AUTHOR USE ONLY

Table des matières

Préface.....	3
Introduction	5
Chapitre 1: Principes fondamentaux des communications militaires.....	8
Chapitre 2 : Commandement, contrôle et flux d'informations	27
Chapitre 3: Principes des communications militaires	43
Chapitre 4: Organisation des systèmes de communication militaire	70
Chapitre 5: Planification des communications dans les opérations militaires.....	88
Chapitre 6: Nœuds, centres et réseaux de communication.....	108
Chapitre 7: Médias de communication et méthodes de transmission.....	127
Chapitre 8 : Rôles et responsabilités du personnel	141
Chapitre 9: Symboles opérationnels et notation des communications ...	155
Chapitre 10: Mesures de sécurité et de protection des communications	166
Chapitre 11: Continuité et résilience des communications	178
Chapitre 12: Tendances futures dans le domaine des communications militaires.....	192
Conclusion	213
Références.....	217

Préface

Je m'appelle **Rexhep Mustafovski, titulaire d'un master en sciences**, et cet ouvrage s'inscrit dans la continuité de mon engagement académique, professionnel et de recherche dans le domaine des systèmes de communication militaires modernes. Mes travaux se concentrent sur le rôle des communications en tant que facteur essentiel du commandement et du contrôle, avec une attention particulière pour les architectures de communication sécurisées, résilientes et interopérables destinées à des applications de défense. La motivation qui m'a poussé à écrire cet ouvrage découle à la fois de mes recherches universitaires et de mon implication professionnelle dans l'enseignement militaire, où l'importance pratique de structures de communication disciplinées est constamment mise en évidence.

L'objectif de cet ouvrage est de fournir une analyse complète et structurée des communications militaires en tant que capacité opérationnelle plutôt que comme fonction purement technique. Dans les opérations militaires modernes, les communications sont indissociables de l'autorité de commandement, de la prise de décision et de l'efficacité opérationnelle. La capacité à échanger des informations de manière sécurisée, fiable et rapide influence directement la coordination des forces, l'exécution des missions et la protection du personnel et des biens. Cet ouvrage vise à présenter ces réalités à travers une analyse systématique des principes de communication, des structures organisationnelles, des processus de planification, des mesures de sécurité et des tendances émergentes.

Tout au long de mes études universitaires et de mes activités de recherche, j'ai observé un écart récurrent entre les technologies de communication en rapide évolution et leur intégration cohérente dans les cadres de commandement militaire. Si de nombreuses publications traitent de technologies individuelles ou de solutions techniques isolées, rares sont les ouvrages qui présentent les communications militaires comme des systèmes intégrés façonnés par la doctrine, l'organisation, les procédures et les facteurs humains. Cet ouvrage vise à combler cette lacune en offrant une perspective holistique des communications militaires, en mettant l'accent sur la réflexion au niveau du système et la pertinence opérationnelle.

L'importance des communications dans le commandement militaire est un thème central de cet ouvrage. Le commandement et le contrôle dépendent fondamentalement de la disponibilité et de l'intégrité des canaux de communication. Dans les opérations contemporaines caractérisées par la dispersion, un rythme opérationnel élevé, la coopération multinationale et des environnements contestés, des structures de communication disciplinées sont essentielles pour maintenir l'unité des efforts. Cet ouvrage met en évidence les communications comme un facteur opérationnel décisif qui permet aux commandants de comprendre la situation, de donner des directives en temps utile et de coordonner les actions dans

plusieurs domaines et à plusieurs niveaux de commandement.

Le champ d'application de cet ouvrage englobe les concepts fondamentaux des communications militaires, les principes d'organisation des systèmes, la planification des communications, les nœuds et les réseaux, les méthodes de transmission, les rôles du personnel, les mesures de sécurité et de protection, la continuité et la résilience, ainsi que les tendances futures. L'analyse est menée à un niveau conceptuel et architectural, ce qui permet aux principes abordés de rester applicables à différentes structures de forces et mises en œuvre technologiques. Bien que les aspects techniques soient abordés lorsque cela est nécessaire, cet ouvrage ne vise pas à fournir des conceptions spécifiques à un fournisseur, des procédures classifiées ou une ingénierie détaillée au niveau des protocoles.

Cette approche comporte certaines limites inhérentes. Le livre ne traite pas des doctrines spécifiques à chaque nation ni des systèmes classifiés, et ne tente pas non plus de couvrir en profondeur toutes les technologies émergentes. Il se concentre plutôt sur les principes et les cadres durables qui favorisent la compréhension et la prise de décisions éclairées. La nature en rapide évolution des communications militaires signifie que les technologies spécifiques continueront à changer ; cependant, les fondements structurels et conceptuels présentés dans cet ouvrage sont destinés à rester pertinents.

Ce livre s'adresse aux étudiants de deuxième et troisième cycles en ingénierie des communications, cybersécurité, études de défense et domaines connexes, ainsi qu'aux chercheurs et professionnels militaires impliqués dans la planification des communications, le développement de systèmes, l'éducation et le commandement opérationnel. Il est rédigé de manière à soutenir à la fois les études universitaires et les applications professionnelles, offrant une profondeur analytique tout en conservant une pertinence pratique.

Enfin, cet ouvrage reflète un parcours universitaire et professionnel continu. Il s'appuie sur mes recherches et travaux publiés précédemment, tout en apportant des perspectives originales et des modèles conceptuels développés grâce à des études et une pratique continues. Les communications militaires restent un domaine dynamique et en constante évolution, façonné par l'innovation technologique et l'expérience opérationnelle. J'espère que cet ouvrage contribuera à une meilleure compréhension des systèmes de communication militaires et encouragera la poursuite des recherches, des discussions et de l'innovation dans ce domaine crucial.

Introduction

Les communications militaires ont toujours été un élément fondamental du commandement, de la coordination et du contrôle. Des premières formes d'armées organisées aux opérations multidomaines contemporaines, la capacité à transmettre des informations de manière précise, sécurisée et en temps opportun a façonné la conduite et les résultats des activités militaires. Dans les environnements opérationnels modernes, les communications ne sont plus une fonction technique de soutien, mais une capacité opérationnelle décisive qui influence directement l'efficacité, la résilience et le succès.

La complexité croissante des opérations militaires a fondamentalement modifié le rôle des communications. Les forces armées contemporaines opèrent sur les domaines terrestre, aérien, maritime, cybernétique et spatial, souvent simultanément et en coordination avec des partenaires multinationaux. Les forces sont dispersées géographiquement, le rythme des opérations est élevé et les cycles décisionnels sont raccourcis. Dans ces conditions, les systèmes de communication doivent soutenir un flux d'informations continu, une connaissance partagée de la situation et une action coordonnée à tous les niveaux de commandement. Toute perturbation, retard ou distorsion de la communication peut avoir des conséquences immédiates et de grande envergure.

Cet ouvrage aborde les communications militaires comme un système intégré composé d'une infrastructure technique, de structures organisationnelles, d'une discipline procédurale et d'un personnel formé. Il souligne que des communications efficaces ne peuvent être obtenues par la seule technologie. Elles nécessitent au contraire une planification cohérente, une exécution disciplinée et une adaptation continue à des environnements opérationnels en constante évolution. En examinant les communications de manière holistique, cet ouvrage vise à fournir une compréhension globale de la manière dont les systèmes de communication permettent le commandement et le contrôle et soutiennent les opérations militaires en temps de paix, de crise et de conflit.

L'ouvrage commence par établir les concepts fondamentaux des communications militaires et leur rôle dans le commandement et le contrôle. Il examine les communications en tant que fonction de soutien au combat et souligne leur importance dans tout le spectre des opérations. Sur cette base, le livre explore les flux d'informations au sein des unités militaires, les liens de communication verticaux et horizontaux, et la manière dont les communications soutiennent la prise de décision à différents niveaux de commandement. Ces chapitres montrent comment les structures de communication façonnent la cohérence et l'efficacité opérationnelles.

Les chapitres suivants se concentrent sur les principes qui sous-tendent des communications militaires efficaces, notamment la simplicité, la flexibilité, l'économie des ressources, l'universalité, la fiabilité, la continuité, la capacité, la qualité et la sécurité. Ces principes sont examinés non pas comme des idéaux abstraits, mais comme des lignes directrices pratiques qui éclairent la conception, l'organisation et l'utilisation des systèmes. L'organisation des systèmes de communication militaire est ensuite analysée, en accordant une attention particulière à l'architecture des systèmes, aux composants fixes et mobiles, aux dispositions centralisées et décentralisées, ainsi qu'aux éléments de redondance et de réserve.

Le livre aborde également la planification des communications en tant qu'activité opérationnelle essentielle. Il examine les facteurs qui influencent la planification des communications, notamment le temps, le terrain, le personnel, l'équipement, l'incertitude et la pression opérationnelle. En mettant l'accent sur la planification en tant que processus continu et adaptatif, le livre souligne l'importance de la préparation et de la prévoyance pour maintenir une communication efficace dans des conditions dynamiques.

Des chapitres spécifiques sont consacrés aux nœuds de communication, aux centres, aux réseaux et aux méthodes de transmission, fournissant un aperçu des structures physiques et logiques qui permettent la circulation de l'information. Les rôles et responsabilités du personnel de communication et des utilisateurs du système sont examinés afin de souligner la dimension humaine des communications, tandis que les symboles et la notation opérationnels sont présentés comme des outils essentiels pour une compréhension et une coordination communes.

La sécurité, la continuité et la résilience sont traitées comme des préoccupations centrales tout au long de l'ouvrage. Les mesures de sécurité des communications, la protection contre les menaces électroniques, la redondance, les systèmes de secours et le fonctionnement dans des environnements dégradés sont analysés en détail. Ces sujets reflètent la réalité selon laquelle les communications militaires modernes doivent fonctionner dans un contexte de menaces et de perturbations persistantes, ce qui nécessite une conception robuste et des procédures rigoureuses.

Enfin, l'ouvrage examine les tendances futures des communications militaires, notamment la transformation numérique, les systèmes intégrés de communication et d'information, l'interopérabilité multinationale, ainsi que les défis et opportunités émergents. En abordant à la fois les pratiques actuelles et les développements futurs, l'ouvrage cherche à faire le lien entre la théorie et la pratique, offrant des perspectives pertinentes tant pour les praticiens que pour les universitaires.

L'objectif de cet ouvrage est de fournir une analyse structurée, complète et fondée sur le terrain des communications militaires. Il s'adresse aux professionnels de l'armée, aux étudiants, aux chercheurs et aux décideurs politiques qui cherchent à comprendre comment les systèmes de communication soutiennent le commandement et le contrôle et influencent les résultats opérationnels. En présentant les communications comme un facteur opérationnel décisif, cet ouvrage vise à contribuer au développement de capacités de communication rigoureuses, résilientes et efficaces, adaptées aux exigences des opérations militaires modernes et futures.

FOR AUTHOR USE ONLY

Conclusion

Cet ouvrage a examiné les communications militaires en tant qu'élément fondamental et décisif des opérations militaires modernes. Tout au long de ses chapitres, il a démontré que la communication n'est pas seulement une fonction de soutien technique, mais une capacité opérationnelle centrale qui permet le commandement, la coordination, la prise de décision et l'emploi efficace des forces. Des concepts fondamentaux aux tendances futures, l'analyse a montré que le succès ou l'échec des opérations militaires est étroitement lié à la qualité, à la fiabilité et à la discipline des systèmes et des pratiques de communication.

Au niveau le plus fondamental, les communications militaires fournissent les moyens par lesquels l'intention du commandement est transmise, la connaissance de la situation est développée et une action coordonnée est réalisée. Sans communications efficaces, les structures de commandement et de contrôle ne peuvent fonctionner, les plans opérationnels ne peuvent être exécutés de manière cohérente et les forces sont réduites à des éléments isolés agissant sans synchronisation. Cet ouvrage a souligné que la communication doit donc être comprise comme une composante intégrante du commandement et du contrôle, intégrée à chaque phase de planification, d'exécution et d'évaluation.

Un principe clé souligné tout au long du livre est la nécessité de clarté et de simplicité dans les communications militaires. Les systèmes et procédures de communication doivent être conçus pour transmettre les informations essentielles avec précision et sans ambiguïté, même en situation de stress et de pression temporelle. Des systèmes trop complexes, des flux d'informations excessifs ou des procédures peu claires augmentent le risque de malentendus et de retards. La simplicité n'implique toutefois pas la rigidité. Les architectures de communication efficaces doivent trouver un équilibre entre clarté et flexibilité, permettant une adaptation aux conditions opérationnelles changeantes tout en préservant une structure et une hiérarchie claires.

Un autre principe central est la fiabilité et la continuité. Les communications militaires doivent fonctionner de manière cohérente en temps de paix, de crise et de conflit, et doivent rester opérationnelles même dans des environnements dégradés ou contestés. Le livre a montré que cette exigence ne peut être satisfaite par des systèmes ou des technologies uniques. Elle nécessite plutôt des architectures à plusieurs niveaux, une redondance, des éléments de communication de réserve et des solutions de secours qui garantissent la continuité lorsque les systèmes principaux tombent en panne ou sont perturbés. La fiabilité n'est pas seulement une caractéristique technique, mais aussi organisationnelle et procédurale, qui dépend de la formation, de la discipline et de la préparation.

L'organisation des systèmes de communication militaires a été examinée comme un facteur critique influençant l'efficacité opérationnelle. Les structures centralisées offrent contrôle, normalisation et gestion efficace, tandis que les dispositifs décentralisés offrent flexibilité, résilience et réactivité aux niveaux inférieurs. Le livre a démontré que les opérations militaires modernes nécessitent une approche d'équilibrée, combinant une supervision centralisée et une exécution décentralisée. Ces modèles organisationnels hybrides permettent aux commandants de maintenir l'unité d'effort tout en donnant aux unités subordonnées les moyens d'opérer efficacement dans des environnements dynamiques et incertains.

La planification de la communication a été identifiée comme une activité décisive qui détermine le succès des opérations avant même leur lancement. Une planification efficace nécessite une compréhension approfondie des objectifs de la mission, du contexte opérationnel, du terrain, des contraintes de temps, des capacités du personnel et des équipements disponibles. Elle doit tenir compte de l'incertitude, anticiper les perturbations et intégrer la sécurité et la redondance dès le départ. La planification de la communication n'est pas une activité ponctuelle, mais un processus continu qui évolue parallèlement à l'opération, en réponse aux changements de l'environnement et aux actions de l'adversaire.

Le livre explore également les composants physiques et logiques des systèmes de communication militaires, notamment les stations, les centres, les nœuds, les hubs et les topologies de réseau. Ces éléments forment l'infrastructure à travers laquelle circulent les informations, reliant les décideurs stratégiques aux quartiers généraux opérationnels et aux unités tactiques. Le choix de la topologie du réseau (linéaire, routée ou maillée) a une incidence significative sur la résilience, la capacité et la réactivité. Il est essentiel de comprendre ces structures pour concevoir des systèmes de communication qui favorisent à la fois l'efficacité et la capacité de survie.

Les rôles et responsabilités du personnel ont été soulignés comme une dimension humaine décisive des communications militaires. Même les systèmes les plus avancés dépendent d'opérateurs formés, d'utilisateurs informés et d'un commandement discipliné. Une définition claire des responsabilités à différents niveaux de commandement, associée à une formation rigoureuse et à une préparation opérationnelle, garantit une utilisation efficace et sécurisée des systèmes de communication. L'élément humain reste central, en particulier dans les situations où le jugement, l'expérience et l'adaptabilité sont nécessaires pour surmonter les limitations techniques ou les perturbations imprévues.

Les symboles opérationnels, la notation et les représentations normalisées ont été présentés comme des outils essentiels pour permettre une compréhension et une coordination communes. Des symboles et des diagrammes communs permettent de communiquer rapidement et précisément des informations opérationnelles

complexes entre les unités et les niveaux de commandement. Leur utilisation cohérente facilite la planification, l'exécution et l'évaluation, en particulier dans les environnements multinationaux ou interarmées où les différences linguistiques et doctrinales pourraient autrement entraver la communication.

Les mesures de sécurité et de protection ont été abordées comme étant indissociables de l'efficacité de la communication. La protection physique, les mesures de sécurité techniques et les procédures organisationnelles constituent ensemble une approche globale de la sécurité des communications de l'. À l'ère de la guerre électronique, des cybermenaces et des opérations d'information, la protection des systèmes de communication est essentielle non seulement pour préserver les informations, mais aussi pour conserver la liberté d'action opérationnelle. La sécurité doit être intégrée dans la conception des systèmes, la planification et la pratique quotidienne, plutôt que d'être traitée comme une réflexion après coup.

La continuité et la résilience sont désormais des exigences incontournables pour les communications militaires modernes. Les opérations se déroulent de plus en plus souvent dans des environnements où les perturbations sont attendues plutôt qu'exceptionnelles. La capacité à maintenir les communications dans des conditions défavorables dépend de la redondance, de l'adaptabilité et de procédures de secours rigoureuses. Des systèmes de communication résilients permettent aux forces armées d'absorber les perturbations, de rétablir leurs fonctionnalités et de continuer à opérer efficacement malgré la perte ou la dégradation de certains composants.

Dans une perspective d'avenir, l'ouvrage a mis en évidence les défis et les opportunités liés aux technologies émergentes et aux concepts opérationnels. La transformation numérique, l'intégration des systèmes et l'interopérabilité multinationale offrent un potentiel important pour améliorer l'efficacité des communications. Dans le même temps, elles introduisent de nouvelles complexités et vulnérabilités qui doivent être gérées avec soin. Les futurs systèmes de communication militaire doivent être conçus en tenant compte de l'adaptabilité, de l'interopérabilité et de la supervision humaine comme principes fondamentaux, afin de garantir que l'innovation technologique réponde aux besoins opérationnels plutôt que de les dicter sans discernement.

Un thème récurrent tout au long de cet ouvrage est l'importance de structures de communication disciplinées. La discipline dans les communications englobe le respect des procédures, le respect des relations de commandement, l'utilisation appropriée des systèmes et une formation cohérente. Une communication disciplinée garantit que l'information circule de manière efficace, sécurisée et conforme à l'intention du commandement. Elle réduit la confusion, prévient la surcharge et renforce la confiance au sein des unités et entre elles. Sans une telle

discipline, même des systèmes bien conçus peuvent devenir des sources de friction plutôt que des facteurs de réussite.

En fin de compte, cet ouvrage soutient que les communications constituent un facteur opérationnel décisif dans les opérations militaires modernes. Elles déterminent la capacité des commandants à comprendre la situation, à prendre des décisions en temps opportun et à diriger efficacement les forces. Des capacités de communication supérieures peuvent compenser des désavantages numériques ou matériels, tandis que des communications inadéquates peuvent compromettre même des forces bien équipées. En ce sens, les communications ne sont pas seulement un soutien, mais souvent un facteur décisif dans les résultats opérationnels.

En conclusion, les communications militaires doivent être abordées comme un système intégré de technologie, d'organisation, de procédures et de personnes. Leur efficacité dépend d'une conception cohérente, d'une mise en œuvre rigoureuse et d'une adaptation continue à l'évolution des réalités opérationnelles. En comprenant et en appliquant les principes exposés dans cet ouvrage, les professionnels de l'armée peuvent renforcer les fondements de la communication dont dépendent en fin de compte le succès du commandement et du contrôle, de la coordination et de l'accomplissement des missions.

Références

1. Bergen, John D., « Military Communications: A Test for Technology », Centre d'histoire militaire, Armée des États-Unis, Washington, DC, 1986, ISBN 0-16-001623-1.
2. Ryan, Michael J. et Frater, Michael R., « Tactical Communications for the Digitized Battlefield », Artech House Publishers, Boston, MA, 2002, ISBN 1-58053-323-X.
3. Sterling, Christopher H., « Military Communications: From Ancient Times to the 21st Century », ABC-CLIO, Santa Barbara, CA, 2008, ISBN 978-1-85109-732-6.
4. Alberts, David S., Garstka, John J. et Stein, Frederick P., « Network Centric Warfare: Developing and Leveraging Information Superiority », 2e édition, CCRP Publication Series, Washington, DC, 2000, ISBN 1-893723-01-0.
5. Friedman, Norman, « Network-Centric Warfare: How Navies Learned to Fight Smarter through Three World Wars », Naval Institute Press, Annapolis, Maryland, 2009, ISBN 978-159114-286-6.
6. Mitchell, Paul T., « Network Centric Warfare and Coalition Operations: The New Military Operating System », Routledge, Londres, Royaume-Uni, 2009, ISBN 978-0-415-44645-7.
7. Hall, Brian N., « Communications and British Operations on the Western Front, 1914-1918 », Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2017, ISBN 978-1-107-19530-8.
8. Schiller, Jochen H., « Mobile Communications », 2e édition, Addison-Wesley, Londres, Royaume-Uni, 2003, ISBN 0-321-12381-6.
9. Rappaport, Theodore S., « Wireless Communications: Principles and Practice », 2e édition mise à jour, Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2024, ISBN 978-1-009-48983-6.
10. Schwartz, Mischa, « Information Transmission, Modulation, and Noise: A Unified Approach to Communication Systems », 4e édition, McGraw-Hill, New York, NY, 1990, ISBN 0-07-055909-7.
11. Proakis, John G. et Salehi, Masoud, « Digital Communications », 5e édition, McGrawHill Education, New York, NY, 2007, ISBN 978-0-07-295716-7.
12. Haykin, Simon et Moher, Michael, « Communication Systems », 5e édition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2009, ISBN 978-0-470-16982-1.
13. Goldsmith, Andrea, « Wireless Communications », Cambridge University

Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2005, ISBN 0-521-83716-2.

14. Sklar, Bernard, « Digital Communications: Fundamentals and Applications », 2e édition, Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2001, ISBN 0-13-095007-6.

15. Leon-Garcia, Alberto et Widjaja, Indra, « Communication Networks: Fundamental Concepts and Key Architectures », 2e édition, McGraw-Hill, New York, NY, 2000, ISBN 0-072-42349-8.

16. Forouzan, Behrouz A., « Data Communications and Networking », 4e édition, McGrawHill, New York, NY, 2006, ISBN 0-07-322047-9.

17. Penttinen, Jyrki T. J. (éditeur), « The Telecommunications Handbook: Engineering Guidelines for Fixed, Mobile and Satellite Systems », John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2015, ISBN 978-1-118-67891-6.

18. Biglieri, E., Calderbank, R., Constantinides, A., Goldsmith, A., Paulraj, A. et Shor, H. V. (éditeurs), « MIMO Wireless Communications », Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2007, ISBN 978-0-521-82953-8.

19. Clausewitz, Carl von (traduit par Howard, Michael et Paret, Peter), « On War », Princeton University Press, Princeton, NJ, 1984, ISBN 0-691-05657-5.

20. Owens, William A., « The Emerging System of Systems », Institut d'études sur la sécurité nationale, Washington, DC, 1996.

21. Libicki, Martin C., « Cyberdeterrence and Cyberwar », RAND Corporation, Santa Monica, CA, 2009, ISBN 978-0-8330-4734-2.

22. Singer, P. W. et Friedman, Allan, « Cybersecurity and Cyberwar: What Everyone Needs to Know », Oxford University Press, Oxford, Royaume-Uni, 2014, ISBN 978-0-19-991809-6.

23. Payne, Kenneth, « Strategy, Evolution, and War: From Apes to Artificial Intelligence », Georgetown University Press, Washington, DC, 2018, ISBN 978-1-62616-636-9.

24. Farwell, James P., Persuasion et pouvoir : l'art de la communication stratégique, Georgetown University Press, Washington, DC, 2012, ISBN 978-1-58901-918-0.

25. Cornish, Paul, Lindley-French, Julian, et Yorke, Claire, « Strategic Communications and National Strategy », rapport de Chatham House, Londres, Royaume-Uni, 2011.

26. Paul, Christopher, « Strategic Communication: Origins, Concepts, and Current Debates », Praeger Security International, Santa Barbara, Californie, 2011, ISBN 978-0-313-38703-5.

27. Betz, David et Stevens, Tim, « Cyberspace and the State: Toward a Policy Architecture », Routledge, Londres, Royaume-Uni, 2011, ISBN 978-0-415-56841-8.
28. Baird, Peter et Eckert, Richard E., « Satellite Communications for Global Coverage and Mobility », Artech House, Boston, MA, 2006, ISBN 1-58053-965-2.
29. Elbert, Bruce R., « Introduction to Satellite Communication », Artech House, Boston, MA, 2008, ISBN 978-1-59693-098-1.
30. Tse, David et Viswanath, Pramod, « Fundamentals of Wireless Communication », Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2005, ISBN 978-0-521-84674-4.
31. Berlekamp, Elwyn R., « Algebraic Coding Theory », McGraw-Hill, New York, NY, 1968, ISBN 0-07-004489-6.
32. Forney, G. David Jr., « Concatenated Codes », MIT Press, Cambridge, MA, 1966, ISBN 0262-56069-3.
33. Cover, Thomas M. et Thomas, Joy A., « Elements of Information Theory », 2e édition, John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 2006, ISBN 978-0-471-24195-9.
34. Viterbi, Andrew J., « CDMA: Principles of Spread Spectrum Communication », Addison-Wesley, Reading, MA, 1995, ISBN 0-201-63374-4.
35. Jain, Raj, « The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling », John Wiley & Sons, Hoboken, NJ, 1991, ISBN 0-471-50336-X.
36. Shannon, Claude E. et Weaver, Warren, « The Mathematical Theory of Communication », University of Illinois Press, Urbana, IL, 1949, ISBN 0-252-72548-4.
37. Molnar, Andrew K., « Psychological Operations and Political Warfare in Long-Term Strategic Competition », RAND Corporation, Santa Monica, CA, 2016.
38. Marakas, George M., « Decision Support Systems in the 21st Century », Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ, 2007, ISBN 0-13-009240-3.
39. Murthy, C. S. R. et Gupta, B. S., « WDM Optical Networks: Concepts, Design, and Algorithms », Prentice-Hall of India, New Delhi, Inde, 2002, ISBN 81-203-2214-4.
40. Vaidya, Nitin H., « Wireless Networks: Lecture Notes », Université de l'Illinois à Urbana-Champaign, Urbana, IL, 2004.
41. Cebrowski, Arthur K. et Garstka, John J., « Network-Centric Warfare: Its

- Origin and Future », US Naval Institute Proceedings, vol. 124, n° 1, 1998, p. 28-35.
42. Johnston, J. W., « Status of Military Satellite Communications Research and Development », Proceedings of the IEEE, vol. 95, n° 10, 2007, p. 1952-1970, DOI 10.1109/JPROC.2007.905048.
43. Polyzou, J., « Data Transmission for Military Communication: Parameters and Performance », IEEE Communications Magazine, vol. 41, n° 5, 2003, p. 88-95.
44. Mannel, W., « Future Communications Concepts in Support of U.S. Army Tactical Field Forces », IEEE Military Communications Conference (MILCOM), 1980, pp. 245-251.
45. Coviello, G., « Communications militaires - Aperçu du numéro spécial », IEEE Communications Magazine, vol. 18, n° 6, 1980, p. 3-5.
46. Monzon Baeza, V. et al., « AI-Driven Tactical Communications and Networking for Defense Systems: A Comprehensive Survey », International Journal of Engineering Science Invention, vol. 13, n° 12, 2024, pp. 79-87, DOI 10.35629/6734-13127987.
47. Dekker, A. H., « Network Topology and Military Performance », Actes de MODSIM 2005, Melbourne, Australie, 2005, pp. 1234-1240.
48. Parkinson, Simon et al., « Evolution of Military Information Management: The Enterprise Architecture Approach », Security and Defence Quarterly, vol. 38, n° 2, 2022, p. 112-128.
49. Shu, Zhen et al., « Military Information System Architecture Design Method and Application », Science Foundation in China, vol. 26, n° 20, 2018, DOI 10.3981/j.issn.1000-7857.2018.20.008.
50. Randall, T. S., « A Reassessment of Tactical Technical Communication », Journal of Technical Writing and Communication, vol. 52, n° 3, 2022, p. 289-310, DOI 10.1177/00472816211006341.
51. Waterman, R. D., « Command, Control and Communications Capabilities for Space Operations », NASA Technical Reports Server, document 20110005484, 2010.
52. Zhang, Y. et al., « Simulation et analyse de la technologie des réseaux mobiles ad hoc dans le bataillon d'infanterie du Corps des Marines des États-Unis », Military Operations Research, vol. 18, n° 4, 2013, p. 19-32.
53. Retherford, D., « Communications and British Operations on the Western

Front, 1914-1918 (Critique littéraire) », *Journal of Military and Strategic Studies*, vol. 20, n° 2, 2021, p. 186-190.

54. Lamy-Bergot, C. et al., « Improved Error Correction for STANAG 4539 Appendix H », *Actes de la conférence IEEE Military Communications Conference (MILCOM)*, 2015, p. 1-7.

55. Dombrowski, P. et Gholz, E., « Network-Centric Warfare: How Navies Learned to Fight Smarter (Critique littéraire) », *Naval War College Review*, vol. 63, n° 3, 2010, p. 145-148.

56. Goldsmith, A., Jafar, S. A., Jindal, N., et Vishwanath, S., « Capacity Limits of MIMO Channels », *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 21, n° 5, 2003, p. 684-702, DOI 10.1109/JSAC.2003.810294.

57. Goldsmith, A. J. et Varaiya, P. P., « Capacity of Fading Channels with Channel Side Information », *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 43, n° 6, 1997, p. 1986-1992, DOI 10.1109/18.625167.

58. Cui, S., Goldsmith, A. J. et Bahai, A., « Energy-Efficiency of MIMO and Cooperative MIMO Techniques in Sensor Networks », *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 22, n° 6, 2004, p. 1089-1098, DOI 10.1109/JSAC.2004.830895.

59. Chung, S. T. et Goldsmith, A. J., « Degrees of Freedom in Adaptive Modulation: A Unified View », *IEEE Transactions on Communications*, vol. 49, n° 9, 2001, p. 1561-1571, DOI 10.1109/26.667076.

60. Goldsmith, A. J. et Wicker, S. B., « Design Challenges for Energy-Constrained Ad Hoc Wireless Networks », *IEEE Wireless Communications*, vol. 9, n° 4, 2002, p. 8-27, DOI 10.1109/MWC.2002.1028874.

61. Hadani, R., Rakib, S., Tsatsanis, M., Monk, A., Goldsmith, A. J., Molisch, A. F., et al., « Orthogonal Time Frequency Space Modulation », *IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC)*, 2017, pp. 1-6.

62. Yoo, T. et Goldsmith, A., « On the Optimality of Multiantenna Broadcast Scheduling Using Zero-Forcing Beamforming », *IEEE Journal on Selected Areas in Communications*, vol. 24, n° 3, 2006, pp. 528-541, DOI 10.1109/JSAC.2005.862402.

63. Vishwanath, S., Jindal, N., et Goldsmith, A., « Dualité, débits réalisables et capacité de débit somme des canaux de diffusion MIMO gaussiens », *IEEE Transactions on Information Theory*, vol. 49, n° 10, 2003, p. 2658-2668, DOI 10.1109/TIT.2003.817422.

64. Alouini, M. S. et Goldsmith, A. J., « Capacité des canaux à évanouissement

de Rayleigh sous différentes techniques de transmission adaptative et de combinaison de diversité », IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 48, n° 4, 1999, p. 1165-1181, DOI 10.1109/25.775371.

65. Goldsmith, A. J. et Chua, S. G., « Adaptive Coded Modulation for Fading Channels », IEEE Transactions on Communications, vol. 46, n° 5, 1998, p. 595-602, DOI 10.1109/26.668783.

66. Toumpis, S. et Goldsmith, A. J., « Capacity Regions for Wireless Ad Hoc Networks », IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 2, n° 4, 2003, p. 736-748, DOI 10.1109/TWC.2003.814353.

67. Jindal, N., Rhee, W., Vishwanath, S., Jafar, S. A., et Goldsmith, A., « Sum Power Iterative Water-Filling for Multi-Antenna Gaussian Broadcast Channels », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 51, n° 4, 2005, p. 1570-1580, DOI 10.1109/TIT.2005.844062.

68. Yoo, T., Jindal, N., et Goldsmith, A., « Canaux de liaison descendante à antennes multiples avec rétroaction limitée et sélection par l'utilisateur », IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 25, n° 7, 2007, p. 1478-1491, DOI 10.1109/JSAC.2007.070913.

69. Yoo, T. et Goldsmith, A., « Capacity and Power Allocation for Fading MIMO Channels with Channel Estimation Error », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 52, n° 5, 2006, p. 2203-2214, DOI 10.1109/TIT.2006.873446.

70. Biglieri, E., Caire, G., et Taricco, G., « Limiting performance of block-fading channels with multiple antennas », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 47, n° 4, 2001, p. 1273-1289, DOI 10.1109/18.923677.

71. Viterbi, A. J., « Error Bounds for Convolutional Codes and an Asymptotically Optimum Decoding Algorithm », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 13, n° 2, 1967, p. 260-269, DOI 10.1109/TIT.1967.1054010.

72. Gallager, R. G., « Low-Density Parity-Check Codes », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 8, n° 1, 1962, p. 21-28, DOI 10.1109/TIT.1962.1057683.

73. Hagenauer, J., Offer, E., et Papke, L., « Iterative Decoding of Binary Block and Convolutional Codes », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 42, n° 2, 1996, p. 429-445, DOI 10.1109/18.490542.

74. Telatar, E., « Capacity of Multi-Antenna Gaussian Channels », European Transactions on Telecommunications, vol. 10, n° 6, 1999, p. 585-595.

75. Raleigh, G. G. et Cioffi, J. M., « Spatio-Temporal Coding for Wireless Communication », IEEE Transactions on Communications, vol. 46, n° 3, 1998, p. 357-366, DOI 10.1109/26.667076.

76. Abramson, N., « The ALOHA System: Another Alternative for Computer Communications », Proceedings of the 1970 Fall Joint Computer Conference, AFIPS Press, 1970, pp. 281-285.
77. Bahl, L. R., Cocke, J., Jelinek, F. et Raviv, J., « Décodage optimal des codes linéaires pour minimiser le taux d'erreur sur les symboles », IEEE Transactions on Information Theory, vol. 20, n° 2, 1974, pp. 284-287, DOI 10.1109/TIT.1974.1055186.
78. McEliece, R. J., « The Theory of Information and Coding: Student Edition », Cambridge University Press, Cambridge, Royaume-Uni, 2002, ISBN 978-0-521-00095-2.
79. Costello, D. J. Jr., « A Survey of Coding Theory, with Applications to Information Theory », Actes du Symposium international sur la théorie de l'information, 1973, pp. 23-28.
80. R. Mustafovski, A. Petrovski et M. Radovanovic, « Intégration des technologies quantiques dans les systèmes militaires mobiles et les cadres TOC », Land Forces Academy Review, vol. XXX, n° 3(119), 2025.
81. R. Mustafovski, « Cadre architectural basé sur des formules de la plateforme SecuDroneComm pour les communications des véhicules aériens sans pilote », Management Science Advances, vol. 2, n° 1, pp. 288-303, Scientific Oasis, Skopje, République de Macédoine du Nord, 2025.
82. R. Mustafovski, « Évaluation de l'impact opérationnel de SecuDroneComm : évaluation basée sur la simulation de la communication sécurisée des drones dans les environnements militaires », Scientific Technical Review, vol. 75, n° 1, pp. 11-18, 2025, doi : 10.5937/str2500002M.
83. OTAN, « Publication interarmées AJP-10 : Doctrine interarmées alliée pour les communications stratégiques », édition A, version 1, Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2023.
84. OTAN, « Publication interarmées AJP-6 : Doctrine interarmées alliée pour les systèmes de communication et d'information », édition D, version 1, Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2017.
85. Département américain de la Défense, « Publication interarmées JP 6-0 : Système de communication interarmées », État-major interarmées, Washington, DC, 2015.
86. Armée américaine, « Manuel de campagne FM 6-02 : Soutien des opérations par les transmissions », Département de l'armée, Washington, DC, 2019.
87. Armée américaine, « Manuel de terrain FM 24-18 : Techniques tactiques de

communication radio monocanal », Département de l'armée, Washington, DC, 1987.

88. Ministère britannique de la Défense, « Joint Doctrine Publication JDP 0-01 : UK Defence Doctrine », 6e édition, Development, Concepts and Doctrine Centre, Shrivenham, Royaume-Uni (), 2022.

89. OTAN, « STANAG 4586 : Interfaces standard du système de contrôle des drones (UCS) pour l'interopérabilité des drones de l'OTAN », 3e édition, Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2012.

90. OTAN, « STANAG 4539 : Normes techniques pour les formes d'onde de communication HF sans saut de fréquence », 1re édition, Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2005.

91. OTAN, « STANAG 5066 : Profil pour la communication de données radio à haute fréquence (HF) », édition 1, Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2010.

92. US Air Force, « Air Force Doctrine Publication AFDP 3-85 : Opérations dans le spectre électromagnétique », Département de l'armée de l'air, Washington, DC, 2023.

93. Département américain de la Défense, « CJCSM 3320.01D : Opérations conjointes de gestion du spectre électromagnétique », État-major interarmées, Washington, DC, 2022.

94. OTAN, « Publication interarmées alliée AJP-10.3 : Doctrine interarmées alliée pour les affaires publiques militaires », édition A version 1, Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2024.

95. Centre d'excellence pour la communication stratégique de l'OTAN, « Defence Strategic Communications Journal », volumes 1 à 12, Riga, Lettonie, 2016-2023.

96. Armée américaine, « Field Manual FM 3-0: Operations », Département de l'armée, Washington, DC, 2017.

97. Armée américaine, « Publication sur la doctrine de l'armée ADP 6-0 : Commandement de mission », Département de l'armée, Washington, DC, 2019.

98. Armée américaine, « Publication sur les techniques de l'armée ATP 6-02.40 : Techniques pour les opérations d'information visuelle », Département de l'armée, Washington, DC, 2019.

99. OTAN, « ATP 6-02.10 (OTAN) : Communication dans les opérations », Bureau de normalisation de l'OTAN, Bruxelles, Belgique, 2008.

100. Armée américaine, « Field Manual FM 11-22 : Signal Operations in the Corps

and Army », Département de l'armée, Washington, DC, 1945.

101. OTAN, « Politique de communication stratégique de l'OTAN PO(2009)0141 », Conseil de l'Atlantique Nord, Bruxelles, Belgique, 2009.

102. État-major interarmées américain, « Publication interarmées JP 3-13 : Opérations d'information », Département de la Défense, Washington, DC, 2023.

FOR AUTHOR USE ONLY

Biographie de Rexhep Mustafovski, MSc



Rexhep Mustafovski, MSc, est officier au ministère de la Défense de la République de Macédoine du Nord et assistant d'enseignement et de recherche à l'Académie militaire « Général Mihailo Apostolski » à Skopje, où il travaille au sein du département de cybersécurité et de criminalistique numérique. Il est spécialiste des systèmes de communication sécurisés, de la cybersécurité et de l'intégration des technologies de défense, avec une expérience universitaire et professionnelle couvrant les communications tactiques sécurisées, la sécurité des réseaux et les systèmes d'information émergents.

Il a suivi ses études de premier cycle à l'Académie militaire « Général Mihailo Apostolski » de Skopje, où il a obtenu son diplôme d'officier des transmissions. Au cours de ses études, il a fait preuve de résultats scolaires exceptionnels et d'une discipline professionnelle remarquable, obtenant les meilleurs résultats de sa promotion. En reconnaissance de cette réussite, il a été officiellement désigné meilleur officier de sa promotion, un honneur qui lui a été décerné par le président du pays. Cette distinction reflète à la fois son excellence académique et son engagement envers le professionnalisme militaire.

Après avoir été nommé officier, il a poursuivi son développement académique en suivant des études supérieures à la faculté d'ingénierie électrique et des technologies de l'information de l'université « Ss. Cyril et Methodius » à Skopje. Il a obtenu un master en sciences des technologies de la communication et de l'information, avec une spécialisation dans les systèmes de communication modernes, la sécurité de l'information et les concepts avancés de mise en réseau. Ses études de master ont renforcé ses capacités d'analyse et de recherche, en particulier dans les domaines des communications sécurisées et des systèmes de défense basés sur la technologie.

Son parcours universitaire et professionnel combine une formation militaire officielle et des études d'ingénierie avancées, ce qui lui confère une base solide pour la recherche et le travail pratique dans le domaine des communications militaires sécurisées. Cette expérience influence son approche de la conception des systèmes de communication, qui met l'accent sur la fiabilité, la sécurité, l'interopérabilité et

la pertinence opérationnelle. Les connaissances et l'expérience acquises grâce à sa formation militaire et à ses études d'ingénierie sous-tendent les perspectives présentées par l' e tout au long de cet ouvrage.

FOR AUTHOR USE ONLY